



**DIREKTORAT SUMBER DAYA
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

PROSIDING

**PENGEMBANGAN PROFESI
PRANATA LABORATORIUM PENDIDIKAN
TAHUN 2020**



Judul Buku

Prosiding Pengembangan Profesi Pranata Laboratorium Pendidikan Tahun 2020

Penanggung Jawab

Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi
Direktur Sumber Daya

Penelaah

Koordinator Kompetensi Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Penyusun

Tim Sub Koordinator Kompetensi Tenaga Kependidikan

Penyunting Bahasa

Syifa Mufiedatussalam

Desain Sampul

Satria Yudha Herawan

Penata Isi

Utami Dewi Nastiti
Rewinanto

Korektor

Mulyono
Suhardjono
Bambang Sugiarto
Bambang Supriatno
Tri Joko Raharjo
Abdurachman Effendi

Jumlah Halaman

241 + iv halaman romawi

Edisi Cetakan

Volume 1, Januari 2021

Penerbit

Direktorat Sumber Daya, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

©2021, Hak Cipta dilindungi Undang-Undang Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Pranata Laboratorium Pendidikan sebagai jabatan fungsional mengemban tugas, tanggung jawab, dan wewenang untuk melakukan pengelolaan laboratorium di satuan pendidikan. Agar dapat melaksanakan tugas tersebut secara kompeten dan profesional, pranata laboratorium pendidikan perlu diberikan pembinaan dan ruang untuk mengembangkan profesi.

Dalam rangka pembinaan dan pengembangan profesi PLP, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui Direktorat Sumber Daya meluncurkan program pengembangan profesi bagi PLP di perguruan tinggi dan sekolah. Luaran program ini, PLP penerima hibah diwajibkan mempresentasikan hasil penelitian melalui seminar nasional yang difasilitasi oleh Direktorat Sumber Daya.

Hasil seminar dimaksud perlu dituangkan dalam prosiding agar masyarakat luas khususnya PLP dapat menjadikan hasil penelitian menjadi bahan bacaan dan referensi serta mengetahui berbagai informasi terkait dengan penyelenggaraan seminar nasional tersebut.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Tim Penyusun dan pihak lain yang telah berpartisipasi dalam penyusunan prosiding ini.

Jakarta, Januari 2021
Direktur Sumber Daya

Mohammad Sofwan Effendi

DAFTAR ISI

Kata Pengantar		i
Daftar Isi		ii
Daftar Prosiding		
Agus Wahid Habiburrohman	Rancang Bangun Alat Viskositas Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah Sebagai Detektor Waktu pada Praktikum Viskositas Zat Cair Matakuliah Fisika Dasar	1
Ali Bakri	Pengaruh Lama Perendaman Alizarin Red Terhadap Kualitas Warna Kerangka Fetus Mencit (<i>Mus Musculus L</i>) Penyediaan Bahan untuk Praktikum dan Penelitian	6
Andi Fatmawati	Pemanfaatan Transformator <i>Switching Switch Mode Power Supply</i> (SMPS) Bekas untuk Modul Praktikum Dc-Dc Converter	13
Angga Herviona Ikhwandudin	Rancang Bangun Model Kit Penyaringan Air Limbah Sederhana untuk Alat Penunjang Praktikum di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan	21
Ani Riani Kusmiati	Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb) pada Limbah Praktikum Kimia Farmasi	28
Azhari	Peningkatan Mutu Produk Polyurethane (Pu)/ Coir/ Pineapple Fiber Aplikasi Biomedis melalui unjuk Kinerja Scanning Electron Microscope (Sem)	33
Christin Risbandini	Pemanfaatan Nampan <i>Stainless</i> menjadi <i>Waterbath</i> Sederhana Guna Menunjang Kegiatan Praktikum Mikroteknik	39
Dais Iswanto	Penggunaan Ekstrak Buah Merah (<i>Pandanus Conoedius, Sp. Lam</i>) Asal Papua sebagai Pewarna Morfologi Eritrosit dengan Metode Sediaan Apusan Darah Tepi (SADT)	44
Dwi Purnomo Hendradhata	Prototype Mini Fluem Tank sebagai Media Pembelajaran Simulasi Gelombang Laut Reguler pada Laboratorium Departemen Teknik Kelautan	51
Hana Susanti	Rekonstruksi Set Alat Transformator pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Dasar	57
I Dewa Putu Subamia	Meningkatkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium dengan Bantuan Video Panduan Menggunakan Bahan Kimia	65
I Gede Wiranatha	Histopatologi serta Aktivitas Hati Tikus (<i>Rattus Norvegicus</i>) yang Diinduksi dengan Karboltetrachlorida (Ccl4) Dibandingkan dengan Natrium Nitrit (Nano2) sebagai Hewan Model Hepatotoksik.	72

Imam Saukani	Pengembangan Kinerja <i>Power Supply</i> 5 Volt di Laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang	78
Indah Nuraini Masjkur	Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Sampel Swab Buccal pada Lokus FGA dan D13s317 dengan Metode STR PCR	82
Isnayati	Modifikasi Enkas dalam Meminimalisir Tingkat Kontaminasi dalam Kegiatan Kultur dan Pengenalan Alat dengan Biaya Terjangkau kepada Mahasiswa Politeknik Negeri Lampung	88
Linda Tri Maiza	Modifikasi Alat Pembuat Mol Limbah Organik Nabati Bahan Praktikum di Laboratorium Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh	94
Made Surya Pramana Mahardika	Pengembangan Metode Ekstraksi Sokletasi Terhadap Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Matoa (<i>Pomitea Pinnata</i>)	100
Magdalena Bitha	Optimasi Penggunaan Sistem Preparasi Berbantuan Gelombang Mikro pada Analisis Logam Timbal dalam Ikan Tuna Kemasan Kaleng secara Spektrofotometri Serapan Atom	107
Marsela Susan Laratmase	Desain Alat Destilasi Uap Minyak Atsiri	113
Mochammad Darwis	Rancang Bangun Jaringan Thermal Imaging IP Camera pada Laboratorium Pengemudian Listrik untuk Keamanan Praktikum dan Antisipasi Covid-19	118
Muhammad Al Faris	Pengembangan Sistem Deteksi Pergerakan Obyek pada <i>Linear Air Track</i> Berbasis Arduino untuk Eksperimen Mekanika Gerak Lurus	124
Muhammad Fahrid	Inovasi Alat Uji Geser Langsung Portabel yang Aman dan Handal	130
Muhammad Syahwil	Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-Grid sebagai Alat Penunjang Praktikum di Laboratorium	136
Noor Elfa	Pengujian Efektivitas Alat Distilasi Fraksinasi dalam Produksi Alkohol dari Air Tape Lokal sebagai Bahan Dasar Pembuatan Penyitisi Tangan	142
Nurjan Didik Purwanto	Pemasangan Kontrol Suhu Otomatis Sebagai Antisipasi Kebakaran pada Oven Vulkanisasi Konvensional di Laboratorium Unit Produksi Sabutret	150
Pabbenteng	Efektifitas Reaktor Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Arang Kulit Buah Kakao (<i>Theobroma Cacao</i>)	155
Rezekikasari	Penggunaan Tabung Reaksi dengan Tehnik Penutupan Vakum dalam Suhu yang Berbeda sebagai Wadah Penyimpanan Isolat Mikroba Universitas Tanjungpura	161
Rumbiwati	Pemanfaatan Telur Ayam Sebagai Pengganti Darah dalam Pematangan Telur Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i>	167

Sofyan	Inovasi Pengembangan Metode Analisis Lemak Kasar dengan Metode <i>Soxhlet</i> dalam Satu Ekstraktor Pada Bahan Pakan	172
Sri Sulastri	Ekstrak Daun Jati (<i>Tectona Grandis.Sp</i>) Alternatif Pewarna pada Penghitungan Jumlah dan Viabilitas Sel Kultur Dibandingkan dengan Pewarna <i>Tryphan Blue</i>	178
Subekah Nawa Kartikasari	Properti Amilografi dan Sem (<i>Dioscorea Esculenta, Pachyrhizus Erosus</i> Dan <i>Dahlia Sp</i>) Memperbaiki Kualitas Roti Tawar Ubi Kayu	182
Sunarti	Efektifitas Alga Merah (<i>Euchema Cottoni</i>) sebagai Bioadsorben dalam Mengurangi Dampak Limbah Cair Laboratorium	189
Suroto	Pengelolaan Laboratorium Pertunjukan dalam Ujian Tugas Akhir Pementasan Karya Tari	195
Susanna	Disain dan Perancangan Alat Peraga Praktikum Berbasis Microcontroller dan Sensor Kits di Laboratorium Teknologi Informasi POLNES	201
Susanto	Modifikasi Alat Press Hidraulik Tipe P60h sebagai Alat Uji Bending di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	210
Syafri Boy	Peningkatan Kinerja Alat Mikroskop Menggunakan Pembesaran Kamera Digital External Sistem Dua Arah	216
Syahrial	<i>Prototipe</i> Alat <i>Hand Sanitizer</i> dan <i>Masker Feeder</i> Otomatis Berbasis Arduino	222
Tia Amina Setiawati	Validasi Metode Analisis Protein Metode Kjeldahl pada Susu Bubuk	227
Yuniar	Ektstraksi Fase Padat Logam Timbal dalam Air Menggunakan Resin Dowex 50WX2 dan Analisis Secara Spektrofotometri Serapan Atom-Nyala	232
Zahrotul Istiqomah	Pemanfaatan Silikat dari Limbah Botol Bahan Kimia untuk Sintesis Zeolit	237

Rancang Bangun Alat Viskositas Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah sebagai Detektor Waktu pada Praktikum Viskositas Zat Cair Matakuliah Fisika Dasar

Agus Wahid Habiburrohman*¹, Fauzi²

¹Program Studi Fisika, ²Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mataram

Email : *¹aguswahidhabiburrohman@gmail.com, ²fauzi317@gmail.com

Abstrak

Praktikum fisika sangat dibutuhkan dalam memahami konsep dalam pembelajaran salah satunya adalah hukum stokes untuk menentukan nilai viskositas zat cair. Salah satu metode yang sering digunakan dalam menentukan koefisien viskositas dengan metode bola jatuh, akan tetapi terdapat kelemahan pada metode ini yaitu waktu jatuh bola sangat cepat sehingga sulit untuk mendapatkan waktu yang tepat dan teliti sehingga dalam perhitungan nilai koefisien viskositas menjadi tidak akurat. Oleh karena itu dibutuhkan alat pendeteksi waktu sehingga mendapat nilai waktu yang lebih tepat dan akurat. Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan koefisien viskositas minyak goreng pada suhu ruang dengan sensor inframerah sebagai detektor waktu sehingga diharapkan bisa mendapatkan waktu yang tepat dan teliti dan dapat menghasilkan perhitungan koefisien viskositas yang lebih akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat membuat alat viskositas yang memiliki akurasi data yang baik dan dapat digunakan dalam praktikum fisika.

Kata kunci : viskositas, hukum stokes, metode bola jatuh

Abstarct

Physics practicum is needed in understanding the concept of learning, one of which is the law to determine the viscosity value of a liquid. One method that is often used in determining the viscosity coefficient is the falling ball method, however, there is a weakness in this method, namely the drop time is very fast so it is difficult to get the exact and accurate time so that the calculation of the viscosity coefficient value is not accurate. Therefore a detection device is needed so that it can get a more precise and accurate time value. This study aims to determine the viscosity coefficient of cooking oil at room temperature with an infrared sensor as a time detector so that it is expected to obtain a precise and accurate time and to produce a more accurate calculation of the viscosity coefficient. The purpose of this research is to make a viscosity tool that has good data accuracy and can be used in physics practicum.

Keywords : viscosity, stokes law, falling ball methode

PENDAHULUAN

Praktikum fisika merupakan salah satu cara untuk dapat memahami konsep fisika yang dilakukan dalam pembelajaran fisika, dengan melakukan praktikum kita dapat menguji dan membuktikan kebenaran dari suatu teori yang dipelajari sehingga kita dapat menarik suatu kesimpulan dari teori yang dipelajari. Salah satu acara praktikum yang dilakukan pada matakuliah fisika dasar adalah teori hukum stokes dalam menentukan viskositas zat cair.

Viskositas zat cair adalah tingkat kekentalan zat cair akibat gesekan yang ditimbulkan oleh bagian zat cair yang bergerak

atau benda padat yang bergerak dalam zat cair. Semakin kental zat cair maka semakin lambat atau susah benda bergerak di dalamnya, sebaliknya semakin encer zat cair semakin cepat benda bergerak di dalamnya. Viskositas zat cair juga bisa dikatakan sebagai derajat atau koefisien kekentalan suatu zat cair. (Nurazizah, 2018)

Salah satu cara yang sering digunakan untuk melakukan pengukuran koefisien viskositas zat cair adalah dengan menggunakan konsep bola jatuh. Metode ini dilakukan dengan menaruh zat cair dalam tabung kaca kemudian menjatuhkan bola pada zat cair tersebut dan dicatat waktu yang ditempuh pada jarak yang

ditentukan, akan tetapi dalam melakukan pengukuran dengan metode tersebut memiliki kelemahan yakni waktu jatuh bola sangat cepat menyebabkan sulit untuk mendapatkan data waktu yang tepat dan teliti sehingga perhitungan nilai koefisien viskositas menjadi tidak akurat, oleh karena itu dibutuhkan alat pendeteksi waktu yang tepat dan teliti sehingga dapat menghasilkan nilai koefisien viskositas yang lebih akurat (Shanti, 2014)

Penelitian kali ini dilakukan untuk menentukan koefisien viskositas air yang sudah ditentukan nilai viskositasnya pada suhu 25° C menggunakan metode bola jatuh yakni dengan menjatuhkan bola besi yang ditempelkan pada *electromagnetic ball relase* dan dua buah sensor inframerah sebagai detektor waktu yang dihubungkan pada *event timer* sehingga diharapkan dapat memperoleh pencatatan nilai waktu yang tepat dan teliti dan dan perhitungan nilai koefisien viskositas yang lebih akurat

Dasar Teori

Pengukuran viskositas dengan metode bola jatuh merupakan salah satu metode yang

sering digunakan karena kesederhanaannya dalam pengukuran. Sebuah benda yang bergerak

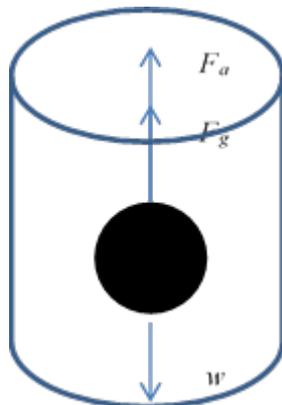
jatuh dalam fluida bekerja tiga macam gaya

antara lain gaya gravitasi atau gaya berat (w) dimana gaya yang bekerja menyebabkan benda

bergerak ke bawah dengan suatu percepatan., gaya apung (F_a) dimana arah gaya ini ke atas

besarnya sama dengan zat cair yang dipindahkan

oleh benda itu, dan gaya gesek (F_g) di mana arah gayanya ke atas. Arah ketiga gaya tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 1 Gaya-gaya yang bekerja pada

k adalah konstanta yang bergantung pada bentuk geometris benda μ koefisien viskositas. Berdasarkan perhitungan pada tahun 1945 oleh Sir George Stokes menunjukkan bahwa untuk benda yang bentuk geometris bola nilai $k=6\pi r$.

Benda yang jatuh mempunyai kecepatan yang semakin lama semakin besar tapi dalam medium ada gaya gesek yang semakin besar bila kecepatan benda jatuh semakin besar karena pengaruh gravitasi bumi yang lebih besar daripada kedua gaya penghambatnya ($F_a + F_g$). Percepatan bola secara berangsur-angsur akan berkurang karena pengaruh perubahan F_g semakin besar seiring dengan semakin besarnya kecepatan bola hingga resultan gaya yang bekerja pada bola sama dengan nol tepat sehingga mencapai kecepatan terbesar yang tepat atau disebut kecepatan terminal. (Nurazizah, 2018)

$$\sum F = 0$$

(2)

$$F_g + F_a - w = 0$$

(3)

Didapat persamaan untuk viskositas

$$\mu = \frac{V_b g (\rho_b - \rho_f)}{6\pi r v_{terminal}} \tag{4}$$

Karena benda yang digunakan berbentuk bola maka volume bola $V_b = \frac{4}{3} \pi r^3$ sehingga

viskositas dinyatakan sebagai berikut :

$$\mu = \frac{2r^3 g (\rho_b - \rho_f)}{9 v_{terminal}} \tag{5}$$

suatu benda dalam fluida

Benda yang bergerak dalam zat cair kental mengalami gaya gesek yang besarnya

Ada dua jenis nilai viskositas yakni viskositas dinamis dan kinetis. Viskositas dinamis ukuran ketahanan suatu fluida yang sedang didefinisikan oleh tegangan geser sehingga digunakan persamaan 5 untuk menentukan nilai viskositas dinamis. Viskositas kinetis adalah rasio viskositas dinamis dengan densitas fluida.

Ketika bola yang memiliki diameter d dijatuhkan pada zat cair berada pada tabung yang memiliki diameter dalam D dan berada pada dinyatakan dengan persamaan.:(Serway, 2010)

$$F_g = k\mu v_{terminal} \quad (1)$$

dengan,

- F_g = Gaya Gesek (N)
- F_a = Gaya Apung (N)
- w = Gaya Berat (N)
- V_b = Volume Benda (m^3)
- ρ_b = Massa Jenis Benda (kg/m^3)
- ρ_f = Massa Jenis zat cair (kg/m^3)
- r = Jari-jari bola (m)
- μ = koefisien viskositas (Pa.s)
- h = ketinggian cairan pada tabung (m)
- t = waktu (s)
- d = Diameter bola (m)
- D = Diameter Dalam Tabung (m)

ketinggian h , maka zat cair tersebut akan menjauhi dinding tabung yang dilewati oleh bola, ini yang disebut dengan *efek dinding* sehingga pada persamaan (5) perlu dilakukan koreksi efek dinding $(1 + 2.4 \frac{d}{D})$, maka untuk menentukan viskositas dinamis dapat ditulis menjadi sebagai berikut. Koreksi ini hanya berlaku untuk rasio $d/D < 0.97$ (Chusni & Toifur, 2012)

$$\mu = \frac{2r^2 g (\rho_b - \rho_f)}{9(1 + 2.4 \frac{d}{D}) v_{terminal}} \quad (6)$$

METODE PENELITIAN

Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain : tabung kaca Ø 1,8 cm panjang 85 cm, statip, sensor inframerah, time recorder/even timer, power supply, penggaris, jangka sorong, timbangan digital, gelas ukur 10 ml, pipet tetes, *electromagnetic ball release*, bola besi Ø 5 mm, thermometer digital, kabel konektor sedangkan

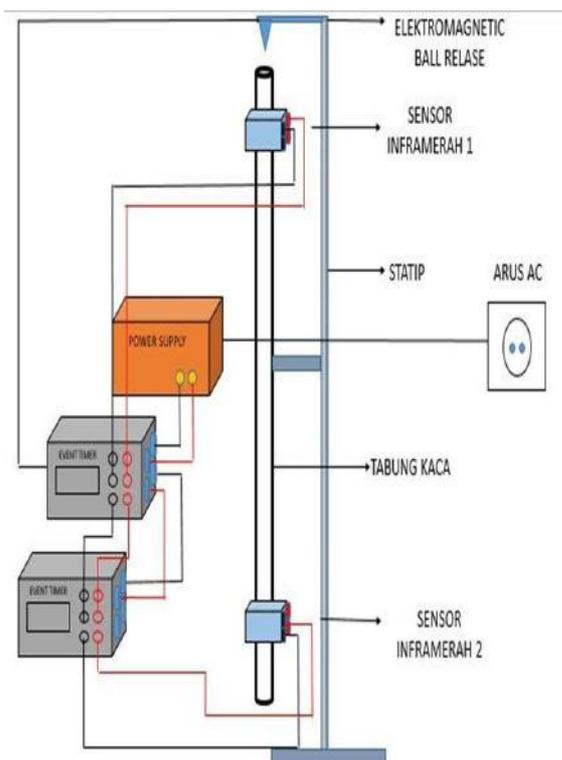
bahan yang dibutuhkan adalah minyak goreng

300 ml. Adapun rancangan alat dapat dilihat pada

gambar 2. Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga yakni tahap persiapan, pengambilan

data dan analisis data.

Pada tahap persiapan mulai dari pemasangan alat, pengukuran suhu dan kalibrasi sensor dengan cara melewatkan benda pada sensor dan jika setelah dilewatkan even timer merespon dengan mulai menghitung waktu.



Gambar 2. Rangkaian Alat Viskositas

Adapun langkah-langkah untuk analisis datanya sebagai berikut menghitung volume bola

dengan persamaan $V_b = \frac{4}{3} \pi r^3$, menghitung

massa jenis bola dengan persamaan $\rho_b =$

$\frac{mb}{V_b}$, menghitung massa jenis air dengan

persamaan $\rho_a = \frac{ma}{aV}$, menentukan kecepatan

terminal dengan regresi liner dengan persamaan $y = ax + b$ serta menghitung nilai viskositas dengan persamaan 6.

Tahap pengambilan data dimulai dari pengukuran diameter bola dan massa bola untuk mendapatkan nilai massa jenis bola, pengukuran massa jenis fluida dengan menimbang massa 1 ml minyak goreng, kemudian pengukuran diameter dalam tabung, meletakkan sensor pada jarak yang sudah ditentukan dan memasang bola besi pada *elektromagnetik ball release* kemudian menjatuhkan bola pada minyak goreng serta mencatat waktu yang ditunjukkan pada event timer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

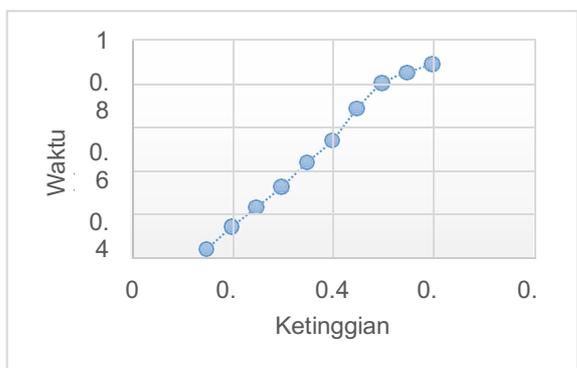
Berikut adalah data yang diperoleh dari penelitian : massa bola 2.042 gr, diameter bola 0.79 cm, volume minyak 1 ml dengan massa 0.801 gr, diameter dalam tabung 16.1 mm. sedangkan hasil pengukuran untuk waktu jatuh bola melewati dua sensor inframerah yang diubah-ubah jaraknya adalah, dimana waktu (t)

t_2-t_1 dan jarak antar sensor adalah tinggi (h) ditunjukkan dalam tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pengukuran Tinggi dan Waktu

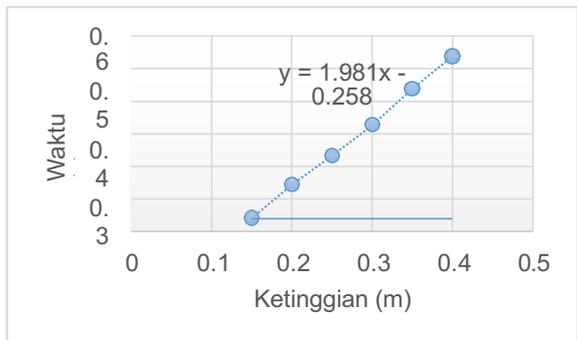
No	Hasil Pengukuran	
	Tinggi (m)	Waktu (s)
1	0.15	0.041
2	0.2	0.1426
3	0.25	0.2334
4	0.3	0.3276
5	0.35	0.4378
6	0.4	0.5384
7	0.45	0.6842
8	0.5	0.8016
9	0.55	0.8506
10	0.6	0.889

Dari tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan untuk tinggi dan waktu sebagai berikut



Gambar 3. Grafik Hubungan Tinggi dan Waktu

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat grafik terlihat linier pada jarak 1.5 – 4 meter yang mengindikasikan bahwa kecepatan bola konstan dan resultan gaya yang bekerja sama dengan nol atau yang kita sebut dengan kecepatan terminalnya. Jika kita membuat grafik dari yang jarak 1.5 – 4 meter didapat gambar sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Hubungan Tinggi dan Waktu pada Jarak 0.15 – 0.4 m

Dari gambar 4.2 didapatkan nilai gradient a sebesar 0.504 yang menunjukkan nilai kecepatan

terminal dengan regresi (R^2) sebesar 0.9992 ini menandakan bahwa sebaran data yang didapat sangat baik atau tingkat akurasi data 99,92% dengan standar error 0.29 %, dengan menggunakan persamaan 6 untuk menghitung nilai koefisien viskositas dinamis didapat nilai koefisien minyak goreng sebesar $\mu = 0.219$ Pa.s.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Telah dibuat alat ukur viskositas zat cair metode bola jatuh dengan sensor inframerah sebagai detektor waktu. Proses pengambilan data, pengolahan dan hasil sesuai yang diharapkan. Kecepatan terminal didapat pada jarak sensor 1.5 – 4 meter dengan nilai kecepatan terminal sebesar 1.981 m/s. Nilai koefisien viskositas minyak goreng berdasarkan metode bola jatuh sebesar $\mu = 0.122$ Pa.s

Ada berapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data yakni dalam melakukan pengukuran sebaiknya harus hati-hati dalam menumpahkan cairan fluida agar tidak mengenai sensor karena dapat menyebabkan kerusakan. Dalam pengambilan data jarak sensor 1 dibuat jarak minimal 20 cm dari *electromagnetic ball relase* agar didapat kecepatan konstan sebelum melewati sensor 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, Eka Suci, dan Agus Mulyono. 2010. *Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik*. Jurnal Neutrino Vol 2 No. 2 April 2010. Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Chusni, M. M., & Toifur, M. (2012). Penentuan Koefisien Kekentalan Air dengan Koreksi Efek Dinding Menggunakan Hukum Stokes. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*.
- Lubis, Nurazizah. 2018. *Pengaruh Kekentalan Cairan Terhadap Waktu Jatuh Benda Menggunakan Falling Ball Method*. Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol. 2, No. 2, 2018, 26 - 32
- Serway, Remond A. 2010. *Physics for Science and Engineers white Modern Physics*. Jakarta :Salemba Teknika.
- Shanti, M..R.S. 2014. *Pembuatan Media Pembelajaran Pengukuran Viskositas dengan Metode Viskometer Dua Kumparan dan Freewave3*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia.

Pengaruh Lama Perendaman Alizarin Red Terhadap Kualitas Warna Kerangka Fetus Mencit (*Mus musculus L*) Penyediaan Bahan untuk Praktikum dan Penelitian

Ali bakri*¹, Endang Pujilingsih*², M. Hambali*³

Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Jl.
Prof. Soematri Brojdonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
alibakri92@gmail.com

Abstrak

Pewarnaan tulang fetus merupakan bagian penting dari pengamatan bidang embriologi dan struktur perkembangan hewan. Pewarna yang digunakan pada pewarnaan tulang keras umumnya adalah alizarin Red. Beberapa penelitian dalam mengamati tulang fetus mencit menemui permasalahan yaitu kualitas warna preparat fetus yang dihasilkan masih rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pewarnaan adalah lama perendaman. Perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan lama perendaman fetus mencit dengan menggunakan alizarin red yang optimal. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan pola percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dengan empat kali ulangan per perlakuan. Penelitian dimulai dengan persiapan mencit, sinkronisasi siklus estrus, pengawinan mencit, pembedahan, koleksi fetus dan terakhir pewarnaan. Proses analisis data disajikan dengan cara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian yaitu pada perendaman 30 dan 60 menit, bagian costae dan cauda spinalis belum terwarnai dengan sempurna sehingga tidak tampak jelas. Sedangkan pada perendaman 90, 120, 150, dan 180 menit bagian costae dan cauda spinalis telah terwarnai dengan baik dan dapat dilihat dengan jelas. Kesimpulan penelitian ini yaitu waktu perendaman alizarin red 0,6% yang paling optimal yaitu perlakuan 3 dengan waktu rendam 90 menit, dapat menghasilkan fetus mencit yang terwarnai alizarin red dengan jelas dan kontras.

Kata Kunci: alizarin red, lama perendaman, fetus fetus, mencit

Abstract

Fetal bone staining is one of the important parts of the observation regarding embryology and the structure of animal development. Generally, the dye used for staining the hard bones is alizarin Red. Several studies in observing fetal bone of mice encountered an obstacle in term of the low colour quality of the fetal preparations produced. One of the factors that affect the quality of the staining results is the immersion time. It is necessary to conduct a research to obtain the optimal immersion time for the fetal mice using alizarin red. This research was conducted experimentally with a completely randomized design (CRD) of experimental pattern with six treatments and four replications for each treatment. The research began with the preparation of mice, synchronization of the estrous cycle, mating of mice, surgery, fetal collection, and staining. The data analysis process is presented in a descriptive qualitative method. The results of the study shown that at 30 and 60 minutes of immersion, the ribs (costae) and cauda spinalis (equina) were not completely stained, therefore it was not clear. Whereas at 90, 120, 150, and 180 minutes of immersion the ribs

and cauda spinalis were well-coloured and were able to be seen clearly. To sum up, the most optimal immersion time of 0.6% alizarin red is the treatment three with an immersion time of 90 minutes, it can produce fetal mice stained with alizarin red in term of clearly and in contrast.

Keywords: alizarin red, immersion time, fetals, mice

PENDAHULUAN

Embriogenesis merupakan proses perkembangan bentuk zigot, dari bentuk sederhana satu sel akan berkembang bentuk multiseluler karena terjadi pembentukan organ tubuh (organogenesis) (Soenardirahardjo, 2017). Salah satu proses yang terjadi saat organogenesis adalah osifikasi. Osifikasi adalah proses pembentukan tulang. Proses osifikasi terjadi pada masa perkembangan fetus (prenatal) dan setelah individu lahir (postnatal). Tulang merupakan bagian tubuh yang memiliki fungsi utama sebagai pembentuk rangka dan alat gerak tubuh, pelindung organ organ internal, serta tempat penyimpanan mineral (kalsium-fosfat). (Dewi dkk., 2017).¹

Pewarnaan tulang adalah suatu cara untuk mengetahui perkembangan penulangan (osifikasi) pada tulang embrio mulai dari awal perkembangan hingga menjadi sempurna (Puspitasari, 2015).² Pewarnaan tulang fetus merupakan bagian penting dari pengamatan bidang embriologi dan struktur perkembangan hewan. Preparat hasil pewarnaan ini yang selanjutnya digunakan sebagai media pembelajaran saat praktikum mahasiswa dan atau penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pembentukan tulang.

Beberapa penelitian dalam mengamati tulang fetus mencit setelah pemberian perlakuan, menemui permasalahan yaitu kualitas warna preparat fetus yang dihasilkan masih rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk. (2018)³ juga menemui beberapa masalah yang sering terjadi pada hasil pewarnaan antara lain adalah warna preparat yang tampak gelap, tampak gelembung yang mengganggu pada

saat proses pengamatan, organ yang tidak transparan, tekstur skeleton terlalu melunak atau rapuh, kurang jernih dan zat warna yang tidak terserap.

Mencit merupakan hewan yang sering digunakan sebagai hewan laboratorium. Mencit banyak digunakan sebagai hewan laboratorium karena memiliki kelebihan seperti siklus hidup relatif pendek, jumlah anak per kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, serta struktur anatomi dan fisiologinya yang mempunyai kemiripan dengan manusia. Mencit sering kali digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan embriologi dan secara luas digunakan sebagai model perkembangan embrio bagi mamalia secara umum. Di samping masa kehamilannya cepat 18-21 hari, mencit punya anakan yang banyak sekitar 6-12 ekor (Nugroho, 2018).⁴

Oleh karena itu penulis melakukan penelitian yang berjudul “pengaruh lama perendaman alizerin red terhadap kualitas warna kerangka fetus mencit (*Mus musculus L*) dalam penyediaan bahan untuk praktikum dan penelitian di laboratorium biologi FMIPA UNILA”. Rumusan Masalah : Apakah terdapat pengaruh lama perendaman fetus mencit dengan menggunakan alizarin red terhadap kualitas warna kerangka fetus mencit (*Mus musculus*)?, Berapakah lama perendaman alizarin red yang tepat untuk menghasilkan preparat fetus mencit dengan kualitas warna yang tinggi?.

Urgensi Penelitian :Beberapa penelitian yang dilakukan mahasiswa dalam mengamati tulang fetus mencit setelah pemberian perlakuan, menemui permasalahan yaitu kualitas warna preparat fetus yang dihasilkan masih rendah.

Menurut Sari dkk. (2018)³ salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas warna hasil pewarnaan dengan alizarin red adalah lama perendaman. Saat ini belum diketahui lama perendaman fetus mencit dengan menggunakan alizarin red yang tepat.

Perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan lama perendaman fetus mencit dengan menggunakan alizarin red yang optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan, dari bulan Juli sampai November 2020. dilakukan di Laboratorium Zoologi dan Kandang Hewan Coba Jurusan Biologi FMIPA UNILA. Variabel Operasional dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Variabel Operasional Penelitian

Jenis	Variabel dalam Penelitian
Variabel bebas	Lama perendaman alizarin red
Variabel terikat	Kualitas warna kerangka fetus mencit
Variabel kendali	Suhu, jenis dan konsentrasi zat pewarna, kelembaban, hewan coba (jenis, umur dan berat).

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Alat: Rak tempat meletakkan kandang mencit, kandang mencit yang berukuran 50 x 30 cm, beserta penutup yang terbuat dari kawat, Kandang *whitten effect*, mikroskop stereo, kamera Nikon D 500, tempat makan, minum mencit, seperangkat alat bedah, kertas label, kertas milimeter blok, penggaris, gelas ukur, kamera, bak parafin, botol perendaman dan penyimpanan fetus.

Bahan: 20 ekor mencit betina dan 20 ekor jantan berumur 3-4 bulan dengan berat sekitar 40 gram, sekam padi sebagai alas kandang mencit, pakan BR2, akuades, eter, kapas, alkohol 96%, larutan KOH 2%,

larutan alizarin red 6%, gliserol absolut dan alkohol 70%,
larutan alizarin red 6%, gliserol absolut dan alkohol 70%.,

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan pola percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dengan empat kali ulangan per perlakuan sesuai hasil perhitungan dengan rumus Federer. Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

Dua puluh ekor mencit (*Mus musculus L.*) betina, belum pernah kawin, usia tiga sampai empat bulan, dengan berat 25-30 gram, daur birahi/siklus estrus teratur 4-5 hari, diadaptasikan selama satu minggu (aklimatisasi). Disiapkan juga 20 ekor mencit jantan untuk mengawini mencit betina, usia 3-4 bulan, dengan berat 25-30 gram (Setyawati dan Yulihastuti, 2011).⁵ Mencit dipelihara di kandang hewan Laboratorium Zoologi, FMIPA UNILA.

Mencit diaklimatisasi selama 7 hari dengan kondisi kandang dan pakan komersial berupa BR2. Air minum yang diberikan merupakan akuades secara *adlibitum* (Purwatiningsih dkk., 2019). Mencit dipelihara dalam kandang beralaskan sekam dalam suhu ruang 21,11-22,22°C dengan

kelembaban udara 45-55% (Nugroho, 2018).⁴

Sinkronisasi siklus estrus dilakukan secara alami dengan metode Efek Whitten. Mencit yang akan disinkronisasi ditempatkan dalam kandang bersekat untuk memisahkan mencit betina dari mencit jantan (umur 2-3 bulan). Jumlah mencit yang ditempatkan dalam masing-masing kandang adalah empat ekor betina dan satu ekor jantan. Sinkronisasi dengan menggunakan metode Efek Whitten dilakukan selama tiga hari. Pada hari keempat masing-masing mencit betina dilakukan pemeriksaan siklus estrus dengan melihat hasil apus vagina dengan pewarnaan Giemsa (Setyawati dan Yulihastuti, 2011). Mencit yang estrus dipindahkan ke dalam kandang individu untuk dikawinkan dengan mencit jantan dengan perbandingan jantan dan betina 1:1

(*single mating*). Pemeriksaan sumbat vagina dilakukan pada pagi hari berikutnya untuk

memastikan mencit tersebut telah kawin. Mencit betina dengan sumbat vagina positif dipisahkan dari mencit jantan dan

ditempatkan dalam kandang individu. Hari terlihat adanya sumbat vagina ditandai sebagai hari kebuntingan pertama (H-0) (Maria dkk., 2014).⁵

Pada kebuntingan hari ke-18 (sehari sebelum kelahiran normal) mencit dimasukkan ke dalam wadah tertutup kemudian diberi kapas yang telah dibasahi eter agar terbius dan dikorbankan nyawanya kemudian dibedah untuk

pemeriksaan fetus (Setyawati dan Yulihastuti, 2011).⁶ Embrio pada tikus bunting berumur 18 hari dibedah bagian perut dan uterusnya. Kemudian fetus diambil dan diletakkan dalam gelas ukur (Purwatiningsih dkk., 2019).⁶ Fetus direndam dalam larutan fiksatif alkohol 96% selama 2x24 jam. Larutan Alkohol 96% diganti dengan larutan KOH 1% selama 90 menit. Larutan KOH 1% dibuang dan diganti akuades. Selanjutnya diganti larutan Alizarin Red 0,6%.

Lama perendaman alizarin red masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Pembagian Kelompok Perlakuan

Kelompok	Lama Perendaman
Perlakuan 1	Direndam dalam larutan alizarin red selama 30 menit
Perlakuan 2	Direndam dalam larutan alizarin red selama 60 menit
Perlakuan 3	Direndam dalam larutan alizarin red selama 90 menit
Perlakuan 4	Direndam dalam larutan alizarin red selama 120 menit
Perlakuan 5	Direndam dalam larutan alizarin red selama 150 menit
Perlakuan 6	Direndam dalam larutan alizarin red selama 180 menit

Setelah perlakuan dengan Alizarin red selesai selanjutnya fetus dilakukan pembenihan dengan dengan larutan KOH 2% selama 24 jam sampai badan fetus terlihat bening (Purwatiningsih dkk., 2019). Penjernihan bertingkat KOH:gliserin yaitu 3:1, 1:1, dan 1:3. Terakhir disimpan dalam gliserin murni agar tulang menjadi awet (Sipriyadi dkk., 2013).

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung menggunakan mikroskop stereo, dari pengamatan langsung tersebut kemudian fetus yang telah terwarnai difoto dengan menggunakan kamera Nikon D 500. Selanjutnya diadakan pengamatan terhadap struktur tulang fetus mencit. Faktor yang diamati adalah kejelasan tulang dan kontras warna tulang (Wahyuni, 2015).⁷ Indikator kejelasan tulang fetus yang diamati meliputi:

Tabel 3. Indikator Kejelasan Tulang Fetus

No	Kriteria	Indikator
1	Sangat jelas	Apabila dapat mewarnai struktur tulang dengan sangat jelas, sehingga dapat dibedakan antara tulang dengan jaringan tubuh fetus yang lain.
2	Jelas	Apabila dapat mewarnai struktur tulang dengan jelas, sehingga dapat dibedakan antara tulang dengan jaringan tubuh fetus yang lain.
3	Tidak jelas	Apabila struktur tulang tidak dapat dibedakan dengan jaringan tubuh fetus yang lain

Proses analisis data tulang disajikan dengan cara deskriptif kualitatif terkait karekteria kejelasan tulang dan kekontrasan warna tulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pewarnaan apus vagina didapatkan sel-sel epitel yang sudah mengalami kornifikasi, tidak memiliki inti inti dan dengan pewarnaan Giemsa berwarna biru. Mencit yang dalam fase strus dikawinkan dengan jantan selama semalam. Lalu pada paginya di amati adanya sumbat vagina pada mencit. Adanya sumbat vagina menandakan telah terjadi perkawinan dan dihitung sebagai hari kebuntingan ke-0.

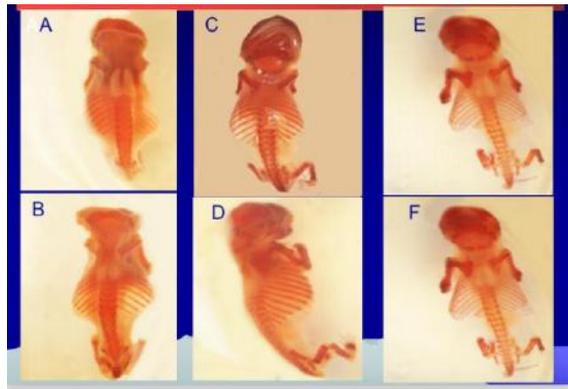
Pada kebuntingan hari ke-18 mencit di euthanasia dan dilakukan pembedahan serta koleksi fetus. Fetus diukur panjangnya dengan penggaris serta beratnya dengan neraca analitik. Rata-rata panjang fetus mencit adalah $2,54 \pm 0,14$ cm dan rata-rata berat fetus mencit adalah $1,26 \pm 0,07$ cm. Fetus direndam dalam larutan fiksatif alkohol 96% selama 2x24 jam.

Tabel 4. Indikator Kekontrasan Warna Tulang Fetus Indikator kekontrasan warna tulang fetus yang diamati meliputi :

No	Kriteria	Indikator
1	Sangat Kontras	Apabila warna dapat terikat sangat kuat pada tulang atau tidak mewarnai jaringan tubuh yang lain
2	Kontras	Apabila warna dapat terikat kuat pada tulang atau tidak mewarnai jaringan tubuh yang lain
3	Tidak kontras	Apabila warna tidak dapat terikat pada tulang atau jaringan tubuh yang lain ikut terwarnai

Fetus direndam dengan larutan alizarin red 0,6 persen dengan berbagai variasi waktu yaitu 30, 60, 90, 120, 150, an 180 menit. Dilakukan pembenigan dengan dengan larutan KOH 2% selama 24 jam sampai badan fetus terlihat bening. Penjernihan bertingkat KOH:gliserin yaitu 3:1, 1:1, dan 1:3. Fetus disimpan dalam gliserin murni agar menjadi awet. Pengamatan fetus langsung mencit dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo, dari pengamatan pemotoan untuk dokumentasi. Selanjutnya diadakan pengamatan terhadap struktur tulang fetus mencit.

Gambar 4. Fetus Mencit yang Telah Terwarnai dengan Alizarin Red



Keterangan: A) Perlakuan 1; B) Perlakuan 2; C) Perlakuan 3; D) Perlakuan 4; E) Perlakuan 5; F) Perlakuan 6

Hasil penilaian kejelasan tulang:

Dari pengamatan kejelasan tulang fetus setelah diberi perlakuan dapat disajikan sebagai berikut :

Kelompok	Hasil
Perlakuan 1	Tidak jelas
Perlakuan 2	Tidak jelas
Perlakuan 3	Jelas
Perlakuan 4	Jelas
Perlakuan 5	Jelas
Perlakuan 6	Sangat Jelas

Hasil penilaian kekontrasan warna tulang fetus, Dari kekontrasan warna alizarin red yang terserap oleh kerangka fetus disajikan sebagai berikut:

Kelompok	Hasil
Perlakuan 1	Tidak kontras
Perlakuan 2	Tidak kontras
Perlakuan 3	Kontras
Perlakuan 4	Kontras
Perlakuan 5	Kontras
Perlakuan 6	Sangat kontras

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada perlakuan 1 dan perlakuan 2, bagian *costae* dan *cauda spinalis* belum terwarnai dengan sempurna sehingga tidak tampak jelas. Sedangkan pada perlakuan 3, 4, 5 dan 6 bagian *costae* dan *cauda spinalis* telah terwarnai dengan baik dan dapat dilihat

dengan jelas. Berdasarkan indikator kejelasan tulang fetus dan kekontrasan warna tulang fetus didapatkan hasil bahwa waktu perendaman alizarin red 0,6% yang paling optimal yaitu perlakuan 3 dengan waktu rendam 90 menit, dapat menghasilkan fetus mencit yang terwarnai alizarin red dengan jelas dan kontras. Perlakuan 3 dengan waktu 90 menit dipilih sebagai waktu perendaman yang optimal dikarenakan efisiensi waktu dan untuk menghindari kerusakan organ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama perendaman akan menyebabkan tingkat kejelasan dan kekontrasan warna pada tulang fetus mencit.

Berdasarkan indikator kejelasan tulang fetus dan kekontrasan warna tulang fetus didapatkan hasil bahwa waktu perendaman alizarin red 0,6% yang paling optimal yaitu perlakuan 3 dengan waktu rendam 90 menit, dapat menghasilkan fetus mencit yang terwarnai alizarin red dengan jelas dan kontras. Waktu perendaman ini lebih singkat dari pada metode pewarnaan fetus mencit dengan alizarin red yang dilakukan oleh Sipriyadi dkk. (2013)⁸ yaitu selama selama ± 8 jam. Waktu perendaman yang lebih lama juga dilakukan pada penelitian yang dilakukan oleh Tuwuh dkk. (2016) yaitu spesimen direndam dalam larutan pewarna Alizarin Red S 0,01% dalam KOH 1% selama 24 jam sampai rangkanya tampak berwarna merah.

KESIMPULAN

Berdasarkan indikator kejelasan tulang fetus dan kekontrasan warna tulang fetus didapatkan hasil bahwa waktu perendaman alizarin red 0,6% yang paling optimal yaitu perlakuan 3 dengan waktu rendam 90 menit, dapat menghasilkan fetus mencit yang terwarnai alizarin red dengan jelas dan kontras.

SARAN

Saran pada peneliti selanjutnya yaitu untuk dilakukan pengaruh lama perendaman dan variasi konsentrasi KOH terhadap kualitas

pewarnaan tulang fetus mencit dengan menggunakan alizarin red.

pada fetus mencit (*mus musculus*).
Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. 321–325.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dewi, P., M. Sabri, E. Rahmi, M. Jalaluddin, N. Asmilia, dan A. Azhar. 2017. Density of lumbal vertebrae bone ovariectomized rat (*rattus norvegicus*) given the extract sipatah-patah (*Cissus quadrangularis salisb*). *Jurnal Medika Veterinaria*. 11(1):39–44.
2. Puspitasari, D. 2015. Kunyit (*curcuma domestica val.*) sebagai pewarna alternatif pewarnaan tulang embrio ayam (*gallus-gallus*). *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*. 4(1):827–831.
3. Sari, D. P., Suwarno, dan Harlita. 2018. Eksperimentasi Skeleton Vertebrata dengan Metode Inouye (Alizarin Red S dan Alcian Blue Method). 2018. 929–934
4. Nugroho, R. A. 2018. *Mengenal Mencit Sebagai Hewan Laboratorium*. Samarinda: Mulawarman University Press.
5. Maria, V., K. Mohamad, dan A. Boediono. 2014. Pemaparan gelombang elektromagnetik telepon genggam pada mencit (*mus musculus albinus*) periode awal kebuntingan. *Acta Veterinaria Indonesiana*. 2(1):36–41.
6. Purwatiningsih, W., D. E. Aryani, D. Vidiastuti, Y. Oktanella, dan A. Firmawati. 2019. Pengaruh triponil sulfat pada perkembangan fetus dan kelainan plasenta dalam menginduksi preeklamsia hewan model tikus *rattus norvegicus*. *Veterinary Biomedical & Clinical Journal*. 1(1):41–46.
7. Wahyuni, S. 2015. Identifikasi preparat gosok tulang (bone) berdasarkan teknis pewarnaan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015*. 657–666.
8. Sipriyadi, F. Lestari, A. Sundaryono, dan A. Ruyani. 2013. Uji teratogenisitas ekstrak kulit batang karas (*aquilaria malacensis*)

Pemanfaatan Transformator Switching Switch Mode Power Supply (SMPS) Bekas Untuk Modul Praktikum Dc-Dc Converter

Andi Fatmawati¹, Lutfiyana Andi Anshar²

Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.

.e-mail : ¹andifatmawati43@yahoo.com , ²lutfiyana_a.anshar@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan transformator switching Switch Mode Power Supply (SMPS) bekas dari power supply yang rusak yang ada di laboratorium Elektronika Daya dan Sistem Kendali menjadi modul praktikum DC-DC converter. Hal ini akan sangat membantu, mengingat jumlah modul yang digunakan untuk percobaan DC-DC converter hanya ada 1 unit, sehingga praktikum selama ini berjalan lambat. Sebelum aplikasi rangkaian hardware secara keseluruhan, akan dilakukan penentuan parameter komponen yang tepat dan dilanjutkan dengan simulasi untuk melihat apakah sudah benar prinsip kerjanya. Sebelum perakitan akan dicoba menggunakan proteus, hal ini untuk mengurangi jumlah kerusakan komponen dan mempermudah pemasangan di papan PCB. Pada Penelitian ini akan difokuskan pada pembuatan alat yang berupa modul yaitu DC-DC buck-boost converter yang tegangan keluarannya konstan dengan variasi beban, Pada hasil pengujian menggunakan simulasi dan perangkat lunak Matlab pada saat open loop tegangan input (V_t) diatur 12 volt untuk menghasilkan tegangan keluaran 24 volt kemudian dilanjutkan pengujian dengan menggunakan beban motor DC dengan range duty cycle 0% – 66%.

Kata Kunci : DC-DC Converter, Transformator Switch mode power supply (SMPS), Motor DC

Abstack

The purpose of this research is to utilize the used Switch Mode Power Supply (SMPS) switching transformer from the damaged power supply in the Power Electronics and Control Systems laboratory into a DC-DC converter practicum module. This will be very helpful, considering the number of modules used for the DC-DC converter experiment is only 1 unit, so the lab has been slowly running. Before applying the hardware circuit as a whole, the correct component parameters will be determined and followed by a simulation using Matlab for variations in resistor loads and proteus software for DC motor loads. This will reduce the number of damaged components and makes it easier to install on the PCB board. This research will focus on making a tool in the form of a module, namely a DC-DC buck-boost converter whose output voltage is constant with load variations considering. In the test results using Matlab simulation and software when the open loop input voltage (V_t) is set to 12 volts to produce an output voltage of 24 volts, then the test is continued using a DC motor load with a duty cycle range of 0% - 66%.

Keywords : DC-DC Converter, Transformer Switch mode power supply (SMPS), DC Motor DC

1. Pendahuluan

Pelaksanaan praktikum yang menggunakan modul DC-DC converter di laboratorium elektronika daya dan sistem kendali berjalan lambat dikarenakan jumlah modulnya hanya 1 unit, sehingga kami mempunyai inisitif untuk memanfaatkan transformator switching Switch

Mode Power Supply (SMPS) pada power supply rusak yang ada di laboratorium untuk membuat modul praktikum DC-DC converter . pada matakuliah elektronika daya. Penelitian menggunakan DC-DC converter telah banyak dilakukan, mulai dari yang sederhana hingga

penelitian yang tergolong rumit. Dalam perkembangannya banyak digunakan berbagai aplikasi baik untuk rangkaian elektronika maupun di dunia industri, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mengkonversikan tegangan DC dari tingkat tegangan tertentu ke tingkat tegangan yang lain dimana system harus memiliki efisiensi yang tinggi dan kualitas tegangan yang baik. Menurut penelitian sebelumnya, Jumiyatun et al, Membahas tentang cara mendesain dan memodelkan *buck converter* dengan metode kontrol untuk menghasilkan output dengan respon steady state yang lebih baik dengan menggunakan metode PI, dan Fuzzy-PI. [1].

Andi Fatmawati et al membahas tentang pengendalian kecepatan putaran motor DC agar tetap konstan pada saat kondisi beban berubah-ubah. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada penelitian ini digunakan kendali *proportional integral derivative* (PID)[2].

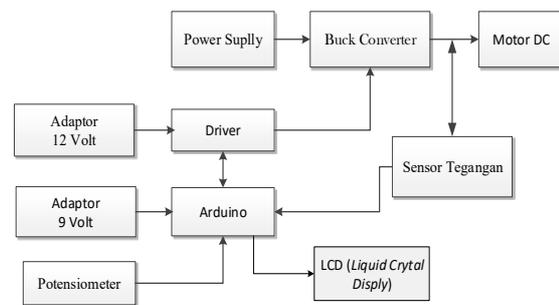
S.Ravi et al, membahas DC-DC *buck-boost converter* menggunakan sanut stater untuk motor DC magnet permanen. Untuk menaikkan dan menurunkan sinyal output digunakan DC-DC *buck-boost converter* yang sebelumnya menggunakan PWM untuk mengatur tegangan motor namun menghasilkan variasi tegangan dan arus pada motor. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan DC-DC *converter* yang dapat mengurangi riak dan dapat menguatkan kecepatan putaran pada saat beroperasi pada daya rendah maupun daya tinggi. Sistem menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi untuk mengurangi riak [3].

Priyadarshini et al, membahas pada saat loop terbuka buck-boost dan DC-DC *Cuk converter* yang dioperasikan dengan *Conduction Mode* (CCM), yang kemudian disimulasikan dengan state space pada Matlab Simulink. Dalam implementasi ada penyimpangan operasi rangkaian dari keadaan nominal yang diinginkan adanya perubahan sumber, beban dan parameter rangkaian. Untuk memperbaiki hasil keluaran tetap konstan maka digunakan pengendali PID[4].

Kemudian Jumiyatun et al tentang cara mengendalikan tegangan output DC-DC *buck converter* tetap konstan ketika beban motor DC diubah- ubah menggunakan kendali Fuzzi – PID. Hasil menunjukkan performance yang bagus sehingga error steady state mendekati nol[5].

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini akan dibuat perancangan *buck-boost converter* dengan menggunakan software proteus untuk disimulasikan, sebelum dipasang pada papan PCB, diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar 1, sedangkan simulasi dan implementasi ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 6



Gambar 1. Diagram blok Sistem

2.1. Perancangan *buck boost converter* [8]

Rangkaian *buck boost converter* merupakan salah satu *converter* DC-DC yang berfungsi menaikkan dan menurunkan tegangan dari tegangan sumber. Rangkaian *buck boost converter* terdiri dari induktor (L1), kapasitor (C1), dioda (D1), MOSFET, dan beban (R) yang akan digunakan. Pada rangkaian, beban yang akan digunakan *buck boost converter*, setelah menentukan tegangan *input* ($V_{in}=V_s=12$ volt) dan tegangan *output* ($V_o=24$ volt) nilai *duty cycle* yang akan digunakan dapat dicari menggunakan persamaan 1 sebagai berikut.

$$V_o = -V_s \left[\frac{D}{1-D} \right] \quad (1)$$

$$24 = 12 \left[\frac{D}{1-D} \right]$$

$$24(1-D) = 12D$$

$$24 - 24D = 12D$$

$$24 = 12D + 24D$$

$$24 = 36D$$

$$D = 0,666 \sim 66\%$$

Pada rangkaian, beban yang digunakan dapat dihitung dengan terlebih dahulu menentukan nilai tegangan *output*=24 volt dan arus *output*=5 amper untuk mendapatkan nilai yang diharapkan menggunakan persamaan 2 sebagai berikut.

$$R = \frac{V_o}{I_o} = \frac{24}{5} = 4,8\Omega \quad (2)$$

Induktor tunggal pada rangkaian ditentukan menggunakan persamaan 3, dan 4 dengan frekuensi 10 Khz sebagai berikut.

$$\begin{aligned} IL(\text{avg}) &= \frac{V_s D}{R(1-D)^2} = \frac{12 \times 0,666}{4,8(1-0,666)^2} \\ &= \frac{7,999}{4,8 \cdot 0,1115} \\ &= \frac{7,999}{0,5352} = 14,94 \text{ A} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\Delta IL = 10\% \times IL(\text{Avg}) = 0,10 \times 14,94 = 1,494 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{f} \times V_o \times \left(\frac{V_{inMin}}{V_{inMin} + V_o} \right) \times \frac{I}{\Delta IL} \\ L &= \frac{1}{10000} \times 24 \times \frac{12}{12 + 24} \times \frac{1}{1,494} \\ &= \frac{1}{10000} \times (7,992) \times (0,669) \\ &= 0,000535 \text{ H} \end{aligned} \quad (4)$$

Selanjutnya untuk menentukan nilai kapasitor pada rangkaian *buck boost converter* dapat digunakan persamaan 5 sebagai berikut.

$$\Delta V_o = 0,5\% \times V_o = 0,005 \times 24 = 1,2 \text{ V}$$

$$\Delta V_o = \frac{V_o \times D}{RCf} \quad (5)$$

$$C = \frac{24 \times 0,666}{4,8 \times 1,2 \times 10000}$$

$$C = \frac{15,984}{57600}$$

$$C = 0,0002775 \text{ F}$$

Pada desain rangkaian *buck boost converter* terdapat rangkaian tambahan yaitu rangkaian *RC Snubber* yang berfungsi sebagai pengaman alat elektronika seperti motor listrik. Untuk menentukan nilai *Csnubber* dan *Rsnubber* digunakan persamaan 6 dan 7 sebagai berikut.

Diketahui:

$$I_{on} = 8,95514 \text{ A}$$

$$T_{fall} = 43 \times 10^{-9}$$

$$V_{off} = 36 = 3$$

$$C_{snubber} \approx \frac{I_{on} \times T_{fall}}{2 \times V_{off}} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} &\approx \frac{8,95514 \times (43 \times 10^{-9})}{2 \times 36} \\ &\approx \frac{385,07 \times 10^{-9}}{72} = 5,398 \text{ NF} \end{aligned}$$

$$C_{snubber} \approx 5,398 \text{ NF}$$

$$D = 0,666 (\%)$$

$$T = 1/45 \times 10^3$$

$$R_{snubber} < \frac{DT}{2 \times C_{snubber}} \quad (7)$$

$$< \frac{0,666 \left(\frac{1}{45 \times 10^3} \right)}{2 \times (5,348 \times 10^{-9})}$$

$$< \frac{1,48 \times 10^{-6}}{10,692 \times 10^{-9}}$$

$$= \frac{1,48 \times 10^{-6}}{10,692 \times 10^{-9}}$$

$$= 0,138 \times 10^4$$

$$R_{snubber} < 1,38 \text{ K}\Omega$$

Nilai komponen yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan hasil hitungan dalam implementasi dari yang mendekati nilai-nilai yang ada dipasaran

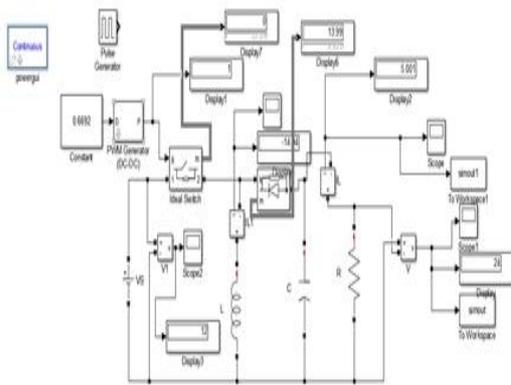
Tabel 1 Parameter *buck boost converter*.

No	Parameter <i>buck boost converter</i>	Nilai	Satuan
1	Tegangan <i>input</i> (V_{in})	12	Volt
2	Tegangan <i>output</i> (V_o)	24	Volt
3	Frekuensi (F)	10.000	Hertz
4	<i>Duty cycle</i> (D)	66	%
5	Induktor (L)	109	Uh
6	Kapasitor (C)	185	Mf
7	Resistor (R)	8	Ω
8	<i>Rsnubber</i> (R_s)	1,38	K Ω

3. Hasil dan Pembahasan

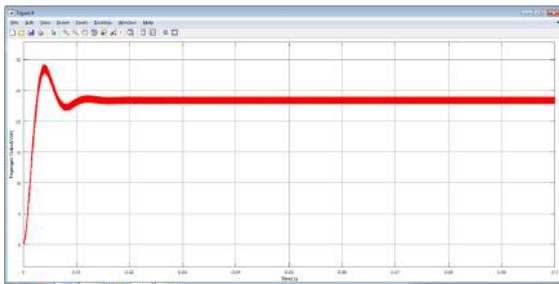
3.1. Hasil Simulasi

Pada penelitian ini pengujian simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab, pada simulasi *Open Loop* ini Tegangan input (V_t) di set 12 V untuk menghasilkan tegangan keluaran 24 V. Kemudian ditambahkan beban R yang bervariasi.



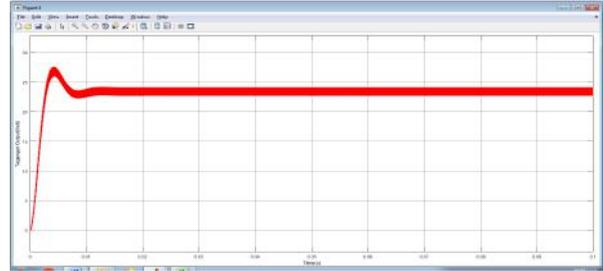
Gambar 2. Rangkaian Simulasi DC DC Buck Boost Converter

Hasil simulasi open loop dengan beban R yang bervariasi



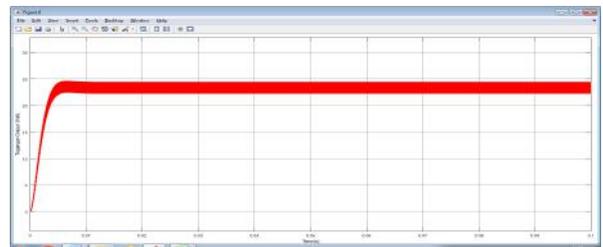
Gambar 3. Hasil Simulasi Open Loop Beban R = 4,8 ohm

Gambar 3. menunjukkan hasil simulasi *Open Loop* beban R= 4,8 ohm, tegangan input 12 V dan tegangan output 24 Volt dimana masih terdapat osilasi disebabkan karena belum menggunakan kendali.



Gambar 4. Hasil Simulasi Open Loop Beban R = 3,5 ohm

Gambar 4. menunjukkan hasil simulasi *Open Loop* beban R= 3,5 ohm, tegangan input 12 V dan tegangan output 24,2 Volt dimana masih terdapat osilasi.

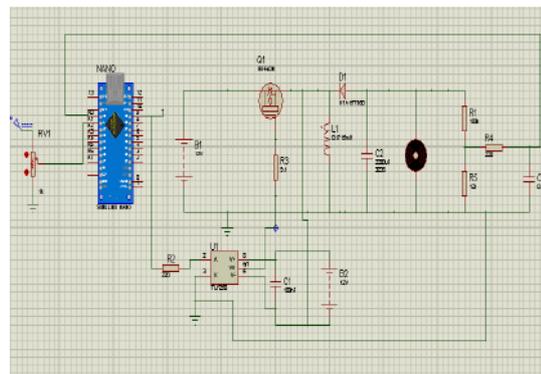


Gambar 5. Hasil Simulasi Open Loop Beban R = 2,5 ohm

Gambar 5. Menunjukkan hasil simulasi *Open Loop* beban R= 2,5ohm, tegangan input 12 V dan tegangan output 24,49 Volt dengan hasil tidak ada osilasi, meskipun belum menggunakan kendali

3.2. Implementasi

3.2.1 Hasil Percobaan dengan menggunakan alat



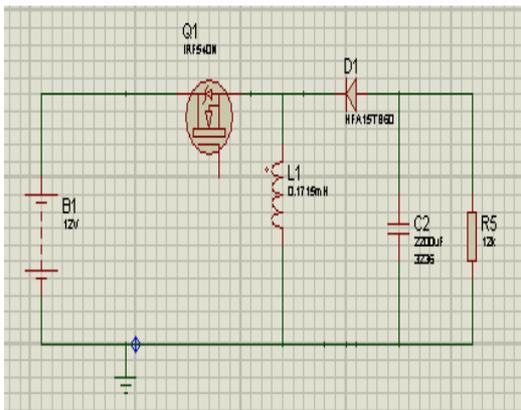
Gambar 6 Gambar keseluruhan dari

rangkaian system



Gambar 7 Gambar implementasi keseluruhan alat penelitian

A. Rangkaian *Buck-Boost Converter*



Gambar 8. Rangkaian *buck boost converter*



Gambar 9. Bentuk implementasi *buck boost converter*

Gambar 8 dan 9 menunjukkan rangkaian simulasi dan implementasi *buck boost converter* yang terdiri dari komponen MOSFET, satu buah induktor, dioda, kapasitor

dan resistor.

B. Bentuk Fisik Alat

Pemanfaatan transformator switching switch mode power supply (SMPS) bekas untuk modul praktikum DC-DC konverter, dirancang dalam sebuah *box* yang diupayakan memiliki dimensi yang kecil agar mudah untuk dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain yaitu, 20cm x 10cm x 8cm. Didalam mekanik *box* terdapat komponen-komponen *input-output*, rangkaian elektronika, dan program didalam mikrokontroler yang terintegrasi membentuk sebuah alat dengan sistem yang dapat menjalankan fungsi sebagai sistem pengendali tegangan keluaran pada *buck boost Converter* untuk menjalankan motor. Gambar 10 menunjukkan bentuk fisik dari alat.



Gambar 10. Bentuk Fisik alat

4. Pembahasan

4.1 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan *power supply* sebagai sumber tegangan kerangkaian *buck boost converter* dan keluaran terhubung ke beban motor DC. Pada percobaan ini, keluaran pada rangkaian *buck boost converter* diatur menggunakan potensiometer. Gambar 16 menunjukkan pengujian alat secara keseluruhan.



Gambar 11. Pengujian buck boost converter dengan beban motor DC

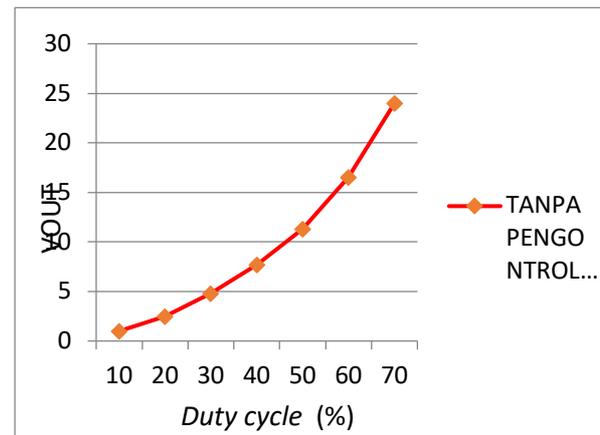
Pada pengujian rangkaian *buck boost converter* ini belum menggunakan pengontrolan dan tanpa beban. dimana V_{in} sama dengan 12 volt, dengan mengubah-ubah nilai *duty cycle* maka hasil dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil pengujian buck boost converter tanpa pengontrolan dan beban

NO	DUTY CYCLE (%)	TANPA PENGONTROLAN DAN TANPA BEBAN					MENGUNAKAN PENGONTROLAN DAN BEBAN				
		Tanpa Pengontrolan Menggunakan Beban					Menggunakan Pengontrolan Dan Beban				
		VOUT (VOLT)					VOUT (VOLT)				
		0,1 Nm	0,2 Nm	0,3 Nm	0,4 Nm	0,5 Nm	0,1 Nm	0,2 Nm	0,3 Nm	0,4 Nm	0,5 Nm
1	10	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
2	20	2,5	2,5	2,5	2,2	2,1	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
3	30	4,2	4,2	4,2	4,1	4	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
4	40	7	7	6,9	6,8	6,7	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9
5	50	11	10,9	10,2	10	9,8	16	16	16	-	-
6	60	16,7	16	15,2	14,2	13	18	18	18	-	-
7	66	24,5	23,5	22,5	21,5	20,5	20	20	20	-	-

	DUTY CYCLE (%)	VOUT (Vout)
1	10	1
2	20	2.5
3	30	4.8
4	40	7.7
5	50	11.3
6	60	16.5

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian *buck boost converter* tanpa pengontrolan dan tanpa beban, nilai tegangan *output* bisa lebih kecil dari tegangan *input* ketika *duty cycle* di atur 50% dan tegangan *output* akan lebih besar dari tegangan *input*, ketika nilai *duty cycle* di atur di atas 60%. Maka perbandingan dapat dilihat pada gambar 12



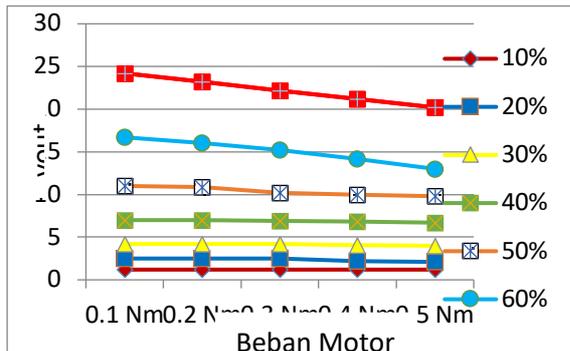
Gambar 12. Grafik tanpa pengontrolan dan tanpa beban

Berikut adalah data hasil pengujian *buck boost converter* menggunakan pengontrolan dan tanpa pengontrolan, dengan beban yang diberikan 0,1 Nm sampai 0,5 Nm. Dimana nilai $V_{in} = 12$ Volt (tegangan input), data hasil dapat dilihat pada tabel 3.

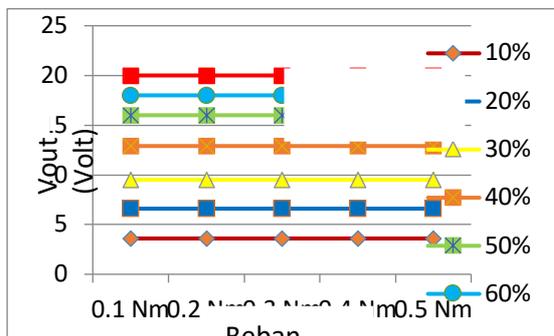
Tabel 3. Pengujian buck boost converter tanpa pengontrolan menggunakan beban dan pengujian menggunakan pengontrolan dengan beban

Dari tabel hasil pengujian dapat di analisa bahwa nilai *duty cycle* mempengaruhi tegangan *output*, semakin besar nilai *duty cycle* yang diberikan maka semakin besar tegangan *output* yang dihasilkan. Data hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 3. Pengujian tanpa pengontrolan dan menggunakan pengontrolan dengan memberikan variasi beban yang sama. Dimana saat pengujian rangkaian tanpa pengontrolan nilai tegangan *output* akan semakin kecil apabila beban yang diberikan semakin besar. Akan tetapi saat pengujian

rangkaian menggunakan pengontrolan dengan nilai variasi beban yang diberikan, mampu mempertahankan nilai tegangan *output* yang telah diatur. Namun saat *duty cycle* berada pada nilai 50% hingga 66% dengan beban diatas 0,3 Nm nilai tegangan dapat dipertahankan akan tetapi nilai arus yang dihasilkan melebihi batas kemampuan alat yang telah di tentukan. Perbandingan juga dapat dilihat pada gambar 13 dan gambar 14



Gambar 13. Grafik pengujian buck boost converter tanpa pengontrolan menggunakan beban



Gambar 14. Grafik pengujian buck boost converter menggunakan pengontrolan dengan beban

5. Kesimpulan

1. Telah berhasil dibuat modul praktikum DC DC buck boost Converter dengan memanfaatkan transformator Switching SMPS bekas dengan parameter yang tepat, dan dengan menggunakan mikrokontroler untuk mengatur duty cycle tegangan output dari DC-DC buck boost Converter tetap konstan meskipun diberi variasi beban.
2. Tegangan *output* dari rancang bangun buck boost converter dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai *duty cycle*,

semakin besar nilai *duty cycle* maka semakin besar *output* tegangannya begitu pula sebaliknya.

3. Sistem pada buck boost converter menggunakan pengendalian PID membuat tegangan *output* tetap konstan ketika diberikan variasi beban.

6. Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur Sumber Daya Direktorat pendidikan Tinggi kementerian pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini dan Koordinator Kompetensi Direktorat pendidikan Tinggi kementerian pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan arahan dalam penelitian ini.

7. Referensi

- [1] Jumiya et al, Komparasi metode PI dan Fuzzi – PI pada Pengendalian Tegangan Output DC-DC Buck konverter (2016) Prosiding SNTE Volume 2 2017 ISSN 2580 – 1988. <https://elektro.pnj.ac.id/upload/artikel/fil/es/elektro/PROSIDING%20SNTE%202016.pdf.pdf>.
- [2] Andi Fatmawati et al, Implementasi Kontrol PID Terhadap Kecepatan Motor DC, Jurnal Foristek (2017) https://drive.google.com/file/d/1gmgdwfynVknzVnimfj6_uU6wS3xuQ/ns/view?usp=sharing
- [3] S.Ravi et al, Design and Implementation of a microcontroller based buck boost converter as a Smooth Starter for Permanent Magnet Motor (2016) journal *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 1(3), 566-574. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v1.i3>
- [4] Priyadarshini dan Dr. Shantharam Rai, dalam penelitiannya yang berjudul *Design, Modelling and Simulation of a PID controller for buckboost and cuk converter* (2014) Volume 3 Issue 5, May 2014 www.ijsr.net Licensed Under Creative Commons Attribution CC BY

- [5] Jumiyaun, *Controlling DC-DC Buck Converter Using Fuzzy- PID with DC motor load*,(2018).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/156/1/012013/pdf>
- [6] Rashid, M. H, *Power Electronics Handbook*. In *Power, Electronics Handbook*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-088479-7.X5018-4> (2007)
- [7] Arduino,UNO,
www.theengineeringprojects.com (2018)
- [8] Mohan, N., Undeland, T. M., & Robbins, W. P, *Power Electronics Converters, Applications, and Design*.
Electronics (Vol. 4).
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-09402-1> (2007)

Rancang Bangun Model Kit Penyaringan Air Limbah Sederhana untuk Alat Penunjang Praktikum di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan

Angga Herviona^{1*)}, Mirma Prameswari², Nurul Widadi³

^{1,2}Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, ³Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember

Email: *¹angga_herviona@polije.ac.id, ²mirmaprameswari@polije.ac.id, ³nurulwidadi@polije.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model alat penyaringan air limbah sederhana untuk memudahkan mahasiswa dalam melakukan praktikum teknologi pengolahan limbah. Peneliti mendesain empat buah prototipe alat penyaringan limbah sederhana dengan menggunakan media filtrasi masing-masing prototipe yang berbeda. Alat penyaringan air limbah terdiri dari lima komponen utama yaitu kolom penyaringan air limbah, pompa sirkulasi, rangka penyaringan air limbah, penampung hasil penyaringan, dan kotak bahan/media filter. Bahan utama pembuatan alat penyaringan air limbah yaitu kaca akrilik. Pengujian kebocoran pada alat dilakukan untuk mengetahui alat telah dirancang dengan baik. Pengujian kapasitas alat penyaringan air limbah prototipe I-IV dilakukan tanpa menggunakan pompa dan menggunakan pompa dengan nilai kapasitas rata-rata masing-masing, yaitu 0,017 L/detik dan 0,056 L/detik. Pengujian hasil penyaringan air limbah sungai secara visual menggunakan penyaringan air limbah prototipe I, II, III dan IV menghasilkan perubahan warna yang semula berwarna coklat keruh menjadi bening setelah dilakukan dua kali penyaringan.

Kata Kunci : praktikum, pengolahan, air limbah, penyaringan.

Abstract

The purpose of this research is to create a model of simple wastewater filtration to facilitate students on the practicum of waste treatment technology. Researchers designed four prototypes of simple wastewater filtration using several different filtration media for each prototype. The wastewater filtration consisted of five main components, namely a wastewater filtration column, a circulation pump, a wastewater filtration frame, a container for filtering results, and a filtration media box. The main ingredient for making wastewater filters was acrylic glass. Leak test on the tool is to find out that the tool has been designed properly. The capacity test of the wastewater filtration prototype I-IV was carried out without using a pump and using a pump with an average capacity value of 0.017 L/sec and 0.056 L/sec respectively. The results test of filtering river wastewater visually using wastewater filtration prototypes I, II, III and IV resulted in a color change from a cloudy brown to clear after two filtering processes.

Keywords : practicum, treatment, the wastewater, filtration.

PENDAHULUAN

Teknologi Pengolahan Limbah merupakan salah satu materi praktikum mahasiswa prodi Teknologi Rekayasa Pangan yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. Pengolahan air limbah dipelajari dalam praktikum tersebut. Salah satu sistem pengolahan air limbah yang dapat digunakan adalah penyaringan air limbah menggunakan berbagai jenis bahan, seperti kerikil, arang, zeolit dan pasir. Sistem tersebut dianggap cukup efektif karena bahan-bahan anorganik

yang digunakan rata-rata memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar di dalam air limbah, baik melalui proses filtrasi maupun proses penyerapan (Nilasari, Faizal dan Suheryanto, 2016).

Filtrasi merupakan proses penjernihan atau penyaringan air limbah melalui media, dimana selama air melalui media akan terjadi perbaikan kualitas. Hal ini disebabkan adanya pemisahan partikel-partikel tersuspensi dan koloid, reduksi bakteri dan organisme lainnya dan pertukaran konstituen kimia yang ada

dalam air limbah (Edahwati dan Suprihatin, 2009). Media penyaringan atau bahan filter yang digunakan selama praktikum menggunakan ijuk, batu apung, potongan genteng, karbon aktif dan pasir halus. Setiap kelompok praktikum menggunakan media filtrasi yang sama dan alat penyaringan dibuat secara sederhana menggunakan paralon.

Bahan dan alat penyaringan yang digunakan hanya sekali pakai dan membutuhkan pembuatan ulang untuk periode praktikum selanjutnya. Selain itu, setiap kelompok mahasiswa menggunakan media penyaringan yang sama sehingga tidak dapat membedakan hasil antara kelompok yang satu dengan yang lainnya. Berdasarkan beberapa jurnal tentang metode filtrasi telah banyak diperoleh media/bahan filtrasi yang baru seperti pasir aktif, bentonit, zeolite dan lainnya yang mampu digunakan sebagai adsorben dalam penyaringan air limbah maupun air minum. Hasil penelitian Arum (2015) menggunakan media filter bentonit dapat menurunkan kandungan Mg^{2+} pada air limbah industri tekstil sebesar 32,98% dengan kontak selama 10 menit. Purwonugroho (2013) menggunakan kombinasi media filter zeolite dan arang aktif pada air sumur. Kandungan awal Fe pada air sumur sebesar 2,910 mg/l dan turun menjadi 0,183 mg/l setelah dilakukan filtrasi dengan kombinasi zeolite dan arang aktif.

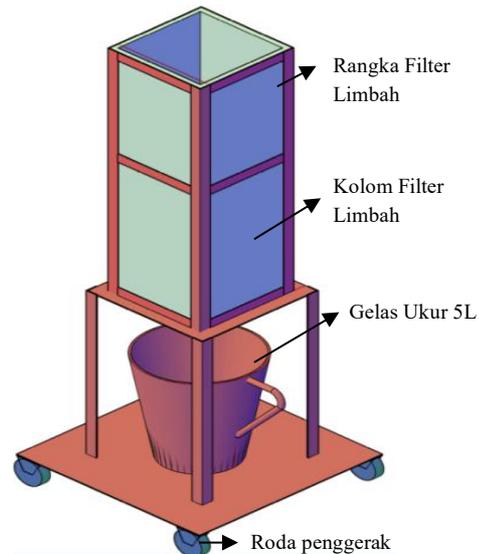
Oleh karena itu, peneliti ingin mengembangkan metode kerja peralatan pada praktikum filtrasi air limbah dengan menggunakan penambahan beberapa media/bahan filtrasi baru dan pengembangan kinerja alat yaitu membuat 4 buah prototipe model kit alat filtrasi sederhana dengan menggunakan berbagai media filtrasi yang berbeda. Model kit penyaringan air limbah sederhana yang dibuat dalam 4 buah prototipe ini diharapkan dapat menghemat biaya pembuatan alat filtrasi yang selama ini hanya sekali pakai dan mahasiswa dapat membandingkan beberapa hasil dari proses filtrasi menggunakan 4 model prototipe tersebut yang didalamnya menggunakan berbagai media filtrasi. Media filtrasi yang digunakan antara lain, sabut kelapa, batu koral, batu zeolite, arang aktif, pecahan genteng, ijuk, spons, batu apung, kerikil kecil, kerikil besar, kapas, bentonite, pasir aktif/pasir malang, resin kation, pasir silika, glasswool dan pasir halus. Limbah yang digunakan untuk uji coba

menggunakan air limbah (air sungai daerah Sumber Jeruk, Kabupaten Jember).

METODE PENELITIAN

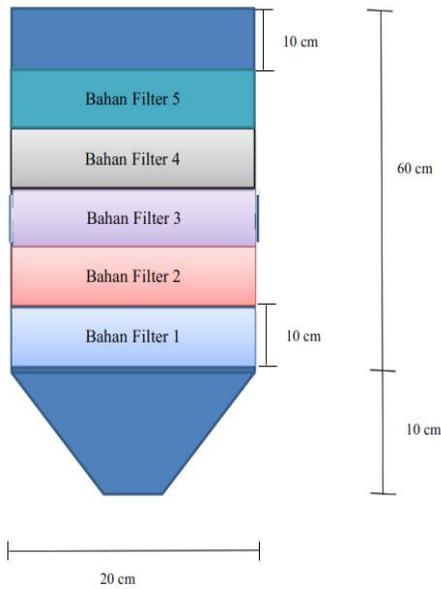
Alat

Alat penyaringan air limbah (Gambar 1) terdiri dari 5 komponen utama yaitu kolom penyaringan air limbah, pompa sirkulasi, rangka penyaringan air limbah, penampung hasil penyaringan, dan kotak bahan/media filter.



Gambar 1. Alat Penyaringan Air Limbah

Kolom penyaringan air limbah merupakan komponen utama alat penyaringan air limbah, dimana kolom ini digunakan untuk wadah bahan filter, tempat input air limbah dan output hasil penyaringan air limbah. Pada kolom penyaringan terdapat 5 jenis bahan filter dan setiap bahan filter memiliki ketebalan 10 cm. Desain kolom penyaringan dapat dilihat pada Gambar 2.



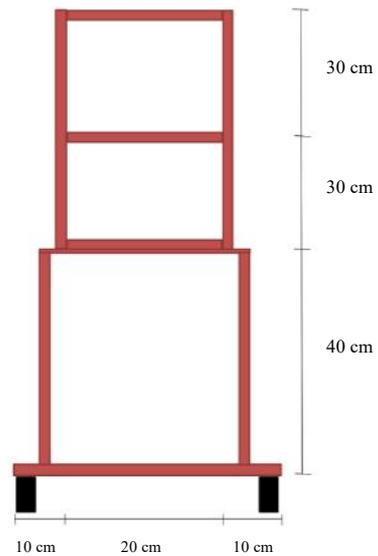
Gambar 2. Kolom Penyaringan Air Limbah

Pompa sirkulasi berfungsi untuk mengalirkan air limbah ke dalam alat penyaring (Gambar 3). Pompa ini memiliki kapasitas 700 L/H dengan ketinggian maksimum 0,9 m dan daya 10 Watt.



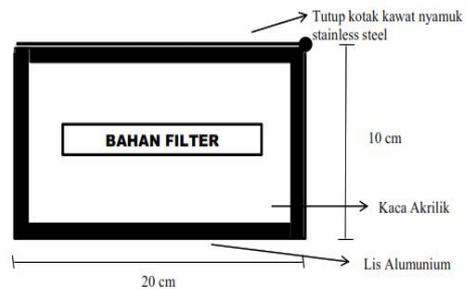
Gambar 3. Pompa Sirkulasi

Rangka penyaringan air limbah berfungsi untuk menopang kolom penyaringan air limbah dan wadah penampungan hasil penyaringan air limbah. Desain rangka penyaringan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangka Penyaringan Air Limbah

Penampung hasil penyaringan air limbah berfungsi untuk menampung hasil penyaringan air limbah. Wadah penampung menggunakan gelas ukur plastik kapasitas 5 Liter. Kotak bahan/media filter terbuat dari kawat nyamuk stainless steel dan kaca akrilik 2 mm dengan ukuran 20 cm x 20 cm x 10 cm. Pada bagian atas terdapat tutup kotak dengan engsel yang berfungsi untuk memudahkan pemasangan di kolom penyaringan air limbah dan mencegah bahan filter yang satu tercampur dengan bahan filter yang lain. Desain kotak penyaringan air limbah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kotak Penyaringan Air Limbah

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain air limbah (air sungai daerah Sumber Jeruk, Kabupaten Jember) dan media filter air limbah (sabut kelapa, batu koral, zeolite, arang aktif, pecahan genting, ijuk, spons, batu apung, kerikil kecil, kerikil besar, kapas, bentonite, pasir aktif/pasir malang, resin kation, pasir silika, kapas, glasswool dan pasir halus).

Empat prototipe model kit penyaringan air limbah dengan komposisi media filter yang berbeda, yaitu:

1. Prototipe 1 menggunakan media filter arang aktif, pasir halus, kerikil kecil, kerikil besar dan sabut kelapa.
2. Prototipe 2 menggunakan media filter pecahan genteng, pasir silika, resin kation, bentonite, glasswool.
3. Prototipe 3 menggunakan media filter kerikil kecil, sabut kelapa, arang aktif, ijuk, dan spons.
4. Prototipe 4 menggunakan media filter batu zeolite, batu koral, pasir aktif, batu apung, dan kapas.

Setiap prototipe memiliki lima jenis bahan/media filter yang berbeda dan diletakkan berurutan dari atas ke bawah.

Perancangan kolom penyaringan air limbah

1. Siapkan kaca akrilik ukuran 400 cm x 800 cm dengan ketebalan 3,0 mm
2. Potong kaca akrilik dengan mesin gerinda potong khusus kaca akrilik dengan ukuran 20 cm x 60 cm sebanyak 4 buah
3. Potong kaca akrilik berbentuk jajaran genjang dengan sisi atas 20 cm, sisi bawah 10 cm, dan tinggi 10 cm sebanyak 4 buah
4. Potong kaca akrilik dengan ukuran 10 cm x 10 cm untuk tutup output kolom penyaringan air limbah
5. Buat lubang output dengan diameter 2,5 cm
6. Rangkai kaca akrilik sesuai gambar desain dengan lem kaca akrilik
7. Buat sebanyak 4 prototipe

Perancangan rangka penyaringan air limbah

1. Siapkan besi siku ukuran 3 cm x 3 cm x 600 cm dengan ketebalan 3 mm
2. Potong besi siku dengan mesin gerinda potong dengan ukuran panjang 100 cm sebanyak 4 buah
3. Potong besi plat strip 3 cm dengan mesin gerinda potong dengan ukuran panjang 20 cm sebanyak 12 buah
4. Potong besi siku dengan mesin gerinda potong dengan ukuran panjang 40 cm sebanyak 4 buah
5. Potong besi plat 3 mm dengan ukuran 40 cm x 40 cm
6. Rangkai besi siku dan besi plat dengan las listrik sesuai dengan gambar desain

7. Rangkai rangka yang sudah jadi dengan kolom penyaringan menggunakan lem kaca silikon kaca dan metal
8. Buat sebanyak 4 prototipe

Perancangan kotak penyaringan air limbah

1. Siapkan kawat nyamuk ukuran 100 cm x 100 cm dengan ketebalan 0,26 mm, mesh 18, dan terbuat dari stainless steel 304
2. Siapkan kaca akrilik 100 cm x 200 cm x 2 mm
3. Siapkan lis alumunium 0,5 inci
4. Bentuk kaca akrilik sesuai gambar desain menjadi kotak dengan ukuran 20 cm x 20 cm x 10 cm
5. Buat tutup kotak dari kawat nyamuk dan diberi engsel.
6. Supaya kuat berikan lis alumunium di kawat nyamuk tersebut dan tempelkan ke kaca akrilik menggunakan lem silicone.

Prosedur Pengujian Alat

Pengujian Kebocoran Alat

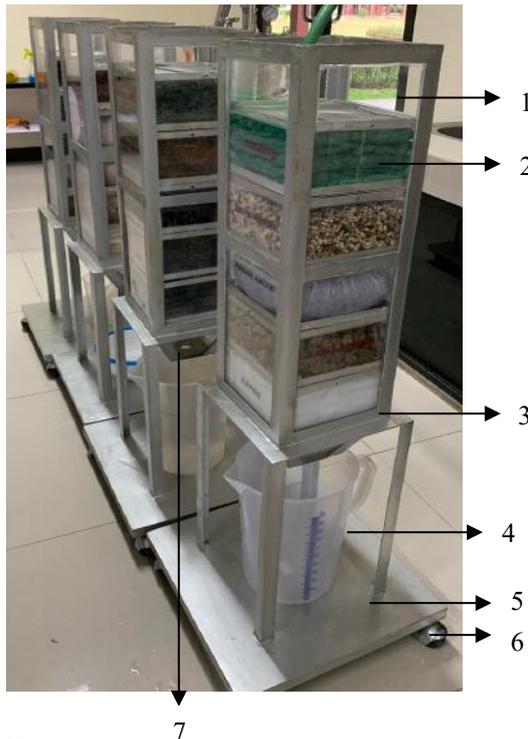
1. Dilakukan uji kebocoran pada rangkaian alat penyaringan air limbah tersebut karena jika terjadi kebocoran dapat mempengaruhi efisiensi alat dan hasil penyaringan air limbah
2. Tutup lubang buangan air yang terdapat di bagian bawah alat penyaringan air limbah
3. Masukkan umpan (air limbah) sampai memenuhi kolom penyaringan limbah dan amati jika terjadi kebocoran
4. Lakukan perbaikan pada daerah yang bocor

Pengujian Kapasitas Alat

1. Masukkan umpan (air limbah) sebanyak 5 L ke dalam kolom penyaringan air limbah
2. Hitung waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyaringan air limbah sebanyak 5 L
3. Hitung kapasitas alat dengan rumus = $\frac{\text{Liter}}{\text{detik}}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

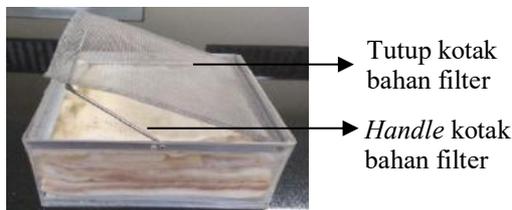
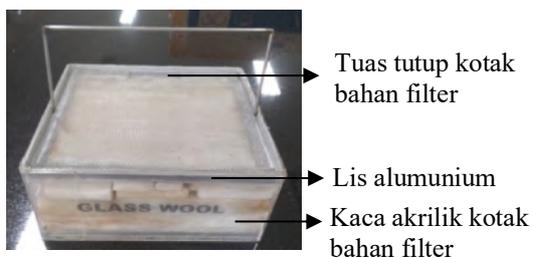
Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada tanggal 01 Juli 2020 sampai dengan 15 November 2020. Hasil penelitian yang didapatkan berupa empat unit model kit alat filtrasi air limbah sederhana. Adapun alat yang dimaksud beserta keterangan bagian alat dan fungsinya dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan:

1. Kolom alat penyaring air limbah
2. Kotak bahan filter
3. Rangka alat penyaring air limbah
4. Gelas ukur 5 L
5. Landasan alat penyaring air limbah
6. Roda penggerak
7. Lubang output hasil penyaringan air limbah

Gambar 6. Alat Filtrasi Air Limbah Sederhana



Gambar 7. Kotak Bahan Filter

Pengujian Alat Penyaring Air Limbah

a. Pengujian Kebocoran Alat

Pengujian kebocoran alat dilakukan langsung ditempat jasa pembuatan alat. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengisi air alat penyaring limbah hingga penuh, sebelumnya

lubang output alat penyaring limbah diberikan kran dan ditutup. Kemudian, peneliti dan jasa pembuat alat melakukan pengecekan kebocoran alat disekeliling alat penyaring limbah. Jika terdapat kebocoran pada alat dapat diberikan lem silikon untuk menambal kebocoran tersebut. Proses pengujian kebocoran dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses Pengujian Kebocoran Alat

b. Pengujian Kapasitas Alat

Pengujian kapasitas alat dilakukan 1 kali ulangan untuk setiap prototype dengan menggunakan bantuan pompa dan tanpa bantuan pompa. Kapasitas air limbah yang digunakan yaitu 5 L. Hasil dari pengujian kapasitas alat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Pengujian Kapasitas Alat tanpa pompa

No	Prototipe	Waktu (detik)	Jumlah Air (L)	Kapasitas Alat (L/detik)
1	I	294	5	0,017
2	II	352	5	0,014
3	III	278	5	0,018
4	IV	261	5	0,019
Rata – Rata				0,017

Tabel 2. Data Pengujian Kapasitas Alat dengan pompa

No	Prototipe	Waktu (detik)	Jumlah Air (L)	Kapasitas Alat (L/detik)
1	I	85	5	0,059
2	II	91	5	0,055
3	III	88	5	0,057
4	IV	92	5	0,054
Rata – Rata				0,056

c. Pengujian Air Hasil Penyaringan

Pengujian air hasil penyaringan dilakukan secara visual dengan cara menyaring air limbah sebanyak 2 kali penyaringan dan

dibandingkan kejernihannya secara kasat mata antara hasil penyaringan 1 dan 2.

1. Prototipe I

Pada prototipe I dengan menggunakan susunan media filter arang aktif, pasir halus, kerikil kecil, kerikil besar dan sabut kelapa diperoleh hasil secara visual yang semula air limbah berwarna coklat keruh, setelah dilakukan penyaringan air limbah berubah menjadi berwarna bening agak keruh pada penyaringan pertama. Setelah itu, penyaringan dilanjutkan kembali dan menghasilkan warna bening, seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbedaan Air Limbah Setelah Penyaringan ke-1(tengah) dan 2 (kiri).

2. Prototipe II

Prototipe II menggunakan media filtrasi secara berturut-turut, antara lain pecahan genteng, pasir silika, resin kation, bentonite dan glasswool. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, air limbah yang semula berwarna coklat keruh berubah menjadi bening setelah air limbah dilakukan penyaringan dengan alat penyaringan perototipe II pada satu kali tahap penyaringan. Tahap penyaringan kedua menghasilkan warna air limbah yang berwarna bening (Gambar 10).



Gambar 10. Perbedaan Air Limbah Setelah Penyaringan ke-1(tengah) dan 2 (kiri) Menggunakan Prototipe II.

3. Prototipe III

Media Filtrasi yang digunakan pada prototipe III secara berturut-turut, yaitu kerikil kecil, sabut kelapa, arang aktif, ijuk dan spons. Berdasarkan pengamatan secara visual penyaringan air limbah menggunakan prototipe 3 dengan menggunakan limbah air sungai yang

semula berwarna coklat keruh menjadi berwarna agak kekuningan keruh (penyaringan pertama) dan menjadi berwarna bening setelah penyaringan dilanjutkan kembali (penyaringan kedua). Perbedaan air limbah sebelum dan setelah dilakukan penyaringan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Perbedaan Air Limbah Setelah Penyaringan ke-1(tengah) dan 2 (kiri) Menggunakan Prototipe III.

4. Prototipe IV

Prototipe IV menggunakan media filtrasi batu zeolite, batu koral, pasir aktif, batu apung dan kapas. Air limbah sungai yang semula berwarna coklat keruh setelah dilakukan penyaringan menggunakan alat penyaring prototipe IV berubah menjadi berwarna bening agak keruh pada hasil penyaringan pertama. Setelah air, air hasil saringan pertama dilanjutkan kembali untuk proses penyaringan dan berubah menjadi warna bening (Gambar 12).



Gambar 12. Perbedaan Air Limbah Setelah Penyaringan ke-1(tengah) dan 2 (kiri) Menggunakan Prototipe IV.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model kit penyaringan air limbah sederhana yang telah dirancang ke dalam empat buah prototipe alat penyaringan air limbah dengan menggunakan media filtrasi yang berbeda-beda antara prototipe satu dan lainnya telah berhasil dibuat dan dilakukan uji terhadap kebocoran alat.

Kapasitas alat penyaringan air limbah prototipe I-IV tanpa menggunakan pompa memiliki nilai rata-rata kapasitas alat, yaitu 0,017 L/detik.

Kapasitas alat prototipe I-IV dengan menggunakan bantuan pompa menghasilkan nilai rata-rata 0,056 L/detik.

Pengujian hasil penyaringan air limbah sungai secara visual menggunakan penyaringan air limbah prototipe I, II, III dan IV menghasilkan perubahan warna yang semula berwarna coklat keruh menjadi bening setelah dilakukan dua kali penyaringan.

Saran

Saran terhadap penelitian ini untuk selanjutnya diharapkan dapat mencari media filtrasi yang paling optimum dalam menyaring air limbah dan adanya pengembangan lanjutan dari alat filtrasi air limbah yang telah dirancang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arum, Sekar. (2015). Efektivitas Arang Aktif, Zeolit, dan Bentonit Terhadap Penurunan Kadar Mg^{2+} dan Mn^{2+} dalam Tiga Sumber Air. Skripsi, Universitas Pasundan Bandung. Diakses dari http://repository.unpas.ac.id/26909/1/Laporan%20TA%20%28Sekar%20Arum_103020051%29.pdf
- E. Nilasari, M. Faizal, dan Suheryanto. (2016). Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang). *Jurnal Penelitian Sains*, 18(1), 18102-8 – 18102-13.
- L. Edahwati, Suprihatin. (2009). Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1(2), 79-83.
- Purwonugroh, Nasrudin. (2013). Keefektifan Kombinasi Media Filter Zeolit dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Diakses dari http://eprints.ums.ac.id/26122/20/Artikel_Publikasi.pdf

Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb) pada Limbah Praktikum Kimia Farmasi

Ani Riani Kusmiati^{*1}, Nurhayati²
Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung
E-mail : *1ani@fa.itb.ac.id, nur@fa.itb.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan isolasi kitosan dari cangkang udang sebagai adsorben logam berat timbal (Pb) yang terkandung dalam limbah praktikum Kimia Farmasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kitosan dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) dan kapasitas adsorpsinya. Tahap isolasi kitosan dari cangkang udang terdiri dari pembuatan serbuk cangkang udang, demineralisasi, deproteinasi, depigmentasi dan deasetilasi. Hasil analisa FTIR (Spektroskopi Fourier Transform Infra Red) menunjukkan derajat deasetilasi kitosan sebesar 80,30% dengan rendemen 25,26%. Proses adsorpsi timbal (Pb) dilakukan dengan variasi waktu interaksi 15, 30, 60 dan 120 menit serta variasi konsentrasi kitosan 0,10% ; 0,25% dan 0,5%. Pengukuran kadar timbal (Pb) menggunakan Atomic Adsorption Spectrofotometri (AAS). Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar timbal (Pb). Daya Serap tertinggi sebesar 95,69% dan kapasitas adsorpsi tertinggi sebesar 10,3678 mg/L terdapat pada konsentrasi kitosan 0.50 % dengan waktu interaksi 30 menit.

Kata kunci : Adsorpsi, Atomic Adsorption Spectrofotometri, Kitosan, Limbah logam berat timbal (Pb).

Utilization of Chitosan from Shrimp Shells As Lead (Pb) Heavy Metal Adsorbent On Pharmaceutical Chemistry Practice Waste

Abstract

Chitosan isolation from shrimp shells as adsorbent of the lead (Pb) heavy metal is contained in pharmaceutical chemistry practice waste has been done. This study aims to determine the ability of chitosan in reducing the level of the lead (Pb) heavy metal and its adsorption capacity. The isolation step of chitosan from shrimp shells consists of the manufacturing process of chitosan powder shrimp shell, demineralization, deproteinization, depigmentation and deacetylation. FTIR (Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy) result analysis showed the degree of deacetylation chitosan of 80.30% with 25.26% yield. The adsorption process of the lead (Pb) was done by varying the interaction time of 15, 30, 60 and 120 minutes as well as variations in the concentration of chitosan 0.10%; 0.25% and 0.5%. Measurement of leads (Pb) levels using Atomic Adsorption Spectrophotometry (AAS). The results showed a decrease in the levels of lead (Pb). The highest absorption capacity was 95.69% and the highest adsorption capacity was 10.3678 mg/L at a concentration of chitosan 0.50% with an interaction time of 30 minutes.

Keywords : Adsorption, Atomic Adsorption Spectrophotometry, Chitosan, lead (Pb) heavy metal waste

PENDAHULUAN

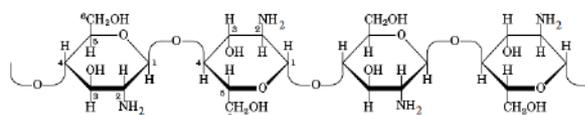
Pencemaran yang disebabkan oleh logam berat terutama bersumber dari suatu kegiatan yang menggunakan logam berat tersebut dalam prosesnya, baik kegiatan industri, kegiatan rumah tangga maupun kegiatan penelitian/praktikum di laboratorium - laboratorium kimia. Keberadaan logam berat

yang tinggi di suatu perairan merupakan penyebab utama pencemaran yang dapat menurunkan mutu air dan membahayakan lingkungan. Pencemaran terjadi karena pembuangan limbah yang tidak terkontrol. Timbal atau Pb merupakan salah satu limbah logam berat yang bersifat karsinogenik dan

beracun serta akan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh.

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menurunkan konsentrasi ion logam dalam limbah cair diantaranya adalah pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis. Metode adsorpsi umumnya berdasarkan atas interaksi logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui pembentukan kompleks, dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya akan gugus fungsional, seperti : - OH, -NH, -SH dan COOH. Dewasa ini telah banyak dikembangkan beberapa jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat, salah satunya adalah dengan memanfaatkan kitosan. Hal ini berdasarkan struktur kitosan yang mengandung gugus amin dan hidroksil, sehingga menjadikan kitosan bersifat polikationik yang dapat mengikat logam berat sehingga dapat digunakan sebagai adsorben (Hargono, 2007).

Kitosan merupakan senyawa kitin yang dihilangkan gugus asetilnya sehingga menyisakan gugus amina bebas yang menyebabkannya bersifat polikationik (Murray *et al*, 2003). Menurut Taufan dan Zufahmi, (2010), Senyawa kitin dapat diisolasi dari cangkang hewan *crustaceae*, terutama udang. Cangkang udang mengandung protein (25-40%), kalsium karbonat (45% - 50%), dan kitin (15%-20%). Keberadaan gugus hidroksil dan amin sepanjang rantai polimer mengakibatkan kitosan sangat efektif mengikat kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik (Sry Agustina dkk., 2015).



Gambar 1. Kitosan (Murray *et al.*, 2003)

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pengaruh waktu interaksi antara limbah buangan praktikum yang mengandung Pb (II) oleh kitosan dari cangkang udang dengan berbagai konsentrasi, sehingga dapat diketahui kemampuan kitosan dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) serta kapasitas adsorpsinya.

METODE

Penelitian ini menggunakan kitosan yang diisolasi dari cangkang udang dan aplikasinya sebagai adsorben pada pengolahan limbah praktikum kimia farmasi di Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancang acak lengkap faktorial ANOVA dengan 3 konsentrasi kitosan (0,10% ; 0,25% ; 0,50%) dan 4 waktu interaksi (15, 30, 60, 120 menit) serta pengulangan sebanyak tiga kali.

Isolasi kitosan dari cangkang udang menurut Agustina (2013), dimulai dengan perebusan cangkang udang selama 15 menit, kemudian dibersihkan dari sisa-sisa daging udang dan dicuci dengan air mengalir agar kotoran yang melekat hilang. Setelah ditiriskan, cangkang udang dikeringkan dalam oven pada suhu 110-120°C selama kurang lebih dua jam, dihaluskan dan diayak dengan ayakan berukuran 50 mesh.

Demineralisasi atau penghilangan mineral dilakukan dengan mencampurkan 50 gram serbuk cangkang udang yang berukuran 50 mesh ditambahkan larutan HCl 5% dengan perbandingan 1:1 (b/v). Campuran dipanaskan pada suhu 90°C selama 2 jam dengan menggunakan *magnetik stirrer* dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Setelah itu didinginkan dan dilakukan penyaringan. Residu dicuci dengan akuades sampai pH netral dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 6 jam.

Deproteinasi atau penghilangan protein dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (b/v) pada hasil demineralisasi. Campuran ini dipanaskan pada suhu 90°C selama 1,5 jam dengan menggunakan *magnetik stirrer* dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Setelah itu didinginkan dan dilakukan penyaringan. Residu dicuci dengan akuades sampai pH netral dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 6 jam.

Hasil deproteinasi ditambahkan NaOCl 0,315% dengan perbandingan 1:10 (b/v) selama 1 jam pada suhu kamar yang merupakan tahapan depigmentasi. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan akuades sampai pH netral. Residu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 6 jam. Serbuk ini disebut kitin.

Proses selanjutnya adalah deasetilasi, bertujuan untuk menghilangkan gugus asetil yang terdapat pada kitin, yaitu dengan cara menambahkan NaOH 50% dengan

perbandingan 1:10 (b/v). Campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam dengan menggunakan magnetik stirrer dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Setelah itu didinginkan dan dilakukan penyaringan. Residu dinetralkan dengan akuades sampai pH netral. Padatan yang merupakan kitosan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 6 jam. Kitosan yang diperoleh kemudian dilakukan karakterisasi yang meliputi : warna, kadar air, kadar abu, kadar nitrogen dan derajat deasetilasi (SNI No. 7949, Tahun 2013).

Kitosan yang dihasilkan, dengan variasi konsentrasi 0,10%, 0,25% dan 0,50% direaksikan dengan 25 ml limbah praktikum Kimia Farmasi yang mengandung logam berat Pb(II) yang telah diukur terlebih dahulu kadarnya. Dibiarkan kontak dengan 4 variasi waktu interaksi, yaitu 15 menit, 30 menit, 60 menit dan 120 menit. Ion logam Pb(II) yang tersisa diukur dengan menggunakan alat Atomic Adsorption Spectrofotometri (AAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kitosan yang dihasilkan pada penelitian ini berupa serbuk dengan warna coklat muda serta kadar air : 10%, kadar abu 0,645%, kadar nitrogen total 2,30% dan derajat deasetilasi sebesar 80,30%.

Tabel 1. Karakteristik Kitosan

Parameter	Menurut SNI	Hasil
Warna	Coklat muda sampai putih	Coklat muda
Kadar Air	≤ 12 %	10%
Kadar Abu	≤ 5 %	0,645%
K. Nitrogen Total	≤ 5 %	0,3870%
Derajat Deasetilasi	≥ 75 %	80,30 %

Sumber : BSN]. 2013. SNI No.7949

Warna kitosan yang dihasilkan memenuhi persyaratan karakterisasi kitosan menurut SNI No. 7949 (2013), yaitu berwarna coklat muda. Hal ini karena pada proses pembuatan kitosan dilakukan proses depigmentasi untuk menghilangkan warna (pigmen) astaxanthin yang berwarna *red-orange*.



Gambar 2. Serbuk Kitosan

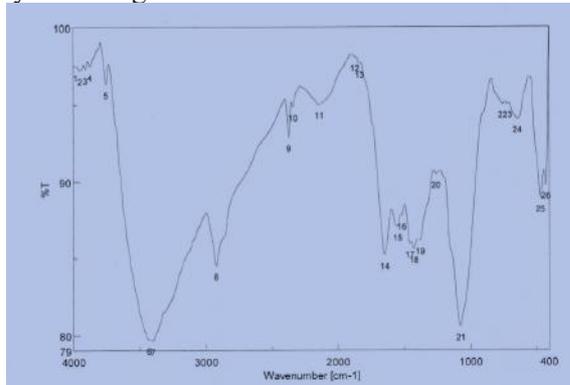
Kadar air dari kitosan yang dihasilkan pada penelitian ini cukup rendah yaitu 10%. Hal ini disebabkan karena pengeringan pada penelitian ini menggunakan oven yang suhu pemanasannya stabil. Rochmina, (2007) menyatakan kadar air dari kitosan dipengaruhi oleh proses pengeringan, lama pengeringan, jumlah kitosan yang dikeringkan, dan luas permukaan tempat kitosan dikeringkan. Panas yang stabil akan menyebabkan proses pengeringan berlangsung sempurna sehingga kadar air yang terkandung dalam kitosan menjadi rendah.

Kadar abu yang tinggi menunjukkan kandungan mineral yang tinggi. Semakin tinggi kadar abu maka mutu dan tingkat kemurnian kitosan semakin rendah. Kadar abu kitosan dipengaruhi oleh proses demineralisasi dan pencucian. Proses pencucian yang baik sampai tercapai pH netral berpengaruh terhadap kadar abu. Pencucian yang kurang sempurna akan mengakibatkan mineral yang telah terlepas. dapat melekat kembali pada molekul kitosan, sehingga kitosan masih mengandung kadar abu yang tinggi. Nilai kadar abu kitosan udang yang dihasilkan adalah sebesar 0,645%. Hal ini menunjukkan kesempurnaan proses pencucian dan proses demineralisasi.

Hong et al. (1989) dalam Abun (2006) menyatakan kadar total nitrogen yang tersisa dalam proses deproteinisasi dapat dijadikan sebagai indikator kesempurnaan proses deproteinisasi. Efektivitas deproteinisasi dapat dilihat dari penurunan kadar nitrogen pada kitosan yang dihasilkan. Menurut Abun (2006), semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin tinggi suhu deasetilasi maka kadar nitrogen cenderung semakin kecil. Kitosan cangkang udang yang dihasilkan mempunyai kadar nitrogen total yang cukup rendah yaitu 0,3870%. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH dan suhu deasetilasi yang digunakan pada proses deasetilasi cukup baik.

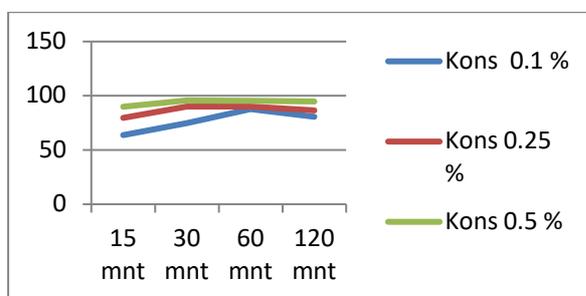
Knoor, (2004) menyatakan, derajat deasetilasi adalah parameter yang sangat menentukan mutu kitosan, dimana nilai ini menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan dari kitin. Semakin tinggi derajat deasetilasi kitosan, maka gugus asetil kitosan semakin rendah sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogennya semakin kuat. Dengan menggunakan metode base line, derajat deasetilasi dapat dihitung. Hasil perhitungan derajat deasetilasi dapat digunakan untuk melihat seberapa besar perubahan kitin menjadi

kitosan dan dari perhitungan metode base line yang dikemukakan Domszy dan Roberts, diperoleh Derajat Deasetilasi (DD) sebesar 80,30%. Menurut Suhardi, (1993), kitosan sudah memenuhi standar sebagai adsorben apabila derajat deasetilasinya lebih besar dari 60%. Dengan demikian dapat dikatakan kitosan yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi syarat sebagai adsorben.



Gambar 3. Spektra FTIR Kitosan Hasil Penelitian

Grafik di bawah ini, menunjukkan presentase penjerapan kitosan dengan konsentrasi berbeda dalam 4 waktu interaksi. Terlihat ada pengaruh waktu interaksi terhadap proses adsorpsi logam berat Pb. Semakin lama waktu interaksi, maka semakin banyak Pb yang teradsorpsi. Adsorpsi logam berat Pb tertinggi terjadi pada menit ke 30. Kemudian pada menit ke 60 laju adsorpsi menurun dan mencapai kesetimbangan. Hal ini karena kitosan mengalami kejenuhan sehingga waktu interaksi tidak lagi berpengaruh. Menurut Sahnaz Behnam (2015), pada awal adsorpsi, gugus amino kitosan di permukaan memainkan peran penting dalam penyerapan logam berat Pb. Daya serap kitosan terhadap logam berat berkurang ketika gugus amino kitosan di permukaan sudah ditempati oleh logam Pb.



Gambar 4. Grafik Presentase Penjerapan Kitosan dalam 4 waktu Interaksi

Hasil penelitian menunjukkan nilai standar Pb (limbah) yang diperoleh dari analisa menggunakan AAS adalah 10,8350 mg/L. Terjadi penurunan kadar Pb dalam limbah hingga mencapai 0,4672 mg/L pada konsentrasi kitosan 0,50% dan waktu interaksi 30 menit, dengan daya serap 95,69% serta kapasitas adsorpsi 10,3678 mg/L.

Hasil uji Anova diperoleh F hitung (3861,275) > F Tabel (3,63). Dengan perolehan F hitung yang lebih besar dari F Tabel menguatkan bahwa ada pengaruh konsentrasi kitosan dan waktu interaksi pada penurunan kadar Pb dalam limbah.

KESIMPULAN

Kitosan dari cangkang udang yang dihasilkan pada penelitian memenuhi standar sebagai adsorben logam berat timbal (Pb) karena mempunyai derajat deasetilasi lebih besar dari 60%, yaitu 80,30%.

Kitosan dengan konsentrasi 0,5% memberikan daya serap tertinggi, yaitu 95,69% dan kapasitas adsorpsi 10,3678 mg/L dalam waktu interaksi 30 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Abun. 2006. "Bioproses Limbah Udang Windu melalui Tahapan Deproteinasi dan De mineralisasi terhadap Protein dan Mineral Terlarut". *Jurnal Perikanan, volume 3* (hlm 125-127)

Agustina. 2013. "Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang dan Aplikasinya sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Logam Cu". repository.uin-alauddin.ac.id/7130/1/AYU.pdf. Diakses tanggal 20 Mei 2020.

Behnam, S., Karimi, K., Zamani, A., Mehrabani Zeinabad, A., (2015), "A Study on Biosorption of Copper Ions by Fungal Chitosan : An Alternative to Shrimp Chitosan, *Biological Journal of Microorganism, 3rd Year, Vol. 3, (page 12)*.

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2013. "Kitosan – Syarat Mutu dan Pengolahan -SNI no.7949". bsn.go.id/main/bsn/isi_bsn/20004/sni. Diakses tanggal 22 Mei 2019.

Hargono. 2007. "Penurunan Kadar Pb dalam Limbah B-3 dengan Menggunakan Abu Layang". BATAN, Yogyakarta. Diakses tanggal 19 Mei 2020.

Knorr, D. 2004. *“Engineered Chitosans for Drug Detoxification Preparation, Characterization and drug uptake studies”*. University of Florida.

Komariah . 2013. “Karakterisasi Kitin dan Kitosan yang Terkandung dalam Eksoskeleton KutuBeras (*Sitophilus Oryzae*)”.Repository. usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/64149
Diakses tanggal 18 Mei 2020.

Murray. et al. 2003. “Biokimia Harper”. Penerbit Kedokteran EGC. Edisi 25. Jakarta.

Rochmina.2007. “Karakterisasi Kitin dan Kitosan asal Limbah Rajungan Cirebon. [makalah ilmiah]. *Jatinagor. Unpad*

Sry Agustina, I Made Dira Swantara, dan Nyoman Suartha. 2015. “Isolasi Kitin, Karakteristik, dan sintesis Kitosan dari Kulit Udang”. Program Magister Kimia Terapan, Universitas Udayana, Bali. Diakses tanggal 22 Mei 2020.

Suhardi. 1993. “Khitin dan Khitosan”. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM. Yogyakarta.

Taufan.M.R.S.&Zulfahmi. 2010. ”Pemanfaatan Limbah Kulit Udang sebagai Bahan Anti Rayap (Bio-termitisida) pada Bangunan Berbahan Kayu”. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang. Diakses tanggal 19 Mei 2020.

Peningkatan Mutu Produk Polyurethane (Pu)/Coir/Pineapple Fiber Aplikasi Biomedis Melalui Unjuk Kinerja Scanning Electron Microscope (Sem)

Azhari azhari^{*1}, Syafari Syafari², Hendra Yonhly³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe

^{*1}azhariali.id@gmail.com, ²syafari1208@gmail.com,

³Yonhlyhendra@gmail.com

Abstrak

Cat yang sering digunakan sebagai pelapis adalah poliuretan. Namun material tersebut belum memiliki kemampuan antikorosi yang dapat menyebabkan timbulkan pembentukan biofilm. Untuk meningkatkan kemampuan poliuretan sebagai cat anti korosi dan biodegradable, maka dapat dilakukan modifikasi melalui penambahan filler berupa gabungan dengan komposit dari serat alam. Pada penelitian ini serat alami yang digunakan sebagai penguat dan pengisi dalam komposit yaitu sabut kelapa dan serat daun nanas. Sabut kelapa (coir) merupakan residu dari produksi kelapa di banyak daerah, yang menghasilkan serat sabut kasar. Serat daun nanas (pineapple leaf fiber), yang kaya selulosa, relatif murah dan banyak tersedia memiliki potensi untuk perkuat komposit polimer. Pada penelitian ini percobaan dilakukan dengan variasi serat sabut kelapa: 0 %wt, 1 %wt, 3 %wt, dan 5 %wt, serat nanas : 0 %wt, 1 %wt, 3 %wt, dan 5 %wt. Komposit Polyester berpenguat serat daun nanas (A:Matrik) menunjukkan nilai karakteristik uji tarik tertinggi pada perbandingan campuran 5 ml:1% yaitu 116 Mpa. Selanjutnya seiring dengan berkurangnya fraksi volume serat sifat tarik material ikut menurun sebagaimana yang ditunjukkan oleh perbandingan campuran 5 ml:3% yaitu 81 Mpa dan 61 Mpa pada perbandingan campuran fraksi volume 5 ml:5%. Hasil fraktografi SEM diketahui bahwa permukaan yang berwarna gelap merupakan plat besi yang telah dilapisi cat poliuretan, cat tersebut dihasilkan dari pencampuran senyawa kimia dan bahan utama berupa polioli dan minyak sawit. Gumpalan putih lainnya yang muncul merupakan filler pineapple fiber dan coir yang telah berikatan dengan kandungan cat poliuretan.

Kata kunci: Poliuretan, Sabut kelapa (coir), Serat daun nanas (pineapple leaf fiber), SEM, TGA

Abstract

The paint that is often used as a coating is polyurethane. However, these materials do not have anti-corrosion ability which can cause biofilm formation. To increase the ability of polyurethane as anti-corrosion and biodegradable paint, modifications can be made by adding fillers in the form of a combination with composites from natural fibers. In this study, the natural fibers used as reinforcement and filler in the composites were coconut husk and pineapple leaf fiber. Coconut coir (coir) is a residue from coconut production in many areas, which produces coir fiber. Pineapple leaf fiber, which is rich in cellulose, relatively cheap and widely available has the potential to strengthen polymer composites. In this study the experiment was carried out with variations of coconut fiber: 0% wt, 1% wt, 3% wt, and 5% wt, pineapple fiber: 0% wt, 1% wt, 3% wt, and 5% wt. Pineapple leaf fiber reinforced polyester composite (A: Matrik) showed the highest tensile test characteristic value at a mixture ratio of 5 ml: 1%, namely 116 Mpa. Furthermore, as the fiber volume fraction decreases, the tensile properties of the material also decrease as shown by the mixture ratio of 5 ml: 3%, namely 81 Mpa and 61 Mpa at the mixture ratio of the volume fraction of 5 ml: 5%. The results of SEM fractography show that the dark surface is an iron plate coated with polyurethane paint, the paint is produced from mixing chemical compounds and the main ingredients in the form of polyol and palm oil. Other white lumps that appear are the pineapple fiber and coir filler which has bonded and linked with the polyurethane paint content.

Keywords: Coir, Polyurethane, Pineapple leaf fiber, SEM, TGA

PENDAHULUAN

Diseluruh dunia diperkirakan ada 10 juta kematian yang disebabkan oleh penyakit-penyakit akibat infeksi bakteri, dari angka tersebut lebih dari 80% infeksi pada manusia disebabkan oleh pembentukan biofilm. Setiap tahun di Amerika Serikat, biaya yang harus dikeluarkan untuk menanggulangi penyakit akibat infeksi bakteri mencapai 25-48 juta dolar, lebih dari 60% pengeluaran tersebut digunakan untuk menangani peralatan medis yang terinfeksi (Rahul dkk, 2017). Cat yang sering digunakan sebagai pelapis adalah poliuretan. Namun material tersebut belum memiliki kemampuan antikorosi yang dapat menyebabkan timbulkan pembentukan biofilm. Untuk meningkatkan kemampuan poliuretan sebagai cat anti korosi dan biodegradable, maka dapat dilakukan modifikasi melalui penambahan filler berupa gabungan dengan komposit dari serat alam.

Serat alami seperti bambu, rami, sisal, nanas, abaca dan sabut telah dipelajari sebagai penguat dan pengisi dalam komposit. Sabut kelapa (coir) merupakan residu dari produksi kelapa di banyak daerah, yang menghasilkan serat sabut kasar. Sabut adalah serat alami ligno-selulosa. Ini adalah serat buah yang diperoleh dari kulit luar, atau kulit buah kelapa. Serat daun nanas (pineapple leaf fiber), yang kaya selulosa, relatif murah dan banyak tersedia memiliki potensi untuk memperkuat komposit polimer. Oleh karena itu, upaya penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk menemukan penggunaan baru untuk sabut, termasuk pemanfaatan sabut sebagai penguat dalam komposit berbasis polimer (Yaswanth dkk, 2017). Salah satu parameter dan persyaratan terpenting pada cat poliuretan/ coir/ pineapple fiber yang perlu diteliti adalah ketahanan material terhadap korosi yang disebabkan proses oksidasi pada suhu tinggi. Pada kondisi

operasi suhu tinggi ketahanan oksidasi material yang baik ditentukan oleh kemampuan material dalam membentuk lapisan oksida yang dapat melindungi bahan dari proses oksidasi berlanjut atau bahkan kehancuran material yang dikenal dengan istilah Breakaway. Oksidasi temperatur tinggi merupakan proses kimia yang terjadi dalam skala mikroskopik. Proses pembentukan fasa oksidasi berikut fenomena yang menjadi ciri khas-nya seperti epitaxy, spinnel, dan

metastability terjadi dalam ukuran yang lebih kecil dari panjang gelombang cahaya terlihat.

Dalam beberapa dekade ini penelitian tentang material biomedis yang lebih ramah lingkungan terus diupayakan. Industri Pertanian secara perlahan berhasil menggantikan ketergantungan terhadap minyak bumi, terutama untuk tumbuhan-tumbuhan yang bisa menghasilkan minyak nabati, seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak matahari dan sebagainya (Yusoff dkk, 2016). Minyak nabati banyak digunakan untuk berbagai industri di seluruh dunia setelah harga minyak bumi menjadi sangat mahal seiring dengan harga minyak nabati yang juga semakin terjangkau. Kelebihan sumber yang dapat terbarukan ini adalah disamping bersifat biodegradasi (biodegradable), tanpa membawa sifat racun (non-toxicity), tidak membawa efek kanker (noncarcinogenicity) dan sangat ramah lingkungan karena semua materialnya berasal produk (Yusof, 2016). Sejak dilakukan sintesa pertama sekali pada tahun 1855, sangat banyak penelitian yang dilakukan tentang bagaimana menghasilkan polioli dari produk-produk pertanian (Parnia dkk, 2014).

Cat yang sering digunakan sebagai pelapis adalah poliuretan. Namun material tersebut belum memiliki kemampuan antikorosi yang dapat menyebabkan timbulkan pembentukan biofilm yang bertujuan untuk meningkatkan mutu suatu produk dari hasil penelitian yaitu cat poliuretan/ coir/ pineapple fiber untuk aplikasi biomedis dengan menggunakan alat pengujian skala laboratorium salah satunya alat scanning electron microscope (SEM) serta menghasilkan material biomedis poliuretan anti karat dan anti mikroba dengan penambahan filler serat alam yaitu coir dan pineapple fiber dan dapat menjadi material yang memiliki karakteristik dan sifat ketahanan yang baik. Penelitian ini melakukan modifikasi melalui penambahan filler berupa gabungan dengan komposit dari serat alam untuk meningkatkan kemampuan poliuretan sebagai cat anti korosi dan biodegradable. Salah satu serat alaminya yaitu serat sabut kelapa dan serat daun nanas untuk aplikasi biomedis.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan proses sintesa yang akan dilakukan diantaranya yaitu, sintesa polioliol, preparasi serat sabut kelapa, preparasi serat nanas dan sintesa poliuretan. Hasil dari sintesa polioliol yang telah dihasilkan dilakukan pengujian dengan menggunakan alat FTIR (Spektrofometer Fourier Transform Infra Red), serta karakterisasi coir fiber dan pineapple fiber menggunakan FT-IR, TGA serta SEM untuk mengetahui gugus fungsi serta struktur morfologi, kemudian dilakukan analisa komposit poliuretan/coir/pineapple fiber gugus fungsi dengan menggunakan FTIR (Spektrofometer Fourier Transform Infra Red), TGA, SEM. Tensile Test dan Flexural Test. Hasil penelitian yang sudah dilakukan diharapkan dapat diaplikasikan kedalam keilmuan biomedis.

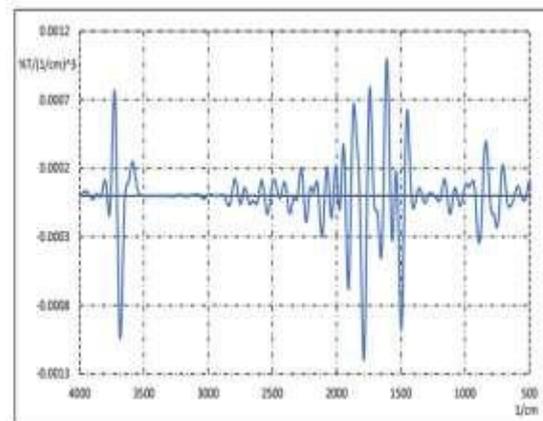
HASIL DAN PEMBAHASAN

Polioliol merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan poliuretan. Polioliol adalah suatu senyawa alkohol yang mempunyai gugus -OH atau gugus hidroksil lebih dari satu. Polioliol terdiri atas dua jenis, yaitu polioliol alam dan polioliol sintesis (Wassamon dkk, 2013). Polioliol yang digunakan pada penelitian ini yaitu polioliol alam yang berasal dari minyak nabati. Minyak nabati tidak mengandung gugus hidroksil, tetapi rata-rata mempunyai ikatan rangkap salah satunya asam oleat. Ikatan rangkap ini dikonversi menjadi gugus epoksi pada tekanan atmosfer melalui reaksi epoksidasi yang selanjutnya dilanjutkan dengan proses hidroksilasi untuk membentuk gugus hidroksil. Pada tahap epoksidasi, minyak direaksikan dengan asam perasetat untuk membentuk senyawa epoksida, Asam perasetat merupakan bahan yang sulit didapatkan dan berbahaya, oleh karena itu penggunaan asam perasetat dibuat secara in situ dengan mereaksikan H₂O₂ dan CH₃COOH dengan katalis H₂SO₄ dalam minyak sawit sehingga menghasilkan minyak terepoksidasi (senyawa epoksida). Kemudian dilanjutkan pada proses hidroksilasi dimana minyak terepoksidasi direaksikan dengan campuran alkohol (metanol dan isopropanol), katalis dan air untuk membentuk gugus hidroksil dari pembukaan cincin epoksida.

Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR)

Bahan baku yang digunakan serta produk polioliol yang dihasilkan diuji secara kuantitatif dengan analisa menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk mengetahui keberadaan gugus molekul, dalam hal ini keberadaan gugus hidroksil.

Gambar 1. Hasil Analisa FTIR polioliol yang disintesis minyak sawit (oleat acid)



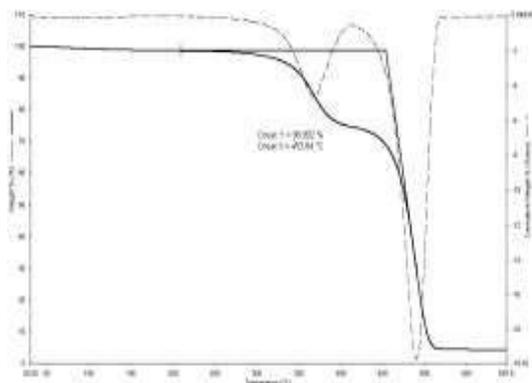
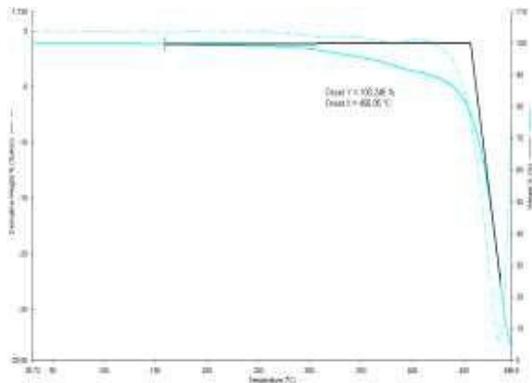
Dari gambar 1 didapat hasil polioliol yang disintesis dari asam oleat, gugus yang di peroleh yaitu gugus hidroksil pada Panjang gelombang 3300 – 3600 cm⁻¹ (Gala, 2011). Ikatan O-H pada Panjang gelombang 3510,45 cm⁻¹, ikatan C-H pada Panjang gelombang 2956,87 cm⁻¹ dan ikatan C=O pada Panjang gelombang 1710,86 cm⁻¹.

Pengaruh Perlakuan Alkali NaOH pada Serat Serat daun nanas juga merupakan salah satu serat alam dari daun yang memiliki nilai mekanik yang tinggi. Berbagai upaya peningkatan sifat mekanik juga telah diinvestigasi oleh peneliti seperti merendam Serat daun ke dalam NaOH (Kasim, 2016). Dalam penelitian ini serat daun nanas juga dilakukan proses alkali treatment dengan merendam dalam NaOH 5 % selama 1 jam. Hal ini selain meningkatkan nilai Tensile Strength juga dapat menghilangkan impurities dan kandungan air serta sifat adhesi antara hydrophilic dan hydrophobic serat daun nanas (Sanjay dkk,2017). Sabut kelapa yang diperoleh dari perkebunan aceh utara sangat melimpah, sabut kelapa terlebih dahulu di cuci dengan air kemudian di potong menjadi ukuran pendek yang selanjutnya dilakukan proses perendaman dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa berpengaruh terhadap sifat alami hydrophilic serat yang dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal (Rajesh, 2016).

Hasil Analisa Poliuretan Filler Coir-Pineapple Fiber berdasarkan Uji TGA (*Thermogravimetric Analysis*)

Dalam proses pembuatan poliuretane yang akan diaplikasikan kedalam bidang medis filler yang digunakan memiliki peranan yang sangat penting.

(a)



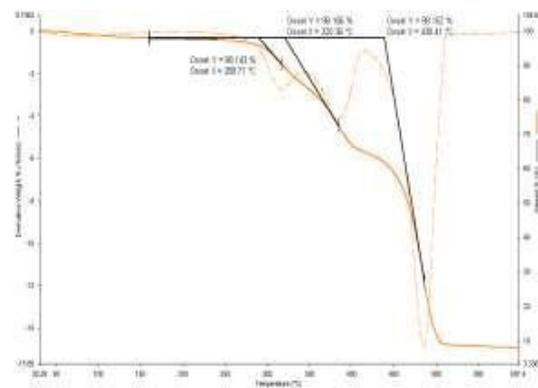
(b)

Komposit adalah suatu material yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi (Matrix) dan lainnya sebagai fasa penguat (Reinforcement).

Komposit biasanya tersusun dari dua bahan dasar yaitu serat dan matrik. Serat yang digunakan dalam penelitian ini berupa coir dan pineapple fiber yang bersifat lentur, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi sedangkan matrik biasanya bersifat ulet, lunak, elastis dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya (Ramesh dkk, 2013). Kedua bahan yang berbeda sifat ini digabungkan untuk mendapatkan satu bahan baru yaitu komposit yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya, oleh karena itu digunakan reinforcement berupa polyurethane sehingga produk pelapis yang dihasilkan memiliki sifat tahan terhadap panas.

(c)

Gambar 2. (a), (b) dan (c) merupakan hasil



analisa TGA dari poliuretan dengan filler coir dan pineapple fiber dalam beberapa variabel

Sintesa Poliuretan dengan Penambahan Filler Coir-Pineapple Fiber berdasarkan Uji SEM (Scanning Electron Microscope)

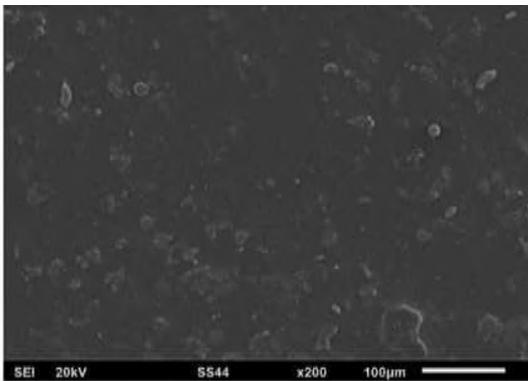
Poliuretan adalah kelompok bahan polimer khusus yang pada dasarnya berbeda dari kebanyakan jenis plastic lainnya. Poliuretan dapat digabungkan kedalam berbagai item seperti cat, pelapis cair, elastomer, isolator, serat elastis, busa, dan lainnya. Kelompok uretan adalah unit pengulangannya utama poliuretan, dihasilkan dari reaksi antara alkohol (gugus O-H) dan isosianat (gugus -NCO).

Poliuretan juga mengandung kelompok lain seperti eter, ester, urea dan beberapa senyawa aromatik. Polimer nanokomposit adalah kelas material hybrid yang tersusun dari matriks polimer organik dengan bahan anorganik terdispersi, yang memiliki setidaknya satu dimensi dalam kisaran nanometer. Pada skala ini, luas permukaan besar dari filler, bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah dapat secara nyata mengubah sifat makroskopik dari polimer dan menyumbangkan banyak karakteristik baru pada polimer, seperti peningkatan modulus dan kekuatan, ketahanan panas dan penurunan permeabilitas gas dan flameabilitas (Zuber, 2010).

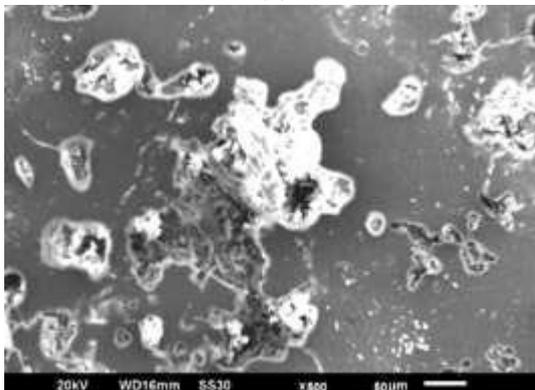
Penambahan filler berupa pineapple fiber dan coir karena memiliki kemampuan menyerap kelembaban dari atmosfer dalam jumlah relatif besar, karena selulosa bersifat higroskopis. Kebanyakan serat polimer membengkak akibat penyerapan air. Penyerapan ini menyebabkan perubahan dalam bobot dan dimensi, serta dalam kekuatan dan kekakuan. Sebagai elemen penguat dalam komposit polimer, serat alam ditemukan memiliki penyerapan air yang tinggi dan kompatibilitas yang rendah. Serat alami sering diberi perlakuan kimia yang tepat untuk memodifikasi sifat permukaan permukaannya. Dengan

kata lain, perawatan kimia bisa diaplikasikan untuk meningkatkan karakteristik sifat permukaan adhesi antara serat dan matrik, menghasilkan permukaan serat yang lebih baik terhadap matriks. Tujuan utamanya adalah untuk melepaskan lapisan 'OH' dari serat alami dengan cara Perawatan kimia dan untuk meningkatkan kekasaran permukaan serat dan mengubah sifat hidrofilik. komposit yang memiliki sifat mekanik terbaik dan terendah dengan tujuan untuk melihat kegagalan yang terjadi dalam komposit tersebut. Sintesa poliuretan dilakukan dengan mencampurkan polioliol dengan filler nya yaitu pineapple fiber dan coir yang dihasilkan sebelumnya diaduk hingga homogen (sekitar 60 menit) selanjutnya tambahkan Toluene Diisocyanate (TDI) sedikit demi sedikit dan tambahkan pelarut, kemudian diaduk kembali dengan kecepatan 200 rpm hingga homogen. Hasil cat poliuretan kemudian dioleskan diatas permukaan plat yang telah dibersihkan, dan tunggu hingga mengering. Kemudian dilakukan karakterisasi 36 menggunakan SEM untuk melihat gugus fungsi yang terdapat didalam cat poliuretan yang dihasilkan serta morfologi dari plat yang telah dioleskan cat.

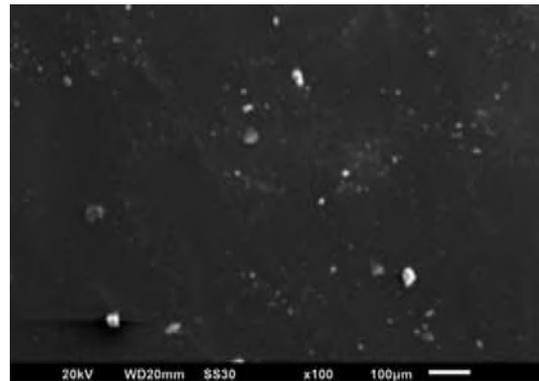
(a)



(b)



(c)



Gambar 2. (a), (b) dan (c) merupakan hasil analisa SEM dari poliuretan dengan filler pineapple fiber dan coir dalam beberapa perbesaran

Hasil fraktografi SEM pada Gambar 2. menunjukkan permukaan plat besi yang telah dilapisi dengan poliuretan termodifikasi dengan filler pineapple fiber dan coir dalam berbagai perbesaran. Dapat dilihat dari gambar bahwa permukaan yang berwarna gelap merupakan plat besi yang telah dilapisi cat poliuretan, cat tersebut dihasilkan dari pencampuran senyawa kimia dan bahan utama berupa polioliol dan minyak sawit. Gumpalan putih lainnya yang muncul merupakan filler pineapple fiber dan coir yang telah berikatan dengan kandungan cat poliuretan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa semakin banyak penambahan filler terhadap matrik maka akan semakin meningkat sifat karakteristik dari material komposit. Karakteristik TGA dengan filler coir dan pineapple fiber memiliki weight retention yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menggunakan filler. Hal ini menunjukkan polyurethane (pu)/coir/pineapple fiber memiliki stabilitas temperatur yang lebih baik dibandingkan dengan poliuretan tanpa filler. Struktur morfologi komposit komposit menunjukkan keberadaan jumlah void dan interlocking antar muka filler dengan matrik sehingga mempengaruhi sifat mekanik dari komposit. Kandungan selulosa pada serat memainkan peran penting terhadap karakteristik sifat tarik dan lentur komposit. Berdasarkan uji SEM yang telah dilakukan pada dari poliuretan dengan filler pineapple fiber dan coir dapat dipastikan bahwa komposit tersebut mampu

bergabung dengan poliuretan.

SARAN

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pembuatan cat poliuretan yang memiliki sifat antibakteri serta tahan terhadap korosi.

REFERENSI

[1] Kasim, A. N., Selamat, M. Z, Daud, M. A. M., Yaakob, M. Y., Putra, A., Sivakumar, D., 2016. Mechanical Properties of Polypropylene Composites Reinforced with Alkaline Treated Pineapple Leaf Fibre from Josapine Cultivar. *International Journal of Automative and Mechanical Engineering*. Vol.13, hal:3157-3167.

[2] M Rajesh, M., Pitchaimani Jeyara., Rajini. N. 2016. Free Vibration Characteristics of Banana/Sisal Natural Fibers Reinforced Hybrid Polymer Composite Beam. *Procedia Engineering* . Vol.144, hal: 1055 – 1059.

[3] Ramesh. M., Palanikumar. K., Reddy, Hemachandra, K., 2013. Mechanical property evaluation of sisal-jute-glass fiber reinforced polyester composites. *Composites: Part B*. Vol.48, hal:1-9.

[4] Sanjay, M. R., Yogesha, B. 2017. Studies on Natural/Glass Fiber Reinforced Polymer Hybrid Composites: An Evolution. *Materials Today: Proceedings*. Vol. 4, hal: 2739-2747.

[5] Shrivastava Rahul., TelangAmit., Rana. R. S and Purohit Rajesh. 2017. Mechanical Properties of Coir/ G Lass Fiber Epoxy Resin Hybrid Composite. *Materials Today: Proceedings* . Vol. 4, hal: 3477-3483.

[6] Sujaritjun Wassamon., Uawongsuwan Putinun., Pivsa-Art Weraporn., Hamada Hiroyuki. 2013. Mechanical Property of Surface Modified Natural Fiber Reinforced PLA Biocomposites. *Energy Procedia*.Vol.34, hal:664-672.

[7] Yashwanth, M. K., Easwara Prasad, G. L., and N. K, Akshay. 2016. Comparative Study on Properties of Coir And Sisal Fibre Reinforced Composites. *International Journal of Inovative Research in Science, Engineering and Technology*. Vol.5, Special Issue 9, hal:992-926.

[8] Yusoff, B. R., Takagi, H., Nakagaito, A. N.2016. Tensile and Flexural Properties of

Polylactic Acid-Base Hybrid Green Composites Reinforced by Kenaf, Bamboo and Coir Fibers. *Industrial Crops and Product*. Vol.94, hal:562-573.

[9] Yusri Yusof., Bin Nazuandi Mat Nawi., Bin Muhammad Shazni Hilmi Alias. 2016. Pineapple Leaf Fiber and Pineapple Peduncle Fiber Analyzing and Characterization for Yarn Production. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol.11, No.6, hal:4197-4202.

[10] Zakikhani Parnia, R. Z., Zahari, R., Sultan, M. T. H., Majid. D. I. 2014. Extraction and preparation of bamboo fibre reinforced composites. *Materials and Design*. Vol.63,hal:820-828.

[11] Zuber, M., Khalid, M, Z., Shahid, M., Muhammad, H, dkk. 2010. International Journal of Biological Macromolekules. Synthesis of Chitin-Bentonite Clay Based Polyurethanes Bio-Nanocomposites. Vol.47.Hal: 196-200.

Pemanfaatan Nampan *Stainless* Menjadi Waterbath Sederhana Guna Menunjang Kegiatan Praktikum Mikroteknik

Christin Risbandini*¹, Ridha Widhianto²

*¹Program Studi Biologi FSAD, ²Program Studi Material dan Metalurgi FTIRS, ITS
email: *¹oktosepuluh.new@gmail.com, ²ridhawidhianto@gmail.com

Abstrak

Waterbath atau disebut dengan pemanas air, merupakan salah satu alat laboratorium, yang di beri air atau cairan tertentu, yang dapat mempertahankan suhu konstan selama waktu yang telah ditentukan. Pada beberapa kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan di Departemen Biologi, memerlukan waterbath sebagai alat penunjangnya. Pada mata kuliah mikroteknik, waterbath digunakan untuk merentangkan pita parafin hasil pemotongan dengan mikrotom, untuk menggantikan panci dan kompor listrik yang sangat berbahaya apabila jatuh dan tumpah. Bila suhu air terlalu tinggi, maka pita parafin dapat hancur sedangkan pada suhu yang terlalu rendah, pita tidak dapat terentang dengan optimal mengakibatkan preparat yang dibuat tidak layak dan tidak representatif. Penelitian ini memanfaatkan baskom stainless yang didesain, dimodifikasi serta ditambahi komponen elektronika, sehingga didapatkan alat pemanas sederhana yang dapat menghasilkan suhu konstan selama jangka waktu tertentu. Hasil uji waterbath menunjukkan alat mampu bekerja dengan baik, dan setelah dikalibrasi di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya, alat memiliki koreksi yang besar tapi masih bisa digunakan dengan menyertakan nilai koreksi tersebut. Untuk mendapatkan nilai koreksi minimal diperlukan penelitian lebih lanjut serta kalibrasi ulang sehingga alat dapat dipergunakan sesuai dengan suhu yang disetting pada alat.

Kata kunci : waterbath, baskom stainless, alat pemanas, kalibrasi, mikroteknik

Abstract

Waterbath or a water heater, is a laboratory equipment, which is given water or a certain liquid, which can maintain a constant temperature for a predetermined time. Several lab work and research activities carried out in the Biology Department require a waterbath as a supporting equipment. In the microtechnique course, waterbath is used to stretch the cut paraffin tape with a microtome, to replace stainless pots and stoves which are very dangerous if they fall and spill. If the water temperature is too high, the paraffin tape can be destroyed while at a low temperature, the paraffin tape can not be stretched optimally so the preparate will be unfeasible and unrepresentative. This research utilizes a stainless basin that is designed, modified, and added with electronic components so that a simple heating device can be obtained which can produce a constant temperature for a certain period of time. The waterbath test results show that the equipment works well, and after being calibrated at the Surabaya Industrial Research and Standardization Center, the equipment has a large correction but can still be used by including the correction value. To get the minimum correction value, further research and recalibration are needed so that the tool can be used according to the temperature set on the tool.

Keywords: *waterbath, stainless basin, heating device, calibration, microtechnique*

PENDAHULUAN

Guna menunjang kegiatan praktikum dan penelitian pada laboratorium di Departemen Biologi FSAD ITS, diperlukan sejumlah alat laboratorium yang memadai, termasuk waterbath. Waterbath atau *water heater* atau penangas air merupakan alat yang berfungsi untuk menghasilkan suhu air konstan selama waktu yang telah ditentukan (Rofi'i et al., 2019). Dalam aplikasinya di laboratorium, waterbath biasanya digunakan untuk proses pemanasan dengan suhu yang relative rendah 30°C sampai 60°C, menguapkan zat atau larutan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi, untuk inkubasi pada analisis mikrobiologi, menguapkan ekstrak, dan pemanasan untuk mempercepat kelarutan. (Anonim, 2013). Pemakaian waterbath juga diperlukan kalibrasi. Kalibrasi adalah suatu kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional dari nilai penunjukan alat ukur dan bahan ukur. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan alat ukur dan bahan ukur yang akan dikalibrasi dengan standar nasional atau internasional. Tujuan kalibrasi ditentukan dengan penyimpangan kebenaran konvensional, nilai alat ukur atau penyimpanan dimensi nominal yang seharusnya menjadi bahan ukur (Fitra et al., 2014).

Prinsip dari waterbath adalah memanfaatkan umpan balik dari sensor suhu untuk menjaga kestabilan suhu. Setelah alat waterbath dihidupkan, *heater* akan memanaskan air sampai suhu air naik dan sesuai dengan suhu yang kita inginkan, heater akan berhenti memanaskan air, hanya sesekali *heater* akan bekerja untuk menjaga kestabilan suhu. *Heater* akan menghentikan pemanasan air bila waktu yang telah ditentukan telah tercapai (Ariswati, 2016). Hampir di tiap waterbath dilengkapi dengan sebuah *interface* atau indikator. Indikator ini ada yang dalam bentuk digital maupun analog. (Anonim, 2014).

Waterbath yang dibuat kali ini diperlukan pada kegiatan praktikum pembuatan preparat dengan metode paraffin, yaitu untuk merentangkan pita paraffin hasil pengirisan dengan mikrotom putar. Selama ini untuk menggantikan waterbath, digunakan panci yang berisi air kemudian dipanaskan, hal ini selain tidak aman, juga menghasilkan suhu yang tidak konstan. Jika air terlalu panas, maka pita paraffin akan hancur, dan

sebaliknya, apabila air terlalu dingin maka pita paraffin tidak dapat merentang secara optimal, sehingga hasil akhir tidak dapat terbaca dengan sempurna, sehingga diperlukan alat yang mampu meminimalkan kesalahan tersebut yaitu dengan membuat waterbath sederhana dengan memanfaatkan baskom satinless yang mudah diperoleh di pasaran.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini yaitu memanfaatkan barang yang mudah didapat yaitu baskom stainless, yang dialih fungsikan menjadi alat pemanas sederhana dengan penambahan komponen elektronika. Penelitian dilakukan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI, untuk desain dan pembuatan waterbath, serta di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya, untuk uji kalibrasi suhu.

Komponen penyusun waterbath

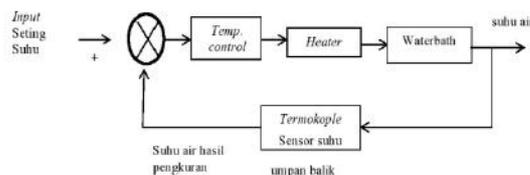
Waterbath pada penelitian kali memiliki beberapa komponen penyusun, yang terdiri dari bagian material dan bagian elektronika. Komponen penyusun waterbath bagian material diantaranya : bak waterbath yaitu baskom *stainless*; bodi, alas waterbath dan dudukan kontrol; yang terbuat dari plat *steel* yang di *bending* kemudian dilas pada ujungnya; *heater*, jenis *coil heater* tertutup karena dipasang melekat dibagian bawah piring panas/ *hot plate*; sensor suhu/*termokople* dan *relay*.

Temperature Controller atau kontrol suhu

Pengontrol temperatur adalah proses perubahan sensor suhu dapat diukur atau terdeteksi, dan bagian dari energi panas yang ke dalam atau keluar disesuaikan untuk mencapai suhu rata-rata yang diinginkan. Pengontrol ini bertugas untuk menyalakan atau mematikan *heater* pada waterbath. Pada pengontrol dimasukan nilai seting suhu yang diinginkan sebagai *input* pengontrol. Pengontrol akan menyalakan *heater* sehingga suhu air pada waterbath akan meningkat. Suhu air akan dideteksi oleh sensor suhu sebagai umpan balik ke pengontrol. Hasil pengukuran sensor dikirimkan ke pengontrol untuk dibandingkan dengan *input* seting suhu yang dimasukkan. Bila suhu air lebih tinggi dari input seting, maka pengontrol akan mematikan pemanas, Sebaliknya, bila suhu

air lebih rendah dari *input* setting maka pengontrol akan menyalakan pemanas., demikian seterusnya hingga tercapai suhu yang diinginkan yang dimasukkan pada pengontrol sebelumnya (Prihartono, *et al.*, 2018).

Waterbath pada penelitian ini memiliki menggunakan sistem pengaturan (*control system*) *loop* tertutup agar *output* yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan *input* (setting) melalui mekanisme umpan balik seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 1. Diagram sistem pengendalian temperatur waterbath

Prosedur Kerja Waterbath

Penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu penelitian dilakukan di 2 (dua) tempat, yaitu di Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS, untuk desain dan pembuatan waterbath, serta di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, untuk uji kalibrasi suhu.

Prosedur kerja waterbath :

1. Masukkan *aquadest* ke dalam baskom *stainless*
2. Hubungkan steker pada stop kontak dan tekan tombol ON, maka alat akan menginisialisasi LCD.
3. Seting suhu dilakukan secara manual, tekan tombol ▲ untuk menambah suhu seting, tombol ▼ untuk menurunkan suhu seting, dan tombol ►◄ untuk menambah atau mengurangi suhu (pilihan satuan atau puluhan), mulai suhu 25°C – 80°C
4. Setelah proses berakhir, tekan tombol stop, matikan power dan cabut sumber listrik.

Uji kalibrasi waterbath

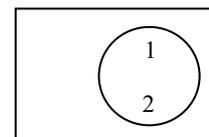
Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur, dengan cara membandingkannya terhadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional maupun internasional (Sulaeman, *et al.*, 2013). Waterbath yang dihasilkan pada

penelitian kali ini kemudian diuji untuk mengetahui kinerja suhunya. Pengujian dilakukan pada seting *point* suhu 50°C, 60°C, dan 70°C.

Pengujian kalibrasi ini dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, yang bertujuan untuk mengetahui apakah suhu waterbath bekerja dengan baik dan mengetahui koreksi setting *point* pada kontroler alat dengan *termokople* standar yang merupakan nilai aktual dari suhu air dalam bak waterbath. Koreksi dihitung dengan cara penunjukkan angka pada *termokople* standar dikurangi penunjukkan angka pada setting *point*/indikator suhu alat (Prihartono, *et al.*, 2018).

Pengujian kalibrasi ini mengacu kepada dokumen AS 2853-1986 : *Enclosure Temperature-controlled-performance testing and grading*. Adapun prosedur kalibrasi yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan sensor pada 2 lokasi titik ukur tertentu di dalam area kerja (*working space*) waterbath.



Gambar 2. Posisi Sensor Suhu

2. Suhu waterbath disetel sesuai dengan suhu nominal kalibrasi yaitu 50°C dengan menggunakan tombol yang tersedia pada waterbath.
3. Pembacaan data dilakukan setelah 5 siklus terhitung sejak waterbath mencapai kestabilan suhu. Data yang diamati dan direkam adalah penunjukan maksimum dan minimum.
4. Langkah 2 kembali dilakukan untuk nilai nominal suhu berikutnya, yaitu 60°C, dan 70°C.
5. Data yang diperoleh merupakan suhu minimum dan maksimum alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Telah dilakukan pembuatan alat pemanas sederhana atau waterbath dengan menggunakan baskom *stainless* yang di rangkai dengan komponen elektronika.



Gambar 3. Waterbath yang sudah jadi dan terkalibrasi

Pada uji kerja waterbath, alat dapat berfungsi dengan baik, suhu yang diseting pada alat sesuai dengan suhu pada *display* alat, dan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Kerja Waterbath

No	Suhu Seting	Suhu Display
1	25°C	25°C
2	30°C	30°C
3	40°C	40°C
4	50°C	50°C
5	60°C	60°C
6	70°C	70°C
7	80°C	77°C

Hasil kalibrasi waterbath pada set point 50°C, 60°C dan 70°C di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya dengan mengacu kepada dokumen AS 2853-1986 dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Waterbath

Setting	Indikator °C		Titik Ukur °C	
			1	2
50 °C	Max	52	73.2	73.7
	Min	50	71.6	71.3
60 °C	Max	62	99.9	99.9
	Min	60	99.6	99.6
70 °C	Max	71	100.0	100.0
	Min	69	98.7	98.9

Setting °C	Indikator °C	Suhu terukur °C	Var. spasial °C
50	51	72.5	0.1
60	61	99.9	0.0
70	70	99.4	0.1

Var. Tempora 1°C	Var. Total °C	Koreksi °C	Uncertainty °C
2.4	2.4	21.5	± 3.2
0.4	0.4	38.8	± 1.7
1.3	1.3	29.4	± 2.2

Sumber. Balai Riset dan Kalibrasi Surabaya, 2020

Pembahasan

Waterbath dapat berfungsi dengan baik saat uji kerja alat. *Heater* yang ditempatkan di bagian bawah bodi baskom waterwath mampu mengalirkan panas ke baskom tersebut. Saat alat di seting pada suhu tertentu, maka arus listrik dari sumber akan memberi suplai listrik pada *heater*. *Heater* yang diberi arus listrik akan memberikan panas pada air sehingga suhu air dalam bak semakin naik. Sensor suhu yang ditempatkan pada bagian samping bawah bodi baskom akan mendeteksi suhu air. Pada derajat suhu tertentu sesuai setting pada pengontrol, sensor suhu akan memberikan *input* kepada pengontrol, sehingga pengontrol akan membuka kontraktor *relay* sehingga arus listrik terputus. Dengan demikian *heater* tidak mendapatkan suplai arus dan proses pemanasan akan berhenti. Sensor suhu akan mendeteksi suhu air dan memberikan *input* pada kontrol untuk menutup kontraktor *relay* sehingga *heater* akan menyala dan terjadi pemanasan air kembali, dan seterusnya sehingga suhu dalam bak konstan sesuai seting pada pengontrol.

Hasil kalibrasi pada waterbath menunjukkan bahwa alat memiliki nilai koreksi yang cukup besar pada tiap setting point. Pada pada suhu 50°C mempunyai nilai koreksi 21.5 °C dengan ketidakpastian ± 3.2, pada suhu 60°C mempunyai nilai koreksi 38.8 °C dengan ketidakpastian ± 1.7, dan pada suhu 70°C mempunyai nilai koreksi 29.4 °C dengan ketidakpastian ± 2.2. Tingginya nilai koreksi dari tiap seting point suhu dikarenakan perakitan alat yang sifatnya portabel, dimana baskom stainless dapat dilepas dari dudukannya, menyebabkan penempatan sensor kurang pas pada saat baskom stainless dimasukkan kembali ke dalam alat, sehingga pada saat alat diukur suhunya akan menghasilkan suhu yang berbeda atau tidak sesuai dengan suhu riil. Waterbath dapat digunakan namun harus menyertakan nilai koreksi suhu sehingga suhu yang diinginkan dapat tercapai.

Perlu dilakukan rekondisi ulang waterbath, terutama pada posisi sensor suhu sehingga dapat pas dengan baskom stainless sehingga dapat menghasilkan nilai koreksi yang minimal, selain itu baskom *stainless* dilekatkan secara permanen untuk menjaga kestabilan sensor suhu, kemudian dilakukan kalibrasi ulang.

KESIMPULAN

Telah dilakukan pembuatan waterbath sederhana yang berasal dari baskom *stainless* yang diberi rangkaian elektronika kemudian dikalibrasi untuk menunjukkan suhu sebenarnya yang dihasilkan alat tersebut. Hasil kalibrasi alat waterbath sederhana ini menunjukkan nilai koreksi yang tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menurunkan nilai koreksi tersebut .

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Direktur Sumber Daya, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia sebagai pihak pemberi dana penelitian PLP, sesuai nomor kontrak 17/E4.3/KU/2020, serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. Fungsi serta Kegunaan Waterbath.
<http://blogtrikarsa.blogspot.co.id/2013/11/fungsi-serta-kegunaan-waterbath-html>. Diakses pada hari Minggu, tanggal 1Maret 2020
- Anonim. 2014. Waterbath.
http://rizkibotaks.blogspot.co.id/2014/04/waterbath-waterdestillation-apaitu_6.html. Diakses pada hari Minggu, tanggal 1Maret 2020
- Australian Standard. 1986. AS 2853 – 1986. Enclosure - Temperature-controlled – Performance Testing and Grading.
- Eguna, M.T., Suico, MLS., Lim, PJY. 2011. Learning to be safe : Chemical Laboratory Management in A Developing Country. *Journal of Chemical Health & Safety*. 18(6):p. 5-7.
- Fitra, S., Samsiana, S. 2014. Kalibrasi Termometer Digital Metode Sensor Plus Indikator. *JREC (Journal Electr. Electron)*. Vol. 2, no.1, pp 1-5.
- Isnaini dan Yuwono, P. 2010. Penentuan ketidakpastian Kalibrasi Besaran Massa Pada Timbangan Analitis di Lab Uji dan Kalibrasi. *Balai Besar Kerajinan dan Batik. Dinamika Kerajinan dan Batik*, Vol.27, Juni 2010, hal 37-42.
- Maharani, R.I., Sriyadi, Sasi, F.A. 2019. “Stafan” Modifikasi Alat Staining Tray Dalam Pewarnaan Bakteri. *Prosiding Seminar Nasional PLP*, Vol. IV-ISSN : 2548-1924 : p. 1-8
- Maulidia, A., Ariswati, H.G., Titisari, D. 2016. Waterbath dilengkapi dengan Safety Control dan Indikator Level Air Berbasis Arduino. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Surabaya.
- Mustangin dan Saputra, I. 2018. Perancangan Modifikasi Heater dan Sistem Kontrol waterbath Kapasitas 9 Liter. *Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Al Kamal, Jakarta*
- Prihartono, A., Larassati, D., herlambang, B, dan Insani , A. 2018. Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis Waterbath Untuk Kalibrasi Suhu. *Puslit Metrologi LIPI. ISSN 0852-002 X, PPI KIM ke-44*.
- Rofi'i, M., Syaifudin., Titisari., D., Tomo, B. 2019. Waterbath Calibrator with Nine Channels Sensor. “IJEEMI”. Vol.1 no.1, DOI:10.35882/ijeemi.v1i1.1.
- Subamia I Dewa, Wahyuni, S., dan Widiasih Ni Nyoman. 2017. Pelatihan Ketrampilan M (Menata, menyimpan, Mempersiapkan dan Memodifikasi) Alat / Bahan Praktikum Bagi Guru IPA dan Laboran SMP di Kecamatan Sukasda, Kabupaten Buleleng. *International Journal of Community Service Learning*, Vol. 1 (I): p. 10-16
- Sulaeman, C., dan Kusnadi. 2013. Kalibrasi Sensor Temperatur Dengan Metoda Perbandingan dan Simulasi. *Politeknik Negeri Jakarta*, [Http://jurnalpnj.com/index.php/politeknologi/article/view/2](http://jurnalpnj.com/index.php/politeknologi/article/view/2)

Penggunaan Ekstrak Buah Merah (*Pandanus conoedius*, *Sp.Lam*) Asal Papua sebagai Pewarna Morfologi Eritrosit dengan Metode Sediaan Apusan Darah Tepi (SADT)

Dais Iswanto¹, Purwanto², Nuraliah Rusman³

Dais Iswanto, Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura, 99351 yabansay@gmail.com

Purwanto, Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura, 99351, purwantoaldi@yahoo.com

Nuraliah Rusman, Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura, 99351,

nuraliah.rusman@gmail.com

Abstract

Red fruit or *Pandanus conoedius*, *Lam* are Papuan endemic plant that has received much attention from academics, practitioners, researchers because of its benefits. Apart from being known as a red fruit herbal medicine, it is an important object of research in the Papua region. The research objective was to determine the use of red fruit extract as a dye for erythrocyte morphology that could replace chemical dyes. The study design used a positive control of Giemsa's standard staining as a comparison of the results of erythrocyte morphological staining. The use of red fruit extract for erythrocyte staining was repeated 3 times with different immersion time groups. The parameters observed included color, shape, size of erythrocytes. Analysis of research data using descriptive statistics. The results showed that the red fruit staining *Pandanus conoideus*, *Sp.Lam*, was able to produce contrasting colors on erythrocytes using the peripheral blood smear method, although it was not as good as using Giemsa's standard dye. And extract of red fruit staining with a duration of 15 minutes of immersion was the best for staining erythrocytes compared to the other immersion groups. The research findings promise that natural dyes are cheaper, easier to make with results according to clinical examination standards. So that development research on red fruit as material for examination in the laboratory can continue as needed.

Key words: *Pandanus conoedius*, *Lam*, staining, erythrocytes

PENDAHULUAN

Pranata Laboratorium Pendidikan yang selanjutnya disingkat PLP adalah jabatan yang mempunyai ruang lingkup tugas, tanggung jawab, dan wewenang untuk melakukan pengelolaan laboratorium pendidikan yang diduduki oleh Pegawai Negeri Sipil dengan hak dan kewajiban yang diberikan secara penuh oleh pejabat yang berwenang. Dalam praktiknya para PLP memiliki tanggung jawab dan tugas yang jelas di atur dalam peraturan dan perundang undangan. Salah satu tugas yang wajib dikejakan selama menjadi PLP adalah pengembangan profesi. Jelas dalam pasal 28 menyebutkan bahwa seorang PLP paling kurang 80% (delapan puluh persen) angka kredit berasal dari diklat, pengelolaan laboratorium, dan pengembangan profesi (PermenPan,2010).Implementasi engembangan profesi bagi PLP dalam peraturan dapat dilakukan dalam lima kategori, salah satunya adalah penulisan karya tulis ilmiah. Fokus topik penulisan dibatasi pada manajemen laboratorium pendidikan dan keilmuan yang relevan dengan bidang laboratrium.

Pendidikan kedokteran di Universitas Cenderawasih (Uncen) Jayapura, Papua berdiri sejak tahun 2002 pada bulan September hingga sampai saat ini. Kurikulum pembelajaran yang diterapkan mengalami beberapa kali perubahan sesuai kebutuhan namun masih dalam kerangka pendidikan kedokteran nasional. Laboratorium di Fakultas Kedokteran (FK) Uncen sebagai salah satu fasilitas pendidikan kedokteran melayani dua kelompok praktikum di tingkat pre klinik. Pelayanan praktikum tersebut dibagi menjadi dua bagian besar yang terdiri dari laboratorium terpadu (lab) mikroskopis dan lab. terpadu non mikroskopis. Praktikum yang tergabung dalam lab.non mikroskopis adalah biokimia, ilmu faal, forensik, anatomi, dan kelompok biomedik. Sedangkan kelompok lab. mikroskopis melayani parasitologi, mikrobiologi, histologi, patologi klinik, patologi anatomi dan kegiatan riset dasar bagi mahasiswa untuk skripsi maupun dosen FK Uncen (PAFKUncen, 2015).

Pelayanan di laboratorium terpadu mikroskopis merupakan layanan praktikum terintegrasi penggunaan satu jenis laboratorium

dengan manajemen waktu dan sumber daya laboratorium. Salah satu topik atau kompetensi praktikum pre klinik dalam pendidikan kedokteran adalah sedian apusan darah tepi (SADT) (TimSKDI, 2012). Topik tersebut dilakukan pada parasitologi pada pemeriksaan malaria, praktikum patologi klinik pada topik evaluasi apusan darah tepi, histologi praktikum pengamatan sel dan jaringan, pada patologi anatomi pada pengamatan abnormalitas sel darah. Kompetensi mahasiswa dalam pemeriksaan eritrosit bervariasi berdasarkan tujuan praktikum. Pada pemeriksaan malaria mata kuliah parasitologi, mahasiswa diberikan pemahaman dan kemampuan pemeriksaan keberadaan parasit malaria yang terdapat pada eritrosit. Pemeriksaan tersebut dapat mudah dilakukan jika pewarnaan apusan darah tepi dilakukan dengan benar sesuai protokol pemeriksaan. Demikian pada pemeriksaan eritrosit untuk tujuan yang lainnya pada mata kuliah tertentu.

Prinsip dasar dari pewarnaan Giemsa adalah presipitasi hitam yang terbentuk dari penambahan larutan metilen biru dan eosin yang dilarutkan di dalam metanol. Yaitu dua zat warna yang berbeda yaitu Azur B (*Trimetiltionin*) yang bersifat basa dan eosin y (*tetrabromofluorescin*) yang bersifat asam seperti kromatin, DNA dan RNA. Sedangkan eosin y akan mewarnai komponen sel yang bersifat basa seperti granula, eosinofili dan hemoglobin. Ikatan eosin y pada azur B yang beragregasi dapat menimbulkan warna ungu, dan keadaan ini dikenal sebagai efek Romanowsky giemsa. Efek ini terjadi sangat nyata pada DNA tetapi tidak terjadi pada RNA sehingga akan menimbulkan kontras antara inti yang berwarna dengan sitoplasma yang berwarna biru (Arjatmo & Hendra, 2006).

Prinsip pewarnaan Giemsa sesungguhnya pewarna "netral" yang terdiri dari gabungan pewarna dasar biru metilen dan pewarna asam eosin, hal ini dapat memberikan rentang warna yang luas saat pewarnaan. Penyesuaian PH merupakan faktor penting dan harus disesuaikan untuk fiksatif yang berbeda. Kisaran pH ideal antara 6,4 dan 6,9 (Brown, Lea, & Febiger, 1993).

Larutan tersebut merupakan salah satu bahan standart di laboratorium dalam pemeriksaan hematologi termasuk eritrosit/sel darah merah. Harga giemsa relatif mahal, dan tidak mudah ditemukan di Papua karena harus pesan dan butuh waktu pengiriman dari luar Papua. Sedangkan kebutuhan setiap saat semakin meningkat untuk kebutuhan praktikum maupun riset mahasiswa dan para dosen. Dengan demikian upaya penggunaan bahan alam seperti ekstrak buah merah (*Pandanus conoideus, Sp.Lam, lam*) patut untuk dicoba sebagai pengganti giemsa untuk pemeriksaan eritrosit.

Buah merah (*Pandanus conoideus, Sp.Lam,*) mengandung karoten dan betakaroten yang menyebabkan warna merah yang sangat pekat pada buah merah. Buah merah memiliki kadar tinggi betakaroten yang dapat menghasilkan warna merah. Selain itu, buah merah menghasilkan warna yang sangat merah dikarenakan buah merah mengandung kandungan karoten dan betakaroten yang menyebabkan warna merah yang sangat baik dan sering digunakan sebagai zat warna. Kandungan karoten dan betakaroten inilah yang menyebabkan konsentrasi ekstrak buah merah ini berwarna merah dan diduga dapat digunakan sebagai pewarna alami (Rahayuningtyas et al., 2017). Keunikan lain dari buah merah adalah kandungan za bioaktif yang banyak bermanfaat dalam dunia riset. Buah merah (*Pandanus conoideus, Sp.Lam*) merupakan jenis tanaman yang termasuk ke dalam famili *pandanaceae* dan ditemukan secara endemik di wilayah Papua. Buah ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai salah satu sumber fitofarmaka Indonesia. Buah merah oleh masyarakat secara empiris telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Buah merah memiliki berbagai kandungan senyawa aktif yang penting bagi kesehatan di antaranya antikanker, penambah energi, kalsium, serat, protein, vitamin B1, vitamin C, asam miristat, asam linoleat, asam dekonat, omega 3, omega 6, dan omega 9 (Francis & Ayomi, 2015).

Manfaat penelitian ini menjanjikan bahan pengganti giemsa sebagai bahan pewarnaan eritrosit dengan ekstrak buah merah *Pandanus conoideus, Sp.Lam, lam* dengan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Selain itu, pengembangan peran laboratorium dapat lebih maksimal untuk kegiatan riset yang relevan, laboratorium dapat memproduksi preparat kering/ awetan eritrosit yang berkualitas untuk kegiatan praktikum mahasiswa, pelatihan bagi para guru MIPA, personil laboratorium junior dan secara umum untuk keperluan pembelajaran. Sampai saat ini belum ada penelitian dan publikasi tentang pemanfaatan ekstrak minyak Buah merah untuk pewarnaan apusan darah, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan kajian lebih mendalam.

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan di laboratorium mikroskopis terpadu I di Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura, Papua. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juli Tahun 2020.

Desain penelitian

Penelitian menggunakan desain eksperimental yaitu memberikan perlakuan pada obyek kajian untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Kelompok penelitian dibagi menjadi dua yang terdiri kelompok kontrol positive metode giemsa 25 % (A) dan kelompok buah merah (B). Kelompok B dibagi menjadi 5 unit berdasarkan waktu atau durasi perendaman ekstrak tradisional buah merah yang terdiri B1 (15 Menit), B2 (25 Menit), B3 (35 Menit), B4 (45 Menit) dan B5 (55 Menit). Masing masing kelompok diulang 5 kali sehingga diperoleh 30 unit slide sediaan untuk diperiksa dengan perbesaran 1000x menggunakan minyak *immersion* untuk mendapatkan data penelitian.

Prosedur penelitian

Sampel disiapkan secara protocol standart pemeriksaan sediaan apusan darat tepi (SADT) dengan cara sebagai berikut.

Alat dan bahan

Pipet tetes, mikroskop binokuler Olympus CX 31, deck glass, cover glass, pinset, wadah ejakulat/semen, container staining glass, botol belalai, aquabidestilata, methanol, larutan buffer pH 6,8, larutan pH 2,4. Indikator pH kertas, safranin O, krystal violet, kertas label, alat tulis, camera pocket/Handphone android, hair dryer, tissu basah, tissu kering, tempat sampah infeksius, rak pewarnaan dan ekstrak buah merah.

Pembuatan ekstrak buah merah

- 1) Buah merah tua dari pasar tradisional dipotong potong dan dicuci bersih
- 2) Dikukus dalam dandang selama 1 jam dengan api kecil
- 3) Buah merah hasil kukus disaring dengan saringan aluminium (dengan cara diremas remas sampai isi buah merah terpisah) untuk mendapatkan pasta murni
- 4) Pasta murni disterilkan selama 1 jam pada suhu 100 derajat dengan sterilisator
- 5) Hasil sterilisasi pasta buah merah di pusingka dengan centrifuge 3000 rpm selama 20 menit untuk mendapatkan minyak murni dan sisa pasta
- 6) Saring dengan kertas whatman no. 4 hasil minyak centrifuge
- 7) Ekstrak minyak buah merah siap digunakan

Metode pewarnaan

Seluruh slide yang telah dibuat sediaan apus darah tepi (SADT) diberikan pewarnaan sesuai desain penelitian dengan durasi waktu yang berbeda beda kemudian dilakukan pengamatan untuk pengumpulan data.

Analisis data

Data penelitian dilakukan dengan analisis deskriptive kualitatif. Tujuan analisis tersebut digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari dua kelompok data penelitian yang bersifat kategorik yang berfungsi untuk mendapatkan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan sediaan eritrosit dengan metode sediaan apus darah tepi (SADT) dengan pewarnaan ekstrak buah merah (BM)

menunjukkan perbedaan dibandingkan Pewarnaan Giemsa 25 % (PG) (penggunaan pewarna standart Giemsa). Profile sebagian slide PG menunjukkan gambaran ketajaman yang bagus, memiliki batas yang jelas antara satu sel dengan yang lainnya, warna terang, cerah dan seluruh komponen eritrosit terwarnai penuh dan hanya satu slide yang terlihat pucat, warna tidak merata dan banyak residu skitar sel yang diwarnai (Figure.1).

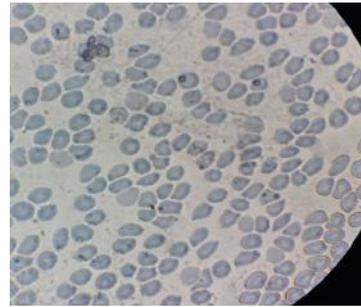


Figure 1. Pewarnaan Giemsa 25 % pada eritrosit

Kelompok pewarnaan BM dengan durasi perendaman 15 menit, tampak dalam pengamatan tiga slide menunjukkan warna agak pucat, batas sel satu dengan yang lainnya jelas, tidak ditemukan residu, seluruh sel meyerap warna secara penuh sedangkan dua slide sel sebagian menyerap warna, sebagian tampak kosong, terdapat beberapa residu dan sel seluruh sampel memiliki perbedaan ketajaman dibandingkan KPG. Hasil pewarnaan BM (15") dapat dilihat pada Figure.2.



Figure 2. Pewarnaan BM 15 menit

Temuan pewarnaan kelompok BM 25 menit menunjukkan penurunan ketajaman dibandingkan kelompok BM 15 menit. Hasil pengamatan lima slide pucat kemerahan, tidak ditemukan residu, sel satu dengan yang lain memiliki batas yang sangat jelas, sel seluruhnya terwarnai penuh, bentuk sel tidak mengalami perubahan dan seragam, secara rinci dapat dilihat pada Figure.3.



Figure 3. Pewarnaan BM 25 menit

Hasil pewarnaan BM durasi 35 menit seluruh slide sediaan apus adarh tepi (SADT) menunjukkan tampilan yang sangat pucat, eritrosit terwarnai seluruhnya, batas antara satu sel dengan lainnya kurang jelas, tepi sel eritrosit bergelombang/mengkerut (kriptonasi), warna sel mirip dengan pewarnaan BM durasi perendaman 15 menit. Tampak beberapa sel mengalami perubahan bentuk seperti sel target dan bagian tengah tidak menyerap warna (Figure.4).



Figure 4. Pewarnaan BM 35 menit

Pewarnaan BM pada durasi perendaman 45 menit menunjukkan gambaran slide pucat kemerahan, batas sel satu dengan lainnya sangat jelas, hampir seluruh sel eritrosit bagian tengah tidak terwarnai/ kosong, bentuk sel tetap oval normal, tidak ditemukan residu seperti tampak pada figure.5.



Figure 5. Pewarnaan BM 45 menit

Hasil pengamatan pewarnaan BM 55 menit total lima slide memiliki karakter yang sama. Beberapa tampilan yang dapat diamati adalah sel eritrosit memiliki batas yang kurang jelas, semua bagian sel terwarnai, bentuk sel normal

oval, tidak ditemukan residu, ditemukan beberapa sel crypto seperti Figure.6.



Figure 6. Pewarnaan BM 55 menit

Berikut ringkasan hasil pengamatan slide masing masing perlakuan Giemsa dan ekstrak buah merah.

Pembahasan

Pewarnaan giemsa adalah pewarna diferensial dan mengandung campuran pewarna Azure, Methylene blue, dan Eosin. Karakter pada bahan Azure dan eosin adalah pewarna asam yang secara bervariasi menodai komponen dasar sel seperti sitoplasma, granula, dan lain - lain. Sedangkan pada Methylene blue bertindak sebagai pewarna dasar bersifat basa yang menodai komponen asam, terutama inti sel. Prinsip pewarnaan Giemsa dijelaskan bahwa pewarna giemsa merupakan larutan pewarnaan polikromatik mengandung metilen biru dan eosin. Giemsa adalah pewarna basa dan asam tersebut menyebabkan efek beberapa warna saat diterapkan ke sel. Komponen dasar sel darah sitoplasma diwarnai oleh pewarna asam dan mereka digambarkan sebagai eosinofilik atau asidofilik. Komponen asam (misalnya nukleus dengan asam nukleat) mengambil warna biru ke ungu dari pewarna dasar dan mereka disebut basofilik. Komponen netral sel diwarnai oleh kedua pewarna yang terkandung dalam Giemsa. Dengan demikian hakikat penggunaan giemsa sebagai pewarna sel adalah sifat asam dan basa yang menyusun larutan pewarnaan tersebut dengan cara presipitasi. Berdasarkan karakter pewarnaan giemsa yang menekankan pada zat pewarna dan tingkat keasaman netral, minyak buah merah (BM) juga memiliki kemiripan sifat karena memiliki Ph 7,2 (netral) dan kandungan zat warna merah *betacarotene* di dalamnya yang diduga dapat berfungsi sebagai pewarna sel. Hal tersebut diperkuat dalam penelitian penelitian terdahulu

yang menyatakan kandungan karoten dan betakaroten inilah yang menyebabkan konsentrasi ekstrak buah merah ini berwarna merah dan diduga dapat digunakan sebagai pewarna alami (Rahayuningtyas et al., 2017). Betacarotene inilah yang menyebabkan warna merah pada buah merah. Zat ini telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat Papua sebagai pewarna makanan alami yang baik (Suherna Sasmita et al., 2017).

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa minyak BM dapat digunakan menjadi pewarna eritrosit dengan metode SADT dengan durasi perendaman 15 menit dibandingkan kelompok durasi lainnya. Bukti pengamatan slide ada kelompok perendaman 15 menit paling banyak memiliki kemiripan dengan pewarna standart Giemsa (Tabel.1). Jika ditinjau aspek warna seluruh sampel slide memiliki warna coklat khas, batas sel jelas, bentuk sel normal/oval, dan ukuran sel sebagian besar normosit dan hanya satu slide yang menunjukkan gambaran sel sebagian besar mikrosit. Sedangkan kelompok lainnya memiliki karakteristik yang berbeda lebih dari satu slide dibandingkan slide standart Giemsa dari aspek warna, bentuk dan ukuran sel. Indikator temuan tersebut memberikan makna bahwa minyak BM mampu menembus membrane sel eritrosit dengan baik hanya dalam waktu 15 menit, setelah waktu perendaman lebih lama semakin memberikan dampak buruk pada warna, ukuran dan bentuk sel. Penelitian tersebut masih relevan dengan kajian terdahulu, yang menjelaskan bahwa hasil uji ekstrak minyak buah merah sebagai pengganti zat pewarna primer menghasilkan hasil yang cukup memuaskan. Buah merah menghasilkan warna yang sangat merah dikarenakan buah merah mengandung kandungan karoten dan betakaroten yang menyebabkan warna merah yang sangat baik dan sering digunakan sebagai zat warna meskipun buah merah belum pernah dipakai sebagai zat warna untuk mewarnai bakteri (Rahayuningtyas et al., 2017).

Hasil penelitian sejalan dengan temuan penelitian serupa tentang penggunaan pewarna dari minyak buah merah pada bakteri, yang

menemukan bahwa larutan pewarna asal buah merah yang digunakan dalam pewarnaan Gram menghasilkan beberapa warna yang hampir menyerupai pewarna standart *fuchsin*. dengan makna lain bahwa minyak BM mampu memberikan efek warna pada bakteri atau sel. Minyak BM yang digunakan sebagai pewarna dapat menghasilkan efek warna tampak pucat kecoklatan bahkan keunguan agak memudar (Suherna Sasmita et al., 2017). Efek minyak BM/ sari buah merah dalam berbagai penelitian terbukti dapat mempengaruhi sel secara molekuler. Meskipun pengujian BM secara saintifik dengan metodologi modern masih sangat sedikit, pemanfaatan minyak BM terbukti dapat digunakan untuk berbagai kajian seluler yang bersifat patologis seperti diabetes, anti tumor, anti – atherosclerotic, anti inflamantory, untuk mencegah peningkatan tekanan darah dan proteinuria pada model tikus dengan preeklamsia yang diinduksi stres (Schirra et al., 2020). Hal tersebut menjelaskan bahwa minyak BM dapat memberikan efek metabolisme seluler termasuk reaksi terhadap penyerapan warna sel yang memiliki dampak terhadap metabolisme sel seperti eritrosit.

Limitasi penelitian ini adalah penggunaan metode yang digunakan dalam pembuatan minyak BM semi tradisional, karena belum ditemukan standart baku pengolahan BM, maka kemungkinan kualitas minyak BM yang dihasilkan banyak dipengaruhi oleh factor luar seperti penanganan pasca produksi, oksidasi, reaksi reaksi dengan peralatan yang dipergunakan dalam proses produksi sehingga mengakibatkan berbagai efek tertentu. Obyek penggunaan minyak BM terus dilakukan belakangan ini, sehingga masih terbuka potensi pemanfaatan minyak BM sebagai bahan riset dasar. Untuk itu pengembangan aspek metodologi dan penggunaan efek minyak BM murni maupun BM modifikasi untuk keperluan yang lain masih terbuka untuk dilakukan kajian kajian secara lebih modern.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Pewarnaan buah merah/BM (*Pandanus conoideus*, Sp.Lam.) mampu menghasilkan warna kontras pada eritrosit dengan metode sediaan apus darah tepi (SADT) meskipun tidak sebaik jika menggunakan pewarna standart Giemsa. Dan pewarnaan BM dengan durasi perendaman 15 menit paling baik untuk mewarnai eritrosit dibanding kelompok perendaman yang lain dengan metode sediaan apus darah tepi (SADT).

Saran

Penelitian laboratorium yang memanfaatkan potensi sumber daya local seperti BM masih butuh pengembangan dan kajian mendalam ditinjau dari aspek metodologi dan efek kandungannya terhadap obyek tertentu. Agar semakin banyak referensi kajian BM hendaknya penelitian yang fokus pada BM terus dikembangkan untuk mencari efek dominan terhadap kemanfaatan medis ataupun pembelajaran

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan atas seluruh dana penelitian yang diberikan kepada tim peneliti.

Daftar Pustaka

Arjatmo, T., & Hendra, U. (2006). *Pemeriksaan Hematologi Sederhana*. Jakarta: Salemba FKUI Jakarta.

Brown, A., Lea, G., & Febiger, F. (1993). *Hematology: Principles and Procedures, Sixth Edition*. Philadelphia: Philadelphia press p.101.

Francis, A., & Ayomi, M. (2015). Buah Merah (*Pandanus conoideus*) terhadap Penyerapan Zat Besi (Fe) dalam Red Fruit (*Pandanus conoideus*) to The Absorption of Iron (Fe) in The. *Skripsi*.

PermenPan. (2010). *Petunjuk Pelaksanaan Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya. 1999*, 2–22.

FKUncen, T. (2015). *Pedoman Akademik Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura*. Jayapura Papua: FK Uncen Press.

TimSKDI. (2012). *Standart Kompetensi Dokter Indonesia*. Jakarta: SKDI press.

Wang, R. (2010). Red Blood Cell Classification Through Depth Map and Surface Feature.

Webster, J. (2004). *Bioinstrumentation-Hematology*. John Wiley & Sons, Inc., ISBN978-0-471-26327-2, pp.170-188.

Rahayuningtyas, A. D., Dewi, W., & Sudjarwo, I. (2017). Pemanfaatan ekstrak etil asetat buah merah sebagai zat pengganti pewarna primer pada teknik pengecatan tunggal bakteri gram batang. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran*, 29(2), 1–6.

<https://doi.org/10.24198/jkg.v29i2.18583>

Schirra, C., Xia, N., Schüffler, A., Heck, A., Hasselwander, S., Förstermann, U., & Li, H. (2020). Phosphorylation and activation of endothelial nitric oxide synthase by red fruit (*Pandanus conoideus*, Sp.Lam Lam) oil and its fractions. *Journal of Ethnopharmacology*, 251(February 2019), 3–10.

<https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112534>

Suherna Sasmita, I., Dewi, W., & Dewi, I. (2017). Extract Ethyl Acetate Red Fruit (*Pandanus conoideus*, Sp.Lam Lam.) as a Counterstain in Gram Staining Technique. *International Journal of Sciences*, 3(07), 28–32. <https://doi.org/10.18483/ijsci.1357>

Perancangan Mini Flume Tank sebagai Media Pembelajaran Simulasi Gelombang Laut Reguler pada Laboratorium Departemen Teknik Kelautan

Dwi Purnomo H¹⁾, Agus Sulaiman²⁾

*Fakultas Teknologi Kelautan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
dphendra@its.ac.id*

Abstrak

Fakultas Teknologi Kelautan memiliki beberapa laborotorium yang digunakan untuk simulasi fisik gelombang laut sebagai sarana pembelajaran dan penelitian yakni Laboratorium Hidordinamika (towing tank) dan Laboratirum Lingkungan dan Energi (Flume Tank) yang terletak di Departemen Teknink Kelautan. Keberadaan kolam flumentank sebagai simulasi gelombang laut berguna untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap fenomena gelombang laut dalam kegiatan pendidikan dan penelitian. Besarnya biaya operasional dan perawatan dalam penggunaan peralatan pembangkit gelombang serta usia peralatan yang sudah lebih dari 30 tahun, membutuhkan sebuah inovasi yang tepat guna. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain prototype kolam uji yang mampu mensimulasikan gelombang air laut dengan volume yang lebih kecil dengan tetap memperhatikan parameter penting dan kesesuaian dengan standart yang berlaku. Kegiatan ini diawali dengan mengumpulkan referensi terkait kolam dan pembangkit gelombang laut yang sudah ada. Pembuatan mini Flume Tank menggunakan skala 1 : 10 pada kondisi kolam sebenarnya. Mini Flume Tank dibuat dengan ukuran geometri dimensi 200x40x40 cm dengan ketinggian permukaan air selama pengoperasian bervariasi 15-25 cm. Pembangkit gelombang yang digunakan berjenis plunge dengan dimensi (p x l x t) 25x39x20 cm. Mesin pembangkit gelombang menggunakan motor dc 12-24 volt dengan daya motor sebesar 300-500 watt. Kecepatan motor dikontrol dengan mikrokontroller berbasis arduino dengan metode pulse width modulation (PWM). Mini Flume Tank telah diuji coba secara terbatas dan mampu menghasilkan gelombang reguler. Mini Flume Tank yang telah didesain kedepannya dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap fenomena gelombang air laut reguler.

Kata kunci: flume tank, mikrokontroller, pembangkit gelombang, plunger

1. PENDAHULUAN

Fakultas Teknologi Kelautan memiliki beberapa laboratorium yang digunakan untuk simulasi fisik gelombang laut sebagai sarana pembelajaran dan penelitian yakni Laboratorium Hidrodinamika (towing tank) dan Laboratorium Lingkungan dan Energi (Flume Tank) yang terletak di Departemen Teknik Kelautan. Keberadaan kolam flumetank sebagai simulasi gelombang laut berguna untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap fenomena gelombang laut dalam kegiatan pendidikan dan penelitian. Pada Laboratorium Lingkungan dan Energi (Flume Tank) memiliki kapasitas penampungan sebesar 40 m^3 . Penggunaan konsumsi daya listrik terhitung cukup besar untuk kedua alat tersebut masing-masing menggunakan MCB 3 phase sebesar 60 A. Besarnya kapasitas kolam uji dan mesin pembangkit gelombang menjadikan biaya pengoperasian dan perawatan cukup besar.

Dalam konteks pembelajaran pengenalan gelombang laut pada mata kuliah Hidrodinamika dan Mekanika Gelombang, agar mahasiswa mengetahui beberapa ilmu dasar terkait karakteristik dan jenis gelombang laut terbilang cukup pokok dan penting dalam bidang kelautan. Proses pembelajaran pada materi dasar bidang kelautan ini bisa menjadi efektif dan efisien apabila peralatan yang digunakan memiliki fungsi dengan tingkat konsumsi sumberdaya listrik dan air yang tidak terlalu besar, lebih praktis dan ramah dalam pengoperasiannya.

Untuk mewujudkan kegiatan pendidikan dan pemahaman terkait gelombang laut, diperlukan sebuah peralatan yang mampu mewakili prinsip kerja Flume Tank dengan konsumsi sumberdaya listrik dan air yang lebih hemat.

Studi Literatur

Potensi sumberdaya kelautan Indonesia yang masih cukup besar untuk terus dikembangkan, membuat bidang kemaritiman dan energi terbarukan masuk dalam 10 fokus riset nasional (Ristekdikti, 2017). Dalam institusi pendidikan, kualitas riset sangat perlu didukung dengan kualitas laboratorium sebagai sarana untuk melakukan kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS sebagai salah satu

departemen yang berkomitmen untuk memajukan kualitas riset Indonesia khususnya dibidang kelautan. Sebuah peralatan kategori 3 dengan fungsi sebagai kolam uji kavitasasi pada laboratorium Departemen Teknik Kelautan telah mampu diimplementasikan dan membantu kegiatan penelitian yang dilakukan mahasiswa (Hendradhata, 2018). Sebuah penelitian dalam skala terbatas yakni pembuatan prototype simulator gelombang laut dengan menggunakan variasi frekuensi dan amplitudo yang diskalakan berdasarkan kondisi gelombang laut sebenarnya (Rifai, dkk, 2012). Sebuah pembangkit gelombang skala laboratorium dengan sistem pedal berhasil diterapkan dengan sistem kontrol open hardware menggunakan mikrokontroler (Kopayana, dkk, 2019). Pengaruh gelombang reguler terhadap sebuah bangunan ponton mampu diamati olah gerakannya dengan bantuan peralatan berbasis mikrokontroler berhasil dilakukakn pada sebuah kolam uji towing tank di laboratorium hidrodinamika (Setiawan, 2018).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan ini dilakukan dengan memperhatikan beberapa tahapan yang diterjemahkan dengan waktu pelaksanaan kegiatan sesuai dengan Tabel 1. Pelaksanaan Kegiatan Penelitian sesuai dengan perencanaan awal.

Tabel 1: Pelaksanaan Kegiatan

No.	Uraian Kegiatan	Minggu ke -									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Studi Literatur	■	■								
2	Penyusunan Bahan dan Alat		■								
3	Pembuatan Strukur Kolam Uji			■	■	■	■				
4	Pembuatan Kolam Uji				■	■	■	■			
4	Perakitan Instrumentasi kontrol					■	■	■	■		
5	Pembuatan Mekanik Pembangkit Gelombang						■	■	■	■	
6	Pengujian dan Evaluasi							■	■	■	■

Bahan, Alat dan Metode Pengerjaan Bahan Umum dan Khusus

Dalam penelitian ini untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan dilakukan tahap perencanaan terkait penyusunan kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan sesuai dengan

pembagian kategori alat dan bahan sebagai berikut :

Tabel 2: Kebutuhan bahan “Mini Flume Tank”

Nama	Kategori
Besi Hollow 4x4 cm	Umum
Besi siku 4x4 cm	Umum
Plat Besi 2 mm	Umum
Kawat Las rb26	Umum
Batu Gerinda Potong	Umum
Kaca Aquarium 10 mm	Khusus
Lem Kaca Silikon	Khusus
Akrilik	Umum
Motor DC 12 -24 Volt	Khusus
Inverter 3 Phase	Khusus
Kabel 3x1,5	Umum
Gear Rack	Khusus
Cat anti karat	Khusus
Thinner A	Umum

Disamping bahan pada Tabel 2, terdapat beberapa bahan yang bersifat sebagai penunjang. Pemilihan bahan didasarkan pada kebutuhan dan kesesuaian kondisi kolam sebenarnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan dipasar.

Peralatan

Secara umum pengerjaan pembuatan kolam uji ini menggunakan beberapa peralatan sebagai berikut :

Tabel 3: Kebutuhan alat “Mini Flume Tank”

Nama	Kategori
Mesin Las	Ak 2
Mesin Gerinda	Ak 2
Mesin Bor besi	Ak 2
Sikat Baja	Ak 1
Obeng +,-	Ak 1
Tang Kombinasi	Ak 1
Kunci Pas Ring	Ak 1
Kunci Pipa	Ak 1
Gergaji Besi	Ak 1
TestPen	Ak 1
Pisau Cutter	Ak 1
Meteran	Ak 1
Waterpass	Ak 1

*Ak = Alat Kategori

Penyusunan bahan dan peralatan tersebut diatas dilakukan agar pelaksanaan pengerjaan dapat berjalan lancar dan tepat waktu.

Metode Pengerjaan

Langkah awal dalam memulai pengerjaan adalah melakukan studi literatur untuk menetapkan skala model geometri kolam uji yang digunakan selanjutnya akan dilakukan perancangan dan perakitan serta pengujian melalui tahap *research and development*.

Tabel 4. Hasil perhitungan skala “Mini Flume Tank”

No.	SKALA	DIMENSI KOLAM (m)			
		Panjang	Lebar	Tinggi	Volume (m ³)
1	1	20,00	2,00	1,50	50,00
2	5	4,00	0,40	0,30	0,40
3	10	2,00	0,20	0,15	0,05
4	15	1,33	0,13	0,10	0,01
5	20	1,00	0,10	0,075	0,01

Pembuatan model mini flume tank ini lebih ditekankan kepada kemampuan sistem motor penggerak dalam menghasilkan gelombang laut dengan ukuran tinggi tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada beberapa laboratorium dilingkungan Departemen Teknik Kelautan. Proses pengerjaan mengacu pada tabel 1. Rencana kegiatan, diawali dengan studi literatur untuk menentukan skala prototype dan instrumen pendukung yang sesuai. Melalui studi literatur dan diskusi dengan tim pada penelitian ini digunakan skala 1:5 untuk ukuran kolam dengan melakukan distorsi pada panjang kolam, yakni menggunakan dimensi kolam berukuran adalah 200 x 40 x 40 cm. Tahapan pengerjaan selanjutnya meliputi pembuatan struktur kolam, kolam uji, mekanik pembangkit gelombang dan instrumentasi kontrol motor pembangkit gelombang. Kesemua elemen kemudian dilakukan perakitan, ujicoba dan evaluasi untuk mendapatkan hasil awal yang diharapkan

yakni dapat membangkitkan gelombang reguler.

3.1 Proses Pengerjaan dan Perakitan

3.1.1 Struktur Kolam

Kegiatan pembuatan struktur kolam menyesuaikan dengan ukuran skala kolam uji dan ketersediaan bahan pada saat penyusunan alat dan bahan. Pengerjaan menggunakan bahan dasar besi galvalum 4x4 cm yang dipadukan dengan besi siku yang disambung dengan teknik pengelasan. Teknik pelapisan bahan struktur kolam menggunakan cat dasar dan cat besi anti karat. Ketinggian struktur kolam yakni 75 cm menyesuaikan standart ergonomi posisi kerja dengan berdiri yakni berkisar 70-90 cm. Berikut proses pengerjaan struktur kolam pada laboratorium dinamika struktur :



Gambar 1. Proses pengerjaan struktur kolam uji

3.1.2 Kolam Uji

Pengerjaan kolam uji menggunakan bahan dasar kaca asahi dengan ketebalan 10 mm yang disambung dengan bahan khusus lem silicone tipe netral sehingga menjadi kolam dengan ukuran diameter dalam 200 x 40 x 40 cm. Berikut proses pengerjaan kolam uji yang dilakukan pada Laboratorium Lingkungan dan Energi Lautan :



Gambar 2. Proses pengerjaan kolam uji

3.1.3. Mekanik Pembangkit Gelombang

Secara keseluruhan pembangkit gelombang terdiri dari beberapa komponen yakni plunger, motor dan gear mekanik. Plunger merupakan salah satu komponen pembangkit gelombang berbentuk segitiga dengan ukuran 38 x 15 x 10 cm dengan sudut kemiringan tertentu yang digerakkan oleh sebuah motor DC. Pada penelitian ini plunger yang digunakan memiliki sudut kemiringan sebesar 60 derajat. Berikut proses pengerjaan plunger :



Gambar 3 . Proses pengerjaan plunger

Salah satu komponen lain adalah gear mekanik yang berfungsi merubah putaran rotasi motor menjadi gerakan translasi. Prinsip kerja yang digunakan adalah prinsip gear pinion pada as motor yang bergerak diatas gear rack dengan rasio perbandingan gear tertentu.

Penggerak utama dari pembangkit gelombang adalah sebuah motor DC dengan kecepatan putaran motor yang dapat diatur. Instrumentasi kontrol kecepatan motor menggunakan mikrokontroller arduino yang diprogram menggunakan metode pulse width modulation (PWM) untuk mengatur variasi kecepatan motor dari range 10 - 100 %. Berikut adalah tampilan motor pembangkit, gear set dan instrumentasi kontrol.



Gambar 5 . Instrumen kontrol kecepatan putaran motor

Semua komponen selanjutnya dirakit menjadi satu kesatuan sesuai dengan skema pada gambar 1. Keseluruhan komponen telah terinstal sesuai dengan fungsi dan tata letak, kemudian dilakukan proses pengujian sistem secara terbatas pada kemampuan untuk membangkitkan gelombang reguler.

3.2 Ujicoba

Secara keseluruhan sistem yang diujikan terbatas ini pada PWM 100% variasi pengaturan kecepatan putaran motor dan batas ketinggian plunger secara konstan maka gelombang reguler dapat dibangkitkan.



Gambar 6 . Pengujian pembangkit gelombang reguler

Selama proses ujicoba dilakukan beberapa pengaturan parameter dan pengamatan terkait performa peralatan secara keseluruhan agar diperoleh hasil yang diharapkan. Pada proses ujicoba, hasil yang diharapkan adalah kemampuan sistem untuk membangkitkan gelombang reguler. Metode yang dilakukan adalah dengan mengatur kecepatan putaran motor awal dengan variasi range PWM berkisar 15%-100% dengan variasi batas ketinggian pergerakan translasi plunger. Berikut adalah beberapa pengukuran yang diamati :

Tabel 5. Pengukuran Rasio PWM dengan Kecepatan Putaran Motor

No	Rasio PWM	RPM Motor Tanpa Beban	RPM Motor Dengan Beban
1	15 %	230	0
2	25 %	324	5
3	40 %	620	10
4	60 %	930	32
5	75 %	1224	40
6	100 %	1500	60

3.3 Analisa dan Evaluasi

Efektivitas dan efisiensi penggunaan mini *Flume Tank* dibanding dengan kolam uji

Jenis Kolam	Volume Air Maksimal	Beban daya Maksimal	Biaya Listrik / Kwh	Estimasi Biaya Total / Kwh	Estimasi Biaya Total / Bulan
Flume Tank	40 m ³	6600 Watt	Rp. 1400,-	Rp.9.240,-	Rp. 739.200,-
Mini Flume Tank	1,6 m ³	300 Watt	Rp. 1400,-	Rp. 420,-	Rp. 33.600,-

Flume Tank ukuran sebenarnya terkait konsumsi sumberdaya listrik dan air disajikan pada tabel berikut :

Secara keseluruhan sistem telah mampu bekerja untuk membangkitkan gelombang reguler. Pada pengaturan PWM 15% tanpa beban didapati putaran motor dapat bekerja, namun dengan kondisi terpasang beban motor tidak dapat berputar. Berdasar pengamatan dan pengukuran tersebut batas terendah PWM saat kondisi dengan beban adalah 60%.

4. KESIMPULAN

Pembuatan mini *Flume Tank* telah selesai dikerjakan dan dilakukan pengujian terbatas untuk mensimulasikan gelombang air laut dengan performa sistem secara keseluruhan menunjukkan mampu untuk menghasilkan gelombang reguler. Melalui perhitungan komparasi sederhana konsumsi sumber daya listrik mini *Flume Tank* dengan kolam uji sebenarnya dapat disimpulkan tingkat efisiensi hingga 21 kali lebih hemat. Mini *Flume Tank* ini dapat digunakan untuk

membantu proses pembelajaran kepada mahasiswa terkait bidang kelautan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terselenggaranya kegiatan penelitian ini sepenuhnya didanai oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Kami menghaturkan terima kasih kepada jajaran pimpinan dan pejabat dilingkungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah merealisasikan program hibah khusus PLP di tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Hendradhata, D.P, Ubaidillah, Z., Arief, M.M., 2018 Pembuatan Alat Kategori 3 “Kolam Uji Kavitasi” Sebagai Fasilitas Penunjang Kegiatan Penelitian Pada Laboratorium Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS, Prosiding Seminar Nasional PLP UNPAD.
- Kopayana, A.R., dkk., 2019, Pengaturan Wave Maker dalam Pembangkitan Gelombang Reguler dengan Variasi Kecepatan Motor Berbasis Mikrokontroler Open Hardware pada Laboratorium Hidrodinamika Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 7, No. 4.
- Kumar, S., Groth, A., and Vlacic, L., 2013, An Analytical Index for Evaluating Manufacturing Cost and Performance of Low-Pressure Hollowfibre Membrane Systems, *Journal Elsevier*, Vol. 332 pp. 44–51.
- Rifai, R. F, Hendrowati, W., 2012, Rancang Bangun Simulator Gelombang Laut Berskala Laboratorium Dengan Variasi Frekuensi dan Amplitudo, *Jurnal Teknik POMITS Vol 1 No.2*.
- Setiawan, K.B., 2018, “Pengukuran Olah Gerak Ponton Akibat Pengaruh Gelombang Reguler dengan Variasi Bentuk dan Muatan Berbasis Mikrokontroler pada Towing Tank Laboratorium Hidrodinamika,” vol. 6, no. 3, pp. 1–9.

Rekonstruksi Set Alat Transformator Pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Dasar

Hana Susanti¹⁾, Cahyo Puji Asmoro¹⁾, Yizal Fajri¹⁾

¹⁾Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154

*) Email: hanasusanti@upi.edu

Abstrak

Materi transformator sangat penting diberikan untuk mahasiswa Departemen Pendidikan Fisika karena merupakan penerapan dari konsep induksi elektromagnetik. Ketersediaan alat dan bahan di laboratorium Fisika Dasar (LFD) menyebabkan materi praktikum tersebut tidak bisa dilanjutkan. Kumbaran yang digunakan tidak memadai untuk merancang set transformator sederhana yang menghasilkan data yang baik. Inti Besi U yang ada di LFD yang sesuai dengan kumbaran hanya ada 1 unit, sehingga kelompok praktikum harus bergantian menggunakannya. Hal ini menyebabkan praktikum tidak berjalan efektif dan efisien. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konstruksi set alat transformator sederhana yang bisa dirangkai oleh mahasiswa secara aman, namun menghasilkan data yang baik. Pengadaan alat dan bahan yang efisien dan mudah didapat di pasaran menjadi salah satu pertimbangan penelitian ini. Metode penelitian yang digunakan adalah pengumpulan data berdasarkan eksperimen. Setelah melakukan perancangan, set alat transformator hasil rancangan di uji coba di laboratorium sampai mendapatkan data yang baik. Setelah melakukan 3 kali perbaikan set inti besi dan 1 kali pembuatan kumbaran, akhirnya didapat rekonstruksi set alat transformator yang menghasilkan V_2 yang mendekati V_{hitung} sehingga layak untuk digunakan dalam praktikum matakuliah Eksperimen Fisika Dasar.

Kata kunci: Induksi Elektromagnetik, Transformator, Kumbaran

Abstract

Transformer material is very important lesson to students of the Department of Physics Education because it is an application concept of electromagnetic induction. The availability of tools and materials in the Basic Physics Laboratory (LFD) caused the practicum material are not to be continued. The coils used are inadequate for designing simple transformer sets that yield good data. The U iron core in the LFD that fits the coil is only 1 unit, so the practicum group has to take turns using it. This causes the practicum to not run effectively and efficiently. This research was conducted to determine the construction of a simple set of transformer tools that students can assemble safely, but produce good data. Procurement of tools and materials that are efficient and easily available in the market is one of the considerations for this study. The research method was used data collection based on experiments. After doing the design, the transformer set was tested in the laboratory until good data was obtained. After repairing the iron core set 3 times and making the coil 1 time, finally the reconstruction of the transformer tool set was obtained which produced V_2 that was close to V_{count} so that it was feasible to be used in the practicum of the Basic Physics Experiment subject.

Keywords: Electromagnetic Induction, Transformer, Coils

PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran melalui eksperimen fisika di perguruan tinggi, dibutuhkan alat-alat yang mendukung sehingga tujuan dari konsep materi yang ingin disampaikan dapat tercapai.

Salah satu materi dasar adalah mengenalkan konsep transformator, namun dihentikan karena ketersediaan alat yang tidak sesuai

dengan kebutuhan praktikum.. Untuk pengadaannya juga agak sulit, karena alat-alat yang dibutuhkan tidak ada di pasaran, walaupun ada berbeda spesifikasi.

Percobaan Transformator bertujuan mengenalkan konsep transformator (Trafo) yang merupakan salah satu alat elektronik yang sering kita gunakan sehari-hari. Mahasiswa diharapkan dapat merancang

rangkaian trafo *step up* dan *step down* (Tim Dosen Fisika Dasar, 2015). Prinsip Kerja Trafo adalah ketika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan bolak-balik, besar dan arah medan magnet yang ditimbulkan oleh kumparan primer tersebut akan selalu berubah. Kumparan sekunder berada di dekat kumparan primer sehingga perubahan medan magnet yang menembusnya menyebabkan terjadinya GGL induksi pada kumparan sekunder (Tripler 1998). Besar atau kecilnya tegangan yang dihasilkan kumparan sekunder diakibatkan oleh jumlah lilitannya (Utari, S., 2017)..

Alat utama yang dibutuhkan dalam percobaan transformator adalah 2 buah kumparan yang berbeda lilitan dengan inti besi U dan I. Ada beberapa masalah yang ditemukan terkait alat utama yang digunakan (Utari.S, 2017), yaitu:

- 1. Kumparan** yang selama ini digunakan adalah kumparan tembaga yang berbeda lilitan tetapi perbedaan lilitannya mempunyai nilai yang hampir sama, sehingga tidak menghasilkan trafo baik *step up* maupun *step down*.
- 2. Inti Besi U** yang ada di LFD hanya 1 unit, sementara untuk dijadikan mata praktikum EFD harus ada 6 set. Inti besi yang sesuai spesifikasi nya sudah tidak dijual di pasaran. Keterbatasan alat membuat mahasiswa harus bergantian dalam melakukan pengambilan data.
- 3. Inti Besi I** merupakan pasangan dari Inti Besi U sehingga kedua alat tersebut harus bisa klop dan mempunyai bahan yang sama. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, Kami ingin melakukan penelitian menentukan rekonstruksi yang tepat untuk set alat transformator. Dalam hal ini terkait desain kumparan dan inti besi yang tepat yang bisa dibuat dengan harga yang efisien namun bisa

menghasilkan desain trafo dengan data yang akurat, sehingga percobaan ini dapat kembali diberikan kepada mahasiswa agar memahami konsep transformator secara benar.

METODE

Metode penelitian yang digunakan berdasarkan data melalui eksperimen yang dilakukan. Metode ini adalah metode yang paling tepat digunakan karena berhubungan dengan alat dan bahan yang disusun yang harus dicobakan terlebih dahulu melalui beberapa pengujian (Oktaviandhy,2017).

Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah set alat dan bahan yang digunakan pada percobaan transformator yang akan dikembangkan melalui uji coba beberapa konstruksi alat yang berbeda mengacu pada referensi yang ada.

Langkah Penelitian

Langkah penelitian berdasarkan eksperimen untuk mendapatkan V2 berdasarkan data yang di ambil untuk melakukan perbandingan dengan rumus transformator :

$$\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2} \quad (\text{Utari,S., 2017})$$

Dimana :

N1 = Lilitan Primer

N2 = Lilitan Sekunder

V1 = Tegangan Primer/Sumber

V2 = Tegangan Sekunder / Output

Rekonstruksi Inti besi I

Dalam tahapan rekonstruksi ini, kami masih memegang prinsip efisiensi, sehingga mencoba menggunakan alat-alat yang ada dulu, sebelum membuat yang baru. Di LFD ada set kumparan yang punya nilai yang berbeda (N=250, N=750).

Tabel 1. Spesifikasi Kumparan I

Nama alat	Spesifikasi	Gambar
Kumparan N= 250 lilitan	Koker silinder $\phi=2,46$ cm; warna putih; ϕ kumparan = 3,138cm Kawat tembaga beremail; ϕ kawat = 0,7cm	
Kumparan N= 750 lilitan	Coker silinder $\phi=2,24$ cm; warna hitam; ϕ kumparan = 3,69cm Kawat tembaga beremail; ϕ kawat = 0,7cm	

Tabel 1 adalah data kumparan beserta spesifikasinya.

Desain set inti besi yang sesuai dengan set kumparan uji, yaitu Inti Besi U dan Inti Besi I. Gambar 3 adalah Set alat Inti Besi I yang dirancang untuk menjadi pasangan set kumparan 1 yang sudah tersedia di LFD. Spesifikasi yang adalah:

Inti Besi U :

$$p \times l \times t = 7,7 \times 1,69 \times 7,7 \text{ cm}$$

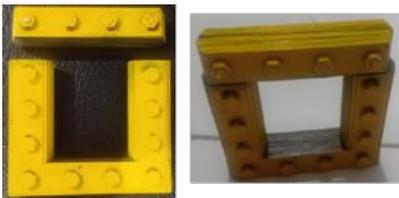
Inti Besi I :

$$p \times l \times t = 7,62 \times 1,51 \times 1,27 \text{ cm}$$



Gambar 4. Set Alat Inti Besi I

Rekonstruksi Inti Besi II



Gambar 5. Set Alat Inti Besi II

Gambar 4 adalah hasil rekonstruksi set alat ke II dengan bentuk mengikuti koker set kumparan I, yaitu silinder. Spesifikasi set Inti Besi 2 adalah:

Inti Besi U :

$$p \times l \times t = 8,2 \times 1,67 \times 6,52 \text{ cm}$$

Inti Besi I :

$$p \times l \times t = 7,7 \times 1,60 \times 1,27 \text{ cm}$$

Pengerjaan inti besi ini membutuhkan waktu lebih lama dari perkiraan Peneliti. Tahapan pembuatannya antara lain:

1. Menyiapkan gambar teknis inti besi silinder.
2. Proses penentuan bahan inti besi yang efektif dan efisien. Mencari bahan inti besi yang ada di pasaran.
3. Proses *cutting* lempeng besi menggunakan laser.
4. Proses laminasi setiap lempeng.

5. Menyusun inti besi dengan ketebalan total 15 mm dengan konstruksi inti besi U utuh.
6. Proses laminasi setiap lempeng inti besi sebelum di pres/disatukan secara permanen.
7. Proses penggabungan potongan-potongan lempeng besi yang sudah dilaminasi. untuk membentuk sisi yang silinder, harus disusun satu persatu karena setiap sisi berbeda.
8. Hasil penggabungan di press oleh mesin dan di laminasi lagi bagian luarnya.

Rekonstruksi set Kumparan II dengan Set Inti Besi III



Gambar 5. Set Inti Besi III

Gambar 5 adalah Set Inti Besi III. Tahapan pembuatan inti besi lebih mudah dibanding set inti besi II, karena mengikuti kern E yang sudah ada di pasaran. Untuk menjadikan inti besi U kern E tersebut dimodifikasi dengan memotong bagian tengah nya. Spesifikasi Set yang merupakan pasangan kumparan II adalah:

Inti Besi U :

$$p \times l \times t = 7,65 \times 1,31 \times 5,15 \text{ cm}$$

Inti Besi I :

$$p \times l \times t = 7,62 \times 1,44 \times 1,27 \text{ cm}$$

Untuk Set Kumparan yang dibuat disesuaikan dengan Set inti Besi III, seperti pada gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Set Kumparan II

Gambar 6 adalah Set Alat Kumparan yang dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat dudukan /koker yang disesuaikan dengan ukuran inti besi, sehingga inti besi dan kumparan akan menjadi pasangan yang pas.

- Koker dibuat sebagai kerangka dudukan sekaligus media isolasi antara koil dan inti, dibuat dari bahan pertiniek dengan ukuran tebal 0,15 cm. Koker trafo merupakan dudukan tempat koil primer dan sekunder sesuai dengan bentuk dan ukuran bahan kawat (*Obiansyah, 2012*) serta jumlah lilitan yang diinginkan sesuai rancangan.
- Untuk kawat induktor digunakan tembaga beremail dengan ketebalan 0,5 mm, disesuaikan dengan bahan yang banyak dipasaran dan umum digunakan sebagai trafo kecil.
- Sebagai alat uji dibuat kumparan dengan 750 lilitan dan 250 lilitan, pemilihan ini didasarkan pada hasil analisis pengambilan data sebelumnya, bahwa untuk mendapatkan nilai yang V_2 yang mendekati V_{hitung} nilai lilitan harus dalam rentang yang jauh (*Sumaryadi, dkk, 2013*).

Tabel 2. Spesifikasi Kumparan II

Jumlah lilitan	Tebal kawat (cm)	Tebal dudukan (cm)	Tinggi kumparan (cm)	Tebal lilitan (cm)
750	0,05	0,15	2,83	4,52
250	0,05	0,15	2,21	3,47

750	0,05	0,15	2,83	4,52
250	0,05	0,15	2,21	3,47

Tabel 2. Diatas adalah spesifikasi dari Set alat kumparan II yang dibuat dengan lilitan 750 dan 250.

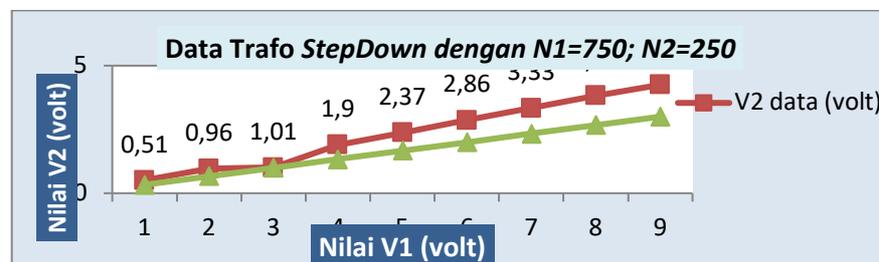
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekonstruksi Inti Besi I

Hasil uji coba menggunakan Set alat Inti besi I belum mendapatkan hasil yang baik. Hasil V_2 belum mendekati V_{hitung} . Walaupun ada kenaikan, tapi kenaikan secara grafik belum linier. Untuk itu dilakukan rekonstruksi ulang dengan set alat Inti besi II.

Rekonstruksi Inti Besi II

Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, Kami mencoba lagi mendesain set inti besi II sebagai pasangan set kumparan 1. Konstruksi inti besi 2 akan dicoba dengan bentuk mengikuti koker set kumparan I, yaitu silinder. Hanya saja biaya dan pengerjaan nya tidak mudah dan murah. Hasil belum mendekati V_{hitung} .



Gambar 7. Grafik Hasil Pengambilan Data *Step down* Kumparan I dengan Inti Besi II



Gambar 8. Grafik Hasil Pengambilan Data *Step Up* Kumparan I dengan Inti Besi II

Dari gambar 7. Dan 8 di atas grafik hasil data menggunakan set alat inti besi II, menunjukkan V_2 data yang belum mendekati V_2 hitung. Analisis peneliti adalah karena kurang klop nya antara inti besi U dan inti Besi I sehingga memperbesar nilai rugi-rugi arus Eddy. Apalagi pada data V_1 5 volt ke

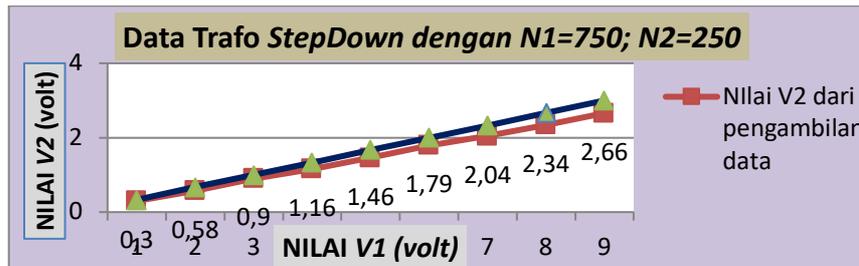
atas, nilai V_2 sangat jauh dari V_{hitung} . Karena proses pengerjaan set inti besi II yang cukup sulit, maka peneliti tidak bisa merekomendasikan set inti besi 2 untuk dijadikan set alat rekonstruksi yang tepat.

Rekonstruksi set Kumbaran II dengan Set Inti Besi III

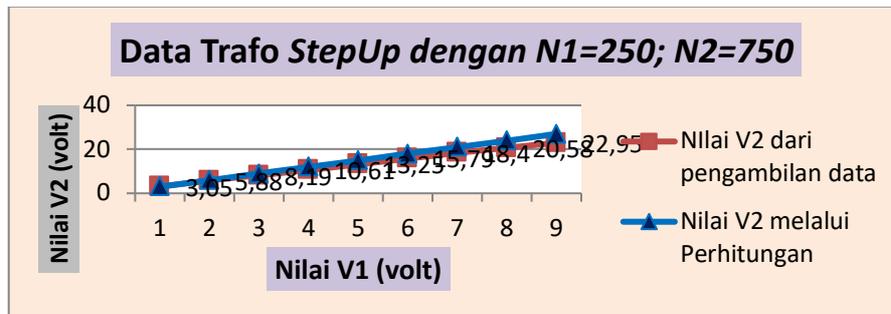
Berdasarkan dua hasil uji coba dengan inti besi I dan II, Penulis masih belum mendapatkan hasil optimal. Dari hasil analisis, tim peneliti mencoba kembali set alat kumbaran dan inti besi yang mudah dijumpai bahnanya di pasaran. Tahapan

pertama adalah membuat dahulu set alat inti besi.

Tahapan pembuatan inti besi III lebih mudah dibanding set inti besi II, karena mengikuti kern E yang sudah ada di pasaran. Pembuatan kumbaran II disesuaikan dengan ukuran inti besi III. Hasil uji coba dari set alat tersebut pada tabel 4 di bawah ini:



Gambar 9. Grafik Hasil Pengambilan Data Step Down Kumbaran II dengan Inti Besi III



Gambar 10. Grafik Hasil Pengambilan Data Step Up Kumbaran II dengan Inti Besi III

Berdasarkan grafik pada gambar 9 dan 10, hasil uji coba set alat kumbaran II dan inti besi III mendapatkan nilai V_2 yang lebih baik dan mendekati nilai V_{hitung} . Untuk trafo *stepdown*, pada V_1 rendah, nilai data V_2 yang didapat sangat bagus, dapat dilihat pada $V_1 = 1$ volt didapat $V_2 = 0.3$, sedangkan nilai $V_{hitung} = 0.33$. Begitu juga untuk trafo *Step up*, pada $V_1 = 1$, data $V_2 = 3.05$ volt, sedangkan V_{hitung} adalah 3 volt.

Pada trafo *stepdown*, untuk V_1 antara 1 – 5 volt, nilai V_2 secara rata-rata sangat konsisten. Sementara pada trafo *step up*, untuk V_1 antara 1-3 volt nilainya V_2 yang didapat masih mendekati V_{hitung} . Hanya untuk V_1 diatas 3 volt rentang antara V_2 data dan V_{hitung} mulai besar. Namun meskipun demikian nilainya masih lebih baik dibanding data pada percobaan sebelumnya.

KESIMPULAN

Hasil rancangan Rekonstruksi Set alat transformator yang terdiri dari set kumbaran dan Set inti besi, telah di uji coba secara terbatas dan memberikan hasil yang mendekati V_{hitung} . Ukuran set alatnya dibuat lebih kecil dibanding dengan konstruksi awal.

Dari hasil data yang didapat, telah sesuai dengan tujuan awal penelitian ini, yaitu untuk mendapatkan konstruksi ulang set alat transformator yang layak digunakan dalam mata kuliah eksperimen fisika dasar II di Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih di ucapkan kepada DIREKTORAT SUMBER DAYA DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI KEMENTERAIN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN atas bnatuan dana

penelitian yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

Obiansyah, 2012. Simulasi Merakit Motor Listrik Induksi Tiga Fasa Daya 3 HP Tegangan 220/380 volt. Universitas Pendidikan Indonesia.
<http://repository.upi.edu/>

Oktaviandhy, N., 2017, <https://navelmangelep.wordpress.com/2012/02/27/metode-penelitian-eksperimen/> [17 Februari 2017]

Buku

Sumaryadi, Sutadi, Saptaaji, R., 2013, Pembuatan Transformator 300VA Terisolasi Tegangan Tinggi 150 kV

Tim Dosen Fisika Dasar, 2015, LKM Eksperimen Fisika Dasar II. Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Tipler, P. A. (1998). Fisika untuk sains dan teknik. *Jakarta: Erlangga, 1(2), 3.*

Utari, S., 2017, LKS Percobaan Transformator, untuk SMA, Laboratorium Fisika Dasar- Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.

Meningkatkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium dengan Bantuan Video Panduan Menggunakan Bahan Kimia

I Dewa Putu Subamia¹, I Gusti Ayu Nyoman Sri Wahyuni², Ni Nyoman Widiasih³

¹Jurusan Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha,

²Jurusan Fisika dan Pengajaran IPA FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha

³Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha

Email: idedwaputusubamia@gmail.com

Abstrak

Masih ada kejadian yang berpotensi mengancam kesehatan dan keselamatan praktikan, menunjukkan bahwa informasi kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia di laboratorium belum memadai. Oleh karenanya, sangat penting dilakukan upaya untuk membantu meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium. Upaya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan video panduan menggunakan bahan kimia. Dipilihnya pengembangan media video sebagai solusi karena sesuai dengan karakteristik permasalahan dan belum ada upaya pengembangan media video yang memuat konten yang relevan. Media video memberi penjelasan lebih konkret, menarik, bisa diputar berulang-ulang sesuai keperluan hingga betul-betul dipahami dan sangat relevan dengan kondisi new normal. Permasalahan penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan video panduan menggunakan bahan kimia? Apakah video panduan menggunakan bahan kimia dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia? Penelitian ini bertujuan menghasilkan video panduan menggunakan bahan kimia dan menguji pengaruhnya terhadap peningkatan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia. Metode penelitian yang digunakan adalah metode riset dan pengembangan yang mengacu pada model pengembangan 4D. Teknik analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif menggunakan uji paired sample t test. Hasil penelitian menunjukkan video panduan menggunakan bahan kimia dapat dikembangkan dengan prosedur pengembangan 4D. Hasil penilaian ahli dan respon mahasiswa menunjukkan kualifikasi video terkategori sangat baik. Hasil uji paired sample t test, menunjukkan nilai signifikansi (2-tailed) = 0.000 ($p < 0.05$), menunjukkan hasil pretes dan postes mengalami peningkatan yang signifikan. Kesimpulannya, dengan bantuan video dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia bagi mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Undiksha.

Kata kunci: bahan kimia, keselamatan kerja, video

Abstract

There are still incidents that have the potential to threaten the health and safety of practitioners, indicating that the information on occupational health and safety using chemicals in the laboratory is inadequate. Therefore, it is very important to make efforts to help increase knowledge of occupational health and safety in the laboratory. The effort made in this research is the development of video guides using chemicals. Video media development was chosen as a solution because it was in accordance with the characteristics of the problem and there had not been any efforts to develop video media that contained relevant content. Video media provides a more concrete, interesting explanation, can be played repeatedly as needed until it is truly understood and is very relevant to the new normal conditions. The problem of this research is how to develop a video guide using chemicals? Can the video guidance using chemicals increase knowledge of occupational health and safety using chemicals? This study aims to produce a video guide using chemicals and test their effect on increasing knowledge of occupational health and safety using chemicals. The research method used is a research and development method which refers to the 4D development model. The data analysis technique was

performed using qualitative and quantitative descriptive analysis using paired sample t test. The results showed that a video guide using chemicals could be developed using the 4D development procedure. The results of expert assessments and student responses show that the video qualifications are categorized as very good. The results of the paired sample t test, showed a significance value (2-tailed) = 0.000 ($p < 0.05$), indicating that the pretest and posttest results had a significant increase. In conclusion, with the help of videos can increase knowledge of occupational health and safety using chemicals for student of the Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Ganesha University of Education

Keywords: chemicals, work safety, video

PENDAHULUAN

Bekerja di laboratorium kimia identik dengan pergumulan dengan bahan-bahan kimia berbahaya yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan dan keselamatan pengguna, petugas, maupun lingkungan. Risiko kesehatan yang paling berbahaya bisa timbul dari paparan bahan kimia yang dipergunakan pada kegiatan di laboratorium. Risiko kerja akibat penggunaan bahan-bahan kimia bisa berupa kebakaran, keracunan, bahkan kematian. Syakbania, Dinda Nur dan Anik Setyo Wahyuningsih (2017:9) menyebutkan bahwa salah satu faktor penyebab kecelakaan kerja di laboratorium kimia adalah paparan bahan kimia.

Untuk meminimalisir risiko akibat penggunaan bahan kimia, diperlukan penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di dalam laboratorium. Oleh karenanya, standar operasional prosedur menggunakan bahan kimia sangat penting dipahami agar terhindar dari gangguan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Faizal Riza Soeharto (2013) menyebutkan, "Pekerja di laboratorium kimia harus menggunakan hirarki kontrol pencegahan bahaya agar aman selama bekerja dengan bahan kimia".

Subamia, I D P (2019), dalam laporan hasil penelitiannya menyebutkan praktikum kimia organik dan praktikum biokimia di Laboratorium Kimia FMIPA Undiksha banyak menggunakan pelarut (solvent) yang berbahaya, seperti diklorometan, dietil eter, kloroform, aseton, n-heksan, methanol, dan lain-lainnya. Pemakaian bahan-bahan tersebut cepat atau lambat dapat memberi dampak negatif terhadap kesehatan pengguna (praktikan) maupun petugas yang bekerja di laboratorium bahkan berisiko pula bagi lingkungan. Memperhatikan begitu besarnya potensi bahaya penggunaan bahan kimia, maka upaya untuk mencegah agar tidak terjadi

kecelakaan akibat terpapar bahan kimia sangat urgen untuk dilakukan.

Minimnya pengetahuan dan pemahaman kesehatan dan keselamatan kerja (K3) menggunakan bahan kimia sering menjadi pemicu terjadinya kecelakaan bahan kimia. Mengenai minimnya pengetahuan mahasiswa menggunakan bahan kimia juga dikemukakan oleh Lasia, I Ketut (2013), bahwa 85% mahasiswa program studi pendidikan kimia tidak tahu cara menggunakan bahan kimia yang aman terhadap kesehatan. Isnainy, Henny, dkk. (2014) menyebutkan bahwa kecelakaan di laboratorium kimia dapat disebabkan kurangnya pengertian atau apresiasi terhadap faktor-faktor fisika-kimia. Hal senada juga dikemukakan oleh Sitorus, M. dan Sutiani, A. (2013); Lisa Moran dan Tina Masciangioli (2010), bahwa kurangnya pengetahuan akan bahaya bahan kimia, sifat dan jenis bahan kimia serta cara menggunakan bahan kimia yang tepat bisa menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Ethik Susiawati Purnomo dan Dony Eko Saputro (2016) menyebutkan bahwa "Belum maksimalnya penerapan prinsip kesehatan dan keselamatan kerja (K3) pada praktikum juga dapat memicu terjadinya kecelakaan". Oleh karena itu penting dilakukan upaya untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia.

Informasi mengenai bahan kimia yang digunakan pada kegiatan praktikum di laboratorium kimia FMIPA Undiksha sesungguhnya sudah dilakukan. Namun, hasil pengamatan menunjukkan masih ada kejadian yang berpotensi mengancam kesehatan dan keselamatan mahasiswa (praktikan). Hal ini menunjukkan bahwa informasi tentang kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia di laboratorium belum memadai.

Berdasarkan hal-hal yang mendorong serta argumen-argumen yang dipaparkan di atas, sangat penting dilakukan pengembangan

media untuk membantu meningkatkan pemahaman tentang kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia organik/biokimia FMIPA Undiksha. Salah satu upaya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan video panduan menggunakan bahan kimia. Video panduan tersebut selanjutnya dipakai sebagai media pemberian penjelasan cara kerja menggunakan bahan kimia sehingga dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia. Dipilihnya pengembangan media video sebagai solusi karena sesuai dengan karakteristik permasalahan dan belum ada upaya pengembangan media video yang memuat konten yang relevan. Media video memberi penjelasan lebih konkret, menarik, bisa diputar berulang-ulang sesuai keperluan hingga betul-betul dipahami dan sangat relevan dengan kondisi new normal. Dalam penelitian ini dibatasi hanya pada salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut, yakni pengembangan media video panduan menggunakan bahan kimia. Permasalahannya adalah bagaimana mengembangkan video panduan kerja menggunakan bahan kimia yang layak dimanfaatkan untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia? Apakah dengan bantuan video panduan menggunakan bahan kimia dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia? Penelitian ini bertujuan menghasilkan video panduan menggunakan bahan kimia dan menguji pengaruhnya terhadap peningkatan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia.

METODE

Penelitian ini adalah jenis penelitian pengembangan dilakukan menggunakan desain *research and development*. Prosedur pengembangan video panduan menggunakan bahan kimia mengacu pada model pengembangan *Four-D Model* (Sivasailam Thiagarajan, dkk, 1974). Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Pada tahap *define* (pendefinisian) dilakukan dengan analisis awal, analisis peserta praktikan, analisis konsep dan merumuskan tujuan media video. Pada tahap *design* (perancangan) dilakukan penyusunan

instrumen, pemilihan konten video, pemilihan format dan rancangan produk awal. Tahap *develop* (pengembangan) meliputi tahap penilaian ahli dan uji coba pengembangan. Tahap uji coba dilanjutkan dengan uji pengaruh penggunaan bantuan video terhadap peningkatan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia. Tahap terakhir adalah tahap *disseminate* (penyebaran), merupakan tahap penggunaan video yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia FMIPA Undiksha dan secara daring pada bulan Agustus-November tahun 2020. Metode pengumpulan data dilakukan dengan lembar validasi, angket, dan pemberian tes. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu (1) lembar validasi, (2) angket respon mahasiswa terhadap video, dan (3) pretes-posttes. Lembar validasi video digunakan untuk memperoleh hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi. Angket respon mahasiswa digunakan untuk mengetahui tanggapan mahasiswa (praktikan) terhadap kelayakan video dari sisi pengguna. Angket yang diberikan kepada mahasiswa (responden) berupa angket tertutup dengan model *rating scale* (skala *Likert*) skor 1- 4 yang disajikan dalam format *google form*. Tes yang diberikan berupa tes awal dan tes akhir dalam bentuk soal pilihan ganda dengan ketentuan skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah, juga disajikan dalam format *google form*.

Pengujian validitas butir angket dan butir soal tes dilakukan dengan uji korelasi bivariat metode *product moment Pearson* dengan bantuan Program *SPSS-25*. Ketentuan penentuan validitas butir soal pada taraf signifikansi 5% adalah jika nilai signifikansi 2-tailed $> r$ tabel, maka valid namun jika sig 2-tailed $< r$ tabel, maka tidak valid. Uji reliabilitas angket dan tes dilakukan dengan *Reliability Statistics Cronbach's Alpha* menggunakan bantuan *SPSS 25*. Ketentuan uji adalah jika nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,6 maka angket dinyatakan reliabel.

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif-kuantitatif dan persentase (Anas Sudijono, 2016: 43). Data persentase kemudian dianalisis dalam kategori kualitatif. Teknik pengambilan data pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia

sebelum dan sesudah diberi perlakuan dilakukan dengan memberikan pretes kepada responden sebelum diberikan perlakuan (*treatment*), dengan tujuan untuk mengetahui pengetahuan awal. Selanjutnya dilakukan pemberian perlakuan (*treatment*) berupa menyimak video panduan menggunakan bahan kimia kepada responden. Setelah diberikan menyimak video, responden diberi tes akhir (*posttes*). Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Paired Sample t Test*, untuk mengetahui perbandingan skor pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia sebelum dan sesudah menyimak video

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur pengembangan video panduan menggunakan bahan kimia ini dilakukan dengan mengacu pada model pengembangan 4D yaitu tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Materi/konten video khusus memuat cara kerja menggunakan bahan kimia yang sering digunakan di laboratorium kimia organik/biokimia, bahaya bahan kimia, serta cara mengantisipasi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.

Tahap produksi video meliputi pengambilan gambar/video (*shooting*), pengembangan video menggunakan aplikasi *Video Scribe* dan *Photoshop* dan tahap pasca produksi. Tahap pasca produksi meliputi editing video dengan menambahkan narasi, mengatur durasi, mengatur suara, memasukkan suara *dubber* dan *background music* pada videomenggunakan *aplikasi filmora video editor* (Mertha, I Gde, dkk. (2019). Pada tahap ini dihasilkan produk berupa video awal (*prototype* video) panduan menggunakan bahan kimia. Selanjutnya dilakukan validasi *prototype* video dengan metode validasi pakar. Validasi pakar dipilih dengan alasan untuk mendapatkan berbagai saran dan masukan dalam proses penyempurnaan *prototype video*. Berdasarkan masukan dan saran ahli (pakar) dilakukan revisi (*edit*) video hingga menjadi produk media video yang layak dijadikan sebagai media.

Berdasarkan perhitungan hasil validasi ahli materi dan ahli media, diperoleh koefisien validitas isi video adalah $D = 1,0$ lebih besar dari 0,9. Menunjukkan validitas media video yang dikembangkan terkategori tinggi. Dengan demikian, video layak dipergunakan pada uji selanjutnya. Hasil penilaian ahli materi, rata-

rata skor penilaian video oleh 2 orang ahli = 4,5, terkategori sangat baik. Hasil penilaian ahli media, rata-rata skor hasil penilaian video oleh 2 orang ahli adalah 4,8, terkategori sangat baik. Rangkuman hasil penilaian video oleh ahli materi dan ahli media diperoleh rata-rata skor sebesar 4,65, terkategori sangat baik. Dengan demikian video tersebut layak untuk dipergunakan selanjutnya.

Penilaian video oleh mahasiswa dilakukan dengan penyampaian angket respons kepada mahasiswa setelah diberikan menyimak video panduan menggunakan bahan kimia. Hasil analisis persentase angket respons mahasiswa diperoleh nilai persentase = 91,13%, termasuk dalam kategori sangat baik.

Uji pengaruh video panduan menggunakan bahan kimia terhadap pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia dilakukan dengan perbandingan (komparasi) skor pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia sebelum dan sesudah menyimak video panduan menggunakan bahan kimia. Pengumpulan data pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia dilakukan dengan memberikan *pre tes* dan *post tes* berupa paket soal pilihan ganda sebanyak 23 butir soal dengan ketentuan skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah. Sebelumnya juga dilakukan uji validitas dan reliabilitas butir soal dengan uji korelasi bivariat metode *product moment Pearson* dengan bantuan Program *SPSS-25.0*. Ketentuan penentuan validitas butir soal (untuk $N=31$, pada taraf signifikansi 5%, $r_{table} = 0,355$) adalah: jika nilai signifikansi 2-tailed $> r_{table}$, maka "valid", namun jika $\text{sig } 2\text{-tailed} < r_{table}$, maka "tidak valid". Berdasarkan hasil pengujian korelasi *product moment Pearson* (terlampir), diketahui nilai $\text{sig } (2\text{-tailed}) > 0,355$. Hasil pengujian tersebut menunjukkan butir soal tes yang dipakai "valid". Uji reliabilitas dilakukan dengan *Reliability Statistics Cronbach's Alpha* menggunakan bantuan SPSS 25. Berdasarkan nilai r hasil *corrected item total correlation*, angket yang dipakai menunjukkan nilai $\text{Alpha Cronbach} = 0,872 > 0,6$, menunjukkan tes pengetahuan kesehatan dan keselamatan menggunakan bahan kimia yang dipergunakan memiliki reliabilitas sangat tinggi.

Perbandingan hasil pre tes dan post tes disajikan pada Table 1 berikut. Pada tabel nampak jelas hasil post tes sebagian besar berada pada kategori baik ke atas (74%), bahkan terkategori sangat baik mencapai 55%. Sementara hasil pretes terkategori sangat baik

hanya 3%. Peningkatan yang sangat mencolok terjadi pada kategori sangat baik, dari sebelumnya hanya 10% menjadi 55%. Hal ini menunjukkan pemberian video panduan menggunakan bahan kimia dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja.

Tabel 1. Distribusi Skor *Pre Tes dan Post Tes* Pengetahuan K3 Menggunakan Bahan Kimia

Kategori	Interval	Frekuensi		Persentase	
		Pre Tes	Post Tes	Pre Tes	Post Tes
Tidak Baik	25 - 40	0	0	0%	0%
Kurang Baik	41 - 55	5	1	16%	3%
Cukup Baik	56 -70	10	7	32%	23%
Baik	71- 85	13	6	42%	19%
Sangat Baik	86 -100	3	17	10%	55%
Total					
Rata-rata				69,86	81,50

Untuk mengetahui signifikansi perbandingan skor pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia sebelum dan sesudah menyimak video panduan menggunakan bahan kimia, dilakukan Uji *Paired Sample T tes* (uji t) terhadap hasil *pre tes* dan *post tes*. Dipergunakan *Paired Sample T test* karena yang diuji adalah beda dua sampel

berpasangan berdasarkan rata-rata. Sampel berpasangan dalam penelitian ini merupakan subjek yang sama namun memiliki perlakuan yang berbeda yakni sebelum dan sesudah diberi menyimak video panduan menggunakan bahan kimia. Hasil uji *paired sample t tes* (uji t) ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. *Paired Samples Test*

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	Pre Tes - Post Tes	-11.64194	6.97040	1.25192	-14.19870	-9.08517	-9.299	30	.000

Pada tabel 2 dapat diketahui nilai signifikansi (2-tailed) dari data penelitian ini adalah 0.000 ($p < 0.05$). Menunjukkan hasil test awal (pre tes) dan test akhir (post tes) mengalami perubahan yang signifikan (berarti). Berdasarkan statistika deskriptif tes awal dan tes akhir terbukti test akhir lebih tinggi, menunjukkan pemberian video panduan menggunakan bahan secara signifikan dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa video panduan menggunakan bahan kimia dapat

membantu mengkomunikasikan pesan-pesan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia yang disampaikan. Seperti dikemukakan oleh Sherin (2017: 50) bahwa "Video pembelajaran bertujuan membantu mengkomunikasikan pesan-pesan yang disampaikan dapat lebih memberikan pemahaman kepada penerima pesan". Sejumlah penelitian pengembangan media video pembelajaran yang telah dilakukan juga menunjukkan bantuan media video dapat mendukung berhasilnya pembelajaran. Bahkan, Munir (2012) menyebutkan bahwa media video sangat cocok untuk mengajarkan materi dalam

ranah psikomotor (seperti praktikum) dapat menunjukkan dengan jelas suatu langkah prosedural (misalnya cara menuangkan zat kimia). Seperti dikemukakan oleh Budimarwanti (2017), untuk kesehatan dan keselamatan kerja baik petugas maupun pengguna bahan kimia berbahaya harus memiliki pengetahuan dan kemampuan melindungi kesehatannya, orang lain, dan menangani bahan berbahaya tersebut. Pernyataan senada juga disampaikan oleh Isnainy, Henny, dkk (2014) bahwa kecelakaan di laboratorium kimia dapat disebabkan kurangnya pengertian atau apresiasi terhadap faktor-faktor fisika-kimia. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran (*attitudes*) akan pentingnya menjaga kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di laboratorium.

Lisa Moran dan Tina Masciangioli (2010), menjelaskan tujuan inti penerapan manajemen K3 di laboratorium adalah memberi perlindungan petugas maupun pengguna laboratorium. Keselamatan kerja di laboratorium harus diinformasikan secara memadai agar mahasiswa (praktikan) betul-betul memahami cara kerja menggunakan bahan kimia dan menyadari bahaya yang ditimbulkan. Hal tersebut perlu dijelaskan berulang-ulang agar kedisiplinannya meningkat dan menjadi kebiasaan. Informasi kesehatan dan keselamatan kerja yang disajikan melalui media video menjadi lebih menarik, mudah diakses lebih awal dimana saja dan dapat diulang-ulang. Hal ini memberi kemudahan bagi mahasiswa (praktikan) untuk mengetahui/memahami serta meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia. Hal senada juga dikemukakan oleh Tegeh, dkk (2019) bahwa "Media video sangat efektif digunakan dalam meningkatkan hasil pembelajaran".

Video panduan menggunakan bahan kimia untuk kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah video khusus yang memuat konten cara kerja menggunakan bahan kimia yang sering digunakan di laboratorium kimia organik/biokimia Jurusan Kimia FMIPA Undiksha. Memiliki kesesuaian dengan kondisi riil yang dihadapi oleh pengguna laboratorium kimia tersebut. Oleh karena itu efektif untuk meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia di laboratorium kimia FMIPA Undiksha.

Tahap *Disseminate* (Penyebaran)

Tahap terakhir dalam pengembangan media video ini adalah tahap *disseminate* (penyebaran). Tahap ini merupakan tahap penggunaan video yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas. Diseminasi (penyebaran) video hasil pengembangan dilakukan antara lain melalui Seminar Nasional Riset Inovatif ke-7 yang diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pendidikan Ganesha, melalui media social (Youtube, IG, dan WA). Link youtube video panduan menggunakan bahan kimia sebagai berikut (1) <https://youtu.be/jw3ZqopEZZM> dan (2) <https://youtu.be/V9DfCu7Wv6g>

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilaksanakan dapat dirumuskan kesimpulan sebagai berikut. Prosedur pengembangan video panduan kerja menggunakan bahan kimia dapat dilakukan dengan mengacu pada model pengembangan *4D* yaitu tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Kualifikasi video yang dihasilkan terkategori sangat baik menurut hasil penilaian ahli maupun menurut hasil penilaian mahasiswa. Video panduan menggunakan bahan kimia terbukti secara signifikan dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan dan keselamatan kerja menggunakan bahan kimia.

Disarankan bagi praktikan/pengguna laboratorium agar dapat memanfaatkan video panduan menggunakan bahan kimia sebelum bekerja menggunakan bahan kimia di laboratorium. Bagi pengampu/petugas praktikum sebelum melaksanakan kegiatan praktikum agar memastikan bahwa pengguna laboratorium (praktikan) sudah mempelajari/memahami terlebih dahulu sifat bahan, potensi bahaya bahan yang akan digunakan serta cara penanganannya jika terjadi kecelakaan. Bagi peneliti lainnya disarankan untuk pengembangan penelitian misalnya mengenai pengaruh pemanfaatan video panduan menggunakan bahan kimia terhadap kinerja praktikum mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberi hibah penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan Lembaga Universitas Pendidikan Ganesha, Dekan FMIPA Undiksha, Kajur dan Ketua Laboratorium, serta teman-teman PLP yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas Sudijono. 2016. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Budimarwanti.(2017). Perawatan Bahan Praktikum Kimia. diakses dari <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/perawatan%20bahan%20praktikum%20kimia.pdf>.
- Ethik Susiawati Purnomo dan Dony Eko Saputro. (2016). Evaluasi Penerapan Prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pelaksanaan Kegiatan Praktikum Mikroteknik di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. *Integrated Lab Journal*. Vol. 04, No. 02, Oktober 2016: 207-216
- Faizal Riza Soeharto. (2013). Bekerja dengan Bahan Kimia Melalui Manajemen Bahan Kimia dan Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Laboratorium Kimia. *Jurnal Info Kesehatan*. Vol 11, Nomor 2 Desember 2013.
- Isnainy, Henny, dkk. (2014). Implementasi K3 di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Tahun 2009. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Volume 5. Nomor 01 Maret 2014.
- Lasia, I Ketut. (2013). Analisis Pengetahuan Mahasiswa Tentang Dampak Penggunaan Bahan Kimia dalam Praktikum Kimia Organik Terhadap Kesehatan (Studi Menuju Pengelolaan Laboratorium Kimia yang Aman bagi Kesehatan). *Prosiding Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III*. Tahun 2013.
- Lisa Moran dan Tina Masciangioli. (2010). *Keamanan dan Keselamatan Laboratorium Kimia: Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan Bijak*. Washington: The National Academi Press.
- Mertha, I Gde, dkk. (2019). Workshop Teknik Pembuatan Video Pembelajaran pada Guru-Guru SMPN 1 Gunungsari Lombok Barat. *Jurnal pendidikan dan pengabdian masyarakat (e-issn. 2614-7939) Vol. 2 no. 1, februari 2019 (p-issn. 2614-7947)*
- Munir. (2012). *Multimedia Konsep & Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Penerbit Alfabeta. ISBN : 978-602-7825-04-8
- Sherin, Miriam G. & Dyer, Elizabeth B. (2017). Teacher self-captured video: learning to see. *Journal of Phi Delta Kappan*.98,(7),49-54
- Sitorus, Marham dan Ani Sutiani. (2013). *Laboratorium Kimia (Pengelolaan dan Manajemen)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.,
- Subamia, I Dewa Putu, dkk. (2019). Analisis Resiko Bahan Kimia Berbahaya di Laboratorium Kimia Organik. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains dan Pembelajaran*. Vol 13 No 1, April 2019.
- Syakbania, Dinda Nur dan Anik Setyo Wahyuningsih. (2017). Program Kesehatan dan keselamatan kerja di Laboratorium Kimia. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*. p ISSN 1475-362846, e ISSN 1475-222656. Semarang
- Tegeh, I Made., Alexander Hamonangan, S., Dwipayana, K. (2019). Pengembangan Media Video Pembelajaran dengan Model Pengembangan 4D pada Mata Pelajaran Agama Hindu. *Jurnal Mimbar Ilmu*, Vol. 24 No. 2, 2019 P-ISSN: 1829-877X E-ISSN : 2685-9033
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota

Histopatologi serta Aktivitas Hati Tikus (*Rattus Norvegicus*) yang Diinduksi dengan Karbontetrachlorida (Ccl_4) Dibandingkan dengan Natrium Nitrit (NaNO_2) sebagai Hewan Model Hepatotoksik.

I Gede Wiranatha^{1*}, Luh Dewi Anggreni², I Dewa Made Adhi Witana.³

¹Laboratorium Farmakologi dan Terapi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.

²Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana.

³Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana.

E-mail : ¹wiranathagede@gmail.com, ²luhdewianggreni@gmail.com, ³idewamadeadhiwitana@unud.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode hewan model hepatotoksik atau kerusakan hati pada tikus putih galur wistar dengan membandingkan antara induksi karbontetrachlorida (CCl_4) dan natrium nitrat (NaNO_2).

Desain penelitian yaitu post test control group design. dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan yaitu kelompok P0 (diberikan aquadest), P1 diberikan NaNO_2 dengan dosis 125 mg/Kg BB. P2 diberikan CCl_4 dengan dosis 1,3 ml/KgBB. Pemberian perlakuan selama 14 hari. Hari ke-15 dilakukan pengambilan sampel darah dan hati. Pemeriksaan histopatologi organ hati dengan sekoring, ditemukan kerusakan berupa kongesti, degenerasi lemak, dan nekrosis. Kongesti pada kelompok P0 (0.250 ± 0.092), P1 (1.150 ± 0.141), P2 (2.100 ± 0.151). Sedangkan kerusakan berupa degenerasi lemak pada kelompok P0 (0.875 ± 0.103), P1 (1.500 ± 0.151), P2 (2.575 ± 0.225). Kerusakan berupa nekrosis pada P0 (1.025 ± 0.166), P1 (1.875 ± 0.183) dan P2 (2.825 ± 0.070). Kerusakan berupa kongesti, degenerasi lemak dan nekrosis pada ketiga kelompok perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0.05$).

Pemeriksaan fungsi hati dengan metode spektrofotometri, hasil pemeriksaan diuji dengan uji Anova Satu Arah (One Way Anova). Didapat kadar rata-rata SGPT, kelompok P0 (47.725 ± 1.588), P1 (71.675 ± 3.738), dan P2 (100.672 ± 4.756). Kadar SGOT perlakuan P0 (76.962 ± 4.155), P1 (137.825 ± 8.823), dan P2 (193.625 ± 9.022). Terdapat perbedaan yang signifikan ($P < 0.05$) terhadap kadar SGPT dan SGOT pada ketiga kelompok perlakuan. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan, pembuatan hewan model hepatotoksik pada tikus putih dapat diberikan CCl_4 atau diberikan NaNO_2 dengan tingkat kerusakan lebih besar terjadi dengan pemberian CCl_4 .

Kata kunci : Kerusakan hati, carbon tetrachloride, natrium nitrit, tikus putih

Abstract

This study was aimed to develop a hepatotoxic animal model through comparison of induction effect of carbon tetrachloride (CCl_4) and sodium nitrate (NaNO_2) in Wistar rats hepar.

This research was laboratory experimental study with posttest control group design with three treatment groups: P0 treated by aquadest, P1 treated by 125 mg/kg BW of NaNO_2 , and P2 treated by 1.3 ml/kg BW of CCl_4 . All treatment were given for 14 days. Blood and hepar sample were collected a day after the treatment for hepar enzymes measurement and scoring of congestion, fat degeneration, and necrosis observed through histopathological image. P0, P1, and P2 groups were scored of 0.250 ± 0.092 ; 1.150 ± 0.141 and 2.100 ± 0.151 , respectively for congestion defect, 0.875 ± 0.103 ; $1,500 \pm 0.151$ and 2.575 ± 0.225 , respectively for fatty degeneration, and 1.025 ± 0.166 ; 1.875 ± 0.183 and 2.825 ± 0.070 for necrosis. All data in histopathological image scoring were statistically different ($P < 0.05$).

Hepar function was analyzed by using spectrophotometric followed by One Way ANOVA statistical analysis. The results showed ALT level for P0, P1 and P2 were 47.725 ± 1.588 ; $71,675 \pm 3,738$ and $100,672 \pm 4,756$ respectively. AST level for P0, P1 and P2 were $76,962 \pm 4,155$; $137,825 \pm 8,823$ and $193,625 \pm 9,022$, respectively. There was a significant difference ($P < 0.05$) of ALT and AST level among all groups. This study concluded that administration of CCl₄ showed more severe damage as compared to NaNO₂ in male albino rats. Either CCl₄ or NaNO₂ is suitable model for hepatotoxicity induction.

Keywords: liver damage, carbon tetrachloride, natrium nitrite, albino rat

PENDAHULUAN

Laboratorium memiliki peran yang sangat besar dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dan harus didukung oleh kemampuan pranata laboratorium dalam melaksanakan inovasi-inovasi untuk pengembangan teknologi salah satunya dalam teknik memodifikasi hewan coba dalam penelitian kesehatan. Penelitian di bidang kesehatan seringkali menggunakan hewan model untuk penelitian (Ridwan, 2013). Secara umum, model hewan coba diklasifikasikan menjadi dua yaitu model hewan yang diinduksi spontan atau genetik dan model hewan yang diinduksi secara eksperimental atau non genetik.

Model hewan induksi atau non genetik adalah hewan yang diubah status fisiologis normalnya melalui pembedahan, modifikasi genetik dan pemberian zat kimia (Dorothy, 2012). Penggunaan tikus putih (*Rattus norvegicus*) sebagai hewan model penyakit pada penelitian kesehatan karena dapat memberikan informasi lebih mendalam dari penelitian yang dilakukan karena dapat membuat sediaan biologi dari organ hewan yang digunakan (Rustiawan, 1990).

Penelitian penemuan obat secara tidak langsung memerlukan hewan coba untuk menguji keefektifan suatu obat secara in vivo. Untuk mengetahui mekanisme kerja suatu obat baru ataupun komponen aktif pada bahan alam yang memiliki potensi melindungi fungsi hati diperlukan suatu metode untuk membuat model hewan coba dengan kerusakan hati (hepatotoksik). Kerusakan hati yang dimaksud adalah secara kimiawi, dan perubahan mikroskopis hati (Indahsari, 2017).

Kerusakan sel-sel hati dapat disebabkan antara lain oleh, virus, dan berbagai senyawa kimia. Kerusakan hati ditandai dengan dengan meningkatnya kadar enzim-enzim yang

dilepaskan ke dalam darah ketika sel-sel hati mengalami kerusakan, diantaranya enzim *Serum Glutamat Piruvat Transaminase* (SGPT) dan *Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase* (SGOT) (Ashoka *et al.*, 2012) Pengujian keefektifan tanaman atau bahan pangan terhadap perbaikan fungsi hati dapat dilakukan pada model hewan coba yang mengalami kerusakan hati.

Senyawa kimia yang dapat menimbulkan kerusakan hati jika digunakan dalam dosis berlebih yaitu karbon tetraklorida dan natrium nitrit. Karbon tetraklorida (CCl₄) adalah zat hepatotoksik yang sering digunakan berkaitan dengan hepatotoksisitas. CCl₄ dapat menyebabkan kerusakan hati yang disebabkan radikal bebas. CCl₄ memerlukan aktivasi oleh enzim sitorom P450 di hati yang nantinya mengubah metabolit menjadi toksik sehingga dapat menyebabkan kerusakan hati pada hewan coba dan manusia. Cedera hati yang terjadi adalah nekrosis (Luo *et al.*, 2004).

Penelitian menggunakan Natrium Nitrit (NaNO₂) pada tikus putih dapat menyebabkan kerusakan hati oksidatif dan histologi hati tikus, (Ambarwati *et al.*, 2012). Penelitian serupa juga dilakukan oleh Widyastuti *et al.*, 2013 menunjukkan bahwa pemberian NaNO₂ dengan dosis 10 mg/ Kg BB tikus dan dosis 20 mg/ Kg BB tikus dapat mengakibatkan kerusakan histologi dan ginjal hati tikus putih. Fokus utama dalam penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi model hewan baru dengan metode invasif secara langsung atau untuk menghasilkan hepatotoksisitas dengan membandingkan pemberian bahan kimia seperti carbontetrachlorida (CCl₄) dan natrium nitrit (NaNO₂) dengan melihat gambaran biokimia darah serta secara mikroskopis dan pada tikus wistar jantan

Metode penelitian.

Metoda penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan hewan coba tikus dengan rancangan *Randomized Post Test With Control Group Design*. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Calboltetrachlorida dan natrium nitrit, kapiler hematokrit, tabung darah,, mikropipet, alat-alat gelas, sentrifuge dan spektrofotometer. Hewan coba yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tikus jantan strain wistar. Umur 2,5 sampai dengan 3 bulan dengan berat badan 180 sampei dengan 200 gr. Yang diperoleh dari lab. Animal unit FK. Unud **Perlakuan Pada Hewan Coba**. Semua hewan coba diadaptasikan selama 7 hari dengan pemberian pakan dan minum ad libitum. Dijaga kebersihan setiap hari dengan pencahayaan 14 jam gelap dan 10 jam terang dengan suhu berkisar 20 sd 25 derajat Celcius. Kemudian dibagi menjadi 3 kelompok perlakuan yaitu kelompok PO yaitu diberi aquadest. Kelompok P1 yaitu diberikan Natrium Nitrit (NaNO₂) dengan dosis 125 mg/Kg dan Kelompok P3 diberikan Calboltetrachlorida dosis 1,3 ml/ Kb BB.

Perlakuan diberikan selama 14 hari, kemudian Tabel hari ke 15 diambil sampel darah dan organ hati untuk dilakukan penerisaan SGOT, SGPT dan pemeriksaan histopatologi organ Hati

HASIL DAN PEMBAHSAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode laboratorium pembuatan hewan model hepatotoksik yang diinduksi dengan bahan kimia yaitu carboltetrachlorida dan natrium nitrit) serta mengetahui perubahan secara biokimia pada hati tikus

Hati merupakan organ yang berpotensi mengalami kerusakan akibat fungsinya yang berperan pada proses metabolisme dan detoksifikasi bahan kimia yang masuk dalam tubuh. (Sutrisna *et al.*, 2013). Penelitian ini mengkaji perbedaan antara pemberian Carbon tetrachloride (CCl₄, Natrium Nitrit (NaNO₂) serta hanya diberikan perlakuan aquadest pada tikus putih jantan galur wistar. Variabel yang diamati adalah dan aktivitas organ hati.

Pemeriksaan histopalogi jaringan hati tikus putih galur wistar pada 3 kelompok perlakuan yaitu yang diberi perlakuan CCl₄, NaNO₂ dan tanpa perlakuan (hanya diberikan placebo berupa

aquadest). Pada penelitian ini ditemukan adanya kerusakan hati meliputi kerusakan berupa degenerasi, kongesti dan nekrosis. Hasil analisis statistik histopatologi hati tikus dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Histopatologi hati tikus Wistar Jantan ketiga kelompok perlakuan yaitu tanpa perlakuan (P0), diberikan NaNO₂ (P1) dan CCl₄ (P2)

Perlakuan	Kongesti	Degenerasi	Nekrosis
		lemak	
P0	0.250 ± 0.092 a	0.875 ± 0.103 a	1.025 ± 0.166 a
P1	1.150 ± 0.141 b	1.500 ± 0.151 b	1.875 ± 0.183 b
P2	2.100 ± 0.151 c	2.575 ± 0.225 c	2.825 ± 0.070 c

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

Aktivitas organ hati diamati melalui variabel kadar SGPT (*Serum Glutamat Piruvat Transminase*) dan SGOT (*Serum Glutamat Oksaloasetat Transminase*) serum darah. Hasil penelitian aktivitas organ hati dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kadar SGPT dan SGOT Tikus Putih Jantan Galur Wistar antara ketiga kelompok perlakuan yaitu yang diberi Aquadest (P0), diberi NaNO₂ (P1) dan diberi CCl₄ (P2).

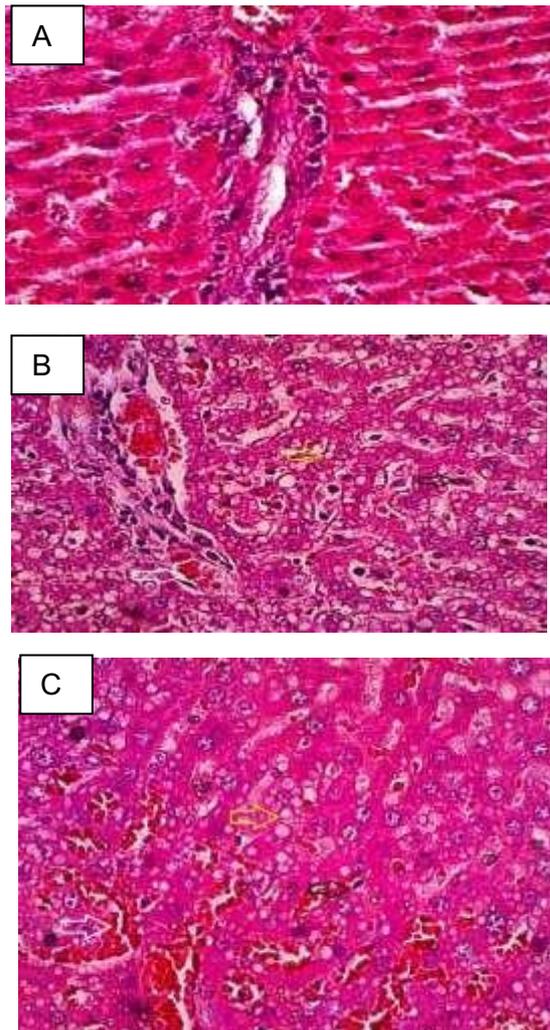
No	Perlakuan	Kadar SGPT	Kadar SGOT
		(mg/dl)	(mg/dl)
1	P0	47.725 ± 1.588 a	76.962 ± 4.155 a
2	P1	71.675 ± 3.738 b	137.825 ± 8.823 b
3	P2	100.672 ± 4.756 c	193.625 ± 9.022 c

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

Ketiga kelompok perlakuan terdapat perbedaan antara P0, P1 dan P2 serta dimana pemberian CCl₄ meningkatkan perubahan kongesti, degenerasi lemak dan nekrosis pada jaringan hati paling tinggi dan berbeda nyata pada (P<0,05) antara ketiga kelompok perlakuan. Terjadi peningkatan kerusakan berupa kongesti pada jaringan hati yang berbeda nyata (P<0,05) antara masing-masing perlakuan P0 (0.250 ± 0.092), P1 (1.150 ± 0.141), dan P2 (2.100 ± 0.151) Perubahan histopatologi

degenerasi lemak pada jaringan hati terlihat meningkat yang berbeda nyata pada ($P < 0,05$) antara P0 (0.875 ± 0.103), P1 (1.500 ± 0.151) dan P2 (2.575 ± 0.225).

Kerusakan nekrosis pada jaringan hati berbeda nyata ($P < 0,05$) antara perlakuan P0 (1.025 ± 0.166), P1 (1.875 ± 0.183) dan P2 (2.825 ± 0.070) Hasil pemeriksaan histopatologis berupa kongesti, degenerasi lemak dan nekrosis dapat dilihat pada gambar berikut :



. Histopatologi pada hati tikus

Keterangan: Perlakuan PO (A) panah merah, peradangan daerah interlobularis, P1 (B), P2 (C) . panah putih (kongesti), panah kuning (degenerasi), panah hitam (nekrosis), pewarnaan hematoxililn-eosin, pembesaran 200x.

Untuk kelompok yang mendapatkan CCL4 (kelompok P2) perubahan yang ditemukan pada daerah sentrolobuler mulai

dari dari kongesti, degenerasi melelemak dan nekrosis. Kemudian peradangan juga ditemukan pada daerah interlobularis. Sedangkan pada pemberian NaNO₂ (Kelompok P1) juga ditemukan perubahan kongesti, degenerasi melelemak dan beberpa nekrosis pada hepaotosit (zat hati). Dan kelompok kontrol tidak hanya ditemukan peradangan pada interlobularis namun ditemukan adanya kongesti, degeneasi melelemak dan nekrosis dalam jumlah yang besar dibandingkan dengan kelompok P1 dan P2. Ditemukan kerusakan pada kelompok P0 ini kemungkinan terjadi karena sebelum perlakuan tikus yang digunakan kurang sehat.

Degenerasi lemak secara mikroskopis ditemukan adanya perubahan morfologi pada sel-sel hepatosit disertai adanya gangguan fungsional pada jaringan hati. Degenerasi lemak ditandai oleh adanya vakuola-vakuola lemak yang terlihat sebagai ruang kosong di dalam sitoplasma sel hati. Degenerasi lemak dapat dipicu oleh keadaan iskhemia, starvasi, hipoprotein dan akibat bahan toksik yaitu dengan pemebrian NaNO₂ dan CCL₄

Karbon tetraklorida (CCl₄) adalah suatu agen kimia selektif yang bersifat hepatotoksik. CCl₄ sudah digunakan secara luas untuk menginduksi kerusakan hati pada percobaan eksperimental. CCl₄ dimetabolisme di dalam tubuh menjadi triklorometil (CCl₃) yaitu senyawa yang sangat reaktif disebut radikal bebas. Senyawa radikal bebas ini membentuk ikatan kovalen dengan pospolipid membran dan menyebabkan peroksidasi lipid (Abuelgasim *et.al.*, 2008). CCl₄ dapat menyebabkan kerusakan pada hati yang disebabkan oleh radikal bebas, CC1₄ memerlukan aktivasi metabolisme terutama oleh enzim sitokrom P450 di hati. Aktivasi tersebut akan mengubah CC1₄ menjadi metabolit yang lebih toksik, sehingga dapat menyebabkan kerusakan hati pada hewan coba dan manusia. Pembentukan radikal bebas yang berlebihan akan mengakibatkan stress oksidatif, yang dapat menimbulkan gangguan pada hati (Tapi *et al.*, 2013). Sedangkan NaNO₂ merupakan zat aditif makanan yang berfungsi sebagai pengawet daging dengan menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum* penyebab busuk daging, terutama pada produk olahan daging yaitu sosis, *nugget*. Ion nitrit pada NaNO₂ menyebabkan terjadinya stres oksidatif yang mengakibatkan

kerusakan dan kematian sel (Aita dan Faten, 2014).

Hasil analisis statistik terhadap uji biokimia darah untuk mengetahui aktivitas organ hati melalui kadar SGPT dan SGOT menunjukkan bahwa kadar SGPT perlakuan P0 (47.725 ± 1.588) berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan P1 (71.675 ± 3.738), dan P2 (100.672 ± 4.756). Sedangkan kadar SGOT perlakuan P0 (76.962 ± 4.155) berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan P1 (137.825 ± 8.823), dan P2 (193.625 ± 9.022).

Kerusakan hati dalam penelitian ini juga ditunjukkan oleh tingginya kadar SGPT dan SGOT antara kelompok P1 dan P2. Yaitu terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok P0 (yang diberikan aquadest) dibandingkan dengan kelompok P1 (diberikan NaNO_2) dan kelompok P3 (yang diberikan CCl_4). Hal ini terjadi karena pemberian NaNO_2 memicu pembentukan *Reactive oxygen species* (ROS). Ikatan ROS dengan asam tak jenuh ganda pada komponen membran sel menyebabkan membran sel menjadi rusak. Semua penyusun sel akan keluar menuju sistem peredaran darah sehingga sel mengalami nekrosis. Apabila nekrosis tersebut terjadi pada hepatosit, akan menyebabkan keluarnya enzim SGOT dan SGPT menuju sistem peredaran darah sehingga kadarnya menjadi tinggi di dalam darah (Wiranatha *et al.*, 2019)

Pemberian CCl_4 dengan dosis 1,3 ml CCl_4/kg BB mengakibatkan mengakibatkan kerusakan hati, hal ini digambarkan dengan peningkatan kadar enzim SGOT dan SGPT dibandingkan kontrol (Tabel 4.2). Dan sangat merusak sel hati. Kerusakan yang relatif kecil pada sel hati akan meningkatkan kadar enzim SGOT dan SGPT di dalam darah. Namun, pada tingkat kerusakan yang luas dan parah, ketersediaan enzim SGOT dan SGPT di dalam sel hati sudah sangat rendah akibat kemampuan sel hati dalam mensintesis enzim tersebut sudah berkurang atau hilang sama sekali (Panjaitan *et al.*, 2007)

Mekanisme CCl_4 menyebabkan kerusakan hepar disebabkan terbentuknya radikal bebas. CCl_4 memerlukan aktivasi metabolisme terutama oleh enzim sitokrom P450 di hati. CCl_4 akan diubah menjadi metabolit toksik sehingga dapat menyebabkan kerusakan hati pada hewan coba. Pembentukan radikal bebas akan menyebabkan stress oksidatif. Cedera hepar yang terjadi adalah

terjadinya nekrosis . Perubahan morfologis yang menunjukkan kematian sel, terhalangnya sintesa lipoprotein yang membawa trigliserida keluar dari hepar, terjadinya sirosis yaitu tidak efisiennya fungsi regenerative sel sel hepar (Basu, 2003, Ferreira *et al.*, 2010).

KESIMPULAN

Pemberian NaNO_2 dengan dosis 125 mg per kg BB dan Pemberian CCl_4 dengan dosis 1,3 ml per KB BB setiap hari selama 14 hari ditemukan kerusakan histopatologi organ hati berupa kongesti, degenerasi lemak dan nekrosis. Serta dapat meningkatkan aktivitas fungsi hati yaitu adanya kenaikan kadar enzim SGOT dan SGPT di darah, sehingga disimpulkan bahwa pembuatan hewan model hepatotoksik dapat menggunakan CCl_4 dan NaNO_2 sama efektif sebagai pembuatan hewan model hepatotoksik. Dengan kerusakan lebih berat terjadi dengan pemberian CCl_4

SARAN.

Perlu dilakukan berbagai variasi dosis pemberian NaNO_2 dan pemberian CCl_4 serta dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap gambaran profil darah dan fungsi ginjal pada sebagai pengembangan hewan model yang mengalami gagal ginjal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Direktur Sumber Daya Direktorat Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dana dan kesempatan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashoka, V.L Babu, G. Arunachalam, K. Narasimha, Jayaveera, M.Varadharajan, B.Shanaz. 2012. Hepatoprotective activity of methalonic extract of *Ecrobolium viride* (FOR SSK) alston roots against carbon tetrachloride induce hepatocity. *IRJP*
- Ambarwati 2012. Effect Of Sodium Nitrite (Nano_2) To Erithrocyte And. Hemoglobin Profile In White Rat(*Rattus Norvegicus*) Folia Medica. Indonesiana Vol. 48 No. 1 January - March 2012 : 1-5

- Abuelgasim, A.I., Nuha, H.S, Mohammad, A.H, 2008, Hepatoprotective Effect of *Lepidium sativum* Against Carbon Tetrachloride Induced Damage In Rats, *Research Journal of Animal and Veterinary Science*, 3 : 20-23, 2008 @ 2008, INSInet, Publication,
- Aita, N. A and Faten, F. M. 2014. Effect of Marjoram Oil on The Clinicopathological, Cytogenetic and Histopathological Alterations Induced by Sodium Nitrite Toxicity in Rats. *Global Veterinaria*. 12(5):606-616
- Basu, S., 2003. Carbon tetrachloride-induced lipid peroxidation ; eicosanoid formation and their regulation by antioxidant nutrients. *Toxicology*, 189, 113-127
- Dorothy, I. S. and W. R. (2012). Animal Models in Diabetes Research. *Animal Models in Diabetes Research*, 933, 219–228. <https://doi.org/10.1007/978-1-62703-068-7>
- Ferreira, E.A., Gris E.F., Felipe, K.B., Correira, J.F.G, Cargin-Ferreira, E., Filho, D.W. 2010. Potent Hepatoprotective Effect in CCl₄. Induced Hepatic Injury in Mice of Phloroacetophenone from *Myrcia Multiflora*. *Libyan Journal Medical*. 4891 (5) 1-10
- Indahsari., 2017. Histopatologi Hepar Tikus Putih (*Rattus Novergicus*) Yang iinduksi Dengan Parasetamol Dosis Toksik Pasca Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera*). *Jurnal Kimia Riset*, Volume 2 No. 2, Desember 2017 123 – 130
- Luo, Y.J., Yu, J.P., Shi, Z.H., dan Wang, L., 2004. Ginkgo Biloba extract reverses CCl₄ Induced Liver Fibrosis in rats. *World Journal of Gastroenterology*, 10 (7), 1037-1042
- Panjaitan, R.G.P., E. Handharyani, E, Chairul, Masriani, Z. Zakiah, dan W Manalu. 2007. Pengaruh Pemberian Karbon Tetraklorida terhadap Fungsi Hati dan Ginjal Tikus, *Makara Kesehatan* 11(1):11-16.
- Tappi, Poppy Lintong L. Loho, Gambaran Histopatologi Hati Tikus Wistar Yang Diberikan Jus Tomat (*Solanum Lycopersicum*) Pasca Kerusakan Hati Wistar Yang diinduksi Karbon Tetraklorida (Ccl₄) *Urnal E-Biomedik (Ebm)*, Volume 1, Nomor 3, November 2013
- Rustiawan A, Vanda J. Pengujian mutu pangan secara biologis. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor; 1990.
- Ridwan Endi. 2013. Etika Pemanfaatan Hewan Percobaan dalam Penelitian Kesehatan. *J Indon Med Assoc*, 63
- Sutrisna, Fitriani AA, Setiawati S, Salim IA, Maskoen AM. 2013. Efek hepatoprotektif ekstrak etanol daun sendok (*Plantago major* L) pada tikus model hepatotoksik: Tinjauan anatomi dan histopatologi. *Pharmacy Jurnal Farmasi Indonesia* 10 (1): 1-14.
- Widyastuti D.A. 2013. Profil Darah Tikus Putih Wistar pada Kondisi Subkronis Pemberian Natrium Nitrit. *Jurnal Sain Veteriner* 31 (2), Desember 2013
- Wiranatha, I. G., Setyawati, I., dan Wiratmini, N. I. 2019. Histopatologi serta Aktivitas Hati Kelinci Lokal (*Lepus* sp.) yang Diberi Ransum Tepung Daun Kaliandra (*Calliandra calothyrsus* Meissn.) dan Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.) *Jurna Metamorfosa*. 6(2):183-190.

Pengembangan Kinerja Power Supply 5 Volt di Laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang

Imam Saukani¹, Usman Z M²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

¹ mam_im@yahoo.com

Abstrak

Power supply umumnya digunakan untuk mensuplai perangkat elektronik yang membutuhkan arus DC [1]. Penggunaan power supply dalam praktikum dengan materi "Karakteristik Transistor" di laboratorium elektronika analog membutuhkan 3 variasi tegangan (5,9,12 volt) secara bersamaan, artinya bila satu kelas terbagi menjadi 5 kelompok, maka 15 power supply yang digunakan, sedangkan ketersediaannya terbatas. Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode pembagi tegangan, nilai resistansi dan menganalisa responsible tegangan terhadap perubahan resistansi.

Variable resistansi untuk merubah nilai tegangan luaran Integrated Circuit (IC) regulator agar menghasilkan tegangan 5,9,12 volt. Perubahan tegangan luaran akan dianalisa terhadap perubahan resistansi. Batas tegangan ripple adalah 2%, sehingga perlu dipasang filter. Luaran arus dari IC regulator dalam orde mili amper, sehingga perlu dikuatkan menjadi 1 amper untuk bisa digunakan dalam praktikum dengan tema "Karakteristik Transistor".

Diharapkan hasil dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja power supply 5 volt mempunyai ouput tegangan 5,9,12 volt secara bersamaan, sehingga kebutuhan power supply untuk praktikum "Karakteristik Transistor" yang awalnya membutuhkan 15 menjadi 5.

Kata Kunci : Power Supply, Tegangan, Arus, Modul, Praktikum

Abstract

Power supplies are generally used to supply electronic devices that require DC current [1], 2016). The use of a power supply in a practicum with the material "Transistor Characteristics" in an analog electronics laboratory requires 3 voltage variations (5,9,12 volts) simultaneously, meaning that if one class is divided into 5 groups, 15 power supplies are used, while availability is limited. This research aims to determine the voltage divider method, the resistance value and to analyze the responsible voltage for the change in resistance.

Variable resistance to change the output voltage value of the Integrated Circuit (IC) regulator to produce a voltage of 5,9,12 volts. The change in output voltage will be analyzed against changes in resistance. The ripple voltage limit is 2%, so a filter is needed. The output current from the regulator IC is in the order of milli amperes, so it needs to be strengthened to 1 ampere to be used in a practicum with the theme "Transistor Characteristics".

It is expected that the results of this study are to improve the performance of a 5 volt power supply having a voltage output of 5,9,12 volts simultaneously, so that the need for power supply for the "Transistor Characteristics" lab which initially requires 15 to 5.

Keywords: Power Supply, Voltage, Current, Module, Practicum

PENDAHULUAN

Power supply merupakan suatu perangkat penting dalam dunia elektronika. *Power supply* umumnya digunakan untuk mensuplai perangkat elektronik yang membutuhkan arus DC [1], 2016). Salah satu bagian terpenting pada sebuah sistem elektronika adalah bagian penyedia tegangan dan arus listrik (*Power*

Supply). Karena sebuah sistem elektronika tidak akan dapat berfungsi apabila belum dicatu oleh sumber tegangan atau arus listrik. Oleh karenanya diperlukan peralatan yang mampu menyediakan dan mengalirkan tegangan dan arus listrik. Peralatan ini disebut catu daya atau *power supply* [2].

Penerimaan Mahasiswa baru di Prodi Teknik Elektronika sebanyak 8 kelas tiap tahunnya, Kegiatan pelaksanaan praktikum di

laboratorium Elektronika dasar dilaksanakan berdasarkan jadwal nya, jumlah mahasiswa dalam satu kelas 24 orang yang terbagi dalam 5 kelompok.

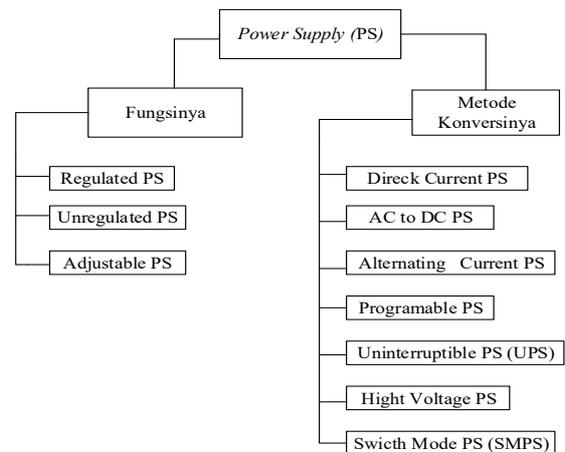
Kegiatan praktikum analog dengan tema karakteristik transistor, *power supply* yang dibutuhkan sebanyak 3 variasi tegangan (5,9,12 volt) secara bersamaan, sehingga jumlah *power supply* yang dibutuhkan sebanyak 3 buah tiap kelompok, jadi total *power supply* yang dibutuhkan saat praktikum 15 buah. Pelaksanaan Praktikum sangat memungkinkan bersamaan waktunya dengan praktikum yang lain, sehingga jumlah *power supply* yang dibutuhkan menjadi lebih banyak.

Ketersediaan *power supply* terbatas, dari permasalahan diatas perlu adanya peningkatan kinerja *power supply* untuk bisa digunakan dengan berbagai variasi tegangan yang berbeda pada saat yang bersamaan, sehingga kebutuhan *power supply* yang semula membutuhkan 3 buah/kelompok, menjadi 1 buah/kelompok. *Power supply* merupakan suatu perangkat penting dalam dunia elektronika. *Power supply* umumnya digunakan untuk mensuplai perangkat elektronik yang membutuhkan arus DC [1], 2016). Salah satu bagian terpenting pada sebuah sistem elektronika adalah bagian penyedia tegangan dan arus listrik (*Power Supply*). Karena sebuah sistem elektronika tidak akan dapat berfungsi apabila belum dicatu oleh sumber tegangan atau arus listrik. Oleh karenanya diperlukan peralatan yang mampu menyediakan dan mengalirkan tegangan dan arus listrik. Peralatan ini disebut catu daya atau *power supply* [2].

Power supply (catu daya) digunakan disebagian besar peralatan elektronika, mulai dari peralatan konsumen hingga utilitas industri, dari ukuran daya miliwatt ke megawatt, dari alat genggam ke komunikasi satelit. Konstruksi *power supply* DC yang utuh pada prinsipnya terdiridari, *transformator*, *rectifier*, *filter*, dan *regulator*. Catu daya DC (*Direct Current*) mengubah tegangan jala-jala 220V(Volt), 60Hz(Hertz) menjadi tegangan DC yang konstan [3]. *Transformator* mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) berdasarkan rasio perbandingan antara bagian primer dan sekunder. Apabila bagian sekunder

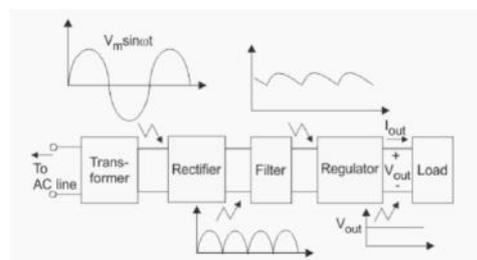
memiliki lilitan lebih banyak dari primer, tegangan yang mengalir dibagian sekunder akan besar dan arus yang mengalir akan kecil. Apabila lilitan sekunder lebih sedikit dari primer maka tegangan sekunder akan kecil dan arus akan besar. *Rectifier* (penyearah) mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). *Filter* mengeliminasi fluktuasi pada penyearah tegangan dan menghasilkan tegangan DC yang relatif bersih. *Regulator* adalah sirkuit yang mempertahankan tegangan DC tetap konstan terhadap variasi *input* tegangan jala-jala atau pada pembebanan [3].

Kegiatan-kegiatan seperti praktikum, eksperimen ataupun penelitian di laboratorium umumnya juga menggunakan *power supply* (catu daya) sebagai sumber tegangan dan arus listrik. Selain jenisnya beragam, kebutuhan tegangan dan arus listrik yang akan digunakan pada tiap-tiap rangkaian elektronika berbeda-beda pula. Secara umum *Power Supply* dapat dibedakan sebagai berikut :



Gambar 1. jenis power supply

Regulated Power Supply adalah power supply yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangandan Arus Input). [4]



Gambar 2. Blok diagram Regulated Power Supply

Unregulated Power Supply

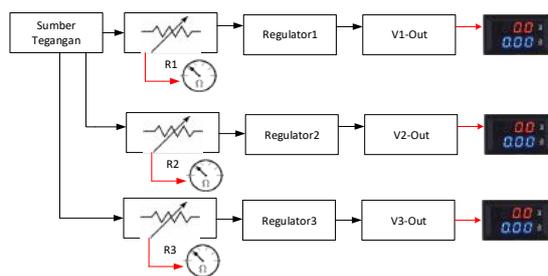
Fungsi dari Power Supply ini adalah tegangan luarannya tidak teregulasi dengan baik, artinya tegangan dan arusnya akan berubah sesuai dengan tegangan masukan. Pada regulator ini terdapat dua macam penyearah, setengah gelombang dan gelombang penuh. [4]

Adjustable Power Supply

Fungsi dari power supply jenis ini adalah, tegangan keluaran bias disetting sesuai dengan kebutuhan, biasanya dengan menggunakan panel knop untuk mengaturnya. [4]

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan alur sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Alat yang digunakan :

1. Sumber tegangan / power supply
2. Resistor variable
3. Integrated Circuit Regulator
4. Volt Meter

Sumber tegangan terhubung ke IC regulator, dimana sebelumnya telah ada sebuah variable resistor yang tersambung ke IC regulator, fungsi dari resistansi variable adalah memberikan nilai hambatan yang dapat merubah nilai tegangan keluaran IC regulator, selanjutnya akan diukur besaran tegangannya. Teknik Pengukuran dan Pengolahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengamati, mengukur dan mencatat langsung ataupun perhitungan dari tiap perlakuan atau perubahan pada variabel penelitian.

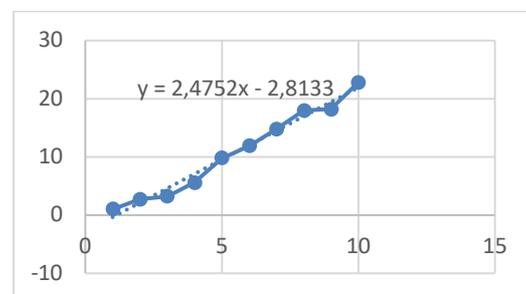
Teknik Analisis Data dengan cara merubah nilai hambatan/resistansi yang terpasang di kaki nomer dua IC regulator dengan ground. Perubahan nilai resistansi akan mempengaruhi nilai tegangan, sehingga dapat ditampilkan dalam bentuk tabel atau dalam bentuk grafik(x,y) sebagai hubungan sederhana dari dua besaran. Jika grafik maka sumbu y dimiliki oleh variabel respon dan sumbu x adalah variabel bebas, dalam hal ini boleh nilai tegangan luaran IC regulator dengan nilai hambatan/resistansi (R).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian tentang pengujian luaran tegangan IC regulator didapatkan dengan cara memberikan perubahan hambatan/resistansi yang bervariasi dengan menggeser variable resistansi, dari hasil pengukuran didapat data sebagai berikut :

No	Resistansi (Ohm)	Vout (Volt)	No	Resistansi (Ohm)	Vout (Volt)
1	26,4	5,14	11	215,1	5,72
2	32,4	5,15	12	266,4	5,89
3	38	5,18	13	323	6,06
4	47	5,2	14	388	6,27
5	55,2	5,28	15	458	6,5
6	81,8	5,37	16	554	6,77
7	98,6	5,42	17	580	6,78
8	119,2	5,51	18	660	6,79
9	150,3	5,6	19	800	6,82
10	175,2	5,69	10	970	6,83

Dari hasil pengukuran diolah dengan excel fungsi scatter dihasilkan formula sebagai berikut :



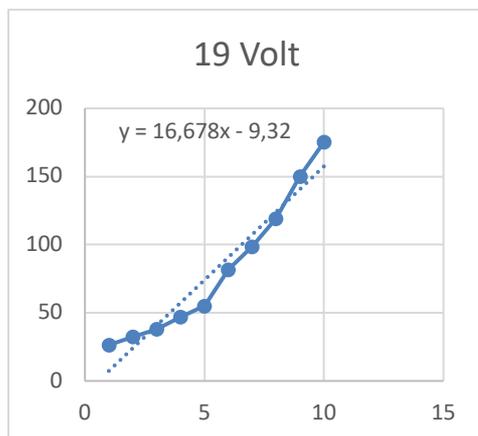
Gambar 4. Grafik fungsi scatter tegangan sumber 9 Volt

Dari rumusan fungsi tersebut bahwa

semakin tinggi nilai resistansi maka nilai tegangan regulator juga semakin naik dan menghasilkan formula $y=2,4752 - 2,8133$

Data perbandingan nilai resistansi dan tegangan luaran 19 Volt

No	Resistansi (Ohm)	Vout (Volt)	No	Resistansi (Ohm)	Vout (Volt)
1	26,4	5,14	11	215,1	5,74
2	32,4	5,14	12	266,4	5,90
3	38	5,17	13	323	6,11
4	47	5,22	14	388	6,34
5	55,2	5,20	15	458	6,53
6	81,8	18,48	16	554	6,85
7	98,6	5,35	17	660	7,22
8	119,2	5,41	18	800	7,66
9	150,3	5,57	19	970	8,19
10	175,2	5,61	10	1177	8,86



Gambar 5. Grafik fungsi scatter tegangan sumber 19 Volt

Dari rumusan fungsi tersebut bahwa semakin tinggi nilai resistansi maka nilai tegangan regulator juga semakin naik dan menghasilkan formula $y=16,678x - 9,32$

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada pengujian power supply yang menggunakan Intergrated Circuit (IC 7805), saat pin nomer 2 dari IC tersebut diberikan resistansi maka nilai tegangan akan berubah naik sehingga dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Pada saat tegangan sumber sebesar 9 Volt maka perubahan tegangan ouput dari IC

regulator akan menghasilkan formula $y=2,4752 - 2,8133$

2. Pada saat tegangan sumber sebesar 19 Volt maka perubahan tegangan ouput dari IC regulator akan menghasilkan formula = $y=16,678x - 9,32$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Enny, 2016. *Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog*. METANA. Juni 2016 Vol. 12(1):1-8
- [2] Suwitno, 2016. *Mendisain Rangkaian Power Supply pada Rancang Bangun Miniatur Pintu Garasi Otomatis*, *Journal of Electrical Technology*, Vol. 1, No. 1, Pebruari 2016
- [3] Floyd, 2012. *Electronics Fundamental Circuits, Devices, and Application*, Winkler: P.9, 2012
- [4] Cholish. Rimbawati, Abdul Azis Hutasuhut. 2017. *Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier*, *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, Vol.1, No.2, Agustus 2017, hal.90-102
- [5] Wikipedia (2013). *Potensiometer* (id.wikipedia.org/wiki/Potensiometer). Diambil 20 Maret 2019.

Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Swab Buccal Pada Lokus FGA dan D13S317 Dengan Metode STR PCR

Indah Nuraini Masjukur¹, Evy Arfianti²

¹ Human Genetic Studi Group Institute of Tropical Disease, Universitas Airlangga, ² Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga

Email: ¹indahnuraini61@gmail.com, ²avanty@rocketmail.com

Abstrak

Analisis DNA forensik pada individu hidup, Sampel yang digunakan biasanya adalah darah dan buccal swab, namun pengambilan darah membutuhkan metode yang invasif yang dapat menyebabkan rasa tidak nyaman, sehingga buccal swab dapat menjadi pilihan yang baik untuk individu yang diperiksa terutama pada anak-anak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya pengaruh suhu dan waktu penyimpanan swab buccal terhadap kuantitas DNA sebagai bahan pemeriksaan DNA di bidang forensic. Jenis penelitian ini menggunakan eksperimental laboratoris untuk mengetahui adanya pengaruh setelah dilakukan perlakuan. Sampel buccal swab berjumlah 48 dan di bagi menjadi 2 kelompok suhu yaitu suhu ruangan (RT) dan 4°C. Pembagian kelompok suhu tersebut di amati juga dengan perbedaan waktu yaitu 1, 3, 5, 7 hari. Ekstraksi DNA dengan metode DNAzol dan kuantifikasi DNA menggunakan Spectrofotometer. Proses PCR dilakukan dengan primer STR lokus FGA dan D13S317. Tahap visualisasi menggunakan gel acrylamide dan pewarnaan silver staining. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa terdapat pengaruh suhu dan waktu penyimpanan sampel swab buccal. Semakin lama waktu perlakuan maka kadar DNA semakin turun. Dengan analisis statistik, diperoleh nilai $p < 0,005$, maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat perbedaan kadar DNA yang bermakna pada perlakuan suhu dan waktu penyimpanan sampel swab buccal tersebut. Hasil visualisasi DNA pada lokus FGA dan D13S317 dengan metode STR PCR dalam penelitian ini masih dapat terdeteksi dan dapat digunakan sebagai rujukan untuk pemeriksaan pada kasus forensik.

Kata kunci: DNA, Forensic, Buccal swab, STR,

Abstract

The samples used for forensic DNA analysis in living individuals are usually blood and buccal swabs, however blood collection requires an invasive method that can cause discomfort, thus a buccal swab can be a good choice for individuals examined, especially children. This study aimed to determine the effect of temperature and storage time of buccal swabs on the quantity of DNA as material for DNA examination in the forensic field. This study was a laboratory experimental to determine the effect after treatment. Buccal swab samples were 48 and divided into 2 temperature groups, namely room temperature (RT) and 4°C. The division of the temperature groups was also observed with time differences, namely 1, 3, 5, 7 days. EDNA extraction used the DNAzol method and DNA quantification used a Spectrophotometer. The PCR process was carried out with STR primers FGA and D13S317 loci. The visualization stage used acrylamide gel and silver staining. The results of this study prove that there is an effect of temperature and storage time of buccal swab samples. The longer the treatment time, the lower the DNA level. With statistical analysis, it is obtained p-value of < 0.005 , it can be concluded that there are significant differences in DNA levels at the temperature and storage time treatments of the buccal swab sample. The results of DNA visualization at the FGA and D13S317 loci using the STR PCR method in this study can still be detected and can be used as a reference for examination in forensic cases.

Keywords: DNA, Forensic, Buccal Swab, STR

1. PENDAHULUAN

DNA menyimpan semua informasi tentang genetika. Penemuan tehnik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menyebabkan perubahan yang cukup revolusioner di berbagai bidang. Hasil aplikasi dari tehnik PCR ini disebut dengan DNA *fingerprint* yang merupakan gambaran pola potongan DNA dari setiap individu. Karena setiap individu mempunyai DNA *fingerprint* yang berbeda (Coble and Butler, 2005). DNA *fingerprint* yang banyak dimanfaatkan sebagai identitas individu adalah *Short Tandem Repeat* (STR) (Van Oorschot and Jones, 1997; Pagare, 2011).

STR merupakan suatu daerah yang tidak mengkode yang terdapat pada DNA inti dan terdiri dari 2-7 urutan nukleotida yang tersusun berulang. Setiap lokus STR memiliki polimorfisme yang berupa perbedaan jumlah pengulangan pada alel pasangannya dan dengan menggunakan 13-20 lokus STR identitas seseorang dapat ditentukan (Aslam, Rahman and Riaz-Ud-DIn, 2002).

Setiap bagian tubuh manusia dapat diambil sebagai spesimen karena setiap sel yang berinti dalam tubuh seseorang memiliki rangkaian DNA identik, dimana seorang anak pada dasarnya menerima jumlah material genetika yang sama dari ibu dan ayah kandungnya (hukum pewarisan sifat dari Mendel) (Reid *et al*, 2008). Selama ini spesimen (sampel) yang banyak dipakai dalam pemeriksaan DNA untuk mengidentifikasi adalah bercak darah/darah, bercak sperma, vaginal swab, buccal swab (Butler, 2007).

Secara umum pilihan utama yang digunakan untuk pemeriksaan DNA adalah darah. Spesimen darah dapat diperoleh dari darah vena, arteri atau kapiler namun prosedur ini membutuhkan tindakan yang invasif yang dapat menyebabkan rasa tidak nyaman bagi individu yang diperiksa, dan tidak praktis jika digunakan untuk pengambilan sampel dalam jumlah yang banyak (Devina, 2017).

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, sampel swab buccal memiliki konsentrasi dan indeks kemurnian yang rendah namun penggunaan sampel ini tetap dapat dipertimbangkan karena pengambilan sampel ini cenderung lebih mudah diterima oleh pasien bayi atau anak-anak. Di samping itu sampel swab buccal lebih ekonomis, praktis atau lebih mudah untuk dilakukan pengiriman karena terhindar dari resiko pecahnya tabung yang dapat terjadi pada pengiriman dengan sampel

darah, namun belum ada standar yang mengatur secara spesifik mengenai berapa lama suhu dan waktu penyimpanan sampel swab buccal untuk pengiriman DNA dapat digunakan untuk pemeriksaan DNA (Yudianto, Sisipitasri and Margaret, 2016).

Oleh karena itu penelitian mengenai pengaruh suhu dan lama penyimpanan sampel swab buccal pada kualitas DNA ini merupakan langkah awal yang akan digunakan sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suhu dan waktu penyimpanan yang optimal serta menghasilkan DNA genom yang berkualitas baik dengan jumlah yang memadai sehingga dapat digunakan untuk pemeriksaan DNA dengan metode STR PCR .

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris, yaitu suatu metode yang dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh setelah dilakukan perlakuan dalam suatu penelitian.

2.2. Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah DNA sukarelawan memiliki gender perempuan ataupun pria. Sukarelawan sebelumnya telah mengisi form *Inform Consent*. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium *Human Genetic* Lembaga Penyakit Tropis Universitas Airlangga. Penelitian ini menggunakan 48 sampel buccal swab dan dibagi menjadi 4 kelompok waktu penyimpanan dengan masing-masing 12 sampel yaitu 1, 3, 5, 7 hari. Setiap kelompok waktu penyimpanan memiliki 2 kategori suhu yaitu 6 sampel untuk suhu ruangan dan 6 sampel suhu 4°C. Sampel penelitian adalah DNA sukarelawan memiliki gender perempuan ataupun pria. Sukarelawan sebelumnya telah dimintakan persetujuan diambil swab buccal sebagai bahan untuk kepentingan penelitian di Laboratorium *Human Genetic* Lembaga Penyakit Tropis Universitas Airlangga.

2.3 Prosedur Pengumpulan Data

Isolasi DNA dari swab buccal menggunakan metode organik yaitu DNAzol (Mackey, Steinkamp and Chomczynski, 1998). Cytoswab dipotong menggunakan cutter steril ($\pm 0,2$ mm) kemudian ditambahkan 1000 ul ddH₂O, selanjutnya dilakukan sonikasi selama 30 menit. cytoswab lalu dikeluarkan dan cairan

yang masih berada di tabung dan disentrifus (10.000 g) selama 10 menit. Pellet diambil kemudian dicampur dengan 1 ml DNAzol. Keduanya dicampur dengan cara vortexing lalu diinkubasi selama 5 menit pada suhu kamar. Campuran kemudian disentrifus (10.000 g) selama 10 menit pada suhu 4°C, kemudian viscous supernatant diambil dan dimasukkan ke dalam tabung baru. 0,5 ml etanol absolut ditambahkan, dibolak-balik, kemudian diinkubasi selama 1-3 menit, disentrifus (4.000 g) selama 1-2 menit pada suhu 4°C, kemudian supernatant dibuang secara hati-hati agar DNA tidak ikut terbuang. Pellet dicuci dengan 0,8-1 ml etanol 75% sebanyak 2 kali dan setiap kali dicuci dibolak-balik selama-3-6 kali. Tabung diletakkan dengan posisi tegak selama 0,5-1 menit, setelah itu etanol 75% dibuang dengan cara pipetting atau decanting. Pellet kemudian dikeringkan dengan cara membiarkan tabung terbuka selama 5-15 detik sesudah etanol 75% dibuang. Pellet yang berisi DNA tersebut kemudian dilarutkan dengan nuclease free water sebanyak 0,2 - 0,3 ml, divortex secukupnya, kemudian disimpan pada suhu -20°C (Chen *et al.*, 2010).

DNA yang telah di ekstraksi kemudian dilakukan kuantifikasi menggunakan UV spectrophotometer (Doshi *et al.*, 2010) dan dilanjutkan pada proses PCR yang menggunakan primer STR dengan lokus **FGA** (5'-GGCTGCAGGGCATAACATTA-3') dan (5'-ATTCTACGATTTGCGCTTCAGGA-3'), **D13S317** (5'-ATTACAGAAGTCTGGGGATGTGGAGGA-3') dan (5'-GGCAGCCCAAAGACAGA-3') (Butler, 2011).

Amplifikasi DNA melalui PCR dilakukan dengan protokol sebagai berikut: FGA (Gene Ampr. PCR System 9700 *Thermal Cycler*, Promega Corp. 2001): initial denaturation ; 96°C selama 2 menit, denaturasi ; 90°C selama 1 menit, Annealing ; 60°C selama 1 menit, Extension ; 70°C selama 30 detik ; siklus 25 kali. D13S317 (Gene Ampr. PCR System 9700 *Thermal Cycler*, Promega Corp. 2001): Initial denaturasi ; 96°C selama 1 menit, Denaturasi ; 94°C selama 30 detik, Annealing ; 60°C selama 30 detik, Extension ; 70°C selama 45 detik ; siklus 30 kali, final extension 60°C selama 30 detik (Gettings *et al.*, 2014).

Elektroforesis dalam tahap ini dengan menggunakan Polyacrylamid Gel Electrophoresis dengan pewarnaan silver staining (Benbouza *et al.*, 2006). Prosedur pembuatan gel acrylamide sebagai berikut :

Acrylamide Bis/N,N'-Methylenebisacrylamide (29:1) sebanyak 3 ml ditambah dengan 7 ml TBE 0,5x, kemudian ditambahkan dengan temed 15 ul, dan APS (*Amonium Persulfat*) 100 ul, campur dan tuangkan ke cetakan elektroforesis dan biarkan beku. Selanjutnya DNA hasil PCR 5 µl dengan dimasukkan dan di-running pada voltase 100 volt selama 1 jam. Prosedur Silver Staining PAGE (Bassam *et al.*, 2007) yang terdiri dari: drying: (metanol 20% dan gliserol 2%) dalam 100 ml aquades selama 5 menit, fiksasi: (etanol 10%, gliserol dan asam asetat 5%) dalam 100 ml aquades selama 20 menit, dicuci/ bilas dengan aquades 1x dengan cepat, staining: AgNO₃ 0,1% dalam aquades 100 ml selama 50-80 menit, developing: (NaOH 1,5% dan Formalin 100 µl) dalam 100 ml aquades, lalu dilihat di lamp sampai terlihat band (Jain *et al.*, 2010).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran rerata pengukuran kadar DNA dengan menggunakan UV-Visible Spectrophotometer untuk sampel penelitian dari swab buccal seperti tabel berikut ini :

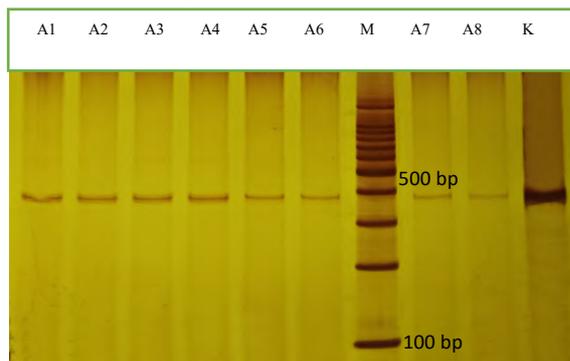
Perlakuan	Rerata kadar DNA (ng/ul)	
Suhu ruang (RT)	1 hari	1966,416667
	3 hari	1773,333333
	5 hari	1519
	7 hari	1455,416667
Suhu 4°C	1 hari	2996,583333
	3 hari	2307,666667
	5 hari	1969,333333
	7 hari	1593,083333

Tabel 1. Hasil rerata kadar DNA hasil isolasi dari sampel swab buccal

Dari tabel diatas memperlihatkan adanya kecenderungan penurunan kadar DNA dari sampel swab buccal yang telah melalui perlakuan waktu 1, 3, 5, 7 hari pada suhu ruang dan 4°C. Adanya penurunan kadar DNA dalam penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh lama waktu perlakuan, sehingga mengakibatkan adanya kerusakan struktur DNA tersebut. Kerusakan DNA yang disebabkan oleh paparan-paparan yang abnormal, disebabkan oleh rusaknya ikatan hidrogen DNA yang irreversible. Kondisi ini mengakibatkan kerusakan pasangan purin-primidin pada DNA, dimana pasangan purin-primidin ini merupakan komponen utama pada struktur DNA. Faktor

lain adalah kondisi sampel yang sudah lama dan adanya diasosiasi protein, selain itu faktor lingkungan seperti halnya kelembapan dan gangguan bakteri atau jamur, sangatlah berpengaruh terhadap kondisi DNA yang digunakan sebagai bahan pemeriksaan DNA. Faktor lingkungan ini yang ditengarai menyebabkan DNA mengalami degradasi, dimana degradasi ini, dapat berlangsung secara cepat maupun lambat. Hal ini tergantung penyebab dari degradasi itu sendiri, selain tentunya lama waktu terjadinya paparan (Kusumadewi, Kusuma and Yudianto, 2012).

Namun dengan adanya penurunan kadar tersebut, kadar DNA yang tersisa masih memungkinkan untuk dilakukan pemeriksaan DNA profiling yakni minimal 50 ng. Kadar minimal DNA yang dapat digunakan pada analisis DNA pada prinsipnya tergantung pada kebutuhan dan jenis pemeriksaan yang dilakukan. Pada pemeriksaan DNA forensik yang berbasis Restriction Fragment Length Polymorphism (RLFP) misalnya, kadar DNA yang dibutuhkan relatif besar yakni sekitar 100 ng, masih 'segar' dengan maksud untuk meningkatkan kemungkinan keberhasilan dalam penatalaksanaan DNA profiling. Dalam penelitian ini kadar DNA yang didapat dari sampel swab buccal antara rentang 1519 -2996 ng/ul, sehingga masih dapat untuk dilakukan pemeriksaan analisis DNA seperti yang dilakukan oleh Fattorini dkk (Ciglieri and Fattorini, 2016).

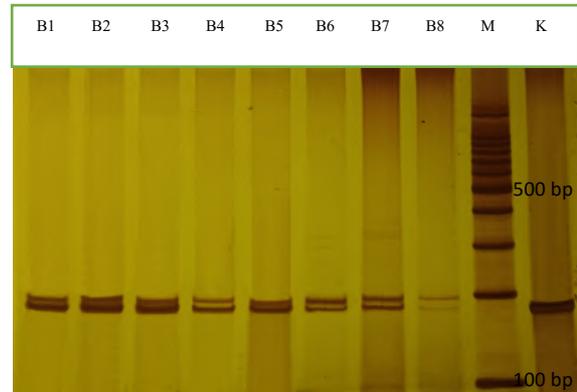


Gambar 1. Hasil amplifikasi STR lokus FGA (322 - 444 bp) pada sampel A

Keterangan :

A1: sampel hari ke 1 pada suhu 4 °C, A2: sampel hari ke 3 pada suhu 4 °C, A3: sampel hari ke 5 pada suhu 4 °C, A4: sampel hari ke 7 pada suhu 4 °C, A5: sampel hari ke 1 pada suhu ruang, A6: sampel hari ke 3 pada suhu ruang, A7: sampel hari ke 5 pada suhu ruang, A8:

sampel hari ke 7 pada suhu ruang, M: marker 100 bp, K: kontrol DNA



Gambar 2. Hasil amplifikasi STR lokus D13S317 (169-201 bp) pada sampel B

Keterangan :

B1: sampel hari ke 1 pada suhu 4 °C, B2: sampel hari ke 3 pada suhu 4 °C, B3: sampel hari ke 5 pada suhu 4 °C, B4: sampel hari ke 7 pada suhu 4 °C, B5: sampel hari ke 1 pada suhu ruang, B6: sampel hari ke 3 pada suhu ruang, B7: sampel hari ke 5 pada suhu ruang, B8: sampel hari ke 7 pada suhu ruang, M: marker 100 bp, K: kontrol DNA

Hasil lengkap pemeriksaan deteksi lokus FGA dan D13S317 pada DNA swab buccal sebagai efek suhu dan waktu penyimpanan bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Perlakuan	FGA		D13S317	
	T	TT	T	TT
Suhu Ruang				
1 hari	6	0	6	0
3 hari	6	0	6	0
5 hari	6	0	6	0
Suhu 4°C				
1 hari	6	0	6	0
3 hari	6	0	6	0
5 hari	6	0	6	0

T : Terdeteksi

TT : Tidak Terdeteksi

Tabel 2. Hasil deteksi DNA swab buccal dengan pemeriksaan STR PCR lokus FGA dan D13S317

Hasil pemeriksaan pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap DNA swab buccal dalam lokus FGA dan D13S317 dengan metode STR PCR dapat dilihat pada tabel 2. Pada seluruh sampel dalam penelitian ini, semua masih dapat terdeteksi. Visualisasi hasil PCR dengan menggunakan polyacrylamide gel pada gambar 1 menunjukkan semua sampel terdeteksi pada semua perlakuan terhadap lokus FGA (rentang antara 322 – 444 bp) dan pada gambar 2 terhadap lokus D13S317 (rentang antara 169 – 201 bp). Hasil ini berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh Manamperi dkk bahwa lokus D13S317 memiliki tingkat polimorfik yang tinggi berdasarkan *Patternity Index*, *Power of Discrimination*, dan *Matching Probability* (Manamperi *et al.*, 2009).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil dan pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh suhu dan waktu penyimpanan swab buccal terhadap kadar DNA. Semakin lama waktu perlakuan maka kadar DNA semakin menurun. Hal ini terlihat pada hasil Analisa Kruskal Wallis yang diperoleh nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$).

Faktor eksternal yakni lingkungan dan lama waktu penyimpanan mempengaruhi kuantitas dan kualitas DNA dari swab buccal, namun tidak terlalu mengganggu terhadap DNA pada lokus FGA dan D13S317 dengan metode STR PCR.

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan amplifikasi PCR dari DNA swab buccal pada lokus STR yang lainnya dan dilanjutkan dengan waktu yang lebih lama sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut secara lebih luas di bidang identifikasi forensik.

DAFTAR PUSTAKA

Aslam, N., Rahman, Z. and Riaz-Ud-DIn, S. (2002) 'Optimization of PCR Conditions to amplify Short Tandem Repeats (STR) of Human Genomic DNA', *International Journal of Agriculture and Biology*, 4(1).

Benbouza, H. *et al.* (2006) 'Optimization of a reliable , fast , cheap and sensitive silver staining method to detect SSR markers in polyacrylamide gels', *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 10(2), pp. 77–81.

Butler, J. M. (2007) 'Short tandem repeat typing technologies used in human identity

testing.', *BioTechniques*, 43(4). doi: 10.2144/000112582.

- Butler, J. M. (2011) *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology*. U.S.A.
- Chen, H. *et al.* (2010) 'Evaluation of five methods for total DNA extraction from western corn rootworm beetles', *PLoS ONE*, 5(8), pp. 1–6. doi: 10.1371/journal.pone.0011963.
- Ciglieri, S. S. and Fattorini, P. (2016) 'DNA Extraction from Blood and Forensic Samples', in *Guidelines for Molecular Analysis in Archive Tissues*, pp. 1–10. doi: 10.1007/978-3-642-17890-0.
- Coble, M. D. and Butler, J. M. (2005) 'Characterization of New MiniSTR Loci to Aid Analysis of Degraded DNA *', 50(1).
- Devina. Emanuela, T. Dhanardhono, and S. Saebani, 2017. *Perbedaan kuantitas DNA yang diekstraksi dari buccal swab dengan jumlah usapan yang berbeda*. diponegoro medical journal (jurnal kedokteran diponegoro), vol. 6, no. 2, pp. 443-450
- Gettings, K. B. *et al.* (2014) 'STR sequence diversity in population samples and nomenclature guidance for the "Next Generation"', *International Symposium on Human Identification*, (October 2014). Available at: https://www.researchgate.net/publication/273944884_STR_Sequence_Diversity_in_Population_Samples_and_Nomenclature_Guidance_for_the_Next_Generation.
- Jain, S. *et al.* (2010) 'Diagnosis of down syndrome and detection of origin of nondisjunction by short tandem repeat analysis', *Genetic Testing and Molecular Biomarkers*, 14(4), pp. 489–491. doi: 10.1089/gtmb.2009.0191.
- Kusumadewi, A., Kusuma, S. E. and Yudianto, A. (2012) 'The Analyze of Human DNA Soft Tissue that Contaminated Formalin During 1 Month and 6 Month at Locus D13S317 using STR-PCR', *JBP*, 14(2), pp. 115–121.

- Mackey, K., Steinkamp, A. and Chomczynski, P. (1998) 'DNA extraction from small blood volumes and the processing of cellulose blood cards for use in polymerase chain reaction', *Applied Biochemistry and Biotechnology - Part B Molecular Biotechnology*, 9(1), pp. 1–5. doi: 10.1007/BF02752692.
- Manamperi, A. *et al.* (2009) 'STR polymorphisms in Sri Lanka: evaluation of forensic utility in identification of individuals and parentage testing.', *The Ceylon medical journal*, 54(3), pp. 85–89. doi: 10.4038/cmj.v54i3.1201.
- Van Oorschot, R. A. H. and Jones, M. K. (1997) 'DNA fingerprints from fingerprints', in *Nature*, pp. 767–768. doi: 10.1038/42838.
- Pagare, S. (2011) 'Understanding the Basics of DNA Fingerprinting in Forensic Science', *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology*, 23(4), pp. 613–616. doi: 10.5005/jp-journals-10011-1233.
- Yudianto, A., Sispitasri, Y. E. and Margaret, N. (2016) 'Analysis of Earphone Swab Mitochondrial Dna As an Alternative Material for Identification Examination', *Folia Medica Indonesiana*, 52(3), pp. 169–173. doi: 10.20473/fmi.v52i3.5446.

MODIFIKASI ENKAS DALAM MEMINIMALISIR TINGKAT KONTAMINASI DALAM KEGIATAN KULTUR DAN PENGENALAN ALAT DENGAN BIAYA TERJANGKAU KEPADA MAHASISWA POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG

Isnayati¹, Fifit Yuniardi²,
¹Politeknik Negeri Lampung
²Politeknik Negeri Lampung
Email Putragemini86@gmail.com

ABSTRAK

Keadaan ruang kultur atau ruang tranfer yang steril merupakan suatu syarat utama yang harus dilakukan dalam keberhasilan kegiatan dalam kultur tanaman ataupun mikroorganisme positif. Untuk menjamin tingkat sterilisasi kegiatan kultur dilaksanakan didalam laminar air flow cabinet. Kendala yang utama adalah harga laminar air flow yang sangat tinggi maka enkas adalah salah satu alat yang dapat digunakan sebagai pengganti laminar air flow. Dari hasil kegiatan sub kultur yang telah dilaksanakan diperoleh hasil kultur dengan tingkat kontaminasi sangat rendah. Dari 50 botol yang ditanam yang dibagi dalam 20 botol sub kultur protocorm anggrek dan 30 sub kultur propagul pisang hanya terdapat 3 botol yang terkontaminasi. Kontaminasi jamur terdapat dalam botol protocorm anggrek sedangkan kontaminasi bakteri terdapat dalam botol propagul pisang. Dari hasil pengamatan ini diharapkan para mahasiswa maupun alumni Politeknik Negeri Lampung dapat terangsang untuk mencoba menjadi wirausaha usaha dalam kegiatan kultur jaringan dengan memulai dari alat yang sederhana terlebih dahulu.

Kata kunci :steril, kontaminasi, enkas, wirausaha

PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering di temui dalam peningkatan produksi adalah pengadaan dan distribusi bibit tanaman berkualitas yang belum kontiyu dan memadai. Dalam program budidaya penggunaan bibit bebas patogen/berkualitas mutlak diperlukan sedangkan untuk memenuhi akan kebutuhan bibit tersebut bila dilakukan dengan cara konvensional tidak akan terpenuhi. Dengan majunya ilmu pertanian dengan menerapkan teknologi yang ada maka diharapkan permasalahan tersebut bisa teratasi. Contohnya adalah pengembangan bibit tanaman dengan teknik kultur jaringan dan aplikasi agen hayati pada saat pemindahan bibit baik di nursei ataupun di lahan sangatlah membantu dalam meningkatkan hasil produksi (Sulistiyani, 2018).

Didalam proses kegiatan pengadaan bibit sehat dan perbanyak agen hayati atau mikroba positif pasti ada hambatan-hambatan yang ditemui. Untuk kegiatan perbanyak bibit dan agen hayati permasalahan yang timbul adalah pertumbuhan mikroorganisme negative yang tidak diinginkan yang biasa disebut dengan kontaminan. Sumber kontaminasi bisa berasal

dari banyak faktor seperti bahan media tanam, eksplan, kondisi ruang tanam atau keteledoran pada saat kegiatan perbanyak (Indarto, 2019).

Kontaminasi merupakan faktor pembatas dalam kegiatan kultur baik tanaman maupun kultur mikroba positif, kontaminasi dapat berupa jamur ataupun bakteri yang tidak mati pada saat sterilisasi baik pada saat sterilisasi di luar ruangan ataupun pada saat kultur dan inokulasi. Dengan pertumbuhan kontaminan yang relative lebih cepat dibandingkan pertumbuhan tanaman atau inokulan utama maka akan menghambat bahkan membunuh tanaman ataupun mikroba positif yang sedang diperbanyak (Indarto, 2019). Oleh karena itu perlu adanya usaha untuk menciptakan kondisi yang benar-benar steril demi mendapatkan hasil yang maksimal.

Kondisi ruangan yang kurang steril merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kontaminasi. Oleh karena itu dalam kegiatan kultur jaringan ataupun kultur mikroba kegiatan dilakukan dengan menggunakan alat laminar air flow yang dapat meminimalisir pertumbuhan kontaminan dalam kegiatan kultur tersebut (Sandra, 2018). Namun permasalahan juga akan kembali timbul dimana harga laminar air flow

yang sangat tinggi yang kurang mampu dibeli oleh masyarakat, dalam hal ini mahasiswa hanya tahu cara praktikumnya saja tanpa adanya keinginan untuk mengadakan kegiatan sendiri karena mahalnya alat-alat yang diperlukan dalam kegiatan kultur tersebut.

Tugas pokok PLP adalah mengelola laboratorium melalui serangkaian kegiatan perancangan kegiatan laboratorium, pengoperasian peralatan dan penggunaan bahan, pemeliharaan perawatan peralatan dan bahan, pengevaluasian sistem kerja laboratorium, dan pengembangan kegiatan laboratorium baik untuk pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

Atas dasar pengembangan kegiatan laboratorium pranata laboratorium pendidikan diharapkan juga mampu memecahkan permasalahan dalam kegiatan praktikum baik mengenai alat ataupun bahan. Praktikum mahasiswa dalam laboratorium sendiri sering mengalami kendala dalam kegiatannya, seperti dalam kegiatan praktikum kultur jaringan ataupun kultur mikroba positif sering di temui kegagalan dengan adanya pertumbuhan kontaminan atau yang sering disebut kontaminasi.

Dengan permasalahan tersebut maka penulis sebagai salah satu pranata laboratorium pendidikan politeknik negeri lampung berinisiatif membuat alat yang dapat menggantikan peran dari laminar air flow tersebut, dengan tetap mengedepankan tingkat sterilisasi yang tinggi namun dapat diproduksi dengan biaya yang rendah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan Penelitian ini adalah :

- a) Meningkatkan dan mengoptimalkan pelayanan praktikum dengan Inovasi pembuatan alat tepat guna baru yang mendukung dalam kegiatan praktikum.
- b) Mengenalkan alat sederhana yang bisa dibuat oleh mahasiswa sendiri dengan biaya yang terjangkau. Untuk memotivasi mahasiswa agar mencoba di dunia usaha.
- c) Menambah peralatan laboratorium yang tepat guna

1.3. Manfaat Penelitian

1. Lembaga / Institusi
 - a. Meningkatkan motivasi meneliti bagi PLP, Lembaga/institusi dalam mengemban Tri Dharma Perguruan

Tinggi secara profesional dan bertanggung jawab.

- b. Mendukung capaian kualitas pembelajaran karena berkembangnya materi bahan ajar dan dukungan peralatan hasil penelitian di laboratorium.
2. PLP / Peneliti
 - a. Meningkatkan wawasan pengetahuan, teknologi dan keterampilan di bidang pengelolaan laboratorium
 - b. Meningkatkan motivasi dan kreativitas bagi PLP dalam melaksanakan tugas pengelolaan laboratorium
 - c. Meningkatkan kualitas pelayanan laboratorium dalam pelaksanaan TriDharma Perguruan Tinggi.
 3. Mahasiswa/ masyarakat
 - a. Diharapkan dapat mencegah terjadinya kegagalan pertumbuhan pada saat praktikum.
 - b. Membuka cakrawala pandang dan kreativitas mahasiswa ketika terjun ke dunia usaha dan atau dunia kerja.
 - c. Sebagai salah satu alternatif dalam kegiatan pengenalan alat terhadap mahasiswa.
 - d. Merangsang mahasiswa untuk termotivasi membuat alat dengan biaya yang lebih murah dan terjangkau.

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium kultur jaringan Politeknik Negeri Lampung. Penelitian dilakukan mulai bulan Juli sampai Oktober 2020

3.2 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaca akrilik dengan ketebalan 3 cm , tripleks melamin 9 mm, baut, lem kayu, lampu TL 20 watt full body, lampu ultra violet (UV) full body, kabel nym 0,75 mm, stop kontak, remote control, sensor lampu, bahan kain jaket, plastik toples, protocorm/propagul tanaman, starter mikoriza dan tricorderma, alkohol 96%, plastik wrapping, plastik pp ukuran 12x25, karet gelang,

media Murashige and Skoog, zat pengatur tumbuh sitokinin, media PDA. Sedangkan alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain gergaji kaca, Tool kit, Pensil 2B, multi tester, Soldier, alat diseksi, bistury, botol kultur, petridish.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu dengan persiapan pembuatan dan inventarisasi alat dan bahan yang di butuhkan, lalu merancang bentuk dan system kerja peralatan, kemudian pembuatan enkas dan perakitan lampu serta peralatan yang mendukung. Lalu uji coba alat yang dibuat dan terakhir pengamatan hasil dari peralatan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian:

3.4.1 Persiapan

Menginventaris dan mengumpulkan semua peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, membuat enkas yang akan digunakan untuk tempat kultur tanaman.

3.4.2 Pembuatan enkas

- Mengukur kebutuhan bahan akrilik dan tripleks melamin yang dibutuhkan untuk membuat enkas.
- Merangkai bagian bagian yang telah diukur hingga terbentuk enkas.
- Pelubangan akrilik dengan menggunakan sinar laser pada bagian depan (untuk tangan) dan bagian samping (untuk pintu memasukan bahan). Serta merangkai plastik dan bahan jaket pada masing-masing lubang.
- Pemasangan instalansilampu TL, lampu UV serta merancang sensor untuk menghidup matikan lampu UV dan lampu TL secara otomatis.

3.4.3 Uji coba alat

Setelah kegiatan pembuatan enkas yang telah dipasang instalansi listrik, lampu TL dan lampu UV serta sensor selesai, Alat tersebut siap dilakukan uji coba alat di laboratorium kultur jaringan Politeknik Negeri Lampung.

Adapun uji coba yang dilaksanakan adalah :

- Meletakkan enkas didalam ruang inokulasi
- Media, alat tanam, dan alat erta bahan lainnya kecuali eksplan dimasukan ke dalam

enkas dengan terlebih dahulu disemprot alcohol 96%.

- Lampu UV dihidupkan selama 24 jam. Menghidupkan dan mematikan lampu TL dan lampu UV dengan menggunakan remote kontrol
- Melakukan kegiatan kultur baik tanaman maupun agen hayati di enkas yang berbeda.
- Meletakkan hasil kultur pada ruangan inkubasi.

3.4.4 Pengamatan

Pengamatan meliputi:

- Mengamati akan pertumbuhan tanaman serta menganalisis tingkat kontaminasi pada masing-masing botol dan petridish.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Enkas

Pembuatan alat menggunakan bahan dari material akrilik dengan ketebalan 3 cm, body enkas dibuat full dengan bahan akrilik bertujuan agar mudah dalam pembersihan serta ringan bila ingin dipindahkan dari ruang penanaman satu keruang penanaman lainnya. Kaca krilik dipotong-potong sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan direkatkan dengan menggunakan lem kaca. Untuk menghindari benturan yang kemungkinan dapat merusak bagian-bagian enkas, khususnya bagian bawah yang bersentuhan langsung dengan meja atau bahan lainnya maka bagian alas dilengkapi dengan pembuatan box yang terbuat dari papan dan triplek melamin putih. Pemilihan triplek melamin putih bertujuan untuk memudahkan dalam melihat kebersihan didalam enkas serta menciptakan kondisi yang terang.



a. Pembuatan Enkas b. Bentuk awal enkas
Gambar 2. Kegiatan pembuatan enkas

Untuk kegiatan kultur enkas diberikan dua buah lubang yang berfungsi sebagai lubang untuk memasukan tangan, dibagian dalam dilindungi dengan memasang kain bahan yang biasa dipakai

untuk membuat jok sofa yang berfungsi meminimalisir debu yang mungkin saja masih menempel ditangan. Serta bagian luar diberikan tutup untuk menghindari debu yang mungkin saja masuk sewaktu enkas tidak digunakan. Bagian samping dibuat pintu atau lubang yang dapat dibuka tutup untuk memasukkan peralatan, botol media dan eksplan.

4.2. Pemasangan instalasi lampu dan sensor on, off

Penambahan lampu TL 18 watt bertujuan untuk penerangan sehingga memudahkan dalam kegiatan kultur perbanyak tanaman maupun mikroorganisme. Di samping penambahan lampu TL dalam produk enkas ini ditambahkan juga lampu ultraviolet yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme didalam enkas.



Gambar 3. Lampu TL dan Lampu UV

Dengan kondisi yang terang akan lebih memudahkan kegiatan dalam proses perbanyak tanaman maupun mikroorganisme, karena biasanya kegiatan kultur dilakukan di dalam ruangan yang memungkinkan pencahayaan masih kurang untuk menerangi seluruh bagian ruangan. Lampu TL 18 watt tidak terlalu panas bila dibandingkan dengan lampu neon maka tidak akan membuat kondisi panas sewaktu dilakukan kegiatan kultur didalam enkas. Syarat utama dalam kegiatan kultur adalah tingkat sterilisasi ruangan yang tinggi, sehingga bila keadaan didalam enkas sudah steril maka tingkat keberhasilan dalam kegiatan kultur juga akan tinggi. Sedangkan untuk mengantisipasi kecelakaan kerja karena radiasi sinar ultraviolet maka enkas dilengkapi dengan pemasangan alat sensor on dan off yang dapat dihidupkan dan dimatikan dengan menggunakan remote kontrol, sehingga dapat meminimalisir radiasi sinar ultraviolet yang akan berdampak negatif terhadap tubuh pekerja atau pengguna dalam kegiatan kultur.



a. Alat sensor on dan off dan mematikan lampu TL dan lampu UV
b. Remote kontrol untuk menghidupkan dan mematikan lampu TL dan lampu UV

Gambar 4. Peralatan instalasi alat sensor dengan remote kontrol

4.3. Pengujian Alat

Pengujian merupakan tahap akhir dari penelitian ini, pengujian enkas dilakukan dengan cara melakukan penanaman (kegiatan kultur) dengan menggunakan enkas. Sebelum pelaksanaan kultur dilakukan, kegiatan awal adalah melakukan sterilisasi terhadap enkas dan peralatan serta bahan yang akan digunakan. Langkah pertama dalam kegiatan ujicoba enkas ini adalah sebagai berikut :

4.3.1. Pembuatan media kultur

Bahan media yang dipakai adalah komposisi dari media murashige and skoog dengan penambahan sedikit zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin. Dalam kegiatan ini media yang dibuat adalah 1 liter untuk dijadikan ke 40 botol kultur. Bahan media Murashige and Skoog instans ditimbang 4,43 gr yang kemudian dilarutkan dengan 500 ml aquades dan ditambahkan 0,5 ppm ZPT sitokinin. Kemudian ditambahkan 20 gr gula putih yang sudah diarturkan kedalam 100 ml aquades. Tambahkan aquades hingga mencapai batas tera 1000 ml kemudian ukur pH hingga mencapai 5,6-5,8 dengan menggunakan pH meter. Tambahkan agar sebagai pematid kemudian masak hingga mendidih dan dibagi ke dalam 50 botol kultur dalam keadaan panas lalu tutup dengan menggunakan plastik polypropylen (PP) dan ikat dengan karet. Sterilisasi media didalam autoclafe selama 20 menit dengan suhu 121°C. Stelah disterilisasi media didiamkan selama 7 hari dalam ruangan media sambil mengamati tingkat kontaminasi sebelum digunakan dalam kegiatan kultur.

4.3.2. Sterilisasi alat

Alat tanam, alumunium foil, kain lap dibungkus dengan kertas dan disterilisasi dengan menggunakan autoclave selama 60 menit dengan suhu 121°C sebelum digunakan. Sedangkan untuk karet cukup disterilisasi dengan perendaman dalam alkohol 96% selama kurang lebih 10-15 detik. Maka kegiatan sterilisasi alat dilakukan pada hari ke 7 sekaligus melakukan kegiatan kultur dan melihat kondisi steril media kultur yang sudah dibuat seminggu sebelumnya.

4.3.3. sterilisasi enkas

Setelah media terlihat steril dan alat tanam selesai sterilisasi maka kegiatan selanjutnya adalah sterilisasi enkas. Kegiatan sterilisasi enkas dengan cara menyemprotkan alkohol 96% keseluruhan bagian dalam enkas dan mengelapnya dengan menggunakan tisu hingga tidak terlihat kotor pada bagian tisu tersebut. Kemudian media kultur, alat tanam, alumunium foil dan kain lap dimasukkan kedalam enkas dengan disemprot terlebih dahulu dengan menggunakan alkohol 96%. Setelah seluruh alat tanam dan media masuk, disetiap ujung enkas diletakan botol yang sudah diisi alkohol 96%.hidupkan lampu ultraviolet dengan menggunakan remote selama 24 jam. Sehingga seluruh alat dan bahan disterilisasi kembali dengan menggunakan sinar ultraviolet didalam enkas selama 24 jam.

4.3.4. kegiatan penanaman (kultur)

Setelah 24 jam lampu ultraviolet dimatikan dan didiamkan selama 20 menit untuk meminimalisir kemungkinan radiasi dari sinar ultraviolet yang mungkin masih tersisa. Setelah 20 menit maka masukan eksplan, yang akan digunakan. Dalam kegiatan ujicoba enkas ini menggunakan protocorm anggrek dan propagul pisang. Sebelum dimasukan kedalam enkas eksplan dan tangan disemprot terlebih dahulu dengan alkohol 75% secara merata.



Gambar 5. Kegiatan kultur

Setelah itu kegiatan kultur dapat dilaksanakan dengan cara memindahkan protocorm anggrek dan propagul pisang kedalam media baru yang sudah disterilisasi 24 jam sebelumnya dengan sinar ultraviolet didalam enkas. Setelah selesai kegiatan kultur, eksplan diletakan dalam ruang inkubasi dengan suhu 18°C-20°C untuk diamati tingkat kontaminasi.

4.3.5. Hasil pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah masa inkubasi selama 10 hari dengan menghitung jumlah hasil kultur yang steril maupun yang terkontaminasi. Selang waktu 10 hari dimaksudkan sebagai acuan bahwasanya bila waktu 10 hari hasil kultur tidak banyak yang terkontaminasi menandakan kondisi di dalam enkas tingkat sterilisasinya tinggi. Karena biasanya bila kondisi didalam enkas kurang steril hanya dalam waktu 3 hari maka kontaminasi akan terlihat, walaupun banyak faktor yang mempengaruhi tingkat kontaminasi disamping kondisi ruangan tingkat kebersihan pekerja atau pengguna laminar juga ikut mempengaruhi.



- Terdapat 1 botol terkontaminasi di rak ruang inkubasi 1 (protocorm anggrek)
- terdapat 1 botol kontaminasi di rak ruang inkubasi 2 (propagul)

Gambar 6. Foto hasil pengamatan hari ke 10

Dari hasil pengamatan terdapat 3 botol yang terkontaminasi dari 50 botol yang ditanam atau dikulturkan, maka bisa disimpulkan tingkat kontaminasi didalam enkas rendah karena tidak berbeda jauh dengan tingkat kontaminasi bila kegiatan kultur menggunakan laminar air flow. Sehingga enkas hasil penelitian ini dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam kegiatan kultur jaringan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Sulistiani, Erina dkk. 2018. Produksi Bibit Tanaman Dengan Menggunakan Teknik Kultur jaringan. Seameo Biotrop. Bogor

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan pengujian alat enkas dalam kegiatan sub kultur dapat disimpulkan :

1. Sebelum pembuatan enkas perlu adanya referensi bahan sesuai dengan kemudahan pengadaan dan besarnya biaya yang diperlukan.
2. Perlu adanya proses dalam sterilisasi enkas sebelum dipakai untuk meminimalisir tingkat kontaminasi pada tanaman yang dikulturkan
3. Kondisi kedap dan rapat dalam pembuatan enkas dapat meminimalisir tingkat kontaminasi.
4. Enkas dapat direkomendasikan untuk kegiatan kultur secara rumah tangga.

5.2. Saran

1. Sebaiknya sebelum melakukan kegiatan kultur, ruangan inokulasi perlu dibersihkan dulu (disapu dan dipel) dan di semprotkan disinspektan untuk sterilisasi ruangan diluar enkas.
2. Sebelum dipakai enkas harus di cek tingkat kebersihannya dengan menyemprotkan alcohol 96% dan di lap dengan menggunakan lap atau tisu steril.
3. Setelah mematikan lampu UV sebaiknya diberikan selang waktu untuk meminimalisir sisa radiasi UV yang mungkin saja masih tertinggal di dalam enkas.
4. Perlu keterampilan untuk mengkulturkan tanaman agar kegiatan kultur tidak terlampau lama didalam enkas.
5. Perlu penyempurnaan untuk penelitian lanjutan bagi PLP.

REFERENSI

Indarto.2019. Panduan Pelatihan Kultur Jaringan. PT. Inagro. Bogor.

Sandra, Edi. 2018 .Buku Pelatihan Kultur Jaringan Esha Flora. Esha Flora . Bogor.

Modifikasi Alat Pembuat Mol Limbah Organik Nabati Bahan Praktikum di Laboratorium Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

Linda Tri Maiza^{1*}, Yubniati², Rio Hermansyah³

1. Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

*Email: lindatrimaiza@gmail.com, yubniati@gmail.com, rio.her08@gmail.com

Abstrak

Salah satu pemanfaatan limbah organik dari sisa praktikum di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh adalah sebagai bahan pembuatan MOL. MOL dijadikan bioaktivator pembuatan kompos dan pupuk organik cair yang dapat digunakan kegiatan budidaya tanaman di lingkungan Institusi. Alat pembuat MOL memakai ember plastik bertutup, menghasilkan kualitas MOL masih rendah, ditandai dengan aroma MOL berbau busuk, larutan yang dihasilkan banyak endapan, serta tidak efisien dalam saat panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat pembuatn MOL yang sudah dimodifikasi. Pengamatan meliputi dari segi kualitas aroma, kebersihan, efisiensi waktu dan tenaga. Pengujian kinerja pembuat alat pembuat MOL yang belum dimodifikasi dan sudah di modifikasi dengan memakai bahan sayuran dan buah-buahan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa alat modifikasi pembuat MOL yang menggunakan saringan dan kran menghasilkan kualitas MOL yang baik, ditandai larutan MOL dengan aroma khas dan penampakan larutannya bersih, tidak menimbulkan kendala saat panen dari segi waktu dan tenaga. Dapat disimpulkan bahwa alat pembuat MOL yang di modifikasi memakai saringan dengan menambahkan kran dibagian dasar wadahnya memberi tingkat kualitas MOL lebih baik.

Kata kunci : Mikroorganisme Lokal (MOL), Alat modifikasi MOL, bahan organik, Alat Pembuat MOL, kualitas MOL

Abstract

Local microorganism made in bio activator of making compost and liquid organic fertilizer that can be used for plant cultivation activities in institutional environment. All this time, local microorganism maker tool using plastic bucket with lid, produce local MOL is still low, which is characterized by a foul-smelling aroma of local microorganism, the resulting solution is coarsely precipitated, also not efficient at harvest time. The purpose of this research is to know the performance of the local microorganism maker tool which has been modified. Observation include in term of scent quality, cleanliness of solution time efficiency and energy Testing of unmodified local microorganism maker tool and which have been modified by using vegetables and fruit. From the iest result show that the modified local local microorganism maker tols with filter and faucet produce local microorganism better quality, which are indicated by typical scent of local microorganism and cleanliness of solution, its doest'nt cause a problem of time and energy at harvest time, it can be concluded that a modified local microorganism maker tool with filter and faucet at the bottom of the container give better quality of local microorganism.

Keywords : local microorganism (MOL), modified local microorganism maker tool, organic material, local microorganism maker tool, MOL Quality.

PENDAHULUAN

Di Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh pemakaian bahan praktikum lebih banyak berbasis bahan organik nabati baik berupa buah-buahan ataupun tanaman hijau. Limbah bahan organik tersebut dijadikan bahan baku kompos padat dan dijadikan MOL. MOL bermanfaat sekali untuk bioaktifator pembuatan kompos padat dan pupuk organik cair. Pembuatan MOL pada Jurusan Budidaya Tanaman Pangan pada beberapa Mata Kuliah masih menggunakan alat pembuat MOL berupa ember bertutup yang ditambah selang. Sebagaimana dalam Mulyono (2015) bahwa wadah pembuat MOL dibuatkan lubang bagian tutup dan diberi slang diarahkan ke botol berisi air. Namun tingkat keberhasilan fermentasi MOL saat ini masih rendah ditandai MOL beraroma busuk.

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat modifikasi pembuatan MOL yang efektif dan efisien. Sehingga bermanfaat bagi mahasiswa yang melakukan praktikum pembuatan MOL serta memberi nilai tambah terhadap limbah organik bahan praktikum. Hasil MOL juga dapat dimanfaatkan untuk bahan baku praktikum Budidaya Tanaman di lingkungan Politeknik Pertanian.

MOL merupakan mikroorganisme lokal hasil fermentasi dari bahan yang ada di lingkungan sekitar dan mudah didapat (Mulyono, 2015). Menurut Hadisuwito (2012), alat yang digunakan untuk membuat MOL ini berupa tong yang telah dimodifikasi. Palupi (2015) menyampaikan pembuatan MOL dengan menutup rapat wadah menggunakan koran satu lapisan dibawah tutupnya. Juanda (2011) menyarankan fermentasi pembuatan MOL dalam wadah tertutup rapat dan kuat. Karena reaksinya akan berlangsung secara anaerob. Lama fermentasi selama 10-15 hari untuk buah-buahan dan sayuran (Trubus exo, 2012).

Tujuan pembuatan alat pembuat MOL yang telah dimodifikasi ini untuk mendapatkan alat pembuat MOL yang efisiensi dan efektif baik segi kualitas MOL dan kinerja alatnya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2020 s.d. Oktober 2020 berlokasi di Laboratorium Politeknik Negeri Pertanian Payakumbuh.

Alat dan Bahan.

Alat : Ember bertutup volume 55 lt. berjumlah 14 buah, Botol sample 130 buah, Deregen vol 20 lt 6 buah, Gergaji 1 buah, rak ember 4 buah, Baskom plastik besar 6 buah, Talenan 3 buah, Pisau stainless steel 3, Gayung 2 buah, Saringan 3 buah, Corong ukuran sedang 3 buah, Beaker Glass 4 buah, Botol air mineral vol. 600 ml 12 buah.

Bahan-bahan antara lain : Kran 12 buah Slang diameter 0,5 inch 1 gulungan, Lem paralon 3 buah, Air kelapa 120 lt, Limbah buah-buahan 120 kg, Limbah dedaunan 120 kg, Gula merah 12 kg, Ijuk 1 karung 50 kg, krekel 1 karung 50 kg.

Prosedur Kerja.

1. Mempersiapkan Alat yang biasa dipakai berupa ember bertutup (kontrol) dirakit dengan memasang slang udara pada bagian tutup
2. Mempersiapkan Alat Pembuat MOL modifikasi dari ember bertutup yang dimodifikasi dibagian tutup dipasangkan pengaduk, dan kran dibagian bawah ember diluar serta menambahkan penyaring organik pada lapisan terbawah berupa ijuk setinggi 5 cm, dan kerekel setinggi 5 cm.
3. Mempersiapkan Alat Pembuat MOL modifikasi dari ember bertutup yang dimodifikasi dibagian tutup dipasangkan pengaduk dan kran dibagian bawah ember tanpa penyaring organik
4. Membuat bahan MOL dari air kelapa : bahan organik : gula merah (1 : 1 : 1/10),
5. Pemotongan bahan organik (sayuran dan buahan) sampai halus
6. Gula merah diiris halus dan mencampurkan dengan air kelapa dalam baskom dan diaduk sampai larut .
7. Menyusun bahan organik dalam ember kontrol dan ember modifikasi. Menuangkan larutan gula + air kelapa ke atas bahan organik sambil diaduk.
8. Memasang pengaduk pada tutup dan slang aerasi udara disambungkan ke botol berisi air.

9. Biarkan dalam 15 hari dengan pengadukan 3 hari sekali.

Pengumpulan data

Pengamatan dilakukan selama 4 minggu, dengan mengamati aroma MOL, endapan MOL pada minggu kedua, ketiga dan keempat. Penghitungan waktu penggunaan alat pada tiap Alat Pembuat MOL ember bertutup tanpa modifikasi dan ember bertutup dengan modifikasi pada minggu keempat. Pengumpulan data kualitatif setiap jadwal pengamatan diolah secara sederhana disusun dalam bentuk tabel dengan membandingkan antara pengamatan setiap perlakuan tanpa dianalisis secara statistik.



Gambar 1. Ember MOL biasa



Gambar 2. Ember MOL Modifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan kualitas larutan MOL meliputi bau (aroma), endapan setelah 2 minggu masa fermentasi disajikan dalam gambar 3 dan gambar 4 serta Tabel 1.



Gambar 3. Penampakan visual endapan MOL Buah



Gambar 4. Penampakan visual endapan MOL sayuran

Tabel 1. Kualitas MOL

Alat MOL	Minggu	Bau (aroma)	Kebersihan
Alat Kontrol Sayuran	II	Agak busuk	Banyak endapan
	III	Agak busuk	Banyak endapan
	IV	busuk	Banyak endapan
Alat Kontrol Buah	II	Agak busuk	Banyak endapan
	III	Agak busuk	Banyak endapan
	IV	Agak busuk	Banyak endapan
Alat Modifikasi bersaring sayur	II	Aroma khas	Bersih
	III	Aroma khas	Bersih
	IV	Aroma khas	Bersih
Alat Modifikasi Tanpa bersaring sayur	II	Aroma khas	Sedikit endapan
	III	Aroma khas	Sedikit endapan
	IV	Aroma khas	Sedikit endapan
Alat Modifikasi bersaring buah	II	Aroma khas	Bersih
	III	Aroma khas	Bersih
	IV	Aroma khas	Bersih
Alat Modifikasi Tanpa bersaring buah	II	Aroma khas	Sedikit endapan
	III	Aroma khas	Sedikit endapan
	IV	Aroma khas	Sedikit endapan

Sumber : Hasil penelitian “Modifikasi Alat Pembuat MOL Limbah Organik Nabati Bahan Praktikum di Laboratorium Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, 2020

Pemakaian alat pembuat MOL modifikasi bersaring dengan bahan sayur dan alat pembuat MOL modifikasi bersaring dengan bahan buah mampu memberikan kualitas MOL yang baik dibandingkan dengan alat modifikasi tanpa saring dan alat tanpa modifikasi (kontrol). Pengamatan kualitas aroma MOL yang dihasilkan, khas buah atau sayur pada alat modifikasi bersaring dibandingkan perlakuan

lainya. Sesuai redaksi Trubus (2012), limbah buah aromanya mirip buah yang difermentasikan. Penyaring yang dipasang di dalam ember berupa ijuk dan kerekel, menahan struktur bahan MOL keluar bersama larutan. Ijuk berfungsi sebagai penyaring kotoran yang ukurannya lebih besar. Ijuk digunakan karena memiliki kelenturan sekaligus kepadatan

sehingga mudah menyaring kotoran besar pada air (Kumalasari dan Satoto,2011)

Terlihat pada tabel 1. alat tanpa modifikasi (kontrol) sayuran memiliki aroma agak busuk dan banyak endapan, begitu juga alat biasa buah juga memiliki aroma busuk dan banyak endapan. Hal ini disebabkan dalam pengadukan MOL, tutup ember harus dibuka sehingga memungkinkan masuknya organisme pembusuk. MOL yang dihasilkan juga memiliki endapan lebih banyak, sehingga harus dilakukan penyaringan di luar. Aroma yang busuk menandakan MOL tidak berhasil. Menurut Farida (2009), MOL yang sudah matang ditandai dengan aroma yang tidak menyengat dan berbau seperti tape.

Pada percobaan ini, alat pembuat MOL modifikasi dengan tambahan saringan memberi hasil lebih baik dikarenakan ember tertutup dengan tambahan pengaduk memungkinkan pengadukan tanpa membuka tutupnya, membuat proses fermentasi tidak terganggu oleh organisme pembusuk dari luar. Sebagaimana dalam Farida (2009) bahwa pembuatan MOL dengan lama fermentasi lebih dari 3 minggu dengan wadah tertutup. Saat pembuatan MOL dibutuhkan pengadukan agar semua bahan tercampur merata.

Hasil pengamatan penghitungan efisiensi waktu saat memanen MOL dalam kemasan 100 ml dan di konversi ke kemasan 1000 ml, dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel. 2 Uji Kinerja efisiensi waktu alat MOL

Alat MOL	lama panen (detik)	
	Per kemasan 100ml	1000ml
Alat Biasa sayuran	32	320
Alat biasa buah	27	270
Alat Modifikasi Bersaring sayur	4	40
Alat Modifikasi	6	60

Tanpa Bersaring sayur		
Alat modifikasi Bersaring buah	3	30
Alat Modifikasi Tanpa saring buah	8	80

Sumber : Hasil penelitian “Modifikasi Alat Pembuat MOL Limbah Organik Nabati Bahan Praktikum di Laboratorium Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, 2020

Hasil kinerja alat modifikasi pembuat MOL dengan modifikasi memakai kran dibagian luar ember, menunjukkan perbedaan yang signifikan. Tampak nyata mampu mempermudah sepuluh kali lebih cepat dalam pengambilan MOL, selama ini pengambilan harus menggunakan gayung dan saringan membuat kurang praktis dalam pengambilan dan membutuhkan waktu yang lebih lama saat pengambilan MOL tersebut. Membuat tercium aroma yang dikeluarkan MOL. Pada alat modifikasi MOL yang tanpa saringan memiliki kinerja lebih lambat dari yang memakai saringan. Ini tidak jauh perbedaannya dengan alat pembuat MOL yang menggunakan saringan. Hal ini dikarenakan adanya endapan dari bahan baku yang mengisi lubang kran alat , sehingga sedikit menghambat laju keluarnya MOL tersebut. Pemasangan kran ini diadaptasi dari Alat Komposter Cair sebagaimana disampaikan Mr.Farm (2016) yang memasang kran plastik paling bawah ember (terletak di ketinggian 10 cm dari alas tong) untuk mengeluarkan pupuk cair.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Alat pembuat MOL yang dimodifikasi tambahan pengaduk, kran dan saringan lebih baik daripada alat pembuat MOL yang biasa dipakai selama praktikum.
2. Efisiensi waktu dan tenaga pada alat pembuat MOL yang dimodifikasi pengaduk, kran dan saringan juga lebih mudah pengoperasian saat memanen MOL.
3. Sehingga dapat disarankan, alat pembuat MOL ini dapat diterapkan pada praktikum di Mata Kuliah dengan topik Pembuatan MOL.

Daftar Pustaka

- Cara Membuat Pupuk Cair, 2017,
<https://8villages.com/full/petani/article/id/59781c2894cdb42c17669805>, diakses13 November 2020
- Farida. 2009. Pemanfaatan Limbah Buah dalam Pembuatan MOL dengan Variasi Jenis Kemasan dan lama Fermentasi. Skripsi Jurusan THP. Universitas Syiah Kuala.
- Hadisuwito, S. 2012. Membuat Pupuk Organik Cair. Jakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Juanda, Irfan, & Nurdiana, 2011. Pengaruh Metode dan Lama Fermentasi terhadap Mutu MOL (Mikroorganisme Lokal), J. Floratek, 6, 140-143.
- Kumalasari F. Satoto Y. 2011. Teknik Praktis Mengolah Air Kotor menjadi Air Bersih Bekasi. Laskar Aksara
- Mr.Farm, (2016), Cara membuat Komposter Pupuk Organik,
<https://panduanbertanam.blogspot.com/2016/04/cara-membuat-komposter-pupuk-organik.html?m=1> , diakses13 November 2020.
- Mulyono, 2015. Membuat Mol dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka
- Palupi. N., Puspita. 2015. Ragam

Mikroorganisme Lokal Sebagai Dekomposter Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*), Ziraa'ah, 40, 123-128.
Trubus, 2012. Mikroba Juru Masak Tanaman. Depok: PT Trubus Swadaya.

Pengembangan Metode Ekstraksi Sokletasi Terhadap Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pomitea pinnata*)

Made Surya Pramana Mahardika^{*1)}, I Komang Eka Putera W²⁾, dan Ni Made Wartini³⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana

²⁾Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana ³⁾

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana

Email korespondensi: suryapramana@unud.ac.id

Abstrak

Soxhletasi adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi dengan soxhletasi diantaranya penambahan jumlah pelarut dan waktu ekstraksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah pelarut dan waktu ekstraksi ekstrak daun matoa (*Pomitea pinnata*) menggunakan metode Soxhletasi. Penentuan jumlah pelarut dan waktu ekstraksi terbaik dalam ekstraksi ekstrak daun matoa menggunakan metode soxhletasi dengan perbandingan jumlah pelarut ethanol 96% dan bahan sebanyak 1:5 ; 1:10 ; 1:15 dan variasi waktu ekstraksi 3 jam, 6 jam, 9 jam dan 12 jam. Penentuan jumlah pelarut dan waktu ekstraksi terbaik dilakukan dengan perhitungan kadar flavonoid metode kuarsetin-spektrofotometer yang tervalidasi. Metode yang digunakan adalah percobaan laboratorium dengan analisis deskriptif. Parameter yang diuji meliputi kadar air, rendemen total, dan kadar flavonoid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh parameter uji telah memenuhi persyaratan validasi yaitu dengan nilai perolehan kembali 100% (80-110%); linieritas dengan nilai $r = 0,9954$ ($r > 0,95$); nilai LOD 2,397ppm; nilai LOQ 7,988ppm; presisi <2%. Kadar air daun segar 69,18% dan daun kering 10,36%; nilai kadar rendemen meningkat pada setiap perlakuan. Jumlah pelarut terbaik pada perbandingan 1:10 dengan waktu ekstraksi 3 jam.

Keyword: soxhletasi, jumlah pelarut, waktu ekstraksi, flavonoid, daun matoa

Abstract

*Socletation is a method or process of separation of a component contained in a solid substance by filtering repeatedly using a specific solvent, so that all the desired components will be isolated. Factors that influence the extraction process with socletation among others are the addition amount of solvents and the extraction time. The purpose of this study was to find out the amount of solvents and the extraction time of matoa leaf extract (*Pomitea pinnata*) using the Socletation method. Determination of the amount of solvents and the best extraction time in the extraction of matoa leaf extract using socletation method with a ratio amount of 96% ethanol solvent and material as much as 1:5 ; 1:10 ; 1:15 and variations in extraction time of 3 hours, 6 hours, 9 hours, and 12 hours. Determination of the amount of solvents and extraction time is best done by calculating the flavonoid levels of validated chronism-spectrophotometer methods. The method used was a laboratory experiment with descriptive analysis. The parameters tested included moisture content, total yield, and flavonoid levels. The results showed that all parameters tested had met the requirements with return value % (80-110%); linearity with a value of $r = 0.9954$ ($r > 0.95$); LOD value 2,397ppm; LOQ value 7,988 ppm; precision <2%. Water content of fresh leaves were 69.18% and dry leaves were 10.36%; yield rate value increased in each treatment. The best amount of solvents was at a ratio of 1:10 with an extraction time of 3 hours.*

Keywords: socletation, amont of solvents, extraction time, flavonoids, matoa leave

PENDAHULUAN

Matoa merupakan salah satu tanaman dari famili *Sapindaceae* yang tersebar di daerah tropis, termasuk Indonesia. Sebagian masyarakat di daerah asalnya, telah mengenal dan memanfaatkan air dari seduhan daun matoa sebagai salah satu obat-obatan tradisional yang diketahui mengandung senyawa kimia berupa flavonoid, tanin dan saponin (Dalimartha, 2005). Senyawa kimia flavonoid telah terbukti memiliki efek farmakologis yang cukup tinggi sebagai antibakteri, antioksidan dan antijamur serta sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker (Dalimartha, 2005 dalam Yudaningtyas, 2007).

Pemilihan daun matoa untuk diekstrak antioksidannya bertujuan untuk memanfaatkan tanaman lokal sebagai penghasil zat antioksidan alami yaitu flavonoid. Senyawa turunan polifenol ini telah banyak digunakan sebagai antioksidan alami. Ekstrak suatu senyawa metabolit sekunder dapat digunakan sebagai suplemen (bahan makanan tambahan) untuk menjaga kesehatan dalam bentuk kapsul.

Pengambilan bahan aktif dari suatu tanaman dapat dilakukan dengan proses ekstraksi. Proses pemisahan baik bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut dapat terjadi dengan proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair (Anonim, 1986). Metode ekstraksi dibagi menjadi dua jenis, yaitu cara dingin dan cara panas. Metode ekstraksi yang tergolong cara dingin adalah maserasi dan perkolasi sedangkan metode ekstraksi yang tergolong cara panas adalah refluks, dengan alat *soxhlet*, *digesti*, dan infus (Anonim, 2000).

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi proses ekstraksi diantaranya jumlah pelarut dan waktu ekstraksi. Jumlah pelarut menjadi faktor kritis dalam ekstraksi karena pada prinsipnya volume pelarut harus mencukupi untuk melarutkan senyawa yang akan diekstraksi (Laksmiani N.P.L dkk, 2015). Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan metode *soxhletasi* dengan variasi jumlah pelarut dan waktu pemanasan untuk ekstraksi daun matoa (*Pomitea pinnata*) sehingga diperoleh kadar

flavonoid yang optimal dengan jumlah pelarut dan waktu yang lebih efisien.

METODOLOGI

Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu, Laboratorium Analisis Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan baku yang digunakan adalah daun matoa. Bahan kimia Natrium bikarbonat (Na_2CO_3), Folin ciocealteu, AlCl_3 2%, *quarsetine*, etanol, aquades. Alat yang digunakan oven (Memmert), kertas saring Whatman 42, timbangan analitik (*Shimadzu*), mikropipet (*Socorex*), botol timbang (*Pyrex*), ayakan 60 mesh (*Retsch*), spektrofotometer UV -Vis (*Genesys 10S Uv-Vis*), *rotary vakum evaporator*, tabung reaksi (*Pyrex*), pipet volume 1 ml (*pyrex*), pipet volume 5 ml (*Pyrex*), gelas beker (*pyrex*) dan labu ukur (*pyrex*), *soxhletasi*

Metode Penelitian

Persiapan sampel

Persiapan sampel meliputi persiapan bahan, pelaksanaan pengeringan, pembuatan serbuk daun matoa dan persiapan ekstraksi.

Pengeringan Daun Matoa

Daun matoa yang sudah dibersihkan, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C selama 12 jam. Pengeringan dianggap selesai apabila bahan dapat diremas atau mudah patah ketika diremas dengan tangan. Daun Matoa kering selanjutnya dianalisis kadar airnya.

Pembuatan serbuk daun matoa

Bahan yang telah dikeringkan di haluskan menggunakan blender, kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Serbuk yang diperoleh selanjutnya diekstrak.

Penentuan kadar air serbuk daun matoa

Botol timbang dikeringkan terlebih dahulu pada suhu 105°C selama 30 menit. Botol timbang yang telah dikeringkan didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sebanyak ± 2 gram serbuk daun matoa kering dimasukkan ke botol timbang, kemudian dikeringkan dengan oven 105°C selama 3 jam.

Selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Setelah dingin botol timbang beserta serbuk daun matoa ditimbang. Botol timbang dan sampel yang telah ditimbang dikeringkan kembali dengan oven selama ± 2 jam hingga diperoleh berat konstan.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Dengan:

A: berat sampel awal

B: berat sampel akhir

Penentuan kadar air serbuk daun matoa kering dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Penentuan jumlah pelarut dalam ekstraksi daun matoa dengan metode soxhletasi

Ekstraksi daun matoa dilakukan dengan metode soxhletasi menggunakan pelarut ethanol 96%. Dilakukan ekstraksi menggunakan perbandingan serbuk daun matoa dengan jumlah pelarut yang digunakan 1:5 ; 1:10 ; 1:15. Hasil ekstraksi kemudian diuapkan dengan *rotary vakum evaporator* suhu 40°C dengan kecepatan 100 rpm sehingga diperoleh ekstrak kental lalu disimpan dalam wadah tertutup rapat untuk kemudian dianalisis.

Penentuan waktu ekstraksi daun matoa dengan metode soxhletasi

Ekstraksi daun matoa dilakukan dengan metode soxhletasi menggunakan pelarut ethanol 96%. Dilakukan ekstraksi menggunakan perbandingan variasi waktu ekstraksi selama 3 jam ; 6 jam ; 9 jam dan 12 jam. Hasil ekstraksi kemudian diuapkan dengan *rotary vakum evaporator* suhu 40°C dengan kecepatan 100 rpm sehingga diperoleh ekstrak kental lalu disimpan dalam wadah tertutup rapat untuk kemudian dianalisis.

Validasi metode penetapan kadar flavonoid dengan metode kuersetin-spektrofotometer

Uji Linearitas

Dibuat deret standar kuersetin 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm dari larutan standar kuersetin (100 ppm) sebanyak 1, 2, 3, 4, dan 5 ml ke dalam labu ukur 50 ml. Selanjutnya pada masing-masing labu ukur ditambahkan 15 mL ethanol 95 %, 1 mL AlCl₃ 10%, 1 mL Na asetat 1 M dan air suling sampai tanda batas. Dikocok homogen lalu dibiarkan selama waktu optimum, diukur absorbannya pada panjang gelombang maksimum. Pengukuran absorbansi

diatas dibuat kurva antara konsentrasi larutan standar kuersetin dengan nilai absorbansi yang diperoleh dan dihasilkan persamaan regresi linier ($y = bx + a$). Persamaan regresi ini digunakan untuk menghitung kadar ekstrak (ppm) dengan memasukkan absorbansi ekstrak sebagai nilai y ke dalam persamaan.

Uji Akurasi dan Presisi

1. Uji akurasi dan presisi dilakukan dengan membuat larutan standar kuersetin 2, 6, dan 10 ppm, tiap-tiap larutan tersebut dibuat sebanyak 7 labu ukur. Sebanyak 1, 3, dan 5 mL larutan standar kuersetin 100 ppm kedalam labu ukur 50mL. Selanjutnya pada tiap-tiap labu ukur ditambahkan 15 mL ethanol 95 %, 1 mL AlCl₃ 10%, 1 mL Na asetat 1 M dan air suling sampai tanda batas. Dikocok homogen lalu dibiarkan selama waktu optimum, diukur absorbannya pada panjang gelombang maksimum.
2. Uji akurasi dan presisi dilakukan dengan membuat larutan standar kuersetin 2, 6, dan 10 ppm, masing-masing larutan tersebut dibuat sebanyak 7 labu ukur. Sebanyak 1, 3, dan 5 mL larutan standar kuersetin 100 ppm kedalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya pada masing-masing labu ukur ditambahkan 1 mL sampel ekstrak cair daun matoa, 15 mL ethanol 95 %, 1 mL AlCl₃ 10 %, 1 mL Na asetat 1 M dan air suling sampai tanda batas. Dikocok homogen lalu dibiarkan selama waktu optimum, diukur absorbannya pada panjang gelombang maksimum dan dilakukan 7 kali analisis.

Uji Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitas (LOQ)

Dibuat larutan standar kuersetin yang mengacu pada kurva kalibrasi, dari standar kuersetin dihitung konsentrasi dan dihitung standar deviasi.

Perhitungan :

$$\begin{aligned} > S_y &= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ > Q &= \frac{k \times SD}{\text{Slope}} \end{aligned}$$

Keterangan :

Q = Batas deteksi dan batas kuantitas

K = 3 untuk batas deteksi dan 10 untuk batas Kuantitas

Penetapan Kadar Flavonoid

Dipipet 1 ml sampel ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian ditambahkan pereaksi yang terdiri dari 15 mL etanol 95 %, 1 mL AlCl₃ 10 %, 1 mL Na Asetat, dan air suling sampai tanda batas. Dikocok homogen lalu dibiarkan selama waktu optimum, diukur absorbannya pada panjang gelombang maksimum. Absorban yang dihasilkan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dari kurva standar kuersetin. Kemudian dihitung flavonoid total dengan rumus :

$$\% \text{kadar} = \frac{\text{ppm} \times \text{volume} \times \text{fp} \times 10^{-6}}{\text{gram bobot simplisia}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

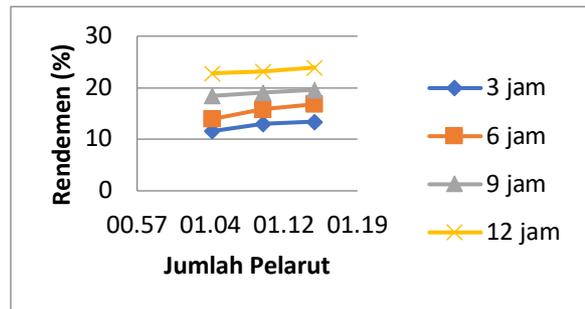
Kadar Air

Penentuan kadar air serbuk simplisia daun matoa dilakukan dengan metode tetrimetri (pengovenan). Hasil analisis kadar air pada daun matoa segar dan daun matoa yang telah dikeringkan dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil uji kadar air menunjukkan bahwa daun matoa segar mempunyai kadar air 69,18% dan daun matoa yang telah dikeringkan memiliki kadar air sebesar 10,36%. Kadar air dapat menunjukkan ketahanan suatu bahan yang akan disimpan dalam selang waktu yang cukup lama, karena kandungan air di dalam suatu bahan merupakan medium tumbuh bagi bakteri dan mikroorganisme sehingga dapat menyebabkan perubahan kimia pada senyawa aktif. Oleh karena itu kadar air merupakan hal penting dalam standadisasi suatu simplisia (DepKes RI, 2000).

Tabel 1. Kadar Air Daun Matoa Segar dan Daun Matoa Kering

Sampel	Kadar Air (%)
Daun Matoa Segar	69,18 (±0,35)
Daun Matoa Kering	10,36 (±0,10)

Rendemen



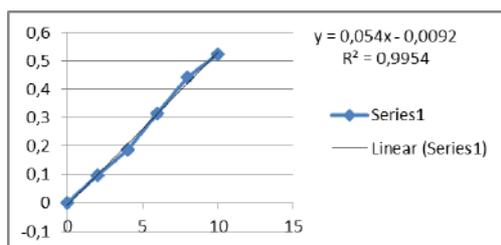
Gambar 1. Grafik hubungan kadar rendemen, jumlah pelarut dan waktu ekstraksi

Hasil analisis menunjukkan bahwa, pengembangan metode soxhletasi dengan perlakuan jumlah pelarut dan waktu ekstraksi mendapatkan hasil seperti pada Gambar 4. Berdasarkan pada Gambar 1. kadar rendemen bahan dengan perlakuan jumlah pelarut yang berbeda menunjukkan nilai yang semakin meningkat pada setiap perlakuan waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan karena adanya pemanasan yang dapat meningkatkan kemampuan untuk mengekstraksi senyawa-senyawa yang tidak larut dalam suhu kamar, sehingga aktivitas penarikannya lebih maksimal oleh pelarut yang selalu bersirkulasi dalam proses kontak dengan simplisia sehingga memberikan peningkatan rendemen (Harbone, 1987). Semakin halus bahan yang digunakan, semakin tinggi juga rendemen yang dihasilkan (Sembiring *et al*, 2006). Penentuan rendemen berfungsi untuk mengetahui kadar metabolit sekunder yang terbawa oleh pelarut tersebut namun tidak dapat menentukan jenis senyawa yang terbawa tersebut (Ukheyanna, 2012).

Validasi Metode Analisis

Hasil Uji Linieritas

Berdasarkan hasil pembuatan kurva standar kalibrasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS yang menghubungkan antara konsentrasi dan absorbansi, diperoleh persamaan linier $y = 0,054x - 0,0092$ dengan nilai slope 0,054, intersep 0,0092 dan koefisien korelasi $r^2 = 0,9954$. Nilai tersebut telah memenuhi syarat validasi, adapun syarat kelinieran regresi menurut Harmita (2006) yaitu memiliki koefisien korelasi (r^2) $\geq 0,990$.



Gambar 2. Grafik Kurva Kalibrasi Kuarsetin

Hasil Uji Akurasi dan Presisi Larutan Standar Kuarsetin

Akurasi metode ditentukan dari nilai Uji Perolehan Kembali (%UPK), sedangkan presisi dinyatakan sebagai keterulangan, keterulangan ini dinyatakan sebagai Koefisien Variasi (%KV).

Tabel 2. Hasil Presisi dan Akurasi Larutan Standar

Kons (ppm)	%UPK	SD	%KV
2	100,010	0,0009	0,9183
6	100,158	0,0016	0,5052
10	100,461	0,0021	0,3962

Hasil pengujian presisi dan akurasi dilakukan dengan mengukur nilai absorbansi larutan standar kuarsetin pada konsentrasi 2 ppm, 6 ppm dan 10 ppm serta dilakukan 5 kali pengulangan sehingga didapatkan hasil seperti yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. diatas menunjukkan bahwa akurasi dan presisi larutan standar dengan metode spektrofotometri memenuhi syarat %UPK dan %KV dimana menurut Harmita (2006), persyaratan %UPK yang dapat diterima adalah 98 – 102% dan %KV yang diterima adalah $\leq 2\%$.

Larutan Standar Kuarsetin dan Contoh Spike

Hasil pengujian presisi dan akurasi larutan standar ditambahkan ekstrak daun matoa sebagai contoh spike seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Presisi dan Akurasi Larutan Standar dan Sampel

Kons (ppm)	%UPK	SD	%KV
2	100,014	0,0008	0,4479
6	100,318	0,0016	0,2526
10	102,597	0,0011	0,1065

Berdasarkan tabel diatas, bahwa nilai presisi dan akurasi dengan metode spektrofotometri yang ditunjukkan dengan nilai %UPK dan %KV telah memenuhi persyaratan.

Hasil Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

Tabel 4. Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Kons (ppm)	Abs (y)	yi	(y-yi) ²	LOD	LOQ
2	0,097	0,0988	0,00000324	2,397 ppm	7,988 ppm
4	0,187	0,2068	0,00039204		
6	0,315	0,3148	0,00000004		
8	0,443	0,4228	0,00040804		
10	0,523	0,5308	0,00006084		

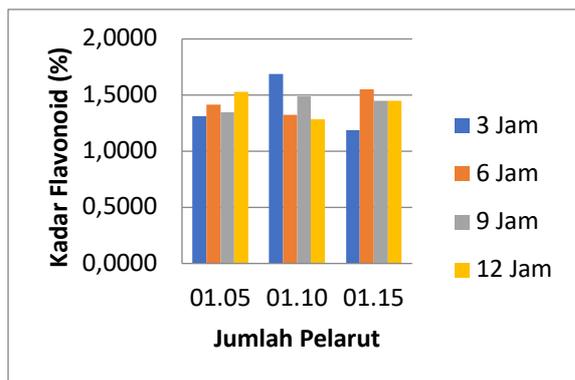
Pengujian Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ) dapat dihitung dari persamaan linier $y = 0,054x - 0,0092$, hasil nilai LOD dan LOQ dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai batas deteksi (LOD) sebesar 2,397 ppm, sedangkan nilai batas kuantitasi (LOQ) sebesar 7,988 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi terendah yang dapat dideteksi oleh alat sebesar 2,397 ppm, dan konsentrasi terkecil analit yang dapat dibaca oleh alat sebesar 7,988 ppm.

Penetapan Kadar Flavonoid

Berdasarkan hasil pengukuran secara spektrofotometri UV-Vis, dapat dilihat bahwa perbandingan jumlah pelarut serta waktu ekstraksi memberikan hasil kadar flavonoid yang berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar perbandingan jumlah pelarut yang digunakan maka nilai kadar flavonoid ekstrak etanol daun matoa yang terdapat pada bahan akan semakin meningkat. Pada Gambar 6 terlihat bahwa kadar flavonoid tertinggi pada perbandingan jumlah pelarut 1:10 dengan nilai sebesar 1,685% QE.



Gambar 3. Grafik hubungan kadar flavonoid, jumlah pelarut dan waktu ekstraksi

Hal ini dapat disebabkan oleh komponen-komponen yang terdapat dalam bahan jumlahnya terbatas dan pelarut yang digunakan memiliki batas kemampuan untuk melarutkan bahan yang ada meskipun dilakukan penambahan jumlah pelarut. Sama halnya dengan waktu ekstraksi, semakin lama waktu ekstraksi, semakin lama pula bahan akan kontak dengan pelarut. Waktu ekstraksi yang semakin lama, mengakibatkan pecahnya dinding sel pada bahan sehingga mengeluarkan zat terlarut (solute) ke dalam pelarut (solvent). Menurut Winata, *et al.*, 2015, semakin lama waktu ekstraksi, kuantitas bahan yang terekstrak juga akan semakin meningkat dikarenakan kesempatan untuk bersentuhan antara bahan dengan pelarut makin besar sehingga hasilnya akan bertambah sampai titik optimum. Cikita *et al.*, 2016 menyatakan bahwa waktu ekstraksi yang melewati waktu optimum akan merusak zat terlarut yang ada di dalam bahan dan berpotensi meningkatkan proses hilangnya senyawa-senyawa pada larutan karena penguapan. Sehingga perbandingan jumlah pelarut dan waktu ekstraksi yang baik digunakan sebagai salah satu acuan proses ekstraksi pada kegiatan pendidikan di laboratorium dengan menggunakan metode ekstraksi soxhletasi adalah perbandingan jumlah pelarut 1:10 dengan waktu ekstraksi 3 jam karena lebih efisien dan efektif.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rendemen ekstrak mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Perlakuan jumlah pelarut dan waktu ekstraksi yang paling optimal untuk menghasilkan kadar flavonoid tertinggi dari ekstrak etanol daun matao menggunakan metode ekstraksi soxhletasi

adalah perbandingan jumlah pelarut 1:10 dengan waktu ekstraksi 3 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Sumber daya Kemdikbud melalui pendanaan skim Hibah Pengembangan Profesi Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1986. *Sediaan Galenik*. 1, 11-25. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

Anonim. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tanaman Obat*. Cetakan Pertama. 10-11. 16 Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

Cikita, I., I. H. Hasibuan dan R. Hasibuan. 2016. Pemanfaatan Flavonoid Ekstrak Daun Katuk *Sauropus androgynous* (L Merr) Sebagai Antioksidan pada Minyak Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia USU*. *Jurnal Teknik Kimia USU*: 1-7.

Dalimartha, S. 2005. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*, Jilid I. Jakarta: Trubus Agriwijaya. Hal 120-125.

DepKes RI. 1977. *Materia Medika Indonesia*, Jilid I. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat Dan Makanan. Jakarta.

Harbone, JB. 1987. *Metode Fitokimia*. Edisi ke-2. Padmawinata K, Soediro L, Penerjemah. Bandung : Institut Teknologi Bandung. Terjemahan dari : *Phytochemical Methods*.

Harmita. 2006. *Analisis Fisikokimia*. Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia: Depok

Laksmiani, N. P. L., Susanti, N.M.P., Widjaja, I.N. K., Rismayanti, A. A. M. I., Wirasuta IM.A.G. 2015. Pengembangan Metode Refluks untuk Ekstraksi Andrografolid dari Herba Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees). *Jurnal Farmasi Udayana Vol 4 no.2*, hal 82-90.

- Sembiring, B. B, Mamun. Ginting, E. I.
2006. Pengaruh Kehalusan Bahan dan Lama Ekstraksi Terhadap Mutu Ekstrak Temulawak (*Curcuma Xanthoriza* Roxb.) *Bulletin Littro* 17 : 53-58.
- Ukieyanna, E. (2012). Aktivitas antioksidan, kadar fenolik, dan flavanoid total tumbuhan suruhan (*Peperomia pellucid* L. Kunth). Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Winata, E. W dan Yunianta. 2015. Ekstraksi Antosianin Buah Murbei (*Morus alba* L.) Metode *Ultrasonic Batch* (Kajian Waktu dan Rasio Bahan : Pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol 3 (2) 773-783.

Optimasi Penggunaan Sistem Preparasi Berbantuan Gelombang Mikro pada Analisis Logam Timbal dalam Ikan Tuna Kemasan Kaleng secara Spektrofotometri Serapan Atom

Magdalena Bitha^{*1}, Jefri M. Winokan²

^{1,2} Ilmu Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Manado, Tondano, 95619, Indonesia
email: ^{*1}lenabitha@gmail.com

Abstrak

Logam timbal merupakan logam ikutan yang ditemukan dalam sampel ikan tuna kemasan kaleng. Penelitian ini bertujuan mengoptimasi kombinasi asam yang di variasi menggunakan sistem preparasi gelombang mikro (MPS Titan 100). Sampel didestruksi menggunakan 6 variasi kombinasi asam yang terdiri dari HNO₃, H₂O₂ dan H₂SO₄. Sampel yang telah terdestruksi sempurna dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Parameter uji untuk validasi metode ini meliputi linearitas, presisi, akurasi, batas deteksi, dan batas kuantifikasi. Metode yang optimum menunjukkan nilai regresi yang baik, $r = 0,9997$. Batas deteksi, dan batas kuantifikasi masing-masing adalah 0,54446 ppm dan 1,8148 ppm. Presisi metode dilihat dari % RSD dengan hasil sebesar 0,27%. Akurasi metode ditunjukkan oleh nilai % perolehan kembali (recovery) menghasilkan 109,24 % untuk analisis timbal. Nilai yang dihasilkan dapat diterima dengan baik, sesuai dengan standard dan aturan yang ditetapkan. Preparasi kombinasi asam merupakan metode pengembangan yang dapat digunakan sebagai metode rutin dalam laboratorium. Prosedur ini kemudian digunakan untuk penentuan logam timbal pada sampel ikan tuna kemasan kaleng dengan hasil 0,6951 ppm untuk sampel A, 0,4634 ppm untuk sampel B dan 0,7073 ppm untuk sampel C.

Kata kunci: Tuna kemasan kaleng, destruksi microwave, timbal, SSA-Nyala

Abstract

The metal lead werw one of the trace elemen found in canned tuna sample. In this paper a efficient and rapid acid digestion method using microwave preparation system (MPS Titan 100) . The sample were digested in 6 variation of acids combination including HNO₃, H₂O₂, and H₂SO₄. The digested samples were subjected to flame atomic absorption spectrophotometer for determination of Lead. The method was validated for linearity, precision, accuracy, limit of detection and limit of quantification. The optimized method showed good regression, $r = 0.9997$. The limit of detection and limit of quantification were found to be 0.54446 ppm and 1.8148 ppm, respectively. Precision of the method was checked by % RSD with result 0.27%. Accuracy of the method was indicated by % recovery study and resulting 109.24 % for Lead analysis. This analytical results were agreed well, as confirmed by the accepted range according to standards and guidelines. The preparation method developed in this study is valid to be used as routine analisis method in laboratory. This procedure was applied to the determination lead in canned tuna sample and resulting 0.6951 ppm for A sample, 0.4634 ppm for B sample and 0.7073 ppm for C sample.

Keyword: Canned tuna, microwave digestion, lead, FAAS

PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk menganalisis kandungan logam berat di laboratorium yaitu dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan teknik yang cepat dan serbaguna untuk penentuan logam. Oleh sebab itu, instrumen ini sangatlah cocok untuk digunakan menganalisis banyak sampel karena dapat diuji secara langsung tanpa memerlukan tahapan preparasi sebelum analisis [1].

Beberapa metode yang digunakan untuk preparasi sampel sebelum uji SSA adalah destruksi sampel basah dan kering. Akan tetapi metode ini memiliki kekurangan baik dari segi waktu, jumlah pelarut yang dipakai maupun tingkat kontaminasi yang tinggi.

Selain metode destruksi diatas, adapula metode destruksi berbantuan gelombang mikro (*microwave digestion*). Dalam metode ini sampel ditambahkan asam kuat dalam sistem tertutup yang

Logam	Panjang gelombang (nm)	Lebar celah (nm)	Nyala
Pb	283,31	0,7	Udara-asetilena

menyebabkan terjadinya peningkatan suhu dan tekanan. Peningkatan suhu dan tekanan serta kondisi dalam pH rendah pada sampel menyebabkan peningkatan kecepatan dekomposisi termal dari sampel uji yang membuat logam menjadi larut. Teknik ini dibandingkan dengan yang lain, memiliki keuntungan seperti preparasi sampel yang cepat dan mengurangi resiko terkontaminasi [2].

Berbagai bahan yang digunakan untuk mengemas makanan antara lain adalah kaleng. Kaleng adalah pengemas yang terbuat dari lempeng besi yang disambung dengan solder menggunakan timah dan dilapisi dengan timbal. Ikan yang dikemas dalam kemasan kaleng dapat terkontaminasi dengan logam berat timbal yang merupakan komponen pembuat kaleng, Makanan kaleng dapat menyerap dari wadahnya baik timah, seng dan besi dari plat timah, serta timah dan timbal dari patrian [3]. Dalam penelitian ini konsentrasi logam timbal dalam sampel ikan tuna kemasan kaleng di analisis menggunakan alat SSA dengan menggunakan preparasi berbantuan gelombang mikro agar mendapatkan hasil yang optimal.

Agar suatu metode dapat digunakan sebagai metode standar diperlukan pengkajian terhadap metode tersebut. Validasi metode analisis merupakan langkah penting dalam mengontrol kualitas analisis kuantitatif. Upaya untuk memperoleh suatu metode yang valid memerlukan beberapa parameter yang harus dilakukan meliputi ketepatan (akurasi), ketelitian (presisi), linieritas, batas deteksi instrumen (IDL), batas deteksi dan batas kuantitasi metode (LOD dan LOQ), dan uji kekuatan metode (*robustness*) [4].

METODE

Bahan yang digunakan adalah (HNO₃) 65% *for analysis* EMSURE (Merck), asam sulfat (H₂SO₄) pekat 95 % (Merck), asam peroksida (H₂O₂), aquades (*water one*), dan larutan standar Pb(II) (Merck-SRM) 1000 mg/L. Sampel dalam penelitian ini adalah ikan tuna kemasan kaleng beberapa merek yang beredar di pasaran kota Manado.

Alat yang digunakan adalah Instrumen SSA Perkin Elmer PinAAcle 900F dengan parameter kondisi ditunjukkan pada Tabel 1, *Microwave* MPS Titan 100 Perkin Elmer dengan 16 wadah digesti politetrafluoroetilena (PTFE) dan program seperti ditunjukkan dalam Tabel 2, Lemari Asam, pipet mikro ukuran 100-1000 µL dan 50 -250 µL, botol plastik untuk sampel, Labu ukur 50 ml, 25 ml, 100 ml dan peralatan gelas laboratorium lainnya.

Tabel 1. Parameter kondisi SSA-nyala

Tabel 2. Program destruksi pilihan

Tahap	Suhu (°C)	Tekanan (barr)	Waktu ramp	Waktu Tahan	Daya (%)
1	170	30	10	5	60
2	200	30	1	20	70
3	50	30	1	10	0
4	50	60	0	0	0
5	50	60	0	0	0

Pengambilan sampel

Sampel ikan tuna kemasan kaleng diperoleh dari dari toko swalayan di Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara (Tabel 3). Sampel yang dipilih kemudian dibawa ke laboratorium kimia.

Tabel 3. Karakteristik sampel yang diuji

Kode sampel	Jenis ikan	Komposisi
A	Tuna sambal goreng	Tuna (70%), minyak kelapa sawit, cabe, air, b.merah, b.putih, kemiri, garam, jahe, gula
B	Tuna dalam minyak	Tuna (70%), minyak kedelai, air, garam
C	Tuna dalam minyak	Tuna (70%), minyak nabati, air, garam

Penentuan kombinasi asam optimal

Prosedur destruksi dengan bantuan gelombang mikro, melibatkan pemanasan dengan gelombang mikro dan menggunakan kombinasi asam HNO₃, H₂SO₄, dan H₂O₂ untuk menghancurkan sampel. Sampel ikan yang telah disiapkan sebelumnya, masing-masing sebanyak 0,75 gram. Selanjutnya sampel masing-masing dimasukkan ke dalam vessel berbeda. Setiap vessel ditambahkan campuran asam dengan volume dan kombinasinya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rancangan kombinasi asam yang digunakan

Kombinasi	HNO ₃ (mL)	H ₂ O ₂ (mL)	H ₂ SO ₄ (mL)
1	10	0	0
2	9	0	1
3	8	1	1
4	7	1	2
5	7	2	1
6	6	2	2

Larutan hasil destruksi kemudian diencerkan ke labu takar 25 mL. Larutan sampel encer selanjutnya ditentukan kadarnya menggunakan SSA nyala. Kombinasi optimal ditunjukkan pada absor-bansi terbesar.

Uji validasi metode

5 parameter validasi yang digunakan meliputi linearitas, LOD dan LOQ, presisi dan akurasi karena parameter ini merupakan parameter dasar untuk uji validasi metode [5].

Penentuan logam Pb

Sampel ikan tuna kemasan kaleng yang homogen, masing-masing sebanyak 0,75 gram, didestruksi menggunakan kombinasi asam optimal. Selanjutnya larutan hasil destruksi diencerkan dalam labu 25 mL dengan akuades dan dihomogenkan. Larutan sampel encer selanjutnya ditentukan kadarnya menggunakan SSA nyala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kombinasi asam optimal

Sampel yang telah didestruksi menggunakan 6 variasi kombinasi asam menghasilkan kualitas destruksi yang berbeda-beda, lewat pengamatan fisik larutan hasil destruksi kombinasi asam 1, 2, dan 3 larutan berwarna hijau tua namun tidak jernih yang disebabkan sampel tidak terdestruksi sempurna. Sedangkan untuk kombinasi asam 4, 5, dan 6 menghasilkan larutan sampel berwarna hijau muda yang jernih hal ini menunjukkan bahwa sampel terdestruksi sempurna. Namun, untuk penentuan kombinasi asam optimal dari variasi kombinasi yang dirancang, dilihat juga dari absorbansi paling tinggi yang dihasilkan melalui analisis dengan SSA. Tabulasi data absorbansi untuk penentuan kombinasi optimal ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data absorbansi setiap variasi kombinasi

Kombinasi	Kombinasi asam			A
	HNO ₃	H ₂ O ₂	H ₂ SO ₄	
1	10	0	0	- 0,0006
2	9	0	1	0,0017
3	8	1	1	0,0015
4	7	1	2	0,0039
5	7	2	1	0,0020
6	6	2	2	0,0041

asam

Dari hasil penentuan kombinasi asam optimum, kombinasi asam 1 yang hanya terdiri dari HNO₃ memiliki nilai absorbansi paling rendah, hal ini dikarenakan HNO₃ kurang kuat untuk merusak

matriks sampel yang membebaskan timbal agar dapat terlarut sempurna.

Kombinasi asam 2, 3, dan 5 dengan hadirnya H₂SO₄ sebanyak 1 mL, ketiganya menunjukkan nilai absorbansi yang tidak jauh berbeda. Namun ketika volume H₂SO₄ di naikan maka adanya kenaikan nilai absorbansi, terlebih lagi ketika volume H₂O₂ di tambah menjadi 2 mL seperti yang terjadi pada kombinasi asam 6.

Absorbansi dari kombinasi 6 ini menjadi yang paling tinggi, sehingga kombinasi asam 6 dengan perbandingan asam nitrat (HNO₃) 6 mL dan asam peroksida (H₂O₂) 2 mL serta asam sulfat (H₂SO₄) 2 mL, dipilih sebagai kombinasi asam optimum untuk destruksi ikan tuna kemasan kaleng.

Validasi metode

Validasi metode analisis adalah suatu pekerjaan penilaian terhadap parameter tertentu, didasarkan pada percobaan laboratorium untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya. Parameter validasi yang dilakukan yaitu, antara lain; Uji linearitas, Uji LOD (*Limit Of Detection*) & LOQ (*Limit Of Quantitation*), Uji akurasi dan Uji presisi.

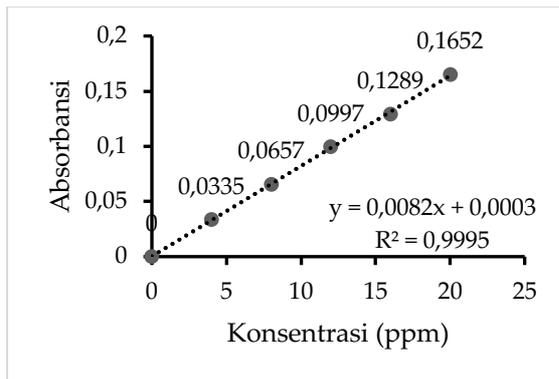
1 Uji linearitas

Pengujian linearitas metode spektrofotometri serapan atom-nyala untuk logam timbal dilihat dari kurva kalibrasi yang dihasilkan dengan menguji deret larutan standar timbal menggunakan SSA, deret larutan standar yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 6. Dari kurva kalibrasi ini dihasilkan persamaan regresi $y = 0,0082x + 0,0003$ dan nilai koefisien korelasi (r) adalah 0,9997. Kurva hasil pengukuran dapat di lihat pada Gambar 1.

ICH (*International Conference on Harmonization*) merekomendasikan nilai linearitas dapat diterima ketika koefisien regresi $\geq 0,997$ dengan minimal 5 variasi konsentrasi yang digunakan. Dibandingkan dengan nilai koefisien regresi dari logam timbal, menunjukkan bahwa linearitas logam timbal dapat diterima.

Tabel 6. Absorbansi seri larutan standar timbal

Konsentrasi	Absorbansi (A)
0	0,0000
4	0,0335
8	0,0657
12	0,0997
16	0,1289
20	0,1652



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan standar timbal

2 LOD dan LOQ

Dari data yang diperoleh diketahui bahwa jumlah terkecil analit (logam timbal) dalam sampel yang masih dapat dideteksi adalah sebesar 0,54446 ppm, sedangkan batas kuantitasi yang masih dapat memberikan hasil yang teliti adalah sebesar 1,8148 ppm.

3 Uji presisi

Uji presisi dilakukan pada logam timbal dengan mengukur satu konsentrasi sebanyak 6 kali pengulangan. Untuk logam timbal konsentrasi yang digunakan adalah 20 ppm. Tabulasi data dapat dilihat pada Tabel 7.

Walaupun merupakan larutan standar yang sama, nilai absorbansi yang dihasilkan dari uji presisi untuk konsentrasi 20 ppm dengan 6 kali pengulangan terlihat berbeda dengan hasil pengukuran untuk penentuan kurva kalibrasi. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan waktu uji untuk kurva kalibrasi dan presisi, sehingga kondisi larutan berubah dan kondisi alat yang berbeda misalnya tegangan listrik ataupun ketika penyemprotan larutan untuk atomisasi.

Meski demikian, 6 nilai absorbansi yang dihasilkan untuk uji presisi tidak jauh beda satu sama lain sehingga menghasilkan nilai % RSD yang cukup baik yakni 0,27 % nilai ini memenuhi syarat untuk uji presisi yaitu $\leq 2\%$. Nilai % RSD yang baik ini menunjukkan bahwa alat yang digunakan memiliki tingkat presisi yang baik untuk digunakan sebagai alat uji logam di laboratorium.

Tabel 7. Tabulasi data uji presisi

Konsentrasi	Absorbansi						\bar{A}	SD	% RSD
	1	2	3	4	5	6			
Pb 20 ppm	0,1807	0,1805	0,1807	0,1808	0,1811	0,1798	0,1806	0,0005	0,27

4 Uji akurasi

Uji akurasi metode dilakukan untuk melihat derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit sebenarnya, hasilnya dinyatakan dalam bentuk persen perolehan kembali. Dalam penelitian ini, penentuan akurasi dilakukan dengan metode adisi standar, dimana 0,5 ml lar. standar Pb ditambahkan ke dalam 5 ml sampel dalam labu 25 ml. Hasilnya berupa nilai absorbansi larutan sampel tanpa adisi larutan standar (larutan sampel, A1) dan nilai absorbansi larutan sampel dengan penambahan larutan standar (A2).

Perhitungan konsentrasi analit (timbangan) dalam larutan sampel menggunakan rumus:

$$C_x = \frac{A_1 V_s C_s}{(A_2 - A_1) V_x} \quad (1)$$

Dimana,

A_1 = Absorbansi larutan sampel

A_2 = Absorbansi lar. sampel + lar. baku

C_x = Konsentrasi analit dalam lar. sampel

C_s = konsentrasi larutan baku

V_x = Volume larutan sampel

V_s = volume larutan baku

Untuk menghitung %Recovery, digunakan rumus:

$$\% (recovery) = \frac{(C_1 - C_2)}{C_3} \times 100\% \quad (2)$$

C_1 = Konsentrasi analit dalam lar. sampel

C_2 = konsentrasi dari analit dalam sampel

C_3 = konsentrasi dari analit yang ditambahkan kedalam sampel

Tabel 8. Tabulasi data uji akurasi timbal

Sampel	C_s	\bar{A}	C_x	% Recovery
A	0	0,0060	1,1320	109,24
A	20	0,0166		

%recovery yang didapat, sebagai mana yang ditampilkan dalam tabel 8 yaitu 109,24%. Hasil ini menunjukkan bahwa akurasi dari metode yang digunakan memenuhi syarat rentak akurasi yang ditetapkan atau direkomendasikan oleh AOAC yakni 75-120%.

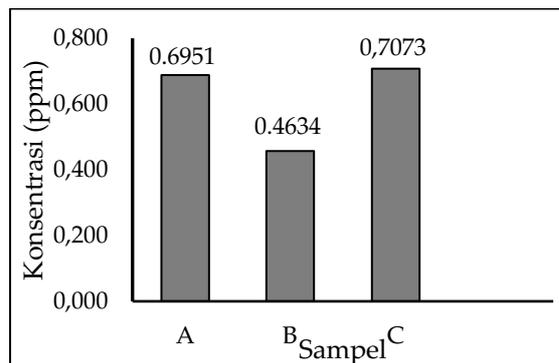
5 Penentuan kadar Pb

Setelah melalui tahap uji validasi dan mendapatkan hasil yang baik (valid), metode ini diterapkan untuk penentuan logam berat timbal pada sampel ikan tuna kemasan kaleng. 3 merek ikan tuna kemasan kaleng dipilih sebagai sampel kemudian masing-masing didestruksi sebanyak 2 kali pengulangan (duplo). Berdasarkan analisis spektrofotometer serapan atom nyala (SSA-nyala) dan perhitungan dengan aplikasi Excel, didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data konsentrasi logam timbal pada sampel ikan tuna kemasan kaleng

Sampel	Absorbansi		\bar{A}	\bar{X} (ppm)
	1	2		
A	0,0059	0,0060	0,0060	0,6951
B	0,0038	0,0043	0,0041	0,4634
C	0,0060	0,0062	0,0061	0,7073

Konsentrasi logam timbal dari tiap sampel menunjukkan perbedaan yang cukup besar diantara sampel B dengan sampel A dan C seperti yang ditunjukkan pada diagram di Gambar 2.



Gambar 2. Diagram konsentrasi timbal pada sampel ikan tuna kemasan kaleng

Dari hasil penelitian ini, konsentrasi logam timbal ditemukan cukup tinggi untuk semua sampel yaitu masing-masing 0,6951 ppm untuk sampel A, 0,4634 ppm untuk sampel B dan untuk sampel C 0,7073 ppm.

Batas maksimum level timbal untuk ikan dan produk olahan ikan yang diijinkan adalah 0,2000 ppm [6], tetapi oleh Badan POM Indonesia menetapkan batas maksimum logam timbal dalam ikan dan produk olahan ikan adalah 0,4000 ppm [7]. Pada penelitian ini, konsentrasi logam timbal dalam sampel A, B dan C telah melebihi batas yang telah ditetapkan yakni $> 0,4000$ ppm. Tingginya konsentrasi timbal dalam semua sampel yang telah diuji dipengaruhi oleh kemasan sampel yaitu kaleng, dimana dalam proses pembuatannya telah

terkontaminasi logam. Soldering dalam proses pembuatan kaleng untuk kemasan ikan tuna menjadi sumber kontaminasi logam timbal, sehingga meningkatkan konsentrasi timbal dalam ikan tuna yang dikemas [8]. Selain itu, spesies ikan tuna merupakan ikan predator yang dapat mengakumulasi logam berat dalam jumlah yang besar [9].

Interaksi ikan tuna dengan kemasannya (kaleng) memang tidak dapat dihindarkan. Namun, jika semakin lama interaksi antara ikan tuna dengan kemasannya, kemungkinan konsentrasi logam akan meningkat.

Hefinda, dkk. (2014), menemukan bahwa lama waktu penyimpanan mempengaruhi konsentrasi logam timbal dalam ikan atau bahan yang dikemas dengan kaleng. Hal ini dikarenakan semakin banyak H^+ yang mengoksidasi logam dalam bahan pengemas kaleng, sehingga akan semakin banyak logam yang teroksidasi serta semakin banyak pula logam yang dapat larut dalam zat pengoksidasi [10].

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan hasil dalam penelitian ini dapat dikemukakan beberapa kesimpulan, sebagai berikut,:

Kualitas hasil destruksi yang diamati melalui parameter absorbansi, kombinasi asam yang optimal ditunjukkan dengan nilai absorbansi yang paling tinggi, terdapat pada kombinasi 6 dengan komposisi $HNO_3 : H_2O_2 : H_2SO_4 = 6 : 2 : 2$ (mL) sebagai kombinasi asam optimal untuk preparasi sampel berbantuan gelombang mikro.

Hasil perolehan nilai linearitas, presisi, akurasi, LOD dan LOQ yang menunjukkan nilai yang dapat diterima. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa metode preparasi yang dikembangkan dalam penelitian ini layak atau valid untuk analisis logam timbal menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala.

Konsentrasi logam timbal ditemukan cukup tinggi dan telah melewati batas yang ditetapkan untuk semua sampel (A, B dan C) yaitu masing-masing 0,6951 ppm untuk sampel A; 0,4634 ppm untuk sampel B; dan 0,7073 ppm untuk sampel C. Waktu penyimpanan dan kondisi ikan tuna yang digunakan serta kondisi kaleng kondisi kemasan kaleng dapat mempengaruhi konsentrasi logam timbal dalam sampel.

Daftar Pustaka

1. Cantle, J. **1982**. *Atomic absorption spectrometry. Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry*. Volume 5. Amsterdam – Oxford – New York.
2. Matusiewicz, H. **2003**. *Wet Digestion Methods. Comprehensive Analytical Chemistry*,

- Soils, and Oils.*, Enviromental Protection Agency. U.S.A.
3. Cahyadi, W., **2004**, *Bahaya Pencemaran Timbal pada Makanan dan Minuman*, Fakultas Teknik Unpas Departemen Farmasi Pascasarjana ITB
 4. Abarca A. E.; Canfranc, I.; Sierra, M.L.; Marina. **2001**. A validated flame AAS method for determining magnesium in a multivitamin pharmaceutical preparation. *J. Pharm. Biomed. Anal* 25 (2001) 941–945.
 5. Riyanto. **2014**. *Validasi & Verifikasi Metode Uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Ed.1, Cet. 1. Yogyakarta: Deepublish.
 6. EU, **2005**. Commission Regulation as Regards Heavy Metals. Amending Regulation 466/2001, No. 78/2005
 7. BPOM, **2018**, Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan. No.5/2018
 8. Mol, S. **2011**. Levels of selected trace metals in canned tuna fish produced in Turkey. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 24(1),66-69.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.04.009>
 9. Kowalska, G.; Pankiewicz, U.; and Kowalski, R., **2020**. Determination of the Level of Selected Elements in Canned Meat and Fish and Risk Assessment for Consumer Health. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2020, pp.1-13.
 10. Hefinda E.; Asnawati; Ratnadewi A.A.I., **2014**. Analisis Kadar Pb Dan Cu Pada Ikan Serta Saus Kemasan Kaleng terhadap Lama Penyimpanan. *Jurnal ILMU DASAR*, Vol. 15(No. 2), Juli2014: pp.91-96.

Desain Alat Destilasi Uap Minyak Atsiri

Marsela Susan Laratmase^{*1}, Ana Yety Huwae²

¹Program studi Kimia, ²Program studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura

*) Email: ^{*1}susanlaratmase[at]gmail.com, ²anahuwae2019[at]gmail.com

Abstrak

Tanaman pala merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang terdapat di provinsi Maluku. Selain sebagai rempah-rempah, minyak pala yang dihasilkan digunakan sebagai bahan baku industri minuman, obat-obatan, dan kosmetik. Untuk dapat meningkatkan nilai tambah dari tanaman pala maka harus dapat diolah menjadi produk turunannya. Salah satu produk yang dapat dibuat, yaitu minyak atsiri. Dalam proses pembuatan minyak atsiri diperlukan alat ketel yang memadai serta mampu memberikan hasil yang optimal. Peralatan laboratorium yang ada saat ini masih menggunakan sistem destilasi uap-air, dan rendamen yang dihasilkan masih sedikit serta dalam prosesnya masih terkendala dengan adanya tekanan uap air yang keluar pada tabung ketel. Permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah dapat didesain ketel destilasi untuk minyak pala dengan menggunakan sistem destilasi uap yang bertujuan untuk membuat ketel destilasi dan mampu meningkatkan rendamen minyak pala secara efisien. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, dengan dilakukan proses pembuatan ketel destilasi yang di desain secara mandiri, dan proses destilasi minyak pala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat destilasi uap yang didesain secara mandiri ini mampu menahan uap air keluar dari tabung ketel, dan setelah dilakukan proses destilasi selama 7 jam diperoleh rendamen 0,54 %. Alat destilasi uap ini dimanfaatkan untuk menunjang kegiatan praktikum dan penelitian dosen dan mahasiswa pada laboratorium.

Kata kunci : Ketel, destilasi uap, pala, minyak atsiri

Abstract

The nutmeg plant is one of the essential oil-producing plants found in Maluku province. Apart from being a spice, the nutmeg oil produced is used as a raw material for the beverage, pharmaceutical and cosmetic industries. In order to increase the added value of the nutmeg plant, it must be processed into its derivative products. One of the products that can be made is essential oil. In the process of making essential oils, a boiler is needed which is adequate and capable of providing optimal results. The existing laboratory equipment still uses a steam-water distillation system, and the rendamen produced is still small and the process is still constrained by the pressure of water vapor that comes out of the boiler tube. The problem in this research is whether a distillation boiler can be designed for nutmeg oil using a steam distillation system which aims to make a distillation boiler and is able to efficiently increase the nutmeg oil rendamen. The method used is a laboratory experiment, with the process of making a distillation kettle that is designed independently, and the distillation process of nutmeg oil. The results showed that the steam distillation device which was designed independently was able to hold water vapor out of the boiler tube, and after the distillation process was carried out for 7 hours, 0.54% rendamen was obtained. This steam distillation tool is used to support the practicum and research activities of lecturers and students in the laboratory.

Keywords: Kettle, steam distillation, nutmeg, essential oil

PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragans*, Houtt) adalah salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Pala merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari Maluku. Selain sebagai rempah-rempah, minyak pala yang dihasilkan digunakan sebagai bahan baku industri

minuman, obat-obatan, dan kosmetik (Bustaman, 2008). Hasil pala Indonesia mempunyai keunggulan di pasaran karena memiliki aroma yang khas dan memiliki rendemen minyak pala yang tinggi. Sekitar 60 % kebutuhan pala dunia dipenuhi oleh Indonesia (Sunanto, 1993). Permintaan minyak

pala dunia lebih dari 250 ton per tahun dan Indonesia adalah pengekspor utama yakni lebih dari 200 ton per tahun (Mulyadi, 2007).

Minyak pala dapat diperoleh dari kulit dan biji pala melalui destilasi uap. Kandungan minyak pada biji pala, yakni sebanyak 6-17 %. Minyak pala mengandung beberapa komponen senyawa, yakni α -pinen, β -pinen, sabinen, terpineol, safrol, miristisin, dan elemisin. Mutu minyak pala tergantung dari kandungan miristisin. Miristisin merupakan komponen yang mudah menguap dan memiliki bau khas pala (Ivan *et al.*, 2001). Untuk memperoleh minyak pala, dilakukan dengan menggunakan 3 jenis destilasi, yaitu destilasi uap, destilasi air dan destilasi uap-air. Destilasi senyawa organik dapat dilakukan pada tekanan atmosfer. Namun sebagian besar senyawa organik tidak dapat didestilasi pada tekanan atmosfer karena pada tekanan atmosfer senyawa hanya turun sebagian atau sempurna sebelum mencapai titik didih normal (Siallagan *dalam* Kapelle, 2009).

Peralatan laboratorium yang ada saat ini masih menggunakan sistem destilasi uap-air namun rendamen yang dihasilkan masih sedikit serta dalam prosesnya masih terkendala dengan adanya tekanan uap air yang keluar pada tabung ketel. Permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah dapat didesain ketel destilasi untuk minyak pala dengan menggunakan sistem destilasi uap. Tujuan penelitian ini adalah membuat ketel destilasi yang mampu meningkatkan rendamen minyak pala secara efisien. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menunjang kegiatan praktikum dan penelitian dosen dan mahasiswa pada laboratorium.

METODE

I. Alat dan bahan

I.a. Alat yang digunakan sebagai berikut.

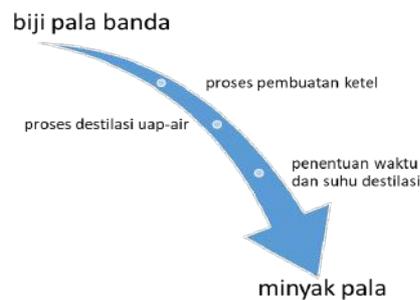
- 2 lembar stensil

- 4 pipa stensil
- Paku dan palu
- Solder
- Selang plastik
- Hot plate

I.b. Bahan yang digunakan sebagai berikut.

- Biji pala yang telah dikeringkan
- Air

II. Diagram alir proses



Metode mencakup cara kerja dan penjelasan sebagai berikut .

1. Pembuatan ketel destilasi

Pembuatan ketel destilasi dibuat dengan menggunakan sistem destilasi uap dengan menggunakan bahan material stensil.

2. Proses isolasi minyak pala

Biji pala dikeringkan pada sinar matahari untuk menghilangkan kadar air. Ketel penyulingan diisi air, biji pala dimasukkan dan diletakkan di atas saringan. Di dalam alat pendingin terjadi pengembunan dan uap air yang bercampur minyak akan mencair kembali. Selanjutnya dialirkan ke alat pemisah untuk memisahkan minyak atsiri dari air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan alat destilasi uap yang dimodifikasi sesuai dengan kondisi lab.

Modifikasi ketel minyak atsiri



Gambar 1. Ketel destilasi uap sebelum dimodifikasi



Gambar 2. Ketel destilasi uap setelah dimodifikasi

Bagian ketel terbagi menjadi tiga bagian yang dapat lepas pasang, yaitu a) bagian peletakan bahan baku (Gambar 3a dan 3b) yang didalamnya terdapat saringan dan pembatas air. b) bagian corong penguapan ketel yang memindahkan uap air ke bagian pendingin (Gambar 4b). c) bagian pendingin atau proses terjadinya kondensasi uap air menjadi cairan (Gambar 5b). Pada bagian c, pipa dimodifikasi sehingga air pendinginan akan masuk melewati pipa yang telah disediakan dan keluar pada dasar pendingin, sehingga air panas akan keluar pada bagian atas. Pada bagian dalam diberikan beberapa jalur pipa sehingga uap dapat tersebar dan dapat mempercepat proses kondensasi



3a

3b

Gambar 3. Bagian (a) ketel penyulingan.

Gambar 3a. ketel yang didalamnya diletakan penyangga saringan,

Gambar 3b. ketel yang didalamnya diletakan saringan untuk meletakan sampel biji pala.



Gambar 4. Bagian (b) ketel penyulingan



5a

5b

5c

Gambar 5. Bagian (c) ketel penyulingan

Gambar 5a. tempat masuknya air

Gambar 5b. tempat terjadinya kondensasi

Gambar 5c. tempat keluarnya hasil destilasi berupa air dan minyak

Pengujian kerja dari alat ketel ini menggunakan sampel biji pala yang telah dikeringkan. Sampel kemudian dimasukan diatas saringan, yang telah diisi air sampai dibawah saringan (Gambar 3b). Proses destilasi kemudian dilakukan dan pada alat destilasi, khusus pada bagian (b) gambar 4 dirancang untuk memberikan kain basah agar dapat menahan tekanan uap panas yang keluar manakala proses destilasi berlangsung (Gambar 4 dan gambar 8b). Setelah terjadi kondensasi, maka dilakukan pemisahan antara air dan minyak. Pada corong pisah terlihat jelas adanya dua lapisan. Proses pemisahan

dilakukan, dan untuk mengikat semua minyak yang ada pada hasil tersebut, ditambahkan pelarut organik n-heksan. (Gambar 8). Tahapan berikutnya adalah memisahkan kedua lapisan tersebut. Lapisan organik ditambahkan natrium sulfat anhidrat untuk mengikat air yang masih tertinggal dalam fase organik. Kemudian disaring dan pelarut organik kembali diuapkan dengan evaporator buchi. (Gambar 9).



Gambar 9. Proses pemurnian minyak pala



6a

6b

Gambar 6. Sampel biji pala

Gambar 6a. sampel biji pala

Gambar 6b. sampel biji pala yang telah dikeringkan dan diletakan dalam ketel



7a

7b

7c

Gambar 7. Proses destilasi berlangsung

Gambar 7a. menunjukkan proses destilasi

Gambar 7b. menunjukkan bagian ketel yang diletakan kain basah untuk menahan uap air, agar tidak keluar dari tabung ketel

Gambar 7c. menunjukkan hasil destilasi berupa minyak yang bercampur air



Gambar 8. Proses pemisahan minyak pala dengan corong pisah

Minyak pala yang diperoleh sebanyak 5,35 gr, sehingga rendamen untuk proses destilasi ini sebanyak 0,54 %. Hasil rendamen diperoleh dengan rumus: berat hasil dibagi berat sampel dikali 100 %. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah dilakukan proses destilasi selama 7 jam ketel destilasi uap yang dibuat dengan menggunakan bahan stenlis dengan sistem tertutup pada bagian pemanasan mampu menjaga tekanan uap air yang mengandung minyak keluar dari sistem sehingga dapat disalurkan ke pendingin. Rendamen yang diperoleh juga lebih banyak karena tekanan uap dapat masuk seluruhnya ke pendingin, sehingga mempercepat proses dengan baik.

KESIMPULAN

Ketel destilasi uap yang dibuat dengan menggunakan bahan stenlis dan dimodifikasi dengan sistem tertutup mampu menjaga tekanan uap air keluar dari ketel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dilakukan proses destilasi selama 7 jam diperoleh rendemen sebesar 0,54 %. Hasil tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan ketel destilasi yang biasa digunakan sebelumnya, karena pada alat destilasi sebelumnya uap air tidak tertahan sempurna pada tabung, tetapi uap air keluar dari tabung karena bagian penutup yang tidak tertutup secara sempurna, sehingga berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas hasil. Alat destilasi ini dimanfaatkan untuk menunjang kegiatan mahasiswa dan dosen, dalam proses penyulingan minyak atsiri.

DAFTAR PUSTAKA

Agusta, A. Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia, ITB-Press, Bandung. (2000)

Amos dan Purwanto, N. Hard Candy dengan Flavour dari Minyak Pala, www.geogle/http://www.ipitek.net.id.com. (2002)

Bustaman S. Prospek Pengembangan Minyak Pala Banda Sebagai Komoditas Ekspor Maluku, Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Jakarta. www.pdfqueen.com/pdf/ju/jurnal-ekonomi-ekspor-minyak-pala. (2008)

Djojosedang, S. Efek sedatif Invus Biji Pala Mencit. Laporan Penelitian. FKH Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. <http://www.rhaspala.com/www.kimiauii.org>. (2007)

Ivan Frans, M. D. J. J. Friedman, M.D., F.A.C.P. New York State Journal of Medicine, Vol. 1, <http://www.acs.org>. (2001)

Kardian, A. Tanaman Penghasil Minyak Atsiri. Agro Media Pustaka, Jakarta. (2005)

Kapelle, N. M. Isolasi Sitronelal dari Daun Sereh Wangi dan Sintesis Sitronelil Asetat, Skripsi, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Pattimura, Ambon. (2009).

Lutony, TL, dan Rahmayati Y. Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri. Penebar Swadaya, Jakarta. (1994)

Mulyadi Arianto. Mengenal Pasar Minyak Atsiri Indonesia, <http://www.atsiri-indonesia.com>. (2007)

Purseglove, J.W., E.G. Brown, S. L. Green, dan S.R.J. Robbins. Spices. Longmans, New York. (1995). p.175-228

Respati, B. W. N. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Aktifitas Antibakter Minyak Atsiri Rimpang Lempuyung Wangi, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. (2010)

Sunanto, H. Budidaya Pala Komoditas Ekspor, Sistem informasi manajemen pembangunan di pedesaan, Yogyakarta, <http://www.warintek.ristek.go.id>. (1993)

Rancang Bangun Jaringan Thermal Imaging IP Camera pada Laboratoium Pengemudian Listrik untuk Keamanan Praktikum dan Antisipasi Covid-19

Mochammad Darwis¹

¹Program Studi Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

E-mail: mdarwis@staff.pens.ac.id

Abstrak

Pandemi Virus Corona di Indonesia sampai saat ini masih berlangsung dan kita dianjurkan untuk menerapkan protokol kesehatan di setiap aktivitas kita. Suhu tubuh diukur untuk memastikan bahwa seseorang tidak dalam kondisi demam. Kasus kebakaran akibat korsleting listrik atau pemeliharaan fasilitas listrik yang kurang memadai, harus dicegah. Mahasiswa mulai diajarkan menggunakan foto *infrared thermography* untuk menganalisis distribusi panas yang berlebih pada titik-titik sambungan kabel dan komponen listrik. Teknologi pemeriksaan ini sangat aman dipakai, efektif dan efisien. Namun harga kamera termal sangat mahal. Penelitian yang dilakukan adalah membuat purwarupa kamera infra merah untuk mendeteksi dan mengukur panas yang terjadi pada pengguna laboratorium dan pada peralatan-peralatan listrik dan mekanik yang sedang beroperasi. Penggunaan pemeriksaan peta panas dapat mengetahui secara tepat lokasi yang bermasalah. Dengan demikian perbaikan dapat dilakukan sebelum peralatan mengalami kerusakan atau kebakaran. Rancang bangun penelitian ini menggunakan modul mikrokontroler ESP32, sensor inframerah *thermal array* AMG8833, dan modul kamera OV2640 untuk mendapatkan tangkapan visual yang sebenarnya. Data hasil pembacaan suhu dalam bentuk data *array* berukuran 8x8 piksel. Data tersebut diproses dengan menggunakan tehnik interpolasi untuk mendapatkan ukuran yang lebih besar untuk menyesuaikan dengan resolusi display LCD. Kamera termal dan kamera biasa disusun dalam format kamera IP sehingga menjadi sistem jaringan kamera seperti sistem CCTV yang dapat diawasi oleh pengelola laboratorium melalui halaman laman. Halaman laman ini nantinya dapat diakses lewat komputer atau ponsel. Hasil pengukuran suhu purwarupa dan pemetaan yang dihasilkan dibandingkan dengan kamera termal standar. Galat hasil pengukuran suhu yang dimiliki purwarupa sebesar 0.4 persen, sehingga alat ini layak untuk digunakan.

Kata kunci: Covid-19, *infrared thermography*, arus hubung singkat, keselamatan kerja, CCTV

Abstract

The Pandemic is still on going and we are implementing health protocols in every activities. Body temperature is measured to ensure that a person is not in a fever. Cases of fire due to electrical short circuit or inadequate maintenance of electrical facilities must be prevented. Students begin using photo infrared thermography to analyze the distribution of excess heat at connection points of wires and electrical components. This inspection technology is very safe to use, effective and efficient. However, thermal camera is very expensive. The research made a prototype of infrared thermal camera to check and measure the heat that occurs at the laboratory users and on electrical and mechanical equipment. Thermal mapping can be use to define precisely the location of the problem. Thus repairs can be made before the equipment is damaged or burn. The design of this prototype uses the ESP32 microcontroller module and the AMG8833 infrared thermal array sensor. The OV2640 camera module for getting a true visual capture. The temperature reading data is in the form of 8x8 array data. Processed using interpolation techniques to get a larger size to match the LCD screen resolution. Thermal cameras and cameras are made commonly in the format of IP cameras so that can be monitored by laboratory person via web pages. The results of prototype temperature measurements and the resulting mapping are compared with standard thermal cameras. The temperature measurement error that the prototype has is 0.4 percent. So that this prototype is feasible to use.

Keywords: Covid-19, infrared thermography, short circuit current, work safety, CCTV

PENDAHULUAN

Sejak bulan Desember tahun 2019, dunia dihebohkan dengan merebaknya penyakit mematikan akibat pneumonia yang dibawa oleh virus di daerah Wuhan, Cina. Penyakit ini kemudian merebak keseluruh dunia, termasuk Indonesia. Awal Maret 2020, pemerintah mengumumkan kasus awal pandemi virus korona di Indonesia. Sampai saat ini, pandemi masih berlangsung. Di beberapa daerah telah menunjukkan penurunan jumlah kasus dengan pemberlakuan kenormalan baru yang merujuk protokol kesehatan yang sudah ditetapkan.

Salah satu protokol kesehatan yang diberlakukan sebelum memasuki suatu tempat, seperti laboratorium adalah mencuci tangan dan menggunakan penutup tangan. Pengukuran suhu tubuh juga dilakukan untuk mengetahui suhu tubuh seseorang dengan tujuan memastikan bahwa seseorang tidak dalam kondisi demam. Pengukuran suhu tubuh seperti yang dilakukan saat ini, kurang efektif karena memakan waktu lama dan dibutuhkan seseorang yang khusus untuk menjaga pintu masuk.

Banyaknya kasus-kasus kebakaran akibat korsleting listrik atau pemeliharaan fasilitas listrik yang kurang memadai, peneliti memilih materi tentang teknologi dalam bidang *preventive maintenance*, yaitu menggunakan foto *infrared thermography* untuk menganalisis distribusi panas yang berlebih (*over heating*) pada titik-titik sambungan kabel, komponen listrik (breaker, capacitor, contactor, fuse, dan lain-lain.) (Sambhi, 2018) Teknologi pemeriksaan ini sangat aman dipakai (tidak ada efek samping, baik terhadap peralatan yang diperiksa ataupun lingkungan hidup disekitarnya), efektif (langsung mendeteksi titik-titik *over heating* dan lokasinya) dan efisien (pemeriksaan cepat, mudah dilakukan, dan tidak mengganggu operasional peralatan yang diperiksa) (Rai, 2017).

Penelitian yang dilakukan adalah memanfaatkan teknologi *infrared thermography* untuk mendeteksi panas yang terjadi pada peralatan-peralatan listrik atau mekanik yang sedang beroperasi. Setiap gejala kerusakan pada peralatan atau instalasi

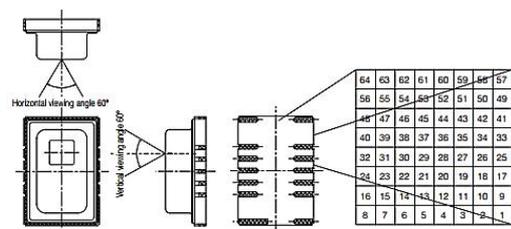
listrik akan menimbulkan distorsi panas (*overheating*) dibanding suhu normal operasinya (Györök, 2018). Pada pemeriksaan infrared akan diketahui secara tepat lokasi yg bermasalah, kondisi peralatan/komponen, mutu sambungan/ koneksi kabel-kabel, dan kondisi titik-titik singgung *rotary equipments*. Dengan demikian perbaikan dapat dilakukan sebelum peralatan tersebut mengalami kerusakan / kebakaran (Suguna, 2016).

METODE

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu memahami karakteristik dari sensor suhu array AMG8833 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. Hasil dari sensor ini akan peneliti coba untuk dibesarkan menjadi 30 kalinya, dari 8x8 menjadi 240x240 piksel (RonFrtek, 2019). Berdasar spesifikasi pada *datasheet*, sensor AMG8833 dapat melakukan pengukuran suhu efektif pada jarak maksimal 5 meter dan jangkauan suhunya dari -20 derajat celcius sampai 100 derajat celcius, tergantung dari mode yang digunakan (Informatica, 2019).

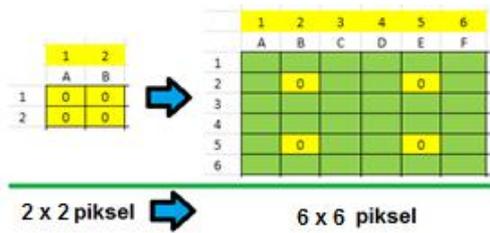
Sensor AMG8833 menghasilkan hasil pemetaan suhu dalam bentuk matrik berukuran 8x8 (lihat gambar 3.4). Tiap sel dari matrik ini akan kita ubah menjadi piksel yang warnanya tergantung dari nilai pembacaan suhunya. Hasil setiap sel pembacaan suhunya merupakan sebuah data 16 bit yang disimpan pada dua buah register 8 bit (Miller, 2017).

Kemudian langkah selanjutnya adalah memahami dan menerapkan interpolasi pada matrik hasil sensor suhu AMG8833. Ada berbagai cara untuk melakukan perbesaran ukuran sebuah gambar. Jenis cara atau metoda yang digunakan akan mempengaruhi kualitas gambar dan kecepatan proses konversinya (piddlerintheroot, 2019).



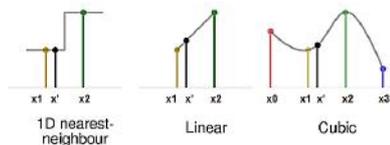
Gambar 2.1. Matrik hasil pemetaan suhu

sensor AMG8833

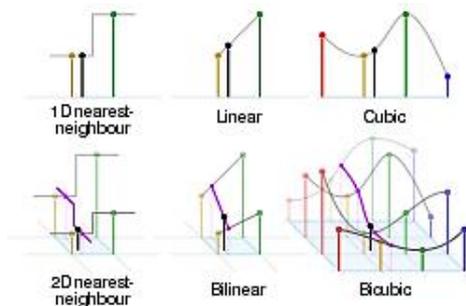


Gambar 2.2. Memperbesar ukuran sebuah gambar

Pola nilai RGB pada sebuah piksel yang saling berdekatan yang menyusun sebuah gambar, dapat peneliti identikkan dengan sebuah fungsi $f(x)$, sehingga apabila suatu gambar dibesarkan ukurannya, nilai RGB sebuah piksel tertentu yang akan mengisi piksel pengembangannya dapat diperkirakan.



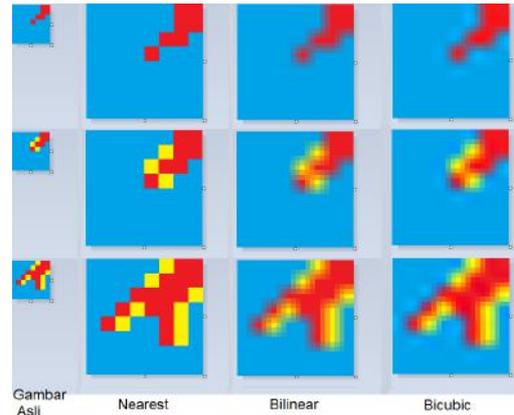
Gambar 3.7. Interpolasi 1 dimensi



Gambar 3.8. Pengembangan Interpolasi 1 dimensi ke 2 dimensi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembesaran gambar menggunakan tiga buah algoritma interpolasi yang disimulasikan di MATLAB 2017b, dapat dilihat pada gambar 3.1.. Dapat kita lihat bahwa, dengan menggunakan interpolasi bikubik, hasilnya masih mengikuti gambar aslinya dibanding dengan yang bilinear.

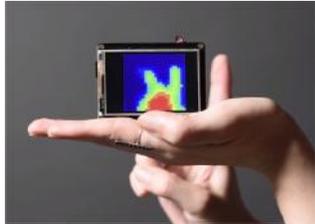
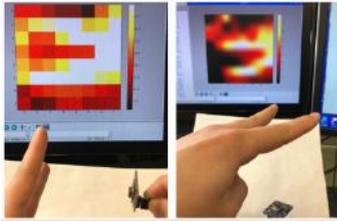


Gambar 3.1. Hasil bikubik interpolasi dan perbandingan dengan interpolasi yang lain.



Gambar 3.2. Purwarupa yang digunakan untuk memeriksa jalur ventilasi yang mengeluarkan panas dari dalam suatu peralatan elektronik.

Interpolasi bilinear hasilnya kabur dan perubahan pinggirannya kurang jelas dibandingkan dengan hasil bikubik. Hasil dari simulasi pemrosesan gambar di MATLAB 2017b dan penerapannya pada modul ESP32 dapat dilihat pada gambar 3.3. Hasil dari interpolasi *nearest* tidak digunakan karena gambar yang dihasilkan pinggirannya perbedaan warnanya terlalu tajam dan bentuk gambarnya tetap kotak-kotak atau pixelate.



Gambar 3.3. Perbandingan gambar sebelum dan sesudah dibesarkan menggunakan simulasi MATLAB 2017b (atas). Hasil Simulink MATLAB 2017b diterapkan pada mikrokontroler ESP32 (bawah)



Gambar 3.4. Kamera termal HT-02



Gambar 3.5. Sebuah rangkaian catu daya yang diamati menggunakan kamera termal HT-02

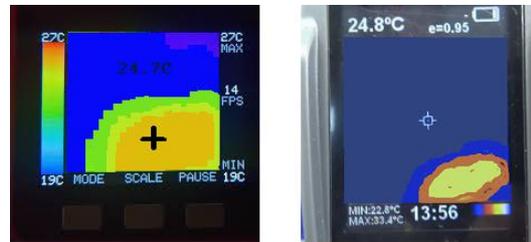


(a) (b)



(c)

Gambar 3.6. Hasil kamera termal HT-02 dibandingkan dengan pembaca suhu inframerah.



Gambar 3.7. Perbandingan tampilan dan hasil purwarupa (kiri) dan kamera termal HT-02 (kanan)

Untuk memvalidasi hasil pengukuran purwarupa kamera termal yang sudah kita buat, kita coba bandingkan dengan kamera termal HT-02 (Gambar 3.4.) yang kita jadikan sebagai standar pengukuran. Objek yang akan kita ukur dan amati adalah sebuah rangkaian catu daya yang terhubung dengan jalur listrik jala-jala. Seperti kita ketahui, penyumbang panas terbesar dari sebuah rangkaian catu daya adalah bagian trafo atau transformasinya. Pada Gambar 3.5. sebelah kanan dapat dilihat pada jarak ukur 12 cm, suhu yang terukur adalah 31.5 celcius. Dan tampilan nyata yang digabung dengan pemetaan suhu pada tampilan kamera HT-02 merujuk pada komponen transformator.

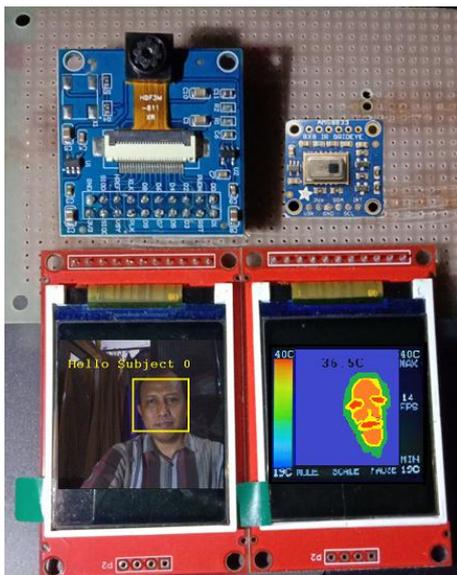
Pada Gambar 3.6. bagian b, merupakan tampilan pemetaan termal saja dari kamera HT-02. Suhu di rata-rata pengukuran adalah 24.8 derajat celcius. Hasilnya mendekati jika diukur

menggunakan pembaca suhu infra merah biasa (uji satu titik) yaitu 25.0 derajat celcius (Gambar 3.6. bagian c).

Pada gambar 3.7. menunjukkan perbandingan tampilan purwarupa yang dibandingkan dengan kamera HT-02. Suhu yang ditunjukkan purwarupa sebesar 24.7 derajat celcius, sedangkan pada kamera HT-02 adalah sebesar 24.8 celcius. Tidak terlalu jauh hasil pengukuran purwarupa yang dibuat dengan standar kamera termal HT-02.



Gambar 3.8. Tes ESP32CAM



Gambar 3.9. Bentuk jadi purwarupa



Gambar 3.10. Tes purwarupa lewat halaman web

KESIMPULAN

Purwarupa yang dibuat sudah mencakupi batas minimum kesamaan nilai ukur dan kemiripan pola pemetaan suhu dari obek yang diamati. Terbukti dengan hasil tampilan layar dan nilai pengukuran suhu yang hampir sama dengan alat ukur standar. Memang hasil gambar pemetaan suhunya masih sedikit kasar, tetapi kedepannya peneliti dapat mencari sensor thermal array yang lebih tinggi lagi resolusinya dan harganya masih terjangkau.

Hasil pengukuran suhu dari sensor memiliki galat rata-rata 0.4 persen dibandingkan dengan alat ukur standar. Purwarupa ini dapat digunakan sebagai alat bantu di berbagai praktikum. Praktikum yang terbantu dengan purwarupa ini adalah praktikum instalasi listrik dan praktikum mesin listrik. Pada praktikum mesin listrik, purwarupa digunakan untuk melihat pelurusan (*alignment*) poros motor listrik dengan beban magnetik untuk praktikum uji beban.

Penggunaan sensor termal dengan resolusi lebih besar akan menghasilkan pemetaan dan analisa pemetaan yang lebih baik dan dapat diberikan teknologi *artificial intelligent* untuk menganalisa hasil pemetaan suhu pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Informatica. (2019). M5Stack IR Thermal Camera Using AMG8833 Infrared Array Imaging Sensor. Diakses pada 1 Maret 2020, dari [instructables.com: https://www.instructables.com/M5Stack-IR-Thermal-Camera-Using-AMG8833-](https://www.instructables.com/M5Stack-IR-Thermal-Camera-Using-AMG8833-)

Infrared-A/

- Györök, G. &. (2018). Using Thermal Imaging Cameras to Test Electronical Systems. International IEEE Conference and Workshop in Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE) (pp. 000147-000152). IEEE.
- Miller, D. (2017, Juni 28). Overview Adafruit AMG8833 8x8 Thermal Camera Sensor. Diakses pada 1 Maret 2020, dari Adafruit:
<https://learn.adafruit.com/adafruit-amg8833-8x8-thermal-camera-sensor/overview>
- piddlerintheroot. (2019). Thermal Camera AMG833 Raspberry Pi. Diakses pada 1 Maret 2020, dari instructables.com:
<https://www.instructables.com/Thermal-Camera-AMG833-Raspberry-Pi/>
- Rai, M. M. (2017). Thermal imaging system and its real time applications: a survey. *Journal of Engineering Technology*, 290-303.
- RonFrtek. (2019). How to Program ESP32 M5Stack StickC With Arduino IDE and Visuino. Diakses pada 1 Maret 2020, dari [instructables.com](https://www.instructables.com/How-to-Program-ESP32-M5Stack-StickC-With-Arduino-I/):
<https://www.instructables.com/How-to-Program-ESP32-M5Stack-StickC-With-Arduino-I/>
- Sambhi, S. (2018). Thermal Imaging Technology for Predictive Maintenance of Electrical Installation in Manufacturing Plant—A Literature Review. 2nd IEEE Int. Conf. on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES). New Delhi, India.
- Suguna, M. R. (2016). Fault localisation of electrical equipments using thermal imaging technique. International Conference on Emerging Technological Trends (ICETT) (pp. 1-3). IEEE.

Pengembangan Sistem Deteksi Pergerakan Obyek pada *Linear Air Track* Berbasis Arduino untuk Eksperimen Mekanika Gerak Lurus

Muhammad Al Faris¹, Supriadi², Januar Srikandijana³

^{1,2}Program Studi Fisika, ³Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Mataram

E-mail: ¹muhammadalfariss@yahoo.co.id, ²supriadiunram67@gmail.com,

³januarsrikandijana67@gmail.com

Abstrak

Gerak lurus merupakan salah satu pokok bahasan fisika yang dapat dipelajari di laboratorium. Salah satu contoh alat eksperimen gerak lurus adalah linear air track, namun pengukuran waktu masih dilakukan secara manual menggunakan stopwatch. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem deteksi pergerakan obyek pada linear air track berbasis Arduino. Tahapan kegiatan dalam penelitian meliputi perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), perancangan sistem mekanik, pengujian dan analisis data. Hasil perancangan alat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3, dua pasang led inframerah dan fotodiode sebagai sensor inframerah, sensor ultrasonik Ping sebagai sensor jarak, linear air track dengan panjang 240 cm, blower dan vehicle. Berdasarkan hasil pengujian alat yang dibuat dibandingkan dengan stopwatch, diperoleh persentase kesalahan pengukuran waktu maksimum sebesar 2,6 % pada percobaan gerak lurus. Sedangkan Pada percobaan gerak lurus berubah beraturan diperoleh persentase kesalahan pengukuran waktu maksimum sebesar 1,86 %. Berdasarkan nilai persentase kesalahan yang diperoleh, menunjukkan bahwa perancangan alat mulai dari perangkat masukan dan keluaran sampai pengimplementasian di dalam pengukuran waktu dan jarak pada percobaan GLB dan GLBB dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk kegiatan eksperimen mekanika gerak lurus di laboratorium.

Kata kunci: Linear Air Track, Gerak Lurus, Arduino

Abstract

Straight motion is a subject of physics that can be studied in the laboratory. One example of a straight motion experiment tool is the linear air track, but time measurement is still done manually using a stopwatch. Based on this, this study aims to design and develop an object movement detection system on the Arduino-based linear air track. The stages of activities in the research include hardware design, software design, mechanical system design, testing and data analysis. The results of the design of the tool use an Arduino Uno R3 microcontroller, two pairs of infrareds led and a photodiode as an infrared sensor, a Ping ultrasonic sensor as a proximity sensor, a linear air track with a length of 240 cm, a blower and a vehicle. Based on the results of testing the tool made compared to the stopwatch, the maximum time measurement error percentage is 2.6% in the straight motion experiment. Meanwhile, in the straight motion experiment changing regularly, the maximum time measurement error percentage is 1.86%. Based on the percentage error value obtained, it shows that the design of tools ranging from input and output devices to implementation in time and distance measurements in the GLB and GLBB experiments can work well and can be used for straight motion mechanics experimental activities in the laboratory.

Keywords: Linear Air Track, Straight Motion, Arduino

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) saat ini berkembang sangat pesat ditandai dengan kehidupan manusia yang berbasis teknologi. Seiring dengan perkembangan IPTEK, maka manusia dituntut agar mampu memanfaatkan IPTEK dalam menyelesaikan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang fisika. Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang fenomena alam. Fenomena alam didalam fisika dapat ditinjau secara teoritis maupun eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk membuktikan kebenaran teori sedangkan teori digunakan untuk memandu jalannya sebuah eksperimen.

Di laboratorium, terdapat alat-alat praktikum yang digunakan untuk mempelajari suatu pokok bahasan tertentu, salah satunya adalah gerak lurus, yaitu ilmu fisika yang mempelajari suatu gerak benda yang memiliki besaran kecepatan dan percepatan. Dalam kegiatan eksperimen, biasanya pengukuran jarak dilakukan secara manual menggunakan penggaris dan pencatatan selang waktu menggunakan *stopwatch*.

Penggunaan *sensor* cahaya sebagai pengganti *stopwatch* dalam percobaan mekanika terutama tentang gerak telah banyak diteliti. Setiorini (2014) telah membuat sebuah *smart timer* sebagai pengukur waktu dan kecepatan dengan menggunakan dua buah *photodiode* pada jarak tertentu untuk media pembelajaran gerak lurus. Kurniawan (2015) melakukan perancangan kit percobaan gerak lurus beraturan pada bidang miring menggunakan lima buah *sensor photo transistor* yang ditempatkan pada bidang miring untuk mendeteksi pergerakan troli yang datanya diolah dan ditampilkan ke LCD menggunakan mikrokontroler. Deesera (2017) telah merancang alat ukur GLBB pada bidang miring menggunakan 6 fotodiode yang disusun dan percepatannya dengan menggunakan arduino, kemudian data dari arduino ini dikirim dan diproses menggunakan PC. Triaga (2017) telah membuat linear air track untuk eksperimen kinematika dan dinamika berbasis mikrokontroler atmega328. Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa orang, membuat peneliti juga ingin mengembangkan sistem pendeteksi obyek untuk alat eksperimen. Yang membedakan dari penelitian sebelumnya adalah adanya tambahan *sensor* Jarak untuk mengukur jarak secara otomatis.

Hal yang mendasari peneliti untuk membuat alat ini karena sistem timer *linear air*

track yang ada di Laboratorium Fisika Universitas Mataram sudah tidak ada, sehingga pewaktu yang biasa digunakan adalah *stopwatch*, sementara penggunaan *stopwatch* kadang tidak sesuai dengan gerak benda pada saat bergerak. Sehingga dengan menggunakan sistem pendeteksi obyek antara dua titik sebagai penghitung waktu otomatis, maka waktu yang diperoleh saat eksperimen akan lebih akurat.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem deteksi pergerakan obyek pada *linear air track* berbasis Arduino.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem deteksi pergerakan obyek berbasis Arduino yang dapat digunakan untuk mengukur waktu dan jarak secara otomatis pada lintasan *linear air track* sebagai upaya membantu kegiatan eksperimen gerak lurus di laboratorium.

Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan besar kecepatannya setiap saat selalu sama atau tetap. Kecepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap (Priyambodo, 2018). Pada gerak lurus, persamaan yang berlaku adalah

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak lurus yang menempuh lintasan lurus yang kecepatannya mengalami perubahan yang sama setiap detiknya. Pada peristiwa gerak lurus berubah beraturan, benda mempunyai percepatan konstan setiap waktu. Adanya percepatan ini berarti kecepatan benda selalu berubah-ubah setiap waktu. Pada gerak lurus berubah beraturan persamaan persamaan akhir benda adalah

$$\bar{v}_t = \bar{v}_0 + at \quad (2)$$

Selanjutnya, untuk menghitung posisi benda setelah menempuh waktu t sekon ketika benda tersebut mengalami percepatan konstan, sehingga dari persamaan kecepatan rata-rata $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, dikarenakan nilai $t_0 = 0$, maka

$$\bar{v} = \frac{x-x_0}{t} \quad (3)$$

Karena kecepatan bertambah secara beraturan, maka

$$\bar{v} = \frac{\bar{v}_0 - \bar{v}_t}{2} \quad (4)$$

Substitusi persamaan (4) dalam persamaan (3), diperoleh

$$x = x_0 + \bar{v}_t = x_0 + \left(\frac{\bar{v}_0 - \bar{v}_t}{2}\right)t \quad (5)$$

Dengan memasukkan nilai $v = v_0 + at$ sehingga

$$x = x_0 + \bar{v}_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad (6)$$

Karena nilai x_0 dan \bar{v}_0 bernilai nol maka nilai percepatannya

$$a = \frac{2x}{t^2} \quad (7)$$

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source* baik untuk *hardware* maupun *software*. *Development Board* Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino yang menggunakan chip ATmega328P. Board Uno R3 memiliki 14 digital pin I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, menggunakan *crystal* 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset (Wicaksono, 2019).

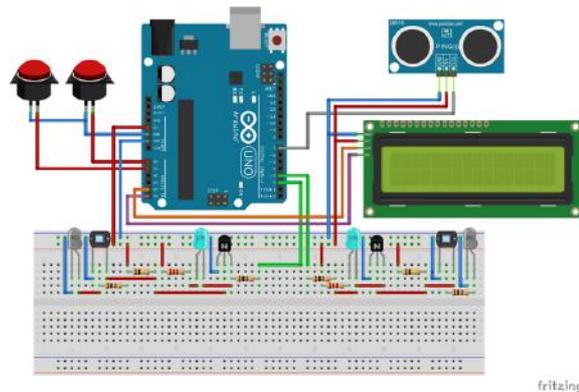
Fotodioda merupakan piranti semikonduktor dengan struktur p-n yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam keadaan terbalik, untuk mendeteksi cahaya. Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada sambungan fotodioda, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya itu. Cahaya diserap di daerah penyambungan atau daerah intrinsik menimbulkan pasangan elektron-hole yang mengalami perubahan karakteristik elektrik ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas (Atani, 2019).

Sensor ultrasonik merupakan *sensor* yang dapat digunakan untuk menentukan jarak sebuah tempat dengan suatu objek di tempat lain. *Sensor* ini menggunakan sinyal ultrasonik untuk mendeteksi adanya objek di depan *sensor*. *Sensor* ultrasonik terdiri dari pembangkit gelombang dan penerima gelombang. Pada saat bekerja pembangkit gelombang akan memancarkan gelombang ke depan. Jika di depan *sensor* terdapat sebuah objek, maka gelombang akan dipantulkan oleh objek tersebut dan akan diterima oleh penerima pada *sensor*. Waktu tempuh gelombang dari sumber sampai dengan penerima merupakan waktu yang diperlukan untuk menempuh dua kali jarak benda dengan *sensor*. Sehingga waktu tempuh yang diperlukan merupakan setengah dari waktu tempuh gelombang. Kecepatan gelombang suara dalam udara adalah 340 m/detik. Spesifikasi *sensor* Ping adalah kirasan pengukuran 3 cm sampai 3 m, *Echo hold off* 750 us dari *off trigger pulse*, *delay before next measurement* 200 us. *Input trigger* – positif TTL pulse, 2 us min, 5 us tipikal, *burst indikator* LED menampilkan aktivitas *sensor*.

METODE

Tahapan kegiatan penelitian meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), perancangan sistem mekanik, pengujian dan analisis data. Dalam melakukan perancangan perangkat keras, terlebih dahulu dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan dengan mencari sumber sumber referensi yang berkaitan dengan pembuatan sistem pendeteksi obyek bergerak. Selanjutnya menentukan komponen yang akan digunakan dalam perancangan seperti *sensor* imframerah, mikrokontroler, *sensor* jarak, lintasan *linear air track* yang dilengkapi *vehicles* dan *blower*. Dalam perancangan ini digunakan mikrokontroler Arduino Uno R3, led imframerah dan fotodioda sebagai *sensor* imframerah, serta *sensor* ultrasonik Ping sebagai *sensor* jarak.

Rangkaian perangkat keras pada penelitian ini seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Rangkaian perangkat keras

Perancangan perangkat lunak (*software*) berfungsi untuk mengatur kinerja alat peraga agar bekerja berdasarkan alur maupun logika tertentu. Hasil desain perangkat keras akan bekerja berdasarkan alur perangkat lunak yang didesain dan ditanamkan pada Arduino. Desain perangkat lunak menggunakan Bahasa C dan *compiler Integrated Development Environment (IDE)* Arduino. Desain perangkat lunak juga terdiri dari tiga logika pengambilan keputusan. Logika ini dikendalikan melalui input dari *sensor* ultrasonik Ping, tombol *push button* dan *sensor* imframerah. Penggunaan logika dalam pengambilan keputusan pada pengembangan alat ini bertujuan untuk mengendalikan pengoperasian alat dalam mengukur jarak tempuh benda dan waktu tempuh benda.

Perancangan sistem mekanik berfungsi untuk memperagakan dan menguji rangkaian

pendeteksi obyek pada mekanika gerak lurus. Pada bagian ini perangkat yang harus disiapkan adalah perangkat keras yang dibuat, *linear air track*, *blower*, *vehicles* atau benda luncur, statif sebagai pemegang *sensor* inframerah dan *sensor* jarak serta penghalang.

Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan antara hasil dari alat yang dibuat dengan alat standar yaitu *stopwatch*. Adapun *stopwatch* yang digunakan disediakan dari *stopwatch smartphone*.

Berikut langkah percobaan pengujian alat pada gerak lurus beraturan.

1. Merangkai alat seperti gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Percobaan

2. Lintasan *air track* diatur agar benar-benar lurus dengan bantuan *waterpass*.
3. Memasang *flag* pada *vehicles*.
4. Mengatur jarak *sensor* IR1 dan IR2 sejauh 20 cm.
5. Menekan Tombol *Start*, dan dicatat nilai jarak yang ditunjukkan pada layar LCD.
6. Menyalakan *blower*, *vehicles* ditahan pada ujung lintasan lalu dilepaskan.
7. Mencatat waktu yang terukur pada layar LCD Ketika *vehicles* melewati *sensor* IR2.
8. Menekan tombol *Reset*.
9. Mengulangi langkah (5) sampai (8) sebanyak 10 kali.
10. Mengulangi langkah (4) sampai (9) dengan jarak *sensor* 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm dan 120 cm.

Berikut langkah percobaan pengujian alat pada gerak lurus berubah beraturan.

1. Merangkai alat seperti gambar 2.
2. Lintasan *air track* sedikit dimiringkan pada sisi *sensor* IR2 dengan memutar kaki penyangga.
3. Memasang *flag* pada *vehicles*.
4. Mengatur jarak *sensor* IR1 dan IR2 sejauh 20 cm.

5. Menekan Tombol *Start*, dan dicatat nilai jarak yang ditunjukkan pada layar LCD.
6. Menyalakan *blower*, *vehicles* ditahan pada ujung lintasan lalu dilepaskan.
7. Mencatat waktu yang terukur pada layar LCD Ketika *vehicles* melewati *sensor* IR2.
8. Menekan tombol *Reset*.
9. Mengulangi langkah (5) sampai (8) sebanyak 10 kali.
10. Mengulangi langkah (4) sampai (9) dengan jarak *sensor* 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm dan 120 cm.

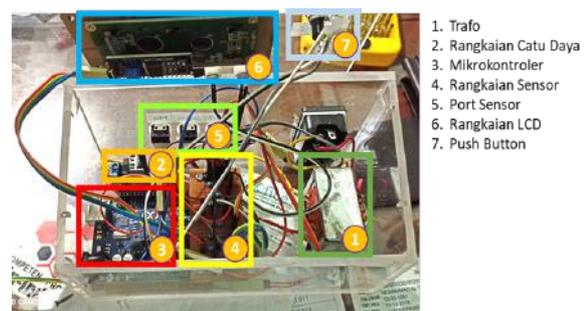
Untuk mencari persentase *error* alat dapat menggunakan persamaan

$$\% \text{ error} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\%$$

Dimana Y_n adalah nilai alat pembanding, X_n adalah nilai alat rancangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan rangkaian alat deteksi pergerakan obyek yang dibuat terdiri atas mikrokontroler *Arduino Uno* sebagai pengatur input dan output. Komponen input dan output berupa led inframerah dan fotodiode, *sensor* ultrasonik Ping, *push button*, *LCD*, dan led sebagai indikator obyek melewati *sensor*. Sebagai lintasan pergerakan obyek digunakan peralatan yang sudah ada di laboratorium yaitu *linear air track* dan dilengkapi dengan *vehicle* dan *blower*. Pada rangkaian perangkat keras, disediakan 2 buah tombol untuk memulai pengukuran dan untuk mereset hasil pengukuran. Berikut gambar rangkaian perangkat keras.

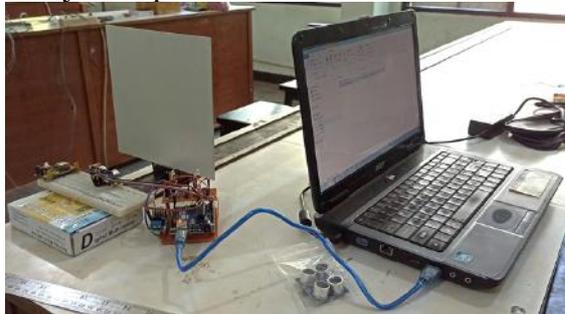


Gambar 3. Hasil perancangan alat deteksi pergerakan obyek

Led inframerah dan fotodiode digunakan sebagai pemicu bagi mikrokontroler untuk memulai dan menghentikan pengukuran waktu. Tegangan keluaran dari rangkaian sensor inframerah bernilai 0 volt ketika cahaya inframerah tidak mengenai fotodiode, dan akan bernilai 5 volt apabila cahaya inframerah

mengenai fotodiode. Sehingga *sensor* bersifat aktif *LOW*.

Sensor ultrasonik digunakan sebagai pengukur jarak. Sebelum digunakan, terlebih dahulu *sensor* ultrasonik harus dikalibrasi agar hasil pengukuran jarak lebih akurat. Proses kalibrasi *sensor* ultrasonik pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses kalibrasi *sensor* ultrasonik

Kalibrasi *sensor* ultrasonik dilakukan mulai dari 10 cm sampai 240 cm. Hasil kalibrasi menunjukkan perbandingan jarak *sensor* ultrasonik dan meteran adalah linear dengan persamaan linearitasnya adalah $y = 0,9937x + 0,5653$. Persamaan ini yang akan dimasukkan ke dalam sketsa program pada Arduino dengan mengambil nilai x sebagai hasil pembacaan *sensor* yang telah terkalibrasi.

$$x = (y - 0,5653) / 0,9937$$

Setelah semua perancangan rangkaian telah selesai dilakukan, maka proses selanjutnya adalah melakukan pengujian alat dengan melakukan percobaan pada lintasan *linear air track*. Pada dasarnya percobaan dilakukan untuk mengetahui kelayakan alat dan membandingkan dengan alat standar yang biasa digunakan yaitu *stopwatch*. Pada proses pengujian ini digunakan lintasan dengan panjang 240 cm, dan *vehicle* dengan panjang 20 cm. Saat *vehicle* bergerak dan melewati dua *sensor* inframerah, diukur sebagai waktu t (s) dan jarak dua *sensor* inframerah yang diukur oleh *sensor* jarak diukur sebagai jarak x (m).

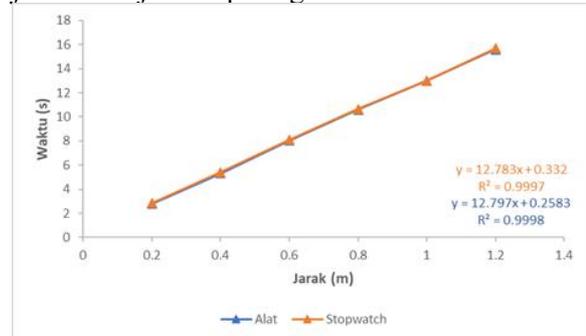
Berikut tabel data hasil percobaan gerak lurus beraturan.

Tabel 1. Data percobaan gerak lurus beraturan.

No	Jarak (m)	Waktu (s)	
		Alat	<i>Stopwatch</i>
1	0.20	2.776	2.86
2	0.40	5.334	5.41
3	0.60	8.019	8.08
4	0.80	10.594	10.67
5	1.00	12.994	12.99
6	1.20	15.581	15.68

Berdasarkan hasil pengujian dengan alat dan *stopwatch* menunjukkan bahwa hasil pengukuran bersesuaian. Semakin besar jarak antara dua *sensor* maka waktu besar pula waktu yang dihasilkan. Sebaliknya semakin kecil jarak antara dua *sensor* maka semakin kecil pula waktu yang dihasilkan.

Grafik hubungan antara waktu terhadap jarak ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 6. Grafik hubungan jarak dan waktu pada GLB

Berdasarkan hasil pengukuran dengan alat yang dibuat dan *stopwatch* pada percobaan gerak lurus beraturan, kesalahan perhitungan waktu maksimum sebesar 2,6%. Selanjutnya berdasarkan persamaan gerak $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ atau $t = \frac{1}{v} x$, kurva linear pada gambar 6, diperoleh perhitungan kecepatan rata-rata benda dengan pengukuran waktu menggunakan alat dan *stopwatch* adalah sebesar 0.0781 m/s dan 0.0782 m/s.

Percobaan selanjutnya dilakukan pengujian alat pada gerak lurus berubah beraturan dengan membandingkan hasil pembacaan alat yang dibuat dengan *stopwatch* pada lintasan miring. Pada percobaan GLBB posisi lintasan di sisi *sensor* IR2 diturunkan sedikit dengan memutar sekrup pada kaki lintasan.

Berikut tabel data hasil percobaan GLBB dipercepat.

Tabel 2. Data percobaan GLBB.

No	Jarak (m)	Waktu (s)	
		Alat	<i>Stopwatch</i>
1	0.20	1.737	1.77
2	0.40	3.288	3.32
3	0.60	4.715	4.77
4	0.80	5.988	6.00
5	1.00	7.229	7.30
6	1.20	8.329	8.38

Dari hasil perhitungan persentase *error*, diperoleh bahwa persentase *error* pengukuran waktu maksimum diperoleh sebesar 1.86 %.

Berdasarkan hasil pengukuran waktu pada tabel 2. diperoleh nilai percepatan benda menggunakan persamaan 7 sebagaimana dalam tabel berikut.

Tabel 3. Data percepatan benda percobaan GLBB

No	Jarak (m)	Percepatan (m/s ²)	
		Alat	Stopwatch
1	0.20	0.133	0.128
2	0.40	0.074	0.073
3	0.60	0.054	0.053
4	0.80	0.045	0.044
5	1.00	0.038	0.038
6	1.20	0.035	0.034

Dari hasil perhitungan pada Tabel 3. diperoleh data berupa jarak antara dua *sensor* (m) dan percepatan alat (m/s²) dengan pengukuran waktu menggunakan alat dan *stopwatch*. Saat jarak antara dua *sensor* minimum yaitu sebesar 0.2 m dengan waktu terukur pada alat dan *stopwatch* adalah 1.737 s dan 1.77 s diperoleh nilai percepatan benda dengan pengukur waktu alat dan *stopwatch* adalah 0.133 m/s² dan 0.128 m/s². Sedangkan pada jarak antara dua *sensor* maksimum yaitu sebesar 1.2 m, dengan waktu yang terukur pada alat dan *stopwatch* adalah 8.329 s dan 8.38 s, diperoleh nilai percepatan benda dengan pengukur waktu alat dan *Stopwatch* adalah 0.035 m/s² dan 0.034 m/s². Terlihat bahwa percepatan yang dialami benda selama menempuh jarak 1.2 meter mengalami percepatan yang semakin kecil

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat perbedaan nilai yang terukur antara alat hasil rancangan dan alat pembanding. Hal ini terlihat dari besarnya persentase kesalahan yang telah diukur. Adanya perbedaan nilai yang terukur disebabkan oleh keterbatasan alat rancangan yang dibuat dari segi penggunaan fungsi *timer* yang digunakan dalam *software*. Selain itu juga disebabkan oleh penggunaan alat pembanding yang tidak sinkron pada saat mulai penghitungan dan selesai penghitungan waktu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan alat deteksi pergerakan obyek yang telah dilakukan mulai dari perangkat masukan dan keluaran hingga pengimplementasian di dalam pengukuran waktu dan jarak pada percobaan GLB dan GLBB dapat bekerja dengan baik. Namun demikian besarnya persentase *error* yang diperoleh masih terlalu besar, sehingga kedepannya diperlukan perbaikan sistem

masuk dengan menggunakan komponen *sensor* yang lebih responsif. Selain itu dalam pengujian alat yang dibuat diperlukan alat pembanding standar yang lebih akurat sehingga diperoleh hasil pengukuran waktu yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Hibah Pengembangan Profesi Tahun 2020, dengan kontrak Nomor : 31/EA.3/KU/2020, Tanggal 20 Juli 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Atani, O.A., Lapono, L.A.S., Louk, A.Ch. Rancang Bangun Alat Peraga Praktikum Gerak Jatuh Bebas. *Jurnal Fisika Fisika Sains dan Aplikasinya*. ISSN: 2503-5274(p), 2657-1900(e), Vol. 4, No. 1 – April 2019.
- Deesera, V.S., Ilhamsyah, Triyanto, D. Rancang Bangun Alat Ukur Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) Pada Bidang Miring Berbasis Arduino. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, ISSN : 2338-493X, Volume 05, No.2 (2017), hal 47-56.
- Kurniawan, D. Perancangan Kit Percobaan Gerak Lurus Berubah Beraturan pada Bidang Miring. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, Volume 04 Nomor 02, Tahun 2015, hal. 84-88.
- Priyambodo TK. 2018. *Fisika Dasar*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Setiorini, I. Rancang Bangun Smart Timer Sebagai Alat Pengukur Waktu dan Kecepatan untuk Media Pembelajaran Gerak Lurus. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, Volume 3 Nomor 2, Tahun 2014, hal. 53-59.
- Triaga, E., Yulkifli, Yohandri. Pembuatan Air Track Untuk Eksperimen Kinematika Dan Dinamika Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Pillar of Physics*, Vol. 10. Oktober 2017, 14-22.
- Wicaksono, Muhammad Fajar. 2019. *Aplikasi Arduino dan Sensor*. Bandung. Penerbit Informatika.

Inovasi Alat Uji Geser Langsung Portabel yang Aman Dan Andal

Muhammad Fahrid^{*)}, Uci Mardiani²

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, 25163
fahrid17771@gmail.com; uchi.mrd@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat uji geser langsung yang ringan dan dapat dibawa ke lapangan. Alat uji yang ada memang khusus untuk diletakkan di laboratorium sehingga tidak dapat dibawa ke lapangan. Sementara sampel tanah yang akan diuji diambil dari lapangan dengan metoda khusus dan memerlukan perlakuan khusus sehingga selama transportasi tidak terganggu secara fisik. Alat yang dibuat ini khusus untuk pengujian geser langsung dengan metode yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 2813:2008 dan Standar Nasional Indonesia 3420:2016, sehingga hasilnya dan cara menganalisisnya tetap sama. Namun sedikit ada perubahan pada prosedur pengujian dikarenakan ada inovasi khusus yaitu mengubah beban yang diberikan dengan besi berat menjadi tekanan dengan tekanan terukur. Selanjutnya alat yang dimodifikasi ini akan dilakukan uji dengan menggunakan prosedur khusus yang dibuat untuk alat ini. Alat uji ini merupakan inovasi dari alat uji geser langsung yang selama ini dibuat dan berada di laboratorium dengan menggunakan beban-beban yang relatif berat.

Kata kunci: Uji geser langsung, inovasi *portable*

Abstract

The purpose of this research is to make a light direct shearing test tool that can be brought to the field. Existing test equipment is special to be placed in the laboratory so that it can not be brought to the field. While soil samples to be tested are taken from the field with special methods and require special treatment so that during transportation is not physically disturbed. This tool is specifically made for direct shear testing with methods in accordance with The Indonesian National Standard 2813:2008 and Indonesian National Standard 3420:2016, so that the results and how to analyze it remain the same. However, there is little change in the testing procedure because there is a special innovation which is to turn the load given with heavy iron into pressure with measurable pressure. Furthermore, this modified tool will be tested using a special procedure made for this tool. This test equipment is an innovation of direct shear test equipment that has been made and is in the laboratory using relatively heavy loads.

Keywords: Direct shear test, portable innovation

I. Pendahuluan

Penelitian ini dibuat untuk mengembangkan *inovasi* alat uji geser langsung yang ada di laboratorium untuk dapat dipergunakan langsung di lapangan. Sehingga dapat diketahui apakah alat tersebut dapat dibuat menjadi *portable* dengan keamanan yang baik dan hasil yang andal. Prinsip pengujian dari alat yang akan

dibuat tetap mengikuti standar yang telah ada (SNI 2813.2008 dan 3420:2016) dan menerapkannya secara konsisten untuk suatu tujuan pengujian geser tanah yang selama ini dikerjakan di laboratorium menjadi mampu dikerjakan di lapangan.

Dalam pengujian geser langsung di laboratorium yang ada selama ini, terdapat tiga masalah utama yang menjadi kendala

menyangkut keamanan dan kemudahan pemindahan alat yaitu:

1. Alat uji geser sangat berat (200 kg lebih)
2. Beban-beban untuk memberi tekanan normal sangat banyak.
3. Untuk meletakkan beban, pelaku pengujian harus mempunyai kekuatan mengangkat beban minimal 20 kg. Hal ini akan sulit dan tidak aman dilakukan oleh kaum hawa.

Untuk itu, maka dilakukan inovasi dalam usulan ini yang bertujuan untuk membuat alat uji geser langsung yang dapat dengan mudah dipindahkan (*portabel*) dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Alat uji geser ringan (kurang dari 10 kg)
2. Beban normal pada sampel diberikan dengan tekanan terukur, tidak menggunakan beban-beban tambahan yang berat dan sangat banyak.
3. Pengoperasian yang standar dan aman dilakukan oleh kaum hawa.

Selain itu, mengingat alat ini merupakan *inovasi* terhadap alat yang ada secara umum, maka akan juga dibuatkan prosedur pengujian/ penggunaan alat untuk menguji kekuatan geser langsung sampel tanah dengan mengacu pada standar pengujian yang telah ada.

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

1. Alat uji geser ini dapat dibawa ke lapangan, sehingga pengujian terhadap sampel tanah dapat langsung dilakukan segera tanpa ada jeda waktu yang cukup sehingga sampel tetap berada pada konsisi aslinya.
2. Mengingat pengoperasian yang tidak melibatkan beban yang berat, alat uji ini dapat dioperasikan oleh mahasiswa yang tidak mempunyai tenaga yang cukup kuat seperti kaum hawa, bahkan alat ini dapat dijadikan sebagai alat dalam memperagakan pengujian geser langsung di dalam kelas.

II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah dengan memodifikasi alat uji geser

langsung di lapangan. Bagian utama yang harus diperhatikan dalam mengukur keberhasilan dari modifikasi ini adalah:

1. Alat uji geser harus relatif ringan (berat total harus kurang dari 10 kg)
2. Beban normal yang diberikan pada sampel tidak lagi menggunakan beban-beban besi berat yang ditumpuk-tumpuk, pada modifikasi ini akan diberikan pada sampel berupa tekanan terukur melalui *proving ring* sehingga tidak menggunakan prosedur pengangkatan dan pemindahan alat berat. Hal ini menjadikan peningkatan *faktor* keamanan untuk menghilangkan risiko tertimpa besi berat bagi pelaksana pengujian.
3. Adanya Prosedur Pengoperasian yang standar sesuai dengan tujuan pengujian tanpa mengubah tujuan dari pengujian yaitu untuk mendapatkan parameter kekuatan geser tanah berupa sudut geser dan tahanan *kohesi*.

Penelitian ini akan dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Membuat rancangan alat uji geser langsung dengan prinsip kerja pengujian yang sama persis dengan yang telah distandarkan.
2. Membuat prototipe alat sesuai dengan rancangan
3. Melakukan pengujian sampel tanah dengan standar hasil yang sama sesuai yang di standarkan
4. Membuat prosedur pengoperasian alat sesuai dengan modifikasi yang telah dilakukan. Selanjutnya dilakukan analisis data sesuai dengan prosedur (SNI) berikut penafsiran dan penyimpulan hasil pengujian.
5. Untuk melihat hasil pengujian sampel, maka dilakukan perbandingan terhadap sampel yang sama yang diuji dengan alat ini, dibandingkan dengan sampel yang diuji dengan alat yang ada di laboratorium.

III. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini alat yang telah dibuat dan siapakan diuji dengan menggunakan metode yang sama dengan alat Uji Geser (*Direct Shear Test*) *ASTM D-3080-04* yang biasa ada di laboratorium. Sebelum pengujian dilakukan, ring geser dan ring tekan harus dikalibrasi terlebih dahulu terhadap beban yang akan direncanakan. Setelah kalibrasi pada kedua ring tersebut selesai dilakukan maka bahan uji disiapkan terlebih dahulu, yaitu sampel tanah yang \varnothing 6.5 cm dengan ketebalan 2 cm. Sampel Tanah dimasukkan ke dalam cincin uji, kemudian diberi tekanan dengan cara memutar engkol beban yang berada di atas ring beban, pada saat yang bersamaan engkol pada ring geser diputar secara perlahan, selanjutnya pada saat diberikan tekanan tertentu dengan melihat dial indikator pada ring tekan saat itu juga dial indikator yang berada pada ring geser dibaca, pembacaan ini dilakukan sampai dial indikator pada ring geser konstan.

Prosedur pemakaian alat dirincikan pada bagian berikut ini. Rancangan alat uji geser langsung dengan prinsip kerja pengujian yang sama persis dengan yang telah distandarkan berhasil dilakukan. Alat ini dapat dirakit dan dibawa ke lapangan sehingga dapat memebrikan kemudahan dan efisiensi dalam biaya pentrasportasian sampel untuk diuji. Alat yang dibuat ini telah berhasil dikerjakan sesuai dengan rancangan. Gambar untuk merakit dari alat tersebut adalah sebagai berikut:

Gambar 1 Proses Merangkai Alat



Gambar 2 Proses Merangkai Alat



Gambar 3 Proses Merangkai Alat



Tahap berikutnya adalah menentukan apakah alat tersebut dapat dioperasikan dengan baik yaitu dengan melakukan pengujian sampel tanah. Tanah yang diuji adalah tanah yang telah dilakukan pengujian sebelumnya dengan alat laboratorium yang ada. Tanah tersebut adalah tanah pasir berlempung dengan nilai *kohesi* 0.12 dan sudut geser sebesar 37 derajat.

Proses pengujian dilakukan setelah pengerjaan perakitan (Gambar 1 s/d 3) telah selesai. Selanjutnya tanah yang telah dicetak menggunakan ring cetak, dimasukkan kedalam ring uji dengan hati-hati (Gambar 4).

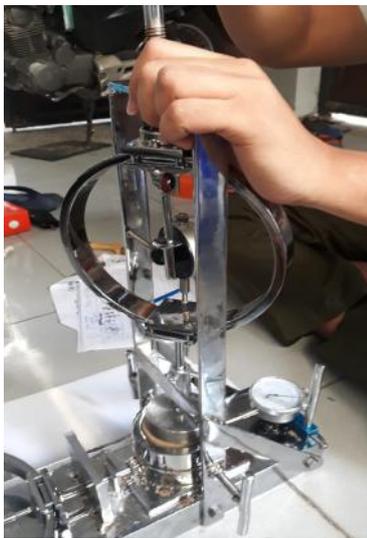


Gambar 4 Proses Memasukan Bahan Uji

Setelah tanah masuk dengan baik dalam ring uji, maka baut sisi ting atas dikencangkan untuk mencegah agar tidak terjadi pergerakan (Gambar 5). Sesudah itu tanah dalam ring uji diberi beban normal dengan memutar tekanan arah *vertikal*. Selanjutnya ring beban dibaca sesuai dengan beban rencana (Gambar 6). Langkah berikutnya adalah menstel *dial* pembacaan perpindahan geser dan memberikan beban geser dengan memutar engkol *horizontal*. Besarnya beban geser dapat dibaca pada ring *horizontal* seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 5 Proses Pengencangan ring



Gambar 6 Pemberian beban normal



Gambar 7 Pemberian beban geser

Setelah ring *horizontal* tidak naik lagi (tidak bertambah) maka hal ini menunjukkan bahwa tanah telah mengalami keruntuhan. Pada kondisi ini pengujian dapat dihentikan untuk sampel tersebut. Selanjutnya tanah dikeluarkan dari ring uji. Prosedur ini dilakukan sebanyak tiga (3) kali dengan tekanan normal yang berbeda. Sampel hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel tanah telah tergeser dengan baik sesuai dengan rencana uji geser ini seperti dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10.



Gambar 8 Sampel Selesai diuji (Sampel 1)



Gambar 9 Sampel Selesai diuji (Sampel 2)



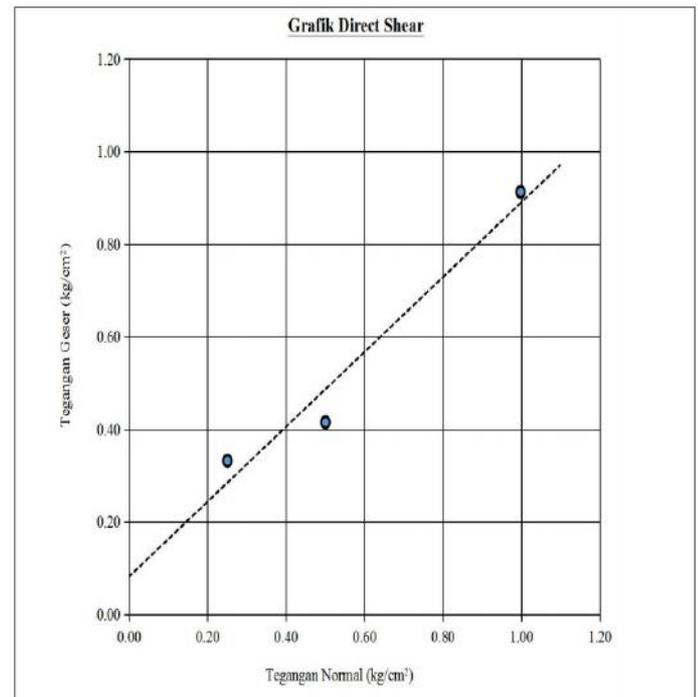
Gambar 10 Sampel Selesai diuji (Sampel 3)

Langkah-langkah di atas merupakan prosedur pengoperasian alat sesuai dengan modifikasi yang telah dilakukan dari alat standar laboratorium.

Terhadap hasil catatan terhadap pengujian selanjutnya dilakukan analisis data sesuai dengan prosedur (SNI). Hasil analisis data tersebut ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 11.

 Kementerian dan Kebudayaan Republik Indonesia Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Andalas <small>Kampus Laju Manis, PADANG 25163, Telp. 0751 - 77664, Fax. 0751 - 77866</small>							
PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG DIRECT SHEAR TEST - FIELD ASTM D 3080 - 82							
Proyek	: -Adi Lereng Tanggul -		Dikerjakan	: M Fahrid		Faktor	
Lokasi	: Agam		Diperiksa	: A Hakam		Dia. (
No. Sampel	: 1 Atas		Tanggal	: 10 Oktober 2020		Luas	
Kedalaman	: 0,5 m						
Dial Perpindahan	Beban normal 8,3 kg		Beban normal 16,6 kg		Beban normal 33,2 kg		σ
	Dial	3 (Tekan)	Dial	6 (Tekan)	Dial	12,1 (Tekan)	
	Geser	Gaya (kg)	Geser	Gaya (kg)	Geser	Gaya (kg)	kg
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
65	2	6,89	1	3,44	2	6,89	0
130	2	6,89	1	3,44	2	6,89	
195	2,1	7,23	2	6,89	6,6	22,72	0
260	2	6,89	2	6,89	5,2	17,90	
325	2,1	7,23	3	10,33	6,2	21,35	1
390	2	6,89	3	10,33	7	24,10	
455	2	6,89	3,5	12,05	8	27,54	Kohesi
520	3	10,33	3,9	13,43	8,8	30,30	
585	3	10,33	3,8	13,08			sd
650	3,2	11,02	3,9	13,43			(
715			4	13,77			Cat
780							
845							
910							
975							
1040							

Tabel Analisis hasil pengujian sampel



Gambar 11 Hasil Uji Sampel (3 sampel)

Berdasarkan hasil pengujian sampel, dapat dilakukan perbandingan terhadap sampel yang sama yang diuji dengan alat ini, dibandingkan dengan sampel yang diuji dengan alat yang ada di laboratorium. Terdapat perbedaan antara hasil pengujian lapangan dan pengujian laboratorium yaitu:

kohesi : 0.12 (labor) dan 0.08 (lapangan)

sudut geser : 37 (labor) dan 39 (lapangan)

Hasil tersebut menunjukkan nilai yang cukup baik. Mengingat tentunya pasti ada perbedaan dengan dari beberapa pengujian meski dilakukan terhadap tanah yang sama. Perbedaan yang terjadi pada sudut geser dalam hanya sekitar 5% menunjukkan bahwa alat yang dibuat telah berfungsi dengan baik dan hasil pengujian ini dapat dikatakan relatif sama.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian relatif sama dengan hasil pengujian dengan alat Laboratorium yang sudah ada.
2. Pengujian dapat dilakukan dengan lebih aman dikarenakan tidak diperlukan mengangkat beban yang berat.
3. Perlu kehati-hatian saat memutar engkol ring geser, karena harus bersamaan dengan perputaran pada engkol ring tekan.
4. Prosedur pemakaian alat seperti yang telah dijelaskan, mesti dijalankan dengan baik agar pengujian memberikan hasil yang memuaskan.

Ucapan Terimakasih

Kegiatan Penelitian ini merupakan salah satu upaya DIKTI untuk meningkatkan daya saing SDM Pranata Laboran Pendidikan Indonesia sebagai profesindan bagian dari civitas akademika perguruan tinggi yang diberikan tugas, tanggungjawab dan wewenang untuk melakukan pengelolaan laboratorium pendidikan yang perlu diberi ruang untuk mengembangka profesinya.

Selanjutnya kami mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dalam hal ini DIKTI yang untuk pertama kalinya memberi kesempatan kepada PLP untuk dapat mengembangkan profesinya dengan cara memberikan alokasi anggaran untuk penelitian ini. Pimpinan Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Sipil yang juga mendukung agar penelitian kami tetap terus berjalan ditengah *pandemi Covid-19* ini. Ucapan terimakasih juga kami ucapkan kepada **Prof. Abdul Hakam, Ph.D** yang membimbing hingga alat yang direncanakan dapat diselesaikan dengan sangat baik dan diuji sehingga dapat berfungsi seperti yang diharapkan.

Daftar Pustaka

1. *American System for Testing Material D-3080-04 “ Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)”*. diakses tanggal 8 Juni 2020.
2. Standar Nasional Indonesia 2813:2008 “Cara Uji Kuat Geser Langsung Tanah *Terkonsolidasi dan Terdrainase*”.
3. Standar Nasional Indonesia 3420:2016 “Cara Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak *Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase*”.

Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-Grid sebagai Alat Penunjang Praktikum di Laboratorium

Muhammad Syahwil¹, Nasrun Kadir²

¹Laboratorium Sistem Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Elektro,

²Bengkel Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, ^{1,2}Politeknik Negeri Ujung Pandang
Email: ¹syahwil.abwi@gmail.com, ²nkrudikumis@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan membuat modul praktik Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sistem *off-grid* skala kecil kapasitas daya 320Wp. Modul ini terdiri dari komponen-komponen utama dari suatu sistem pembangkit tenaga surya tipe *off-grid* mulai dari panel surya, *Solar Charger Controller (SCC)*, baterai, inverter, beban ac/dc serta alat ukur *power* meter yang terintegrasi dalam satu modul. Metode yang digunakan adalah penelitian laboratorium dan studi kepustakaan. Metode studi kepustakaan yaitu mencari literatur terkait PLTS sebagai penunjang dalam pembuatan modul dan metode laboratorium yaitu pengujian modul dengan beberapa kondisi tertentu. Tahapan metode penelitian ini meliputi identifikasi masalah di laboratorium, studi literature, desain modul PLTS, penentuan jenis, tipe, dan analisis kapasitas panel surya, SCC, inverter dan baterai, penyediaan bahan/komponen, pembuatan modul, serta pengujian modul di laboratorium. Luaran dan manfaat dari penelitian ini yaitu mendapatkan modul praktik PLTS yang memudahkan mahasiswa dalam memahami prinsip kerja sistem PLTS, juga untuk mengoptimalkan kegiatan praktikum di laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa modul PLTS sistem *off-grid* yang dibuat telah berfungsi dengan baik dan semua komponen PLTS pada modul tersebut bekerja sebagaimana kapasitasnya sehingga modul ini siap untuk dipakai sebagai modul praktik pada kegiatan pembelajaran di laboratorium .

Kata kunci : Modul PLTS, sistem *off-grid* , dan skala kecil.

Abstract

This study aims to design and make a practical module for a small-scale off-grid solar power system with a power capacity of 320Wp. This module consists of the main components of an off-grid type solar power system such as solar panels, Solar Charger Controller (SCC), batteries, inverters, ac/dc loads and power meter measuring instruments integrated in one module. The method used is laboratory research methods and literature study. The literature study method is to look for literature related to solar power plant as a support in making modules and laboratory methods, namely testing modules with certain conditions. Stages This research method includes identification of problems in the laboratory, literature study, design of the PLTS module, determining the type and analysis of the capacity of solar panels, SCC, inverters and batteries, supplying materials/components, manufacturing modules, and testing modules in the laboratory. The output and benefits of this research are getting a practical module for the solar power plant system which makes it easier for students to understand the working principles of the PLTS system; also to optimize practicum activities in the laboratory. Based on the results of the test that have been carried out, it is concluded that the off-grid system PLTS module that has been made is functioning properly and all PLTS components in the module work according to their capacity so that this module is ready to be used as a practical module in learning activities in the laboratory.

Keywords: PLTS Module; *off-grid* system; Small Scale

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya juga disingkat PLTS merupakan salah satu aplikasi penggunaan energi matahari sebagai sumber energi listrik, dengan memanfaatkan teknologi sel surya untuk menghasilkan energi listrik. Dalam instalasi pembangkit listrik tenaga surya, ada empat komponen penting yang harus terpasang agar PLTS dapat berfungsi secara optimal (Michael Boxwell, 2017) yaitu: (1) Panel surya merupakan komponen utama yang harus ada dalam sebuah sistem PLTS yang berfungsi untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik; (2) *Controller* atau sering disebut *Solar Charge Controller (SCC)* merupakan komponen/peralatan pendukung yang berfungsi untuk mengatur *charging* dan *discharging* baterai dengan mengatur energi yang dapat diisi ke baterai setelah diproduksi oleh panel surya dan berapa besar pelepasan energi tersebut ke beban; (3) Baterai merupakan komponen pendukung yang difungsikan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya; (4) Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, *solar charge controller* atau inverter jaringan, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (*on-grid*) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*off-grid*). (Ramadani, 2018).

Pada laboratorium Sistem Tenaga Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang, kegiatan praktikum pembangkit listrik tenaga surya belum berjalan secara optimal karena komponen utama sistem PLTS di laboratorium terpisah satu sama lain dan tidak semua berbentuk modul. Peralatan praktik PLTS yang tersedia apa adanya saja, hanya terdapat panel surya kapasitas 50Wp, peralatan SCC dan inverter hasil copotan dari lampu jalan tenaga surya, komponen baterai menggunakan aki mobil bukan baterai khusus tenaga surya. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan dan meningkatkan kinerja peralatan dan bahan agar praktikum bisa berjalan secara efektif dan efisien maka dilakukan penelitian ini. Tujuan utama penelitian ini adalah mendesain dan membuat modul praktik PLTS sistem *off-grid* skala kecil

dengan kapasitas daya 320Wp. Luaran dan manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah; (1) Mendapatkan modul praktik PLTS tipe *off-grid* yang memudahkan mahasiswa dalam memahami prinsip kerja PLTS. (2) Kegiatan praktikum di laboratorium lebih optimal dan efisien karena komponen utama sistem PLTS terintegrasi dalam satu modul. (3) Mahasiswa dapat melakukan pengujian komponen PLTS seperti pengujian karakteristik panel surya, pengujian SCC, pengujian *discharger* dan *overcharger* baterai serta pengujian inverter dengan mudah dan efektif.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian laboratorium dan studi kepustakaan. Metode studi kepustakaan yaitu mencari literatur terkait PLTS sebagai penunjang dalam pembuatan modul dan metode laboratorium yaitu pengujian sistem/modul dengan beberapa kondisi tertentu. Tahapan metode penelitian ini meliputi identifikasi masalah, studi literature, desain tata letak komponen modul PLTS, penentuan jenis, tipe, dan analisis kapasitas (panel surya, SCC, inverter dan baterai), penyediaan bahan/komponen, pembuatan modul serta pengujian modul di laboratorium. Langkah pertama, tata letak komponen modul didesain, setelah itu dilakukan analisis kapasitas/rating dari setiap komponen utama modul PLTS seperti kapasitas panel surya yang digunakan, rating SCC yang sesuai, kapasitas Ah baterai, kapasitas daya inverter serta perhitungan besar beban listrik ac dan dc. Setelah analisis tersebut dilakukan, selanjutnya membeli komponen sesuai dengan kapasitas yang diinginkan kemudian dilanjutkan dengan pembuatan rangka modul dan instalasi komponen modul. Setelah pembuatan modul selesai, dilakukan pengujian fungsional atau unjuk kerja komponen modul di laboratorium.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah semua komponen/peralatan utama dari sistem pembangkit listrik tenaga surya tipe *off-grid* yaitu panel surya, SCC, baterai, inverter dan beban listrik berupa lampu ac dan lampu dc, alat ukur daya listrik serta peralatan proteksi seperti MCB dan sekering. Bahan yang digunakan adalah besi holo sebagai rangka modul dan akrilik sebagai tempat peralatan modul. (lihat Gambar 1, implementasi hasil rancangan modul).

Beberapa tahap pengujian yang dilakukan di

laboratorium untuk mengetahui unjuk kerja modul yang telah dibuat, yaitu :

- 1) Pengujian karakteristik panel surya seperti pengukuran daya *output*, tegangan dan arus panel surya, tegangan rangkaian terbuka (*Voc*), serta arus hubung singkat (*Isc*) yang dihasilkan oleh panel surya pada kondisi intensitas cahaya tertentu.
- 2) Pengujian SCC untuk memastikan kontroler benar-benar berfungsi sebagai pengatur pengisian dan pengurusan baterai. Beberapa Parameter yang diamati yaitu tegangan *Overcharger*, tegangan *Underdischarger*, tegangan *reconnect load*.
- 3) Pengujian baterai (lama pengisian dan lama pengurusan)
- 4) Pengujian pembebanan inverter (pengujian beban AC, proteksi dll).
- 5) Pengujian beban listrik ac dan dc.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Hasil Rancangan Modul

Berikut ini adalah dokumentasi implementasi hasil rancangan modul PLTS yang ditempatkan di dalam laboratorium dan panel surya yang ditempatkan di luar ruangan.



Gambar 1. Modul PLTS hasil penelitian dan panel surya 320Wp

Hasil Pengujian Modul PLTS

Pengujian Karakteristik Panel Surya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik tegangan-arus (karakteristik V-I) dari panel surya dan untuk memastikan bahwa panel surya menghasilkan daya listrik dan berfungsi sebagaimana mestinya. Sifat-sifat listrik dari panel surya biasanya diwakili oleh karakteristik arus dan tegangannya. Jika terminal sebuah panel surya dihubung singkat ($V_{mp} = 0$), maka arus hubung singkat (*Isc*) mengalir. Pada keadaan rangkaian terbuka ($I_{mp}=0$), maka tegangan panel surya disebut tegangan terbuka (*Voc*). Daya yang

dihasilkan oleh panel surya sama dengan hasil kali arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.

Tegangan kerja dan arus panel surya yang terjadi pada saat daya maksimum (P_{max}) tercapai berturut-turut dinyatakan sebagai V_{mp} dan I_{mp} . Apabila pengukuran dilakukan pada radiasi $1000W/m^2$ dan suhu $25^{\circ}C$ (pengujian STC, *Standar Test Condition*, hasil pengujian ini merupakan data pada nameplate panel surya), maka daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya disebut pula sebagai daya puncak (*peak power*). Daya puncak suatu panel surya merupakan hasil kali antara tegangan maksimum *peak* dan arus maksimum *peak*. Sedangkan daya maksimum ideal dari suatu panel surya adalah hasil kali arus hubung singkat (*Isc*) dengan tegangan rangkaian terbuka (*Voc*). P_{peak} dinyatakan sebagai,

$$P_{peak} = V_{mp} \times I_{mp}$$

Dengan : P_{peak} = Daya Puncak maksimum keluaran panel (W_p), V_{mp} = Tegangan puncak maksimum (V), I_{mp} = arus puncak maksimum (A)



Gambar 2. Pengujian Panel Surya

Prosedur pengujian dilakukan dengan menghubungkan terminal panel surya dengan alat ukur multimeter digital, untuk pengukuran tegangan rangkaian terbuka langsung membaca hasil pengukuran tegangan yang ditampilkan pada multimeter, sedangkan untuk pengukuran arus hubung singkat dengan cara menghubungkan langsung probe multimeter (posisi selektor pada amperemeter) pada terminal panel surya. Pengukuran daya *output* panel surya menggunakan *power meter dc* yang ada pada modul.

Tabel 1. Hasil pengujian panel surya

Waktu Pengukuran Tanggal 9 Oktober 2020	Suhu panel surya [°C]	Intensitas cahaya matahari [lux]	Daya Output [Watt]	Tegangan [V]	Arus [A]	Tegangan rangkaian terbuka, Voc [V]	Arus hubung singkat, Isc [A]
Jam 9.00	30,9	40.340	35	13,8	3,9	43,55	3,22
Jam 9.30	31,4	57.110	54,7	15,22	4,35	43,80	4,30
Jam 10.00	33,5	168.700	155,4	22,4	4,57	42,5	8,56
Jam 10.30	34	86.450	81,6	23,27	6,75	41,02	4,21
Jam 11.00	34,1	152.100	139,9	14,56	5,54	41,05	4,8
Jam 11.30	34,8	103.000	84,1	14,60	9,06	41,49	5,32
Jam 12.00	35,1	158.800	145,8	14,58	6,6	41,05	4,75

Berdasarkan hasil pengujian tabel 1, daya *output* yang dibangkitkan oleh panel surya bervariasi, ketika intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel surya lebih besar, maka daya yang dibangkitkan oleh panel surya, tegangan *output* dan arus hubung singkat yang dikeluarkan oleh panel surya semakin besar. Hal ini sesuai dengan karakteristik panel surya, yakni daya *output* yang dihasilkan oleh panel surya salah satunya bergantung dari intensitas cahaya atau tingkat radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya. Daya terbesar 155,4 Watt yang terukur pada tabel 1, bukanlah daya maksimum *peak* yang dihasilkan oleh panel surya, karena pengukurannya bukan pada pengukuran *Standar Test Condition (STC)*. Daya maksimum *peak* diperoleh dari pengukuran STC (hasil ini biasanya tercantum pada nameplate panel surya) yakni pada tingkat radiasi matahari 1000 W/m², AM 1,5 dan suhu 25°C. Namun demikian, dari hasil pengujian ini dapat diamati bahwa panel surya bekerja dengan baik dan membangkitkan daya listrik yang sesuai dengan intensitas matahari yang diterima.

Pengujian SCC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah SCC dapat bekerja sebagaimana mestinya, yaitu sebagai pengendali agar baterai tidak *overcharge* ataupun *undercharge*. Beberapa pengujian kerja charge controller yang dilakukan yaitu :

- Pengujian tegangan pengisian berlebih (*overcharge voltage*). *Overcharge* adalah suatu pengisian arus listrik ke dalam baterai secara berlebihan. Apabila pengisian dilakukan dengan alat *charger* yang biasa dikenal dipasaran, maka pengisian akan berhenti sendiri jika arus dari *charging* baterai sudah mencapai angka nol (tidak ada arus pengisian lagi), ini berarti baterai sudah penuh. Pemutusan pengisian baterai dilakukan pada saat baterai telah terisi penuh. Hal ini dapat dipantau melalui pengukuran

tegangan baterai, yaitu baterai dikatakan penuh jika tegangan baterai (untuk sistem 12V) telah mencapai sekitar antara 13,8 s/d 14,5 V (biasanya, manufakture baterai juga mencantumkan tegangan pengisian baterai). Baterai akan mengeluarkan gelembung-gelembung gas jika tegangan baterai telah mencapai sekitar antara 14,5 s/d 15V. Oleh karena itu apabila tegangan baterai telah mencapai sekitar 13,8–14,5 V, maka pengisian arus listrik pada baterai harus segera diputuskan. Pemutusan arus pengisian ini dilakukan secara elektronik oleh alat sistem kontrol *charge controller*, inilah salah fungsi dari alat SCC. Pemutusan arus ini adalah untuk mencegah agar tidak terlalu sering terjadi gas pada baterai yang akan menyebabkan penguapan air baterai dan menyebabkan korosi pada grid baterai.

- Pengujian tegangan pengosongan berlebih (*underdischarge voltage*). *Underdischarge* adalah pengurangan (pengeluaran/pelepasan) arus listrik dari baterai secara berlebihan sehingga baterai menjadi kosong. Untuk mencegah terjadinya *underdischarge*, maka disinilah fungsi SCC yang secara otomatis akan memutuskan atau menghentikan pengeluaran arus listrik dari baterai tersebut. Hal ini dapat diketahui dari tegangan baterai, jika tegangan baterai telah mencapai sekitar 11,4 s/d 11,7 V. Oleh karena itu apabila tegangan baterai telah mencapai 11,4 s/d 11,7 V, maka penggunaan arus listrik dari baterai harus dihentikan atau hubungan beban ke baterai harus segera diputuskan. Tegangan ini juga dikenal sebagai *load disconnect voltage* yaitu tegangan saat beban akan diputus dari sistem. Hal ini adalah untuk mencegah apabila baterai terlalu sering mencapai kondisi kosong akan menyebabkan sulfasi baterai sehingga baterai akan cepat menjadi rusak.
- Pengujian tegangan penyambungan beban (*load reconnect voltage*). Daerah tegangan kerja baterai adalah daerah tegangan saat sistem PLTS masih mampu menyalakan beban. Untuk sistem tegangan 12V, maka daerah tegangan kerja baterai adalah antara 11,4 s/d 14,5 V. Biasanya dalam pemakaian sehari-hari harus diusahakan agar pemakaian beban jangan sampai menyebabkan tegangan baterai mencapai 11,4 V, karena apabila

mencapai titik tegangan tersebut, beban akan segera dimatikan secara otomatis. Tegangan saat beban terhubung kembali dikenal sebagai tegangan penyambungan beban (*Load Reconnect Voltage*).



Gambar 3. Pengujian SCC

Prosedur pengujian dilakukan dengan menghubungkan terminal SCC dengan baterai, alat ukur *power* meter dc, beban dc dan juga inverter dengan beban ac. Untuk melihat kerja SCC saat terjadi pengosongan baterai maka baterai dikuras sampai SCC secara otomatis memutus beban, demikian juga saat melihat fungsi SCC saat pengisian baterai dengan memasang panel surya untuk pengecasan baterai sampai penuh dan mengamati sampai panel surya *cut off* dalam mengecah baterai.

Tabel 2. Hasil Pengujian SCC

Parameter	Nilai Setting SCC	Hasil pengujian
<i>Underdischarge Voltage</i>	11V	Beban lampu off saat tegangan baterai mencapai 11V/saat baterai kosong 30% dan panel surya kembali mengecah baterai (SCC bekerja sesuai setting)
<i>Overcharge Voltage</i>	13,8V	Panel Surya Cut out saat tegangan baterai mencapai 13,8V (SCC bekerja sesuai setting)
<i>Load Reconnect Voltage</i>	12,6V	Beban lampu kembali ON saat tegangan baterai mencapai 12,6 V (SCC bekerja sesuai setting)

Berdasarkan hasil pengujian tabel 2, SCC berfungsi dengan baik sesuai dengan parameter *setting* yang diinginkan sebagai pengatur, juga sebagai protektor pada PLTS dan beban. SCC mengatur siklus pengecasan baterai, pemutusan beban dan pemutusan panel surya sesuai dengan kondisi tegangan atau status baterai.

Pengujian Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lama pengisian baterai sampai penuh (lama pengecasan baterai dari panel surya) ataupun lama pengosongan baterai (pengurasan dengan memberikan beban ac melalui inverter pada baterai).

Tabel 3. Hasil pengujian pengisian dan pengosongan baterai

Proses	Kapasitas awal baterai	Kapasitas akhir baterai	Lama pengisian/pengosongan
Pengosongan	100%	30%	1 jam
Pengisian	30%	100%	2,4 jam

Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa pada kondisi awal baterai 100% (penuh) saat beban diberikan pada baterai melalui inverter dan dikontrol oleh SCC dengan setting tegangan pengosongan pada SCC sebesar 11V, maka waktu yang dibutuhkan untuk pengosongan baterai atau saat tegangan baterai mencapai 11V, atau SCC memutus beban dengan total beban lampu yang diberikan 195Watt atau DOD baterai 70% adalah 1 jam. Sedangkan waktu pengisian baterai dengan arus pengecasan sebesar 5,8 A (arus dari panel surya) dibutuhkan waktu sekitar 2,4 jam. Dengan demikian, hasil pengujian ini menunjukkan baterai mampu menyimpan dan melepas muatan listrik.

Pengujian Inverter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah inverter berfungsi dengan baik sebagai alat konversi tegangan arus searah (dc) menjadi tegangan arus bolak-balik sesuai dengan kapasitas daya inverter. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban lampu ac pada inverter dengan daya beban bervariasi. Pengukuran sisi *input* dc dari inverter yaitu tegangan dc baterai, arus dc baterai, dan dayanya. Demikian pula pada sisi *output* ac inverter melakukan pengukuran tegangan ac *output* inverter, arus beban ac, dan juga dayanya. Rangkaian pengujian pada inverter sama saja dengan pengujian SCC, hanya saja yang digunakan pada pengujian inverter yaitu komponen baterai dan inverter serta alat ukur power meter

Tabel 4. Hasil pengujian pembebanan inverter

Pengujian Beban Inverter	INPUT DC			OUTPUT AC		
	V (Volt)	I (A)	P (watt)	V (Volt)	I (A)	P (watt)
Tanpa beban	12,34	0,38	4,6	222	0	0
60 Watt	11,62	5,29	61,3	206	0,249	51,2
120 Watt	11,03	9,52	105	178	0,46	82,3
180 Watt	10,58	13,82	146,2	158,34	0,66	104,5

Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat bahwa tanpa beban lampu, inverter mengonsumsi daya sendiri sebesar 4,6 Watt, hal ini wajar karena pada inverter terdapat komponen elektronik dan kipas pendingin

yang membutuhkan daya listrik untuk operasionalnya. Saat inverter diberi beban lampu dengan daya 60Watt, tegangan pada baterai mulai turun dari 12,34 V menjadi 11,62V demikian pula tegangan *output* ac inverter turun dari 222V menjadi 206V, sehingga daya yang terbaca pada power meter ac untuk beban lampu 60 Watt adalah 51,5 Watt. Hal ini karena lampu tidak bekerja pada tegangan nominalnya atau bekerja di bawah tegangan nominalnya yakni 206V. Kondisi ini juga sama untuk penambahan beban inverter dari 60 Watt menjadi 120 Watt maupun 180 Watt. Namun demikian, inverter berfungsi dengan baik sebagai konverter arus dc menjadi arus bolak-balik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa modul PLTS sistem *off-grid* yang dibuat telah berfungsi dengan baik dan semua komponen PLTS pada modul bekerja sebagaimana kapasitasnya sehingga modul ini siap untuk dipakai sebagai modul praktik atau modul trainer pada kegiatan pembelajaran di laboratorium. Adapun saran untuk penyempurnaan modul ini, perlu dikembangkan data akuisisi atau sistem *monitoring* untuk melihat hasil pengukuran secara *realtime* dari modul ini, sehingga modul ini menjadi lebih modern dan *updateable*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai sepenuhnya penelitian ini melalui Program Hibah Pengembangan Profesi Peranata Laboratorium Pendidikan tahun 2020, nomor kontrak 33/E4.3/KU/2020 tanggal 20 Juli 2020. Ucapan terima kasih pula kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan materil selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramadani, Bagus, 2018. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Dos & Don'ts*. Dicitak dan didistribusikan oleh GIZ Jakarta.
- Boxwell Michael, 2017. *Solar Electricity Handbook*. Greenstream Publishing, Ltd.
- Ida Bagus, Ketut, dkk, 2019. *Modul Praktek PLTS on-grid berbasis Microinverter*. JURNAL MATRIX, VOL. 9, NO. 1, MARET 2019.
- Sumathi S, dkk. 2015. *Solar PV and Wind Energy Conversion System*, Springer International Publishing.
- Aksan, dkk. 2016. *Jobsheet Praktikum Pembangkit dan Penyaluran Sistem Tenaga Listrik*, program studi D4 teknik listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Pengujian Efektivitas Alat Distilasi Fraksinasi dalam Produksi Alkohol dari Air Tape Lokal sebagai Bahan Dasar Pembuatan Penyitasi Tangan

Noor Elfa^{1*}, Rasyidah²

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,²Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat
email : *¹noor.elfa@ulm.ac.id, ²rasyidah@ulm.ac.id

Abstrak

Bulan Februari 2020 pandemi Covid-19 melanda Indonesia menyebabkan terjadinya kelangkaan bahan baku penyitasi tangan yaitu alkohol karena tingginya permintaan pasar. Tentu saja kelangkaan tersebut harus diatasi dengan melakukan penelitian distilasi alkohol. Alkohol dipisahkan dengan distilasi fraksinasi menggunakan 2 (dua) kolom yang berbeda yaitu kolom vigreux dan kolom hemple. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai bulan Oktober 2020 di laboratorium Kimia FKIP ULM dan Laboratorium Mikrobiologi FMIPA ULM secara eksperimental menggunakan air tape ketan dan singkong produksi desa Pematang Panjang kabupaten Gambut Kalimantan Selatan sebagai bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk; (1) mengetahui keefektifan penggunaan jenis kolom vigreux dan kolom hemple pada distilasi fraksinasi air tape ketan dan singkong (2) mengetahui persentase kadar alkohol maksimal dari kedua air tape tersebut (3) mengetahui daya hambat penyitasi tangan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Data yang diperoleh dilakukan uji statistik one way anova dengan parameter dua faktor yaitu jenis kolom dan jenis air tape. Hasil penelitian ini menunjukkan jenis kolom distilasi dan jenis air tape berpengaruh signifikan terhadap persentase kadar alkohol. Kolom vigreux lebih efektif dibandingkan kolom hemple pada proses distilasi air tape, distilasi air tape singkong dengan kolom vigreux memberikan rendemen 15,95 % per 1000 mL air tape singkong dengan kadar alkohol 90,44 % sedangkan air tape ketan memberikan rendemen 9,18 % per 1000 mL air tape ketan dengan kadar alkohol 87,91 %. Aktivitas antibakteri alkohol hasil distilasi dari air tape ketan dan singkong memberikan pengaruh bermakna dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

Kata Kunci: kolom fraksinasi, alkohol, hand sanitizer

Abstract

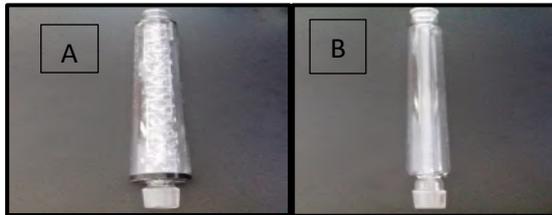
*In February 2020 the Covid-19 pandemic hit Indonesia causing a shortage of hand sanitizer raw materials, which was alcohol due to high market demand. Of course, this deficiency must be overcome by conducting alcohol distillation research. Two different columns were used to separate alcohol through fractional distillation, namely the vigreux column and the hemple column. This research was carried out from July to October 2020 in the Chemistry Laboratory of FKIP ULM and the Microbiology Laboratory of FMIPA ULM experimentally by using fermented sticky rice and fermented cassava water produced in Pematang Panjang village, Gambut district, South Kalimantan as raw materials. This research aimed to; (1) determine the effectiveness of the using of vigreux and hemple column types in the distillation of fermented sticky rice and fermented cassava water (2) determine the maximum percentage of alcohol content of the two fermented water types (3) determine the inhibitory power of hand irritants against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria. The data obtained was carried out by One Way ANOVA statistical test with two factors as parameters, namely the type of column and the type of fermented water. The results of this study indicated that the type of distillation column and the type of fermented water had a significant effect on the percentage of alcohol content. The vigreux column was more effective than the hemple column in the fermented water distillation process. The fermented cassava water distillation with the vigreux column gave a yield of 15.95% per 1000 mL of fermented cassava water with an alcohol content of 90.44% while fermented sticky rice water gave a yield of 9.18% per 1000 mL of fermented sticky rice water with an*

alcohol content of 87.91%. Antibacterial activity of distilled alcohol from fermented sticky rice and fermented cassava water had a significant effect in inhibiting the growth of *Escherichia coli* bacteria.

Key words: fractional column, alcohol, hand sanitizer

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 sedang melanda dunia termasuk Indonesia pada bulan Februari 2020. Salah satu cara untuk mencegah terjangkit virus Covid-19 dengan rajin mencuci tangan menggunakan sabun atau penyitansi tangan (*Haryono, 2020*). Pada awal pandemi terjadi kelangkaan alkohol sebagai bahan dasar pembuatan penyitansi tangan karena tingginya permintaan pasar. Tentu saja kelangkaan ini harus diatasi, oleh karena itu penelitian ini melakukan distilasi alkohol dari bahan lokal sehingga bisa dimanfaatkan dalam pembuatan penyitansi tangan. Hal ini juga sebagai langkah alternatif pemecahan masalah berbasis kearifan lokal. Alkohol dapat dipisahkan dengan cara distilasi. Distilasi fraksinasi atau distilasi bertingkat, memisahkan 2(dua) campuran atau lebih berdasarkan titik didihnya. Rangkaian alat destilasi terdiri dari labu bundar, kolom, konektor Y, konektor L, klem, thermometer, kondensor dan erlenmeyer atau labu penampung destilat (*Wonorahardjo, & Surjani, 2013*). Jenis kolom distilasi fraksinasi pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. (A) Kolom vigreux dan (B) Kolom hemple (*Sumber :Dokumen Pribadi, 2020*)

Etanol atau etil alkohol sering dikenal sebagai alkohol dengan rumus kimia C_2H_5OH . Berbentuk cairan tidak berwarna dan mempunyai bau yang khas. Titik didih etanol murni berkisar 78-79 °C (*Hermansyah dan Novia, 2014*). Larut dalam air dan eter serta mempunyai panas pembakaran 328 kKal. Etanol dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian seperti bahan turunan yang mengandung gula, pati dan selulosa. Ada 2 (dua) jenis tape yaitu tape berbahan baku ketan dan tapai berbahan baku singkong. Dari proses pembuatan tape akan didapat air tape yang mengandung alkohol (*Berlian, 2016*).

Kandungan gizi pada tape ketan dan singkong, disajikan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Kandungan gizi pada tape ketan dan singkong

No.	Kandungan Gizi per 100 g	Tape Ketan	Tape singkong
1.	Kalori	172 kKal	175 kKal
2.	Lemak	0,28 g	0,5 g
3.	Karbohidrat	37,94 g	42,5 g
4.	Protein	3,25 g	1,3 g
5.	Kalsium	6 mg	30 mg
6.	Fosfor	35 mg	30 mg
7.	Besi	0,5 mg	0 mg
8.	Vitamin B1	0,04 mg	0,07 mg
9.	Air	58,9 g	56,1 g

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI dalam Adipura, Priantini, &Andriana, 2014

Kandungan gizi pada tape khususnya karbohidrat akan mempengaruhi proses fermentasi oleh enzim dalam menghasilkan alkohol, semakin besar kandungan karbohidrat maka alkohol yang dihasilkan akan semakin besar pula.

Penyitansi tangan sebagai antiseptik yang mempunyai kadar alkohol 60-95% memiliki kemampuan bakteriosida terhadap bakteri Gram positif dan negatif. Selain itu juga mengandung bahan antibakteri seperti triklosan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada tangan seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (*Radji, 2007*).

Dikarenakan kelangkaan akibat tingginya permintaan alkohol sebagai bahan baku pembuatan disinfektan, perlu dilakukan produksi alkohol. Dalam memproduksi alkohol tersebut perlu dilakukan uji kelayakan untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku disinfektan.

Berdasarkan paparan di atas penelitian ini bertujuan untuk; (1) mengetahui keefektifan penggunaan jenis kolom vigreux dan kolom hemple pada distilasi fraksinasi air tape ketan dan singkong (2) mengetahui persentase kadar alkohol maksimal dari kedua air tape tersebut (3) mengetahui daya hambat penyitansi tangan

terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia FKIP ULM dan Laboratorium Dasar Laboratorium Mikrobiologi FMIPA ULM yang berlangsung pada bulan Juli hingga Oktober 2020. Teknik pengambilan sampel air tape ketan dan singkong secara *random sampling* (3 titik) di Desa Pematang Panjang Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan dan uji antibakteri metode difusi cakram menggunakan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Laboratorium Dasar Laboratorium Mikrobiologi FMIPA ULM.

Alat dan Bahan

Alat penelitian meliputi: seperangkat alat distilasi (Pyrex), heating mantle (Daihan Scientific), kolom vigreux, kolom hemple, neocooling system (Yamato CF311C), gelas ukur (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), beaker glass (pyrex), thermometer, piknometer (Pyrex), hidrometer alkohol (MC), pipet tetes, inkubator (Lab companion), Laminar Air Flow (ESCO), neraca digital (Ohaus) Cawan Petri, jangka sorong digital, gunting, plat tetes, spatel, mikropipet 1000 µl dan 100 µl (Boeco), autoclave (All American), shaker waterbath (Lab companion), oven (Thermologic), kulkas (Sharp), jarum ose, pinset, batang spreader, tip pipet 1000 µl dan 100 µl, tabung reaksi, lampu spritus.

Bahan penelitian meliputi : air tape ketan (TK), air tape singkong (TS), hydrogen peroksida 3 % (Merck), Gliserol (Merck.pa), akuades steril, nutrient agar (NA) (Merck), mueller hinton agar (Oxoid), mueller hinton broth (Oxoid), alkohol 70%, spritus, paper disc 6 mm (Adventec), cholramphenicol (C30), karet gelang, kapas, plastik wrapping, kertas label, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

Distilasi Air Tape

Menyiapkan seperangkat alat distilasi, menghomogenkan sampel air tape dan menyaring tiap-tiap air tape ketan dan singkong serta memasukkan ke dalam labu bundar sebanyak 1000 mL dan menambahkan batu didih. Memasangkan semua rangkaian alat distilasi dan melakukan proses distilasi pada suhu sekitar 78 °C. Menampung tetesan

distilat pada erlenmeyer sampai tidak menetes lagi. Mengulang distilasi sebanyak 3 (tiga) kali perlakuan. Mengganti perlakuan distilasi dengan jenis kolom yang berbeda (Syahmani, 2019).

Analisis Kadar Alkohol

Analisis kadar alkohol dilakukan dengan pengukuran dengan alat piknometer dan hidrometer alkohol.

Piknometer

Mengukur suhu distilat dengan thermometer, jika di atas 30 °C memasukkannya ke dalam lemari pendingin hingga suhu 25 °C. Menimbang piknometer bersih dan kering, mencatat beratnya. Memasukkan distilat ke dalam piknometer sampai tanda batas, menutupnya hingga tidak ada gelembung dan menimbang beratnya. Mengukur kembali suhu distilat setelah penimbangan sebagai faktor koreksi terhadap berat jenis. Dengan piknometer yang sama, bersih dan kering ganti distilat alkohol dengan aquadest sebagai data berat jenis air untuk perhitungan. Mengulang sebanyak 3 (tiga) kali perlakuan. (Irhasyuarna dan Bakti, 2019)

Hidrometer Alkohol

Mengukur suhu distilat dengan thermometer, jika di atas 30 °C memasukkan ke dalam lemari pendingin hingga suhu 25 °C. Menyiapkan gelas ukur volume 50 mL yang bersih dan kering. Memasukkan destilat ke dalam gelas ukur sampai volume 50 mL. Memasukkan alat hidrometer alkohol ke dalam gelas ukur tersebut. Membiarkan alat mengapung stabil dalam distilat. Membaca skala teratas dari alat hidrometer alkohol. Mencatat hasil skala dan mengkonversikannya ke dalam table konversi kadar alkohol terhadap suhu. Mengulang sebanyak 3 (tiga) kali perlakuan (Wijaya, Arthawan dan Sari, 2012).

Uji aktivitas antibakteri metode difusi cakram (*Test Kirby-Bauer*)

Alkohol hasil distilasi, dibuat bahan dasar penyitisi tangan dengan campuran hydrogen peroksida 3 % dan gliserol. Kemudian dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram. Persiapan uji meliputi rekultur bakteri, pembuatan suspensi bakteri. Suspensi bakteri uji sebanyak 100 µl dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media MHA steril kemudian diratakan menggunakan batang spreader. Sampel penyitisi tangan dengan 4 perlakuan : TKKV, TKKH, TSKV dan TSKH masing-masing di

ambil sebanyak 100 µL lalu diteteskan pada kertas cakram diameter 6 mm dan dikeringanginkan. Kontrol positif menggunakan ciprofloxacin (C5), kontrol negatif (akuades steril). Kemudian masing-masing perlakuan di letakkan di atas media MHA yang sudah berisi biakan bakteri uji dan diinkubasi 24 jam pada suhu 37 °C. Pengukuran zona hambat menggunakan jangka sorong digital yang dinyatakan dalam satuan milimeter (Sari, Muhani, dan Fajriaty, 2017).

Analisis Data

Data yang diperoleh, diolah menggunakan SPSS versi LBM statistik 22. Untuk menguji hipotesis pengaruh kolom dan pengaruh jenis air tape, langkah pertama yang dilakukan adalah uji normalitas. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Apabila data yang diperoleh normal, maka dilanjutkan dengan uji parametrik *One Way Annova*. Untuk menguji hipotesis pengaruh daya hambat penyitansi tangan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, langkah pertama yang dilakukan adalah uji normalitas. Apabila data yang diperoleh tidak normal dilanjutkan dengan uji non parametrik *kruskal-wallis* (Dahlan, 2011).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Distilasi

Hasil distilasi fraksinasi air tape ketan dan singkong dengan kolom vigreux dan hemple disajikan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil destilasi air tape dengan kolom vigreux dan hemple

Sam pel	Perla kuan ke-	Destilasi Fraksinasi			
		Kolom vigreux		Kolom hemple	
		t (jam)	V _{alko} hol (mL)	t (jam)	V _{alko} hol (mL)
Air Tape Ketan (TK)	1	4	93,5	4	85,6
	2	4	92	4	89,5
	3	4	90	4	87
	Rata-rata	4	91,8	4	87,6
Air Tape	1	4,5	160,6	4	147,2
	2	4,5	158	4	145

Sing kong (TS)	3	4,5	160	4	146
Rata-rata		4,5	159,5	4	146

Tabel 2 menunjukkan bahwa distilasi menggunakan kolom yang berbeda menghasilkan jumlah volume alkohol yang berbeda pula. Dari hasil penelitian distilasi fraksinasi air tape ketan dengan kolom vigreux menghasilkan volume alkohol paling tinggi yaitu sebesar 91,8 mL dan kolom hemple sebesar 87,6 mL per 1000 mL air tape ketan. Pada distilasi fraksinasi air tape singkong dengan kolom vigreux menghasilkan volume alkohol paling tinggi sebesar 159,5 mL dan kolom hemple sebesar 146 mL per 1000 ml air tape singkong. Jumlah alkohol yang paling banyak terdapat pada destilasi fraksinasi air tape ketan dan singkong dengan kolom vigreux. Distilasi fraksinasi mempunyai prinsip memisahkan 2 (dua) campuran atau lebih berdasarkan titik didihnya dengan menggunakan kolom bertingkat. Di kolom ini terjadi pemanasan secara bertahap dengan suhu yang berbeda-beda pada setiap platnya untuk tujuan pemurnian destilat dibawahnya. Semakin ke atas, semakin tidak volatil. Tabel 2 distilasi fraksinasi menggunakan sampel yang berbeda berupa air tape ketan dan singkong memberikan data berbeda pula. Air tape ketan menghasilkan volume alkohol yang lebih sedikit dibandingkan air tape singkong. Hal ini disebabkan oleh kandungan karbohidrat (pati) pada tape ketan lebih sedikit dibandingkan dengan tape singkong. Perbedaan jumlah alkohol yang dihasilkan dari tiap-tiap sampel berupa air tape ketan dan singkong ini tergantung dari kandungan gizi yang terdapat didalamnya. Salah satunya adalah kandungan karbohidrat dari tape singkong lebih besar dibandingkan tape ketan yaitu 42,5 g per 100 g bahan pada tape singkong sedangkan tape ketan sebesar 37,9 g per 100 g bahan (Direktorat Gizi Depkes RI dalam Adipura, Priantini, & Andriana, 2014).

Kadar Alkohol

Pengukuran kadar alkohol dilakukan dengan alat piknometer dan hidrometer alkohol. Piknometer adalah alat untuk menentukan berat jenis alkohol, data hasil berat jenis alkohol dengan piknometer disajikan pada Tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Pengukuran Berat jenis alkohol dengan Piknometer

Sampel	Per la kuan ke-	Berat Jenis Hasil Destilasi		Suhu (°C)
		Kolom vigreux	Kolom hemple	
		Air Tape	1	
Ketan (TK)	2	0,8338	0,8418	25
	3	0,8337	0,8414	25
Air tape	1	0,8255	0,8297	25
singkong	2	0,8258	0,8297	25
(TS)	3	0,8255	0,8297	25

Hasil berat jenis alkohol yang didapatkan pada suhu 25 °C dikonversi ke tabel berat jenis alkohol pada suhu 15 °C menurut Farmakope Indonesia Edisi V 2014, yang disajikan pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4 . Berat jenis alkohol

Persentase Etanol		Berat Jenis dalam Udara	
v/v pada 15 °C	b/b pada 15 °C	Pada 25 °C	Pada 15 °C
86	80,66	0,8397	0,8462
87	81,90	0,8367	0,8432
88	83,14	0,8335	0,8401
89	84,41	0,8303	0,8369
90	85,69	0,8271	0,8336
91	86,99	0,8237	0,8303

(Sumber: Kemenkes, 2014)

Dari Tabel 4 dilakukan perhitungan sehingga diperoleh data yang disajikan pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Hasil Persentasi Kadar Alkohol

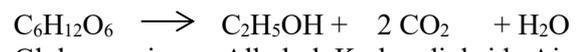
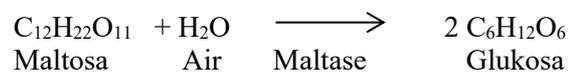
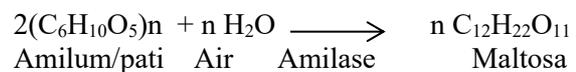
Sampel	Per la kuan n	Kolom vigreux (Kadar Alkohol %)		Kolom hemple (Kadar Alkohol%)	
		Pikno meter	Hidro meter alkohol	Pikno meter	Hidro meter alkohol
		Air Tape	1	87,88	87,70
Ketan	2	87,91	87,88	85,32	86,30
	3	87,93	87,80	85,45	86,40
Rata-rata		87,91	87,76	85,45	86,33
Air Tape	1	90,47	90,50	89,19	89,20
Singkong	2	90,38	90,40	89,19	89,20
	3	90,47	90,50	89,25	89,20
Rata-rata		90,44	90,46	89,21	89,20

Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar alkohol yang paling tinggi terdapat pada destilasi fraksinasi air tape ketan dan singkong dengan kolom vigreux dibandingkan dengan kolom hemple. Pengukuran kadar alkohol melalui

berat jenis suatu zat dipengaruhi beberapa faktor yaitu : a) temperatur b) massa zat c) volume zat d) kekentalan/viskositas.

Pada penelitian ini dengan alat hidrometer alkohol kadar alkohol yang paling tinggi terjadi pada destilasi fraksinasi air tape singkong dengan kolom vigreux sebesar 90,44%, urutan kedua pada destilasi fraksinasi air tape singkong kolom hemple sebesar 89,20 %. Urutan ketiga dan keempat pada destilasi fraksinasi air tape ketan kolom vigreux sebesar 87,91 % dan air tape ketan kolom hemple 86,33%.

Kadar alkohol dalam air tape ketan dan singkong dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat (amilum / zat pati) di dalam masing-masing bahan. Semakin besar kandungan pati akan semakin besar pula kadar alkoholnya karena semakin banyak pati yang dihidrolisis oleh enzim menjadi glukosa. Kemudian glukosa dipecah menjadi alkohol dan karbondioksida oleh enzim zimase yang dihasilkan oleh *Sacharomyces cerevisiae*. Reaksi fermentasi ini dapat dilihat pada persamaan kimia berikut ini (Matz,1970 dalam Berlian, 2016) :



Dari data Tabel 5,dilakukan uji pengaruh jenis kolom terhadap kadar alkohol dengan uji statistik menggunakan SPSS versi LBM statistik 22. Pengaruh kadar alkohol air tape ketan menggunakan kolom vigreux dan hemple disajikan pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Uji normalitas % kadar alkohol pada air tape ketan

	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
% kadar alkohol	.314	6	.065	.708	6	.007

a. Liliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel 6 karena nilai signifikansi 0,065 > 0,05 artinya data berdistribusi normal sehingga dilakukan uji One Way Anova pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Uji Anova % kadar alkohol pada air tape ketan

	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	9.627	1	9.627	3655.696	.000
Within Groups	.011	4	.003		
Total	9.637	5			

Pengaruh kadar alkohol air tape singkong menggunakan kolom vignex dan hemple disajikan pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Uji normalitas % kadar alkohol pada air tape singkong

	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
% kadar alkohol	.303	6	.090	.722	6	.010

a. Liliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel 7 karena nilai signifikansi $0,090 > 0,05$ artinya data berdistribusi normal sehingga dilakukan uji One Way Anova pada Tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9 . Uji Anova % kadar alkohol pada air tape singkong

	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.269	1	2.269	1163.769	.000
Within Groups	.008	4	.002		
Total	2.277	5			

Berdasarkan hasil analisis data uji statistik berupa uji normalitas dan *One Way Anova* dengan perlakuan jenis kolom menunjukkan bahwa nilai signifikansi $t < 0.05$ yaitu sebesar 0,000, artinya terdapat perbedaan persentase kadar alkohol air tape ketan dan singkong yang signifikan akibat perbedaan jenis kolom.

Pengaruh kadar alkohol dari air tape ketan dan singkong menggunakan kolom vignex disajikan pada Tabel 10 berikut ini:

Tabel 10. Uji normalitas % kadar alkohol pada air tape ketan dan singkong

	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
% kadar alkohol	.315	6	.064	.702	6	.006

a. Liliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel 10 karena nilai signifikansi $0,064 > 0,05$ artinya data berdistribusi normal sehingga dilakukan uji One Way Anova pada Tabel 11 di bawah ini:

Tabel 11 . Uji Anova % kadar alkohol pada air tape ketan dan singkong

	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	9.627	1	9.627	5776.0000	.000
Within Groups	.007	4	.002		
Total	9.633	5			

Pengaruh kadar alkohol dari air tape ketan dan singkong menggunakan kolom hemple disajikan pada Tabel 12 berikut ini:

Tabel 12. Uji normalitas % kadar alkohol pada air tape ketan dan singkong

	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
% kadar alkohol	.317	6	.060	.701	6	.006

b. Liliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel 11 karena nilai signifikansi $0,060 > 0,05$ artinya data berdistribusi normal sehingga dilakukan uji One Way Anova pada Tabel 13 berikut ini:

Tabel 13 . Uji Anova % kadar alkohol pada air tape ketan dan singkong

	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	22.080	1	22.080	7570.291	.000
Within Groups	.012	4	.003		
Total	22.092	5			

Tabel 11 dan 13 menunjukkan bahwa nilai signifikansi $t < 0.05$ yaitu sebesar 0,000 artinya terdapat perbedaan persentase kadar alkohol yang signifikan karena perbedaan jenis air tape yang digunakan.

Pengujian Aktivitas Antibakteri Penyitansi Tangan

Uji aktivitas antibakteri penyitansi tangan yang dibuat dari alkohol produk destilasi air tape ketan dan singkong dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode difusi cakram (*Test*

Kirby-Bauer). Perlakuan produk kadar alkohol dibandingkan dengan kontrol positif menggunakan chloramphenicol disc (C30) dan kontrol negatif yaitu akuades steril. Hasil diameter zona hambat pada masing-masing bakteri dapat dilihat pada Tabel 14 berikut ini:

Tabel 14. Hasil zona hambat *hand sanitizer* dalam uji antibakteri

Sampel	Kadar Alkohol (%)	Diameter Rata-Rata Zona Hambat (mm)	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
TKKV	87,91±0,02	0,00±0,00	8,97±0,48
K+		20,00±2,41	28,10±3,12
K-		0,00±0,00	0,00±0,00
TKKH	85,37±0,06	7,90±0,36	8,80±0,71
K+		20,70±2,08	31,17±1,89
K-		0,00±0,00	0,00±0,00
TSKV	90,44±0,04	0,00±0,00	12,27±0,34
K+		22,47±0,78	28,37±2,53
K-		0,00±0,00	0,00±0,00
TSKH	89,21±0,03	0,00±0,00	10,83±2,27
K+		20,83±2,26	26,87±0,45
K-		0,00±0,00	0,00±0,00

Keterangan: TKKV (kadar alkohol air tape ketan kolom Vigreux), TKKH (kadar alkohol air tape ketan kolom Hemple), TSKV (kadar alkohol air tape singkong kolom Vigreux), TSKH (kadar alkohol air tape singkong kolom Hemple), K+ (kontrol positif antibiotik chloramphenicol disc (C30)), K- (kontrol negatif akuades steril).

Hasil uji antibakteri menunjukkan sampel TKKH dengan kadar alkohol 85,37 % yaitu produk alkohol yang berasal dari air tape ketan mempunyai kemampuan menghambat *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat 7,90 mm sedangkan sampel TKKV, TSKV, dan TSKH tidak mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Uji antibakteri terhadap *Escherichia coli* menunjukkan sampel TKKV, TKKH, TSKV, dan TSKH mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Nilai daya hambat paling besar dihasilkan sampel TSKV dengan kadar alkohol 90,44 % dengan diameter zona hambat 12,27 mm. Daya hambat paling kecil terhadap *Escherichia coli* dihasilkan oleh sampel TKKH yaitu 8,80 mm dengan kadar alkohol 85,37 %. Daya hambat sampel dibandingkan dengan kontrol positif (K+) chloramphenicol (C30), hasilnya menunjukkan bahwa daya hambat

chloramphenicol terhadap *Escherichia coli* 31,17 mm lebih besar dibandingkan dengan *Staphylococcus aureus* yaitu 22,47 mm. Pengaruh daya hambat *hand sanitizer* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* disajikan pada tabel data berikut ini :

Tabel 15. Uji normalitas pada *Staphylococcus aureus*

	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
% kadar alkohol	.460	12	.000	.565	12	.000

Tabel 15 hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ artinya data tidak normal sehingga dilakukan uji Kruskal Wallis.

Tabel 16. Test Statistics^{a,b}

Daya Hambat <i>s.aureus</i>	
Chi-Square	3.578
df	1
Asymp. Sig.	.059

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable : Jenis air tape

Hasil uji statistik kadar alkohol terhadap uji antibakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan bahwa nilai P Value (Asymp. Sig) sebesar 0,059 menunjukkan lebih dari batas kritis 0,05 yang berarti menerima H0 atau perlakuan tidak memberikan pengaruh yang bermakna terhadap daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*.

Pengaruh daya hambat *hand sanitizer* terhadap bakteri *Escherichia coli* disajikan pada tabel data berikut ini :

Tabel 17. Uji normalitas pada *Escherichia coli*

	Kolmogorov-Sminov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
% kadar alkohol	.251	12	.036	.827	12	.069

Tabel 17 hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi $0,036 < 0,05$ artinya data tidak normal sehingga dilakukan uji Kruskal Wallis berikut ini:

Tabel 18. Test Statistics^{a,b}

Daya Hambat <i>E. coli</i>	
Chi-Square	5.026
df	1
Asymp. Sig.	.025

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Jenis air tape

Hasil uji statistik terhadap *Escherichia coli* menunjukkan bahwa nilai P Value (Asymp. Sig) sebesar 0,025 dimana kurang dari batas kritis 0,05 yang berarti menolak H₀ atau perlakuan memberikan pengaruh yang bermakna terhadap daya hambat bakteri *Escherichia coli*. Perlakuan pada setiap sampel menunjukkan bahwa kemampuan daya hambat terhadap *Escherichia coli* lebih besar dibandingkan dengan *Staphylococcus aureus*. Perbedaan ini disebabkan struktur dinding sel bakteri yang berbeda. *Escherichia coli* adalah bakteri Gram negatif yang mempunyai susunan peptidoglikan sekitar 15-20%, sedangkan *Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif terdiri dari 90% peptidoglikan. Peptidoglikan bersifat polar sehingga mudah larut pada etanol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa distilasi fraksinasi menggunakan kolom vigreux lebih efektif dibandingkan menggunakan kolom hemple terhadap air tape ketan dan singkong. Kadar alkohol dari air tape ketan sebesar 87,91 % lebih rendah dibandingkan air tape singkong sebesar 90,44 %. Aktivitas antibakteri alkohol hasil distilasi dari air tape ketan dan singkong dengan uji statistik menunjukkan nilai P value sebesar $0,025 < \text{nilai kritis } 0,05$ mempunyai pengaruh bermakna dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, sedangkan terhadap *Staphylococcus aureus* tidak memberikan pengaruh bermakna karena nilai P value sebesar $0,059 > \text{nilai kritis } 0,05$.

Saran perlu dilakukan analisis menggunakan instrument GC-MS untuk mengidentifikasi senyawa alkohol pada air tape dan penelitian lebih lanjut untuk menghilangkan bau khas tape pada hasil distilasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan teimakasih kepada Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Pengembangan Profesi PLP Tahun Anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

Adipura, A, Priatini, W., dan Andriatna, W., 2014. *Studi Eksperimen Pembuatan Selai dengan Bahan Dasar Tape Ketan Hitam*

dan Tape Ketan Kuningan Serta Daya Terima Konsumennya.

<https://ejournal.upi.edu> (Diakses pada 12 September 2020)

- Berlian, Z., Aini, F., & Ulandari, R. 2016. Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda. *Biota*, 2 (1): 106.
- Haryono, A. 2020. *Membuat Hand Sanitizer Sederhana untuk Cegah Virus Corona*. <http://lipi.go.id/berita/membuat-hand-sanitizer-sederhana-untuk-cegah-virus-corona/21969>. (Diakses pada 8 September 2020)
- Hermansyah, & Novia, 2014. Penentuan Kadar Etanol Hasil Fermentasi secara Enzimatis. *Jurnal Molekul*, 9(2):121-127.
- Irhasyuarna, Y., & Bakti, I. 2019. *Panduan Praktikum Kimia Fisika*. Banjarmasin : Prodi Pendidikan Kimia FKIP ULM.
- Kementerian Kesehatan RI, 2014. *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta: Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.
- Radji. M. 2007. *Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*. EGC. Jakarta.
- Sari, R., Muhani, M & Fajriaty, I. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquiliria microcarpa* Baill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis*. *Pharm Sci Res*. 4 (3):143-154. ISSN 2407-2354.
- Syahmani, 2019. *Panduan Praktikum Kimia Dasar*. Banjarmasin : Prodi Pendidikan Kimia FKIP ULM.
- Wijaya, I.M.A.S., Arthawan, I.G.K.A., Sari,A.N., 2012. *Potensi Nira Kelapa sebagai Bahan Baku Bioetanol*. *Jurnal Bumi Lestari*.12(1):85-92.
- Wonorahardjo, & Surjani. 2013. *Metode-metode Pemisahan Kimia*. Jakarta : Putri Media

Pemasangan Kontrol Suhu Otomatis sebagai Antisipasi Kebakaran pada Oven Vulkanisasi Konvensional di Laboratorium Unit Produksi Sabutret

Nurjan Didik Purwanto^{*1}, Puji Wiyono², Andika Wahyu P.³

^{1,2} Mekanisasi Pertanian, ³ Teknik Rekayasa Kimia Industri, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

Email : ^{*1}purwantonurjan@gmail.com, ²puji.kpaba@gmail.com, ³andikawahyupurnama89@gmail.com

Abstract

The vulcanization process is a chemical reaction between rubber and sulfur, temperature control in the vulcanization process is an important thing to support the quality of the goods produced. In educational laboratories and production units, the vulcanization oven is still conventional and manual for temperature control, for that we need an operator who is always ready and alert when the vulcanization oven is operated, the negligence of the operator will be fatal both in terms of the quality of coir and the level of fire risk. One of the causes of frequent fires in vulcanization ovens is the difficulty of controlling the temperature in the oven process. To reduce the rate of fire in the vulcanization oven, a little modification and addition of temperature control is needed in the oven, and from the above problems,. The modifications that will be proposed in this research scale include:

- *Adding a temperature control system and fire protection to the Coir Vulcanizing Oven so that the determination of the oven temperature is maintained so that the quality of the coir product will be good.*
- *Temperature control safety system combined with fan electric motor and temperature indicator siren. So that the operator knows that the oven temperature limit has been reached when the siren sounds and the fan motor will turn off automatically.*

With this system, it is hoped that it can provide a sense of security and comfort for operators and also contribute to the world of education, especially for students of the Agricultural Mechanization study program and other study programs at Lampung State Polytechnic.

Keywords: Oven vulcanization, rubber coir, fire protection system, and temperature limit

Abstrak

Proses Vulkanisasi merupakan reaksi kimia antara karet dengan belerang, pengontrolan suhu pada proses vulkanisasi merupakan hal penting untuk menunjang mutu barang yang dihasilkan . Pada laboratorium pendidikan dan unit produksi sabutret oven vulkanisasi yang digunakan masih konvensional dan manual untuk pengontrolan suhunya, untuk itu diperlukan seorang operator yang selalu siap dan siaga ketika Oven Vulkanisasi dioperasikan, kelalaian dari operator akan berakibat fatal baik dari sisi mutu sabutret dan tingkat resiko kebakaran.

Salah satu penyebab sering terjadinya kebakaran pada oven vulkanisasi adalah sulitnya pengendalian suhu pada proses peng-ovenan. Untuk mengurangi tingkat kebakaran pada oven vulkanisasi diperlukan sedikit modifikasi dan penambahan pengontrolan suhu pada oven tersebut, dan dari permasalahan di atas. Modifikasi yang akan diusulkan dalam skala penelitian ini anatara lain:

- Menambah sistem pengontrolan suhu dan proteksi kebakaran pada Oven Vulkanisasi Sabutret sehingga penentuan suhu peng-ovenan terjaga sehingga mutu dari produk sabutret akan bagus.
- Sistem keamanan pengontrolan suhu yang dikombinasikan dengan motor listrik kipas pendorong (*fan*) dan sirine indikator suhu. Sehingga operator mengetahui batas suhu peng-ovenan sudah tercapai ketika sirine berbunyi dan motor penggerak kipas (*fan*) akan mati secara otomatis.

Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi operator dan juga kontribusi bagi dunia pendidikan terutama bagi mahasiswa program studi Mekanisasi Pertanian dan program studi lain yang ada di Politeknik Negeri Lampung.

Kata kunci: Oven vulkanisasi, sabutret, sistem proteksi kebakaran, dan pembatas suhu

PENDAHULUAN

Latar Belakang Dan Masalah

Serat Sabut Kelapa Berkaret (*Rubberized Coir*) merupakan produk kombinasi dari bahan baku serat sabut kelapa dengan karet alam yang telah divulkanisasi. Proses Vulkanisasi merupakan reaksi kimia antara karet dengan belerang, sehingga membentuk ikatan silang dan menghasilkan struktur tiga dimensi (Bhuana, 1990 dan Pujiastuti, 2007). Selain itu, menurut Meilani (2006) serat sabut kelapa berkaret merupakan serat keriting dari sabut kelapa yang dibalut dan diikat dengan karet dari lateks pekat.

Rumusan Masalah

Salah satu penyebab sering terjadinya kebakaran pada oven vulkanisasi konvensional adalah sulitnya pengendalian suhu pada proses peng-ovenan, karena masih memerlukan tenaga manusia untuk mengontrolnya. Untuk mengurangi resiko kebakaran pada oven vulkanisasi diperlukan sedikit modifikasi dan penambahan pengontrolan suhu pada oven tersebut. Adapun rumusan masalah yang akan dituangkan penulis dalam penelitian ini adalah:

- Menambah sistem pengontrolan suhu dan proteksi kebakaran pada Oven Vulkanisasi Sabutret sehingga penentuan suhu peng-ovenan terjaga sehingga mutu dari produk sabutret akan bagus.
- Sistem keamanan pengontrolan suhu yang dikombinasikan dengan motor listrik kipas pendorong (*fan*) dan sirine indikator suhu. Sehingga operator mengetahui batas suhu peng-ovenan sudah tercapai ketika sirine berbunyi dan motor penggerak kipas (*fan*) akan mati secara otomatis.

Tujuan Pembuatan Alat

Tujuan pembuatan alat ini adalah :

- Membuat sistem keamanan dan proteksi kebakaran pada oven vulkanisasi dengan menggunakan pengontrolan suhu secara otomatis .
- Dengan dibuatnya sistem proteksi ini diharapkan dapat sedikit mengurangi ketergantungan, dan kecerobohan serta kelalaian operator pada saat oven vulkanisasi dioperasikan.

Manfaat Pembuatan Alat

Manfaat yang diharapkan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

- Membantu mengurangi risiko kebakaran yang disebabkan oleh tidak adanya sistem pengontrolan suhu pada oven vulkanisasi.
- Meningkatkan motivasi dan kreativitas bagi PLP dalam melaksanakan tugas pengelolaan laboratorium didalam menghadapi keterbatasan peralatan serta biaya yang tersedia dan membantu memperlancar proses belajar-mengajar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dan perancangan alat dilakukan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Politeknik Negeri Lampung yang dimulai bulan Juni dan direncanakan selesai pada bulan November 2020.

Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan seperti: Mencari studi literatur, mengenai spesifikasi dan karakteristik peralatan dan bahan yang akan digunakan, karakteristik dan prinsip kerja oven konvensional, karakteristik dan prinsip kerja kontrol suhu (*temperature controle*) serta aplikasinya.

Alat dan Bahan

Penelitian ini membutuhkan Alat dan instrumen yang digunakan sebagai dasar pengujian dan analisis alat tersebut antara lain: Bor, gerinda, Tool set, tang skun, Unit PC, Multitester dan bahan seperti : Kabel, termokopel, kontrol suhu, kontaktor magnet, MCB, pilot lamp, dan bell dan lain-lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Perancangan Alat.

Realisasi perancangan alat yang dilakukan adalah mengaplikasikan desain gambar yang telah dibuat sebagai acuan untuk memasang dan merangkai komponen elektrik pada panel serta pemasangan termokopel pada oven vulkanisasi sabutret dan mengkombinasikan dengan box panel serta konstruksi alat dan sistem proteksi kebakaran sesuai yang direncanakan. Desain gambar dan perancangan alat yang dibuat disesuaikan dengan oven konvensional yang ada di laboratorium tersebut dimana pada perancangan ini dititik beratkan pada peletakan dan pemilihan sensor

suhu, adapun sensor suhu yang digunakan adalah termokopel Tipe K dimana selain murah harganya termokopel ini umum digunakan, juga popularitas termokopel jenis ini tersedia dalam berbagai macam probe. Termokopel ini mempunyai rentang suhu diantara $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

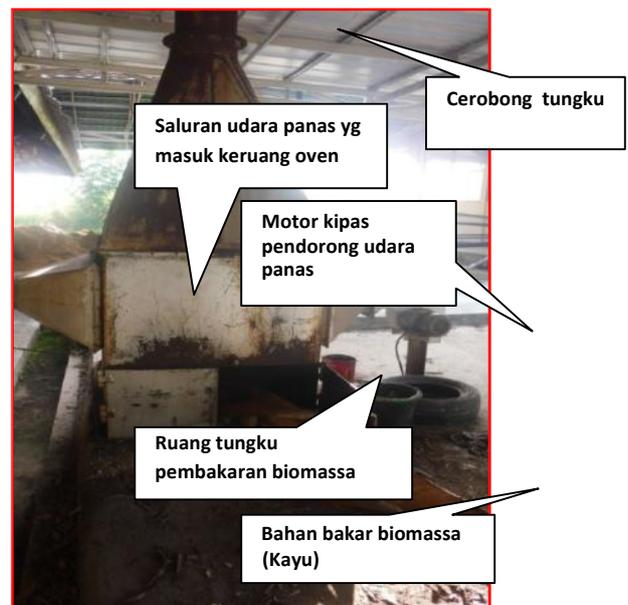


Gambar 1 pemasangan dan peletakan sensor suhu (termokopel) pada oven sabutret.



Gambar 2 pemasangan dan peletakan kontrol suhu pada box panel proteksi.

1. Realisasi perancangan sistem proteksi kebakaran dan Panel box kontrol. Pada gambar di bawah terlihat bahwa desain oven sabutret masih konvensional dimana sistem pemanasannya masih menggunakan biomassa (kayu bakar) sebagai bahan bakar. Sistem proteksi yang digunakan pada penelitian ini merupakan sistem keamanan tambahan yang didesain agar mudah dalam hal setting dan pengontrolan suhu sebagai antisipasi kebakaran pada saat oven dioperasikan serta memberikan rasa aman bagi operator.



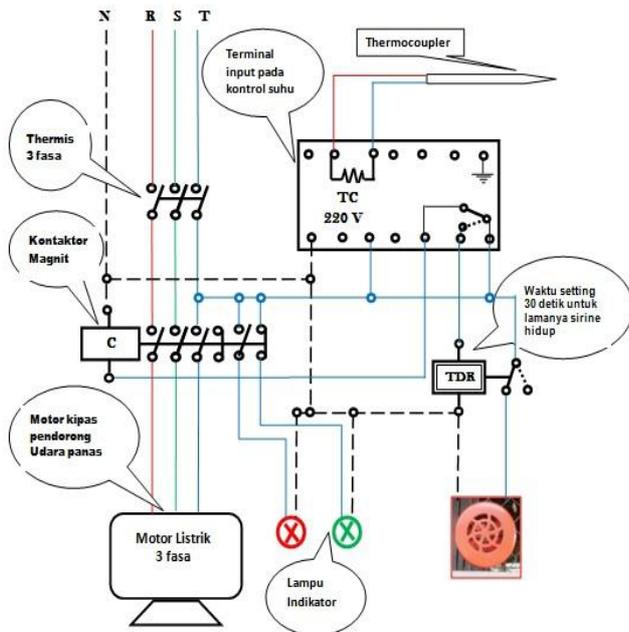
Gambar 3 tungku oven konvensional sabutret dengan bahan bakar biomassa



(b)
Gambar 4 realisasi desain panel box kontrol (a) tampak bagian depan (b) tampak bagian dalam panel box kontrol.

2. Realisasi keseluruhan sistem pengontrolan suhu, proteksi kebakaran dan kombinasi motor kipas pendorong serta sirine indikator suhu. Gabungan dari sistem yang dibuat diharapkan dapat meminimalisir

kerusakan produk dari hasil pengovenan dan memberikan rasa nyaman dan aman bagi operator dan terhindar dari bahaya kebakaran ketika oven dioperasikan. Adapun diagram pengawatan dari realisasi rancangan penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 diagram pengawatan dari realisasi desain rancangan penelitian .

B. Pengujian Hasil Perancangan Alat.

Tahapan akhir dari penelitian ini adalah pengujian alat, sebelum melakukan pengujian tentunya dilihat dulu apakah rangkaian yang telah dibuat sesuai dengan desain awal apa belum. Karena faktor penentu dari berhasilnya penelitian ini tergantung dengan bekerjanya sensor suhu (termokopel) dan panel kontrol suhu.

Pengujian setting suhu pada kontrol suhu dan respon terhadap kipas pendorong udara panas. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara suhu setting dan suhu ruang oven vulkanisasi yang terbaca oleh termometer analog yang terpasang pada oven vulkanisasi.



(a)



(b)

Gambar 6 (a) ketika tungku dipanaskan dan kipas pendorong masih hidup(b) suhu pada ruang oven masih 80°C

Pada gambar 6 (b) terlihat bahwa suhu pada ruang oven vulkanisasi masih 80°C sehingga motor kipas pendorong masih hidup dan ketika sampai pada batas setting suhu sebesar 101°C motor kipas pendorong mati, dan sirine hidup selama 30 detik sebagai pemberitahuan, dan dari pengujian respon terhadap kipas pendorong udara panas dan alarm (bell) ini selesai dan dinyatakan berhasil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari beberapa pengamatan dan pengujian maka dapat disimpulkan;

1. Termokopel berfungsi untuk mendeteksi suhu dalam ruang oven vulkanisasi.
2. Hidup dan matinya motor kipas pendorong udara panas tergantung pada batas setting suhu pada kontrol suhu.
3. Sistem pengontrolan pada panel suhu merupakan sistem interlock jika suhu dalam ruang oven tercapai maka kipas akan mati dan sirine langsung hidup.

4. Sistem akan bekerja secara otomatis meskipun operator tidak ada ditempat.
5. Dengan adanya sistem proteksi kontrol suhu dan indikator sirine maka tingkat resiko kebakaran bisa dihindari

Saran

1. Karena sistem bekerja secara otomatis perlu pemeriksaan berkala pada sensor suhu (termokopel) karena sensor ini merupakan peralatan yang vital pada sistem ini.
2. Kerusakan pada sensor suhu (termokopel) akan berakibat fatal, karena suhu tak dapat dideteksi oleh kontrol suhu, sehingga dapat menyebabkan kebakaran.
3. Operator harus selalu *standby* meskipun sistem proteksi kebakaran bekerja secara otomatis

DAFTAR PUSTAKA

1. Pujiastuti L. 2007, skripsi: Pengaruh Waktu dan Suhu Vulkanisasi Pembuatan Kasur dari Serat Sabut Kelapa Berkaret. Institut Pertanian Bogor.
2. Prib Sumardjati, dkk. *TEKNIK Pemanfaatan TENAGA LISTRIK Untuk Sekolah Menengah*

Kejuruan. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan menengah. Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2008.

3. Purwanto N.D.2011, Skripsi: Rancang Bangun Pengaturan Bahan Bakar Pada Genset Hybrid (Bensin dan Bioetanol) Untuk Aplikasi Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Listrik Rumah Tangga. Universitas Lampung Bandar Lampung.
4. Purwanto N.D.2015, Penelitian PLP. ,“ Sistem Keamanan Elektrik (*Electrical Security System*) Sebagai Antisipasi K3 pada Laboratorium Instrumentasi dan kelistrikan Mekanisasi Pertanian Politeknik Negeri Lampung ”,.
5. Anonymous, 2018 *Modul Praktikum Energi Dan Listrik Pertanian*, Tim ELP P.S. Mekanisasi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung 2018.
6. www.teknikelektro.com diakses 11 Februari 2020.

Efektifitas Reaktor Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Arang Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao*)

Pabbenteng^{*1}, Puspitasari²

Teknik Kimia, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang
E-mail: ^{*1}pabbenteng@poliupg.ac.id , ²puspa.dj@gmail.com

Abstrak

Reaktor pengolah limbah cair merupakan alat yang digunakan untuk mengurangi zat pengotor dalam limbah termasuk logam berat. Laboratorium menjadi sentral penelitian dan menghasilkan limbah yang bervariasi, baik fisika, kimia maupun biologi. Kulit kakao merupakan limbah pertanian dan menjadi salah satu limbah organik yang volumenya melimpah sehingga mengganggu lingkungan yaitu menimbulkan bau yang tidak sedap dan media bagi serangga. Kulit kakao berpotensi diolah menjadi arang karena memiliki kandungan selulosa, hemi selulosa dan lignin yang tinggi. Penggunaan arang kulit kakao sebagai adsorben logam Cu^{2+} yang terdapat dalam limbah laboratorium merupakan solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan memanfaatkan limbah pertanian untuk mengolah limbah laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum reaktor pengolahan limbah meliputi diameter partikel adsorben, tinggi adsorben dalam reaktor serta laju alir limbah yang melewati kolom reaktor. Sistem pengolahan limbah dengan sistem kontinyu dan analisa limbah sebelum dan sesudah melewati reaktor menggunakan AAS. Preparasi arang kulit kakao yaitu dengan pemanasan pada suhu $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama lebih kurang 4 jam. Kondisi optimum reaktor terjadi pada diameter partikel 120 mesh, ketinggian adsorben 15 cm dan laju $68,39\text{ mL/detik}$ pada kolom reaktor berdiameter 2 inch serta tinggi 50 cm. Efektifitas reaktor menggunakan arang kulit kakao pada kondisi optimum sebesar $30,056\%$.

Kata kunci : Adsorpsi, Biocharcoal, Kulit Kakao, Logam Berat Cu^{2+} .

Abstract

The liquid waste processing reactor is a toll used to reduce impurities in waste, including heavy metals. the laboratory is the center of research and produce various wastes, both physical, chemical and biological. Cocoa shells is an agricultural waste and is one the organic waste whose volume is abundant, which the disturbs the environment, which causes unpleasant odors and a medium for insects. Cocoa shells have the potential to be processed into charcoal because the contain high cellulose, hemicellulose and lignin. The use of cocoa shells charcoal as an adsorbent for Cu^{2+} contained in laboratory waste is a solution to reduce environmental pollution by utilizing agricultural waste to treat laboratory waste. The purpose this research was to determine of the optimum conditions for the waste treatment reactor including the diameter of the adsorbent particles, the height of the adsorbent in the reactor and the flow rate of waste passing through the reactor column. Waste treatment system with a continuous system and waste analysis before and after passing through the reactor using AAS. Preparation of cocoa shell charcoal by heating at a temperature of $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ for about 4 hours. The optimum conditions for the reactor occurred at a particle diameter of 120 mesh, an adsorbent height of 25 cm and a rate of $68,39\text{ mL/second}$ in the reactor column with a diameter of 2 inches and height of 50 cm. The effectiveness of the reactor using cocoa shell charcoal at the optimum conditions.

Keywords : Adsorption, Biocahrcoal, Cocoa shell, Heavy Metal Cu^{2+} .

1 PENDAHULUAN

Reaktor pengolah limbah cair terdiri dari pipa PVC dengan diameter 2 inch dengan model vertikal serta aliran dari bawah keatas. Reaktor optimum pada ketinggian adsorben 20 cm dengan laju alir 21,94 mL/detik terhadap parameter fisika meliputi TSS, TDS dan pH. Limbah dialirkan melewati reaktor dengan menggunakan pompa dan kecepatan alir diatur menggunakan katub pada bagian inlet reaktor (Pabbenteng & Alwina, 2020). Reaktor dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Reaktor Pengolah Limbah Cair

Laboratorium adalah suatu tempat dimana dilakukan kegiatan percobaan, pengukuran, penelitian atau riset ilmiah yang berhubungan dengan ilmu sains (kimia, biologi, fisika) dan ilmu-ilmu lainnya (Emda, 2014). Limbah Laboratorium banyak mengandung senyawa organik dan anorganik yang berasal dari sisa bahan kimia yang digunakan dalam praktium (Audiana, Apriani, & Kadaria, 2017).

Arang (biocharcoal) kulit kakao baik digunakan untuk menyerap logam berat karena memiliki pori. Kulit kakao berpotensi diolah menjadi arang (biocharcoal) karena memiliki kandungan hemiselulosa, sellulosa dan lignin yang tinggi. Hal ini juga yang menjadi potensi untuk diolah menjadi arang aktif karena memiliki kandungan karbon yang cukup banyak. Penyerapan terhadap logam Timbal (Pb) efektif pada ukuran partikel adsorben pada 200 mesh pada sistem batch (Podala, Walanda, & Napitupulu, 2015).

Biosorpsi adalah proses penyerapan ion-ion logam oleh biomaterial melibatkan interaksi ionik, polar, interaksi gabungan dan mineralisasi antara ion logam dan biopolymer pembentuk sel (Mawardi et al., 2014). Adsorpsi adalah proses phyco-kimia dimana zat yang disebut adsorbat terakumulasi pada antarmuka padatan yang disebut adsorben.

Adsorpsi adalah salah satu teknik yang sering diterapkan pada pengolahan air, karena metode ini cocok untuk konsentrasi logam yang rendah dan biaya murah (Yusoff et al., 2014).

Proses adsorpsi terdiri dari 3 fasa yaitu zat menyerap kebagian luar adsorben, zat pindah ke pori-pori adsorben, dan zat menyerap ke dinding bagian dalam adsorben (Mohammed, 2011). Proses adsorpsi bisa terjadi secara fisika dan juga secara kimia. Proses adsorpsi bisa ditentukan berdasarkan persamaan Isotermal Langmuir dan Freundlich.

Logam berat merupakan pengelompokan unsur-unsur logam yang mempunyai berat jenis lebih dari 5 gr/cm³. Contoh logam berat adalah Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Mangan (Mn), Molybdenum (Mo), Nikel (Ni), Timbal (Pb), Zirconium (Zr) dan Seng (Zn) (Firdaus, 2012). Pengolahan limbah cair yang mengandung logam berat dengan metode adsorpsi menggunakan bahan alami disebut sebagai pengolahan dengan teknologi hijau. Keuntungan dari teknologi hijau ini adalah biaya murah, ketersediaan bahan baku, pengoperasian yang mudah dan efisien (Etorki et al., 2014). Pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai adsorben merupakan implementasi dari teknologi hijau.

Tembaga adalah logam berat yang terdapat di lingkungan yang mudah terakumulasi dalam rantai makanan secara biologi apabila terkontaminasi dengan makanan, air dan udara. Toksisitas tembaga dapat menyebabkan dampak akut pada manusia, seperti anemia, gagal hati dan ginjal, kaget, koma dan bahkan kematian (Kamble et al., 2018). Keracunan akut karena jumlah garam yang mengandung tembaga dapat mengakibatkan hemestemesis, melen, koma dan penyakit kuning. Oleh karena itu, pengurangan kandungan tembaga dalam limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan baik ke badan air maupun di tanah sesuai standar yang ada (Maheswari, Pattabhi, & Malathi, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum reaktor terhadap limbah laboraorium meliputi ukuran partikel dan ketinggian adsorben serta laju alir limbah yang melewati reaktor terhadap penurunan kandungan logam Cu.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama lebih kurang 5 bulan di Laboratorium Pengolahan Limbah Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu reaktor dan instrument untuk analisa kandungan logam Cu serta alat pendukung lainnya. Kandungan logam Cu diukur menggunakan AAS merk Parking Elmert. Alat pendukung lainnya meliputi tungku pengarangan, oven, blender, neraca analitik dan alat gelas yang digunakan saat preparasi sampel untuk pengujian kandungan logam Cu.

Bahan yang digunakan meliputi limbah Laboratorium dan arang kulit buah kakao (*Theobroma cocoa*). Kulit buah kakao (*Theobroma cocoa*) diperoleh dari daerah Palopo dan Bone lalu diarang menggunakan tungku pengarangan di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

2.3 Prosedur Penelitian

Kulit kakao dibersihkan dari kotoran tanah dan dedaunan dan dikeringkan dibawah sinar matahari selaman 4-7 hari dilanjutkan proses pengarangan. Arang (*biocharcoal*) tersebut diblender atau dikruser dan diayak dengan ukuran 18 mesh, 30 mesh, 40 mesh, 60 mesh, 120 mesh dan 160 mesh. Pengaktifan arang (*biocharcoal*) kulit kakao tersebut dilakukan secara fisika yaitu pemanasan dalam oven pada suhu 105 °C selama 4-5 jam.

Limbah Laboratorium diperoleh saluran pembuangan, sisa bahan kimia dan ditampung dalam bak penampungan.

Penentuan kondisi optimum reaktor dengan menggunakan adsorben arang kulit buah kakao (*Theobroma cocoa*). Sampel awal diambil sebelum sampel dialirkan melalui kolom adsorpsi sebanyak 50 ml untuk dianalisa kandungan Cu (II). Arang (*biocharcoal*) kulit kakao dimasukkan dalam kolom reaktor dengan ketinggian 15 cm dengan laju alir 20 mL/detik. Perlakuan

ini dilakukan terhadap 5 jenis ukuran partikel adsorben yaitu yaitu 18 mesh, 30 mesh, 40 mesh, 60 mesh, 120 mesh dan 160 mesh.. Sampel yang telah melewati kolom adsorpsi (reaktor) ditampung dan dilakukan analisa kandungan Cu(II) menggunakan AAS. Ukuran partikel yang optimum yang diperoleh dilanjutkan pada 5 jenis laju alir limbah yaitu yaitu 0 mL/detik(sampel awal); 3,98 mL/detik; 11,18 mL/detik; 31,96 mL/detik; 68,39 mL/detik serta 124,14 mL/detik pada ketinggian adsorben yang tetap yaitu 20 cm. Laju alir yang optimum dilanjutkan dengan 5 jenis ketinggian adsorben yaitu 0 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm pada kondisi laju alir dan diameter partikel yang optimum. Pengujian logam Cu(II) dengan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) berdasarkan SNI 06-6989.6-2004 (Indonesia, 2004).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini mencakup diameter partikel, laju alir serta ketinggian adsorben optimum. Reaktor dengan diameter 2 inch dan tinggi 50 cm dan terbuat dari pipa PVC. Kondisi optimum terjadi pada diameter partikel adsorben arang kulit kakao 120 mesh, laju alir 68,39 mL/detik serta ketinggian adsorben 15 cm.

Hasil penelitian untuk perlakuan variasi diameter partikel dapat dilihat pada Tabel 1. Kondisi optimum terjadi pada diameter partikel arang kulit kakao 120 mesh efektif menyerap logam Cu²⁺ hingga 82,090 % yang terdapat dalam limbah Laboratorium.

Tabel 1. Variasi diameter partikel terhadap penyerapan logam Cu²⁺

Ukuran partikel (mesh)	Kandungan Cu ²⁺ (ppm)	Penurunan Cu ²⁺ (ppm)	Daya serap (%)
awal (0)	2,775	0	0
18	1,971	0,804	28,973
30	1,290	1,485	53,514
40	1,237	1,538	55,423
60	0,979	1,796	64,721
120	0,497	2,278	82,090
160	0,509	2,266	81,658

Tabel 1 menunjukkan penyerapan logam Cu^{2+} meningkat seiring kenaikan ukuran partikel. Pada diameter arang kulit kakao 120 mesh mengalami kondisi optimum yaitu penyerapan mencapai 82,090 %. Pada ukuran partikel 160 mesh mengalami penurunan daya serap karena pada ukuran 120 mesh terjadi penyerapan optimum. Pada proses Batch, umumnya penyerapan optimum terjadi pada ukuran 200 mesh, hal ini berbeda dengan pada saat proses kontinyu. Penyerapan logam Pb^{2+} dengan biocharcoal kulit kakao pada proses Batch terjadi pada ukuran 200 mesh (Podala et al., 2015). Pada proses kontinyu, ukuran partikel optimum terjadi pada ukuran 120 mesh. Semakin kecil ukuran partikel semakin besar luas permukaan kontak, sehingga adsorben berupa serbuk lebih efektif dibandingkan dengan bentuk padatan (Zarkasi, Moelyaningrum, & Ningrum, 2018). Ukuran partikel optimum dilanjutkan untuk menentukan kondisi laju alir umpan terhadap efektifitas penyerapan arang kulit kakao terhadap logam Cu^{2+} .

Kondisi optimum pada variasi laju alir umpan terhadap penyerapan Cu^{2+} oleh arang kulit kakao terjadi pada laju alir 68,39 mL/detik. Pada laju alir yang lebih besar mengalami penurunan daya serap arang kulit kakao terhadap logam Cu^{2+} . Tabel 2 menunjukkan tingkat penyerapan adsorben terhadap logam Cu^{2+} berdasarkan laju alir umpan.

Tabel 2. Variasi laju alir terhadap penyerapan logam Cu^{2+}

Laju alir (mL/dtk)	Kandungan Cu^{2+} (ppm)	Penurunan Cu^{2+} (ppm)	Daya serap (%)
awal (0)	1,450	1,450	0
3,98	1,431	0,0019	0,131
11,18	1,412	0,038	2,621
31,96	1,275	0,175	12,069
68,39	0,995	0,455	31,379
124,14	1,007	0,443	30,552

Laju alir optimum terjadi pada 68,39 mL/detik, hal ini disebabkan karena kontak antara adsorben dan limbah yang melewati kolom reaktor terjadi secara optimum. Pusaran aktif dari adsorben maksimal pada kecepatan

tersebut, sehingga penyerapan menjadi maksimal, dan pada laju yang lebih besar kemungkinan adsorben mengalami desorpsi. Faktor yang mempengaruhi penyerapan logam Cu oleh adsorben adalah pusaran aktif telah jenuh, konsentrasi ion logam dan kejenuhan adsorben (Setiawan, Napitupulu, & Walanda, 2018).

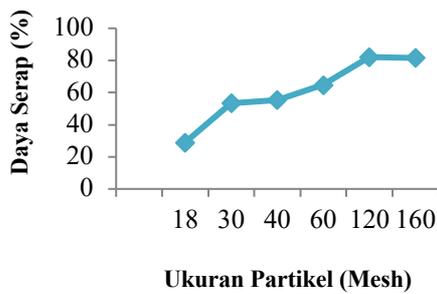
Perlakuan selanjutnya yaitu penentuan ketinggian adsorben optimum. Perlakuan ini dilakukan pada kondisi diameter partikel optimum (120 mesh) dan laju alir optimum (68,39 mL/detik). Data penentuan kondisi ketinggian adsorben optimum ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Variasi ketinggian adsorben terhadap penyerapan logam Cu^{2+}

Tinggi Adsorben (cm)	Kandungan Cu^{2+} (ppm)	Penurunan Cu^{2+} (ppm)	Daya serap (%)
awal (0)	8,258	8,258	0
10	6,822	1,436	17,389
15	5,776	2,482	30,056
20	5,986	2,272	27,513
25	7,412	0,846	10,245

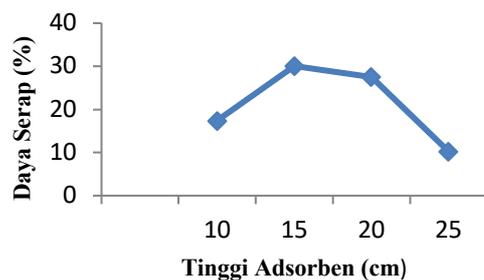
Pada Tabel 3 menunjukkan kondisi optimum pada variasi ketinggian adsorben terjadi pada 15 cm dengan diameter kolom reaktor yaitu 2 inch serta ketinggian reaktor 50 cm. Tingkat penyerapan logam pada ketinggian adsorben 15 cm yaitu 30,056 %. Kondisi inilah yang optimum pada penelitian ini, yaitu ketinggian adsorben 15 cm, laju 68,39 mL/detik dengan ukuran partikel adsorben 120 mesh pada proses kontinyu.

Kapasitas adsorpsi arang tergantung dari karakteristik arangnya, yaitu tekstur (luas permukaan, ukuran pori), gugus fungsi serta sifat fisiknya (kadar abu) (Saniyyah, 2014). Penyerapan logam Cu oleh suatu adsorben tergantung pada proses pengolahannya (batch atau kontinyu) dan jenis adsorbennya.



Gambar 1. Hubungan Diameter Partikel Terhadap Penyerapan Cu^{2+} Pada Proses Kontinyu.

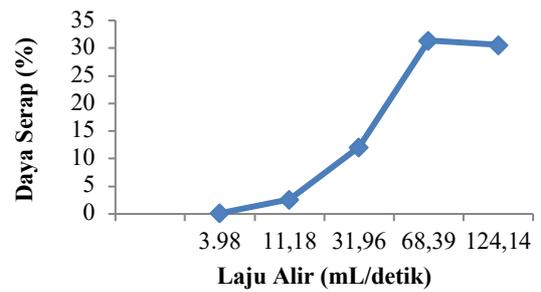
Pada Gambar 2 menunjukkan ukuran partikel optimum pada proses kontinyu terjadi pada 120 mesh dengan aktifasi secara fisika.. Hal ini berbeda pada proses sistem Batch umumnya optimum pada diameter partikel 200 mesh dengan aktifasi secara kimia. Penyerapan logam Cd dengan arang kulit kakao optimum pada ukuran partikel 200 mesh, aktifasi kimia yaitu dengan penambahan ZnCl_2 pada proses sistem Batch (Masitoh & Sianta, 2013).



Gambar 2. Hubungan Tinggi Adsorben Terhadap Penyerapan Cu^{2+} Pada Proses Kontinyu.

Gambar 2 menunjukkan semakin bertambahnya ketinggian adsorben, penyerapan semakin meningkat. Pada kondisi optimum yaitu pada ketinggian 15 cm mencapai puncak penyerapan yaitu 30,056%. Hal ini disebabkan karena kerapatan sel adsorben terhadap logam Cu^{2+} efektif sehingga interaksi pusran aktif dinding sel adsorben dengan logam Cu^{2+} dalam limbah tersebut (Podala et al., 2015).

Pada ketinggian 20 cm mengalami penurunan penyerapan. Hal ini disebabkan karena adsorben sudah dalam kondisi jenuh.



Gambar 3. Hubungan Laju Alir Terhadap Penyerapan Cu^{2+} Pada Proses Kontinyu.

Pada Gambar 3 menunjukkan kondisi optimum dari proses penyerapan logam Cu^{2+} oleh arang kulit kakao menggunakan reaktor secara kontinyu terjadi pada laju alir 68,39 mL/detik, tinggi adsorben 15 cm dan diameter partikel 120 mesh. Pada laju 124,14 mL/detik mengalami penurunan daya serap arang kulit kakao terhadap logam Cu^{2+} .

Penurunan daya serap adsorben pada laju 124,14 mL/detik. Hal ini disebabkan karena hampir semua permukaan adsorben telah berikatan dengan ion logam (Hayati & Sawir, 2017). Pada proses kontinyu dan proses batch kondisi penyerapan optimum berbeda.

4 KESIMPULAN

Arang kulit kakao dapat digunakan sebagai adsorben logam Cu^{2+} pada sistem kontinyu. Kondisi optimum terjadi pada diameter partikel 120 mesh, laju alir 68,39 mL/detik serta ketinggian adsorben 15 cm pada kolom reaktor dengan diameter sebesar 2 inch dan tinggi kolom sebesar 50 cm. Daya serap adsorpsi pada kondisi optimum sebesar 30,056 %.

5 SARAN

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah panjang kolom reaktor serta kolom reaktor diganti dengan akrilik yang bening, sehingga jika terjadi penyumbatan bisa terdeteksi secara langsung.

6 PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada pihak Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, dalam hal ini

Direktur Sumber Daya Bapak Mohammad Sofwan Effendi yang telah memberikan dana Hibah penelitian tahun 2020. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang, Ketua Jurusan Teknik Kimia serta rekan-rekan di jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang yang banyak membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini. Tak lupa keluarga tercinta dan terkhusus kepada orang tua kami.

7 DAFTAR PUSTAKA

- Audiana, M., Apriani, I., & Kadaria, U. (2017). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Teknik Lingkungan Dengan Koagulasi Dan Adsorpsi Untuk Menurunkan COD, Fe Dan Pb. *Jurnal Teknologi Lahan Basah*, 5(1), 1–10.
- Emda, A. (2014). Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Lantanida Journal*, 2(2).
- Etorki, A. M., El-raïis, M., Mahabbis, M. T., & Moussa, N. M. (2014). Removal of Some Heavy Metals from Wastewater by Using of Fava Beans. *American Journal of Analytical Chemistry*, 5(March), 225–234.
- Firdaus, M. L. (2012). Studi perbandingan berbagai adsorben sintesis dan alami untuk mengikat logam berat. *Semnas Pendidikan Sains*, 3.
- Hayati, U. P., & Sawir, H. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao Sebagai Adsorben Untuk Penyerapan Ion Logam Kromium (VI). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 17(1).
- Indonesia, S. N. (2004). *Air dan air limbah – Bagian 6: Cara uji tembaga (Cu) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala*.
- Kamble, P. N., Bodade, R. G., Sagar, A. K., Pondhe, G. M., Gaikwad, V. B., & Mane, A. V. (2018). Removal of Copper (II) Using Bio-adsorbents from Prepared Aqueous Solution. *Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal Original*, 17, 215–222.
- Maheswari, P., Pattabhi, S., & Malathi, S. (2017). Adsorption Of CU (II) Ion From Aqueous Solution Using Acid Treated Sago Waste As An Adsorbent. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 4(11), 296–301.
- Masitoh, Y. F., & Sianta, M. M. (2013). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (Thebroma cacao.L) Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II) Dalam Pelarut Air. *UNESA Jurnal of Chemistry*, 2(2), 23–28.
- Mawardi, Munaf, E., Kosela, S., & Wibowo, W. (2014). Prmisahan Ion Krom(III) dan Krom(IV) Dalam Larutan Dengan Menggunakan Biomassa Alga Hujau Spirogysa Subsalsa Sebagai Biosorben. *Reaktor*, 15(1), 27–36.
- Mohammed, F. M. (2011). *Modelling and Design of Water Treatment Processes Using Adsorption and Electrochemical Regeneration*. Tesis, Engineering and Physical Sciences. University of Manchester.
- Pabbenteng, & Alwina, E. (2020). Desain Reaktor Pengolahan Limbah Cair Laboratorium. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(1), 15–21.
- Podala, K., Walanda, D. K., & Napitupulu, M. (2015). Biocharcoal Dari Kulit Kakao (Theobroma cacao L) Untuk mengadsorpsi Ion Logam Timbal. *J.Akademika Kim*, 4(August), 136–142.
- Saniyyah, N. (2014). Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Valesni*, 4(1).
- Setiawan, I. K. A., Napitupulu, M., & Walanda, D. K. (2018). Biocharcoal Dari Kulit Rambutan (Nephelium Lappceum L) Sebagai Adsorben Zink Dan Tembaga. *J.Akademika Kim*, 7(November), 193–198.
- Yusoff, S. N. M., Kamari, A., Putra, W. P., Ishak, C. F., Mohamed, A., Hashim, N., & Isa, I. (2014). Removal of Cu (II), Pb (II) and Zn (II) Ions from Aqueous Solutions Using Selected Agricultural Wastes : Adsorption and Characterisation Studies. *Journal of Environmental Protection*, 5(March), 289–300.
- Zarkasi, K., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2018). Penggunaan Arang Aktif Kulit Durian (Durio zibethinus Murr) Terhadap Tingkat Adsorpsi Kromium((Cr6+) Pada Limbah Batik. *EFEKTOR*, 5, 67–73.

Penggunaan Tabung Reaksi dengan Tehnik Penutupan Vakum Dalam Suhu yang Berbeda sebagai Wadah Penyimpanan Isolat Mikroba Universitas Tanjungpura

Rezekikasari, S.Pi. M.Ling^{1*)}, Rudi Harianto²

¹Program Studi Ilmu Tanah PLP Ahli Muda Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura

²Program Studi Agronomi PLP Mahir Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura

*) Email : rezekispi@yahoo.co.id

Abstrak

Ketersediaan plasma nutfah mikroorganisme sangat diperlukan terutama bagi peneliti yang intens meneliti tentang mikroba. Untuk menjaga ketersediaan mikroba yang dimaksud agar selalu dalam kondisi siap pakai perlu dilakukan peremajaan kultur tersebut. Kegiatan peremajaan yang sering dilakukan tidak efektif karena memerlukan waktu, biaya (penyediaan media) belum lagi resiko kontaminasi dari kultur yang diremajakan. Keterbatasan peralatan juga menjadi pertimbangan untuk peneliti melakukan kulturisasi mikroba. Tidak semua laboratorium Biologi memiliki peralatan pembekuan kering (freeze drying) sebagai alat yang direkomendasikan, untuk menjadi alat yang dapat membuat kultur mikroba dalam tabung reaksi menjadi tahan lama untuk penyimpanan jangka panjang. Dengan memanfaatkan inkubator dan freezer yang terdapat di laboratorium dan dengan modifikasi terhadap tabung reaksi yaitu mengkondisikan tabung reaksi tersebut dapat tertutup rapat dengan cara dibakar sampai meleleh (mengkondisikan hampa udara) dan menyimpannya pada suhu yang terkendali didapatkan masa simpan kultur mikroba yang tidak mengalami penyusutan media mulai dari minggu pertama sampai pada minggu ke 10 yang di simpan pada suhu yang berbeda yaitu 4, 10, 20 dan 30⁰ C.

Kata kunci : inkubasi, masa simpan, awetan, kultur

Abstract

Availability of microorganism germplasm very important, especially for researchers who concentrate microbiology. Maintainance availability of microbes to be able to always ready to use, it is necessary to rejuvenation microbe isolate stock. Rejuvenation of microbe stock oftentimes not effective cause it takes time, costs, and contamination risks. Tool limitation also consider for researchers conducting microbial cultures. Not all Laboratories of Biology have freeze drying equipment as a recommended tool, to preserve microbial cultures in test tubes durable for long-term storage. Using the incubators freezers and modifications of test tubes, that is conditioning test tubes to be tightly closed by burning until melt (vacuuming conditions) and storing at temperatures controlled, the shelf life of microbial cultures does not experience shrinkage of the medium obtained from the first week to the 10th week stored at different temperatures incubation 4⁰, 10⁰, 20⁰ and 30⁰ C.

Key words: incubation, shelf life, preservation, culture

Pendahuluan

Laboratorium sebagai tempat riset yang terdapat hampir disetiap perguruan tinggi maupun sekolah sekolah mulai dari tingkat menengah sampai atas tidak terlepas dengan keberadaan peralatan. Peralatan yang terdapat di laboratorium umumnya terdiri dari peralatan gelas, metal dan kayu. Terdapat juga peralatan yang cara pengoperasiannya memerlukan sumber energi lain seperti aliran listrik.

Melaksanakan kegiatan riset atau praktek bagi mahasiswa, dosen serta pranata laboratorium akan ditentukan keberhasilannya apabila pengguna peralatan tersebut memahami fungsi alat, cara mengoperasikan dan resiko yang terjadi jika terdapat kesalahan dalam menggunakan peralatan tersebut. Pentingnya pengenalan alat sebelum bekerja di laboratorium akan meminimalisir kecelakaan yang mungkin terjadi akibat kesalahan prosedur dan lainnya.

Beberapa peralatan yang terdapat dalam suatu laboratorium bisa saja sama bentuk dan ukurannya, namun penggunaan alat tersebut belum tentu sama peruntukkannya. Seperti tabung reaksi yang terdapat di laboratorium kimia akan sangat berbeda penggunaannya pada laboratorium Biologi. Pada laboratorium kimia tabung reaksi biasanya digunakan untuk wadah mereaksikan larutan atau mencampurkan bahan, tapi di laboratorium Biologi, tabung reaksi dipergunakan biasanya untuk mewadahi media atau tempat penyimpanan biakan kultur specimen tertentu. Penyimpanan bakteri-bakteri yang digunakan untuk keperluan praktikum maupun penelitian dengan variasi atau modifikasi media untuk pengawetan simpan beku menunjukkan ketahanan sel atau ketahanan hidup mikroba (Susilawati, 2016). Proses perbanyakan dan penyimpanan bakteri memerlukan media dan metode yang berfungsi untuk menyediakan nutrisi bagi kelangsungan proses perbanyakan sel dan ketahanan hidup bakteri tersebut dengan mempertimbangkan ketersediaan sarana laboratorium.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ketahanan media untuk isolat mikroba yang disimpan dalam tabung reaksi tertutup kedap udara dalam suhu tertentu dan lama waktu tertentu.

Luaran/Out put adalah dihasilkan isolat dalam media yang tersimpan dalam tabung reaksi dalam jangka waktu kurang lebih 4 bulan yang tetap hidup dalam media miring dengan kondisi

isolat dan media yang tidak banyak mengalami perubahan dari preservasi awal.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimen yang mengambil lokasi di laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian. Dasar pemilihan tempat karena pada laboratorium ini sudah tersedia beberapa peralatan pendukung yang akan digunakan untuk pelaksanaan penelitian. Waktu penelitian \pm 4 bulan.

2. Persiapan Penelitian

Tahapan awal yang dilakukan adalah mempersiapkan peralatan yang akan digunakan seperti, tabung reaksi, incubator/kulkas/*showcase*, timbangan, tabung gas mini/*hi-cook* kapasitas 230 gram, *gas torch* (alat pembakar), autoclave, oven, laminar airflow, jarum ose, lampu bunsen, Erlenmeyer kapasitas 250 ml, Beaker glass kapasitas 500 mL, rak tabung reaksi dan bahan-bahan seperti media Potato Dextrose Agar (PDA), media Yeast Manitol Agar, alkohol 96%, spiritus, kapas, plastik *wrapping*, Aluminium foil, akuades steril.

3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu peralatan gelas seperti incubator, oven, timbangan, tabung reaksi, erlenmeyer, jarum ose, dan lain-lain. Sedangkan bahan yang digunakan adalah media siap pakai yaitu Potato Dextrose Agar dan Yeast Manitol Agar. Sterilisasi alat dan bahan dilakukan dengan metode sterilisasi basah dan sterilisasi kering. Sterilisasi basah menggunakan autoclave pada suhu 121°C, dan untuk sterilisasi kering menggunakan oven.

4. Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan Media PDA dan YMA.

Media PDA dan YMA yang digunakan adalah media siap pakai (merk komersial) yang kemudian dilarutkan dengan aquades, lalu kemudian sebanyak 5 ml media dimasukkan ke masing masing tabung reaksi. Kemudian disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah selesai sterilisasi media di tempatkan pada posisi miring dengan sudut sekitar 30 derajat untuk mendapatkan permukaan media yang luas. Selanjutnya dilakukan penimbangan tabung untuk mengetahui berat tabung setelah berisi media sebelum dilakukan inokulasi bakteri untuk mengetahui berat awalnya.

b. Penyiapan Isolat Bakteri

Isolat bakteri diperoleh dari hasil isolasi yang berasal dari bintil akar tanaman akasia yang berada di sekitar Laboratorium Biologi tanah. Bintil tersebut diambil disekitar rambut akar kemudian disterilisasi permukaan terlebih dahulu dan dibelah menggunakan scapel selanjutnya lendirnya diambil menggunakan jarum ose untuk diinokulasikan ke media PDA dan YMA.

c. Inokulasi dan Inkubasi Bakteri.

Isolat yang digunakan untuk diinokulasikan pada media agar miring tersebut adalah bakteri yang memiliki karakteristik permukaan berlendir dan mengkilat. Bakteri tersebut merupakan koleksi di laboratorium Biologi tanah. Inokulasi dilakukan dengan menggunakan jarum ose. Setelah bakteri diinokulasikan pada tabung-tabung tersebut, tahapan selanjutnya adalah fase inkubasi dengan menempatkan tabung-tabung tersebut ke dalam incubator pada suhu 29⁰ C selama 24 jam.

d. Pengujian Ketahanan Terhadap Perlakuan Suhu Penyimpanan.

Biakan bakteri yang sudah diinkubasi selama 24 jam pada media YMA dan PDA dilakukan seleksi dengan mengamati pertumbuhan koloni dan kemurniannya. Isolat yang dianggap baik untuk dilakukan pengujian adalah isolat yang tidak terkontaminasi oleh bakteri lain ataupun oleh fungi. Tabung-tabung yang bebas dari kontaminasi pada bagian mulut tabung dilakukan pembakaran dengan menggunakan gas torch dengan tujuan mulut tabung tertutup sehingga kedap udara. Tabung isolat bakteri yang digunakan untuk pengujian adalah tabung yang tidak mengalami keretakan ataupun bocor akibat pembakaran.. Tabung isolat bakteri yang sudah siap disimpan pada suhu 4⁰ C, 10⁰ C, 20⁰ C dan suhu ruang 29⁰ C (inkubator/tanpa alat pendingin) masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 ulangan.

5. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan dilakukan dengan melihat penyusutan media dan perubahan fisik yang berupa penyusutan dan perubahan berat tabung perlakuan yang diamati. Tabung isolat bakteri yang diamati sebanyak 20 tabung. Masing-masing perbedaan suhu penyimpanan menggunakan 5 ulangan (suhu, 4⁰ C; 10⁰ C; 20⁰ C, dan suhu ruang 30⁰ C).

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari pengamatan berupa perubahan berat tabung dan penyusutan media yang dihitung dalam prosentase

penyusutan yang dihitung setiap minggu dan data yang diperoleh disajikan secara deskriptif naratif.

2.7 Analisis Data

Data hasil penelitian di uji dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 kali ulangan,

Selanjutnya hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disusun dalam tabel analisis keragaman pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perubahan Berat Tabung

Tabel 1. Berat Tabung Berisi Isolat dalam Media Berdasarkan Suhu Penyimpanan

	Suhu 4	Suhu 10	Suhu 20	Suhu 30
M.0	20,11 a	20,47 a	20,18 a	20,52 a
M1	20,11 a	20,47 a	20,24 a	20,51 a
M2	20,10 a	20,38 a	20,24 a	20,50 a
M3	20,09 a	20,37 a	20,16 a	20,49 a
M4	20,08 a	20,37 a	20,15 a	20,49 a
M5	20,08 a	20,26 a	20,15 a	20,48 a
M6	20,07 a	20,35 a	20,14 a	20,47 a
M7	20,06 a	20,34 a	20,14 a	20,46 a
M8	20,06 a	20,33 a	20,13 a	20,45 a
M9	20,05 a	20,32 a	20,13 a	20,44 a
M10	20,04a	20,31a	20,02a	20,43a
M11	20,03a	20,30a	20,01a	20,42a
M12	20,03a	20,29a	19,99a	20,41a

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan (p<0,01).

Berdasarkan tabel 1 yang tersaji menunjukkan bahwa penyimpanan dengan perbedaan suhu 4⁰C, 10⁰C, 20⁰C dan 30⁰C mulai dari minggu pertama sampai dengan minggu ke 10 tidak menunjukkan penyusutan berat tabung yang berisi isolat bakteri secara signifikan. Perbedaan suhu hingga minggu ke 10 media dalam tabung reaksi yang berisi bakteri masih tidak mengalami perubahan dilihat dari bentuk dan warna fisiknya dan nutrisi yang terkandung di dalamnya juga tidak mengalami kerusakan ini dilihat dari pengamatan terhadap pengamatan fisik koloni bakteri yang masih segar dan terus berkembang.

Umumnya media yang telah ditumbuhi bakteri akan mengalami penyusutan dalam jangka

waktu tertentu karena untuk keperluan hidupnya bakteri memanfaatkan nutrisi yang tersedia dalam media yang digunakan. Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang terpenting yang mempengaruhi pertumbuhan organisme. Pada suhu rendah kehidupan mikroorganisme tertunda karena fungsi sel berhenti dan bila media suhu sekitarnya dinaikkan metabolisme akan berlangsung kembali (Perko, 2011). Kelompok, bakteri merupakan organisme yang sangat mampu mempertahankan diri pada kondisi tertentu, dengan memperlihatkan kemampuan yang sangat besar dalam menggunakan bahan makanan yang tersebar, menyusun bahan anorganik menjadi senyawa organik yang sangat kompleks. Beberapa spesies juga mampu tumbuh pada berbagai keadaan ekologi dengan temperatur, keasaman, dan tekanan oksigen yang ekstrim. Dalam pertumbuhannya, bakteri mengalami beberapa fase kehidupan yaitu :

Fase Lag. Setelah inokulasi, terjadi peningkatan ukuran sel, mulai pada waktu sel tidak atau sedikit mengalami pembelahan. Fase ini, ditandai dengan peningkatan komponen makromolekul, aktivitas metabolik, dan kerentanan terhadap zat kimia dan faktor fisik. Fase lag merupakan suatu periode penyesuaian yang sangat penting untuk penambahan metabolit pada kelompok sel, menuju tingkat yang setaraf dengan sintesis sel maksimum.

Fase Log/Pertumbuhan Eksponensial. Pada fase eksponensial atau logaritmik, sel berada dalam keadaan pertumbuhan yang seimbang. Selama fase ini, masa dan volume sel meningkat oleh faktor yang sama dalam arti rata-rata komposisi sel dan konsentrasi relatif metabolit tetap konstan. Selama periode ini pertumbuhan seimbang, kecepatan peningkatan dapat diekspresikan dengan fungsi eksponensial alami. Sel membelah dengan kecepatan konstan yang ditentukan oleh sifat intrinsik bakteri dan kondisi lingkungan. Dalam hal ini terdapat keragaman kecepatan pertumbuhan berbagai mikroorganisme.

Fase Stationer. Selama fase ini, jumlah sel yang hidup tetap konstan untuk periode yang berbeda, bergantung pada bakteri, tetapi akhirnya menuju periode penurunan populasi. Dalam beberapa kasus, sel yang terdapat dalam suatu biakan yang populasi selnya tidak tumbuh dapat memanjang, membengkak secara abnormal, atau mengalami penyimpangan,

suatu manifestasi pertumbuhan yang tidak seimbang.

Fase Penurunan Populasi Atau Fase Kematian. Pada saat medium kehabisan nutrisi maka populasi bakteri akan menurun jumlahnya, Pada saat ini jumlah sel yang mati lebih banyak dari pada sel yang hidup.

Selain dengan pengaturan suhu, salah satu teknik untuk memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas suatu produk adalah dengan pengemasan vakum. Prinsip pengemasan vakum adalah mengeluarkan semua udara dari dalam kemasan, kemudian ditutup rapat sehingga tercipta kondisi tanpa oksigen dalam kemasan tersebut (Jay, 2000). Ketiadaan oksigen dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan reaksi-reaksi kimia, sehingga memperpanjang masa simpan produk yang dikemas.

Faktor pengemasan vakum dan kondisi penyimpanan dingin berperan dalam menjaga kualitas produk sehingga tidak terjadi perubahan yang signifikan selama masa penyimpanan. Fungsi utama pengemasan adalah untuk melindungi dan menjaga media agar tidak terkontaminasi. Termasuk di dalamnya adalah memperlambat terjadinya kerusakan produk, memperpanjang umur simpan, menjaga kualitas dan keamanan produk yang dikemas (Aaron, dkk., 2008).

Pengemasan yang dilakukan secara vakum mampu mendukung terciptanya kondisi anaerob di dalam tabung, sehingga berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan menjadikannya hidup dalam kondisi stagnan. Oleh karena itu, kombinasi pengemasan secara vakum dan penyimpanan dingin sangat efektif dalam menghambat kerusakan media secara fisik.

2. Berat Tabung Isolat Berdasarkan Perbedaan Media

Tabel 2. Berat Tabung Isolat Berdasarkan Perbedaan Media

P1	PDA				YMA			
	Suhu 4	Suhu 10	Suhu 20	Suhu 30	Suhu 4	Suhu 10	Suhu 20	Suhu 30
M.0	20,04 a	20,73 a	20,31 a	20,41 a	20,18 a	20,23 a	20,07 a	20,64 a
M1	20,04 a	20,72 a	20,30 a	20,40 a	20,18 a	20,22 a	20,19 a	20,63 a
M2	20,03 a	20,70 a	20,29 a	20,39 a	20,16 a	20,06 a	20,19 a	20,62 a
M3	20,03 a	20,69 a	20,28 a	20,38 a	20,14 a	20,06 a	20,04 a	20,61 a
M4	20,03 a	20,68 a	20,27 a	20,37 a	20,13 a	20,05 a	20,03 a	20,60 a
M5	20,03 a	20,47 a	20,26 a	20,36 a	20,12 a	20,05 a	20,04 a	20,59 a
M6	20,02 a	20,65 a	20,25 a	20,35 a	20,11 a	20,04 a	20,03 a	20,58 a

M7	20,02 a	20,64 a	20,25 a	20,35 a	20,10 a	20,04 a	20,03 a	20,57 a
M8	20,02 a	20,63 a	20,24 a	20,34 a	20,09 a	20,04 a	20,03 a	20,56 a
M9	20,02 a	20,61 a	20,23 a	20,33 a	20,08 a	20,03 a	20,02 a	20,55 a
M10	20,02 a	20,60 a	20,02 a	20,32a	20,07a	20,03a	20,02a	20,54a
M11	20,02 a	20,59 a	20,01 a	20,31a	20,06a	20,02a	20,02a	20,53a
M12	20,01 a	20,58 a	19,99 a	22,31a	20,05a	20,01a	20,00a	20,52a

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,01$).

Semua bentuk kehidupan mempunyai persamaan dalam hal persyaratan nutrisi berupa zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas lainnya. Nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, seperti halnya nutrisi untuk organisme lain mempunyai kebutuhan akan sumber nutrisi. Bakteri membutuhkan sumber energi yang berasal dari energi cahaya (fototrof) dan senyawa kimia (kemotrof), sumber karbon berupa karbon anorganik (karbon dioksida) dan karbon organik (seperti karbohidrat), sumber nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik (seperti kalium nitrat) dan nitrogen organik (berupa protein dan asam amino), beberapa unsur logam (seperti kalium, natrium, magnesium, besi, tembaga dsb), air untuk fungsi – fungsi metabolik dan pertumbuhannya. Bakteri dapat tumbuh dalam medium yang mengandung satu atau lebih persyaratan nutrisi seperti di atas. Keragaman yang luas dalam tipe nutrisi bakteri, memerlukan penyiapan medium yang beragam untuk menumbuhkannya. Medium pertumbuhan bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan kriteria, seperti berdasarkan sumbernya, tujuan kultivasi, dan status fisik. Tabel 2 menunjukkan bahwa penyimpanan bakteri dengan menggunakan kedua media yang dimaksud tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan selama masa pengamatan.

3. Perubahan Fisik Media

Selama masa penyimpanan untuk media PDA tabung-tabung yang berisi isolat bakteri pada minggu ke delapan mengalami perubahan fisik yaitu media yang awalnya berwarna coklat muda terang mengalami perubahan warna menjadi coklat muda keruh mulai minggu ke 8. Perubahan warna diduga dipengaruhi oleh adanya akumulasi senyawa metabolit sekunder yang terdifusi ke dalam media tumbuh. Seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi, berpengaruh terhadap berkurangnya nutrisi yang akan memaksa mikroba masuk ke dalam

fase tumbuh stationer. Pada fase pertumbuhan ini dihasilkan banyak senyawa metabolit sekunder berupa asam-asam organik, dan pigmen warna yang berperan penting untuk mendukung pertumbuhan.

Pertumbuhan mikroba pada media YMA, tidak mengalami perubahan warna. Hal ini diduga dipengaruhi pula oleh komponen nutrisi yang berbeda-beda pada masing-masing media. Media pertumbuhan mikroba biasanya terdiri atas dua kombinasi utama media, yang dibedakan berdasarkan ketersediaan nutrisi dan substratnya. Beberapa media mengandung perbedaan substrat yang signifikan, Perubahan fisik lain terjadi berupa media mulai retak setelah minggu ke 8 pada suhu penyimpanan 20 dan 30°C. YMA adalah media selektif untuk pertumbuhan bakteri bintil akar karena komposisi yang terkandung pada media ini mendukung untuk tumbuh dan berkembangnya bakteri bintil akar dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Selektifitas ini diperoleh dengan menambahkan bahan kimia, pewarna dan antibiotic sehingga yang mungkin tumbuh pada media ini hanyalah jenis tertentu pula.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan penyimpanan isolat bakteri dalam tabung reaksi dengan metode penutupan vacuum dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, Pengamatan selama 10 minggu terhadap tabung reaksi yang disimpan dalam suhu 4, 10, 20 dan 30°C tidak menunjukkan perubahan signifikan penyusutan media ataupun perubahan fisik media tersebut. Penggunaan dua jenis media untuk isolat bakteri yang diisolasi dari bintil akar tanaman akasia yang disimpan dalam tabung reaksi dengan cara penutupan vacuum tidak menunjukkan perubahan penyusutan media berdasarkan berat awal. Perubahan fisik berupa perubahan warna terjadi pada media PDA. Awalnya media yang ditanamkan bakteri pada media tersebut berwarna coklat jernih agak terang mengalami perubahan fisik menjadi berwarna lebih gelap cenderung keruh. Dengan menutup tabung kedap udara (vakum) selama 10 minggu, secara fisik keseluruhan berat tabung tidak mengalami perubahan signifikan.

Ucapan Terimakasih

Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada kepada :

1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui Direktorat Sumber Daya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada program Pengembangan Profesi Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) tahun 2020 (Kontrak Kerja Nomor 37/E4.3/KU/20 Tanggal 20 Juli 2020)
2. Dekan dan Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian atas bantuannya memfasilitasi segala kepentingan terlaksananya penelitian ini.
3. Kepala laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah, serta kawan-kawan staf laboratorium yang banyak membantu dan mensupport kami dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaron L, Broddy, Betty B, Jung H, Claire KS, Tara HM. 2008. *Innovative Food Packaging Solution*. Journal of Food Science. 73(8): 107-116.
- Acharya, Tankeshwar. 2010. *Maintenance and Preservation of Pure Cultures of Bacteria*. [Online]. Tersedia: <http://microbeonline.com/maintenance-and-preservation-of-pure-cultures-of-bacteria>.
- Cappuccino & Sherman. 2014. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. Jakarta : EGC
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi pangan*. Penerbit PT Raja Grafindo. Jakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Jawetz, Melnick & Adelberg. 2014. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi ke 25*. Jakarta : EGC.
- Jay JM. 2000. *Modern Food Microbiology 6th edition*. Aspen Publication: Guihenburg.
- Perko, B. 2011. *Effect of prolonged storage and microbiological quality of raw milk*. *microbiological quality of raw milk*. Mjekar Stvo. 61(2):114-124.
- Susilawati Lela, Ethik Susiwati Purnomo. 2016. *Viabilitas Sel Bakteri Dengan Cryoprotectant Agent Berbeda (Sebagai Acuan Dalam Preservasi Kulturw Collection Di Laboratorium Mikrobiologi)*. Jurnal Biogenesis. Vol 4, No.1, Juni 2016. Hal 34-40

Pemanfaatan Telur Ayam sebagai Pengganti Darah dalam Pematangan Telur Nyamuk *Aedes Aegypti*

Rumbiwati¹, Joko Trimuratno²

^{1,2}Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan UGM, Jl. Farmako, Sekip, Yogyakarta, ¹rumbiwati@gmail.com, ²joko.trimuratno@ugm.ac.id

Abstrak

Proses pengembangan nyamuk di laboratorium, nyamuk betina memerlukan darah untuk membantu pematangan telurnya karena darah mempunyai sumber protein tinggi yang diperlukan dalam pematangan telur nyamuk. Di laboratorium parasitologi darah segar didapatkan dengan cara laboran menggigitkan tangannya langsung ke nyamuk. Hal ini sangat beresiko jika nyamuk yang digigitkan pembawa virus. Penelitian ini, menggunakan nyamuk *Aedes aegypti* selama tiga turunan (F0.F1,F2,F3) dan mencoba menggantikan darah dengan telur ayam sebagai protein dalam membantu proses pematangan telur nyamuk dan analisa data dengan One Way ANOVA.

Hasil penelitian menunjukkan jumlah telur nyamuk yang menetas dengan pakan telur ayam F0 82,32%, F1 77,62%, F2 86,72%, F3 82,98%. Jumlah telur nyamuk yang menetas dengan pakan darah F0 87,34%, F1 87,71%, F2 90,39%, F3 83,87%. Hasil analisis One Way ANOVA menunjukkan F hitung >F tabel dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara telur nyamuk menetas yang diberi pakan telur ayam dengan telur nyamuk menetas yang diberi pakan darah.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah selama tiga kali turunan nyamuk dengan pakan telur ayam, jumlah telur yang dihasilkan maupun yang menetas lebih rendah dari nyamuk dengan pakan darah. Telur ayam bisa menjadi alternatif pengganti darah untuk mematangkan telur nyamuk *Aedes aegypti* dalam skala laboratorium.

Kata kunci: Nyamuk *Aedes aegypti*, darah manusia, telur ayam

Abstract

*In the process of developing mosquitoes in the laboratory, female mosquitoes need blood to help ripen their eggs because blood has a high protein source which is needed in the maturation of mosquito eggs. In the parasitology laboratory, fresh blood is obtained by means of the laboratory assistant biting the hand directly to the mosquito. This is very risky if the mosquito is bitten by a virus carrier. This study, using *Aedes aegypti* mosquitoes for three generations (F0.F1, F2, F3) and trying to replace blood with chicken eggs as protein in helping the process of maturing mosquito eggs and data analysis with One Way ANOVA.*

The results showed that the number of mosquito eggs that hatched with chicken egg feed was F0 82.32%, F1 77.62%, F2 86.72%, F3 82.98%. The number of mosquito eggs that hatched with blood feed was F0 87.34%, F1 87.71%, F2 90.39%, F3 83.87%. The results of One Way ANOVA analysis showed F count > F table, it can be concluded that there was no significant difference between hatched mosquito eggs fed with chicken eggs and hatched mosquito eggs fed blood.

*The conclusion of this study was that for three times the mosquito breeds were fed with chicken eggs, the number of eggs produced and hatched was lower than the mosquitoes with blood feed. Chicken eggs can be an alternative substitute for blood to ripen *Aedes aegypti* mosquito eggs in a laboratory scale.*

*Key words: *Aedes aegypti* mosquito, human blood, chicken eggs*

PENDAHULUAN

Proses pengembangan nyamuk di laboratorium seperti proses metamorfosis nyamuk pada umumnya, yaitu telur akan menetas menjadi larva, larva menjadi pupa dan pupa menjadi nyamuk dewasa. (Suyanto S,dkk, 2011). Telur nyamuk didapatkan kembali dengan cara nyamuk jantan dikawinkan dengan nyamuk betina, setelah itu nyamuk betina akan mengalami proses pematangan telur. (Depkes RI, 2010). Pada proses ini nyamuk betina memerlukan darah manusia untuk membantu pematangan telurnya karena darah manusia merupakan sumber protein tinggi yang sangat baik dan diperlukan dalam pematangan telur nyamuk. Telur nyamuk akan matang dan menetas berkisar 3 sampai 5 hari. (Soegeng, 2006).

Di laboratorium parasitologi FKKMK UGM untuk membantu proses pematangan telur diperlukan darah segar. Para tenaga laboran maupun peneliti harus merelakan tangannya digigitkan ke nyamuk. Hal ini merupakan tindakan yang berbahaya karena selain melukai diri sendiri Tindakan ini juga beresiko jika suatu ketika nyamuk yang digigitkan tanpa disengaja adalah nyamuk pembawa virus. Selama ini tindakan seperti ini masih sering dilakukan karena dianggap tindakan yang cukup efektif dan mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi dalam membantu proses pematangan telur nyamuk

Ada kesamaan kandungan protein dalam darah dan telur ayam yaitu albumin. (Healthline.<https://www.healthline.com/nutrition/boiled-egg-nutrition>,2020). Pada penelitian ini peneliti mencoba mencari alternatif lain yaitu menggantikan darah dengan telur ayam sebagai protein dalam membantu proses pematangan telur nyamuk. Penelitian ini akan membandingkan jumlah telur nyamuk yang dihasilkan antara nyamuk yang dibantu pematangan telurnya dengan darah dan nyamuk yang dibantu pematangan telurnya dengan telur ayam.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian diskriptif analitik yaitu membandingkan jumlah telur yang dihasilkan pada nyamuk dengan pakan telur dan nyamuk dengan pakan darah. Hasil penelitian dianalisa dengan One Way ANOVA. Penelitian ini dilakukan di

Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada.

B. Mekanisme Penelitian.

Alat: sangkar nyamuk, aspirator, botol kaca, mikroskop dissecting, bak penetasan telur nyamuk, mikropipet, ovitrap (perangkap telur, kertas saring basah dalam gelas gelap). Bahan: nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina, telur ayam, darah, kapas, larva *food*, pipet tetes, blue tip, gelas plastik 60 ml, air gula 10%.

Cara kerja: Menyiapkan alat dan bahan; menyiapkan enam sangkar yang berisi masing-masing 25 ekor nyamuk betina dan 50 nyamuk jantan *Aedes aegypti*, menggunakan aspirator. Pada keenam sangkar diberikan air gula 10% sebagai sumber makanan. Pada hari ke enam saat nyamuk siap mematangkan telurnya, tiga sangkar pertama sebagai kelompok perlakuan diberikan pakan telur ayam (dengan perbandingan 1 bagian telur ayam : 3 bagian air gula 10%), dan tiga sangkar berikutnya sebagai kelompok pembanding diberikan pakan darah (melalui gigitan tangan). Pada hari ke-delapan masing-masing sangkar diberi ovitrap dan ditunggu hingga nyamuk bertelur. Hari ke-tiga belas ovitrap diambil dan dikeringkan di suhu ruang. Jumlah telur nyamuk yang dihasilkan pada masing-masing sangkar dihitung dan dicatat dengan menggunakan mikroskop dissecting. Semua telur yang didapat ditetaskan, dan dicatat jumlah larva yang menetas. Larva dipelihara sampai menjadi dewasa (nyamuk). Nyamuk ini adalah turunan pertama setelah perlakuan disebut F1. Sangkar nyamuk ditandai dengan kode F1. Turunan berikutnya (F2, F3), didapat dengan mengulangi proses F1. Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai turunan nyamuk ke tiga (F3). Jumlah telur yang dihasilkan pada nyamuk dengan pakan telur ayam dibandingkan dengan nyamuk dengan pakan darah. Menghitung prosentase telur yang menetas menjadi larva.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini jumlah telur yang dihasilkan pada nyamuk dengan pakan telur ayam dan nyamuk dengan pakan darah selama tiga kali turunan (F0, F1, F2, dan F3) ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel2:

Tabel 1. Jumlah telur yang dihasilkan nyamuk pada kelompok perlakuan.

Nyamuk dengan pakan telur ayam, jantan 50 ekor dan betina 25 ekor (Kelompok Perlakuan)			
Perlakuan F0	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Perlakuan 1	225	191	84,89
Perlakuan 2	287	232	80,84
Perlakuan 3	246	201	81,71
Jumlah	758	624	82,32
Rata-Rata	252	208	82,32
Perlakuan F1	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Perlakuan 1	280	213	76,07
Perlakuan 2	312	241	77,24
Perlakuan 3	297	236	79,46
Jumlah	889	690	77,62
Rata-Rata	296	230	77,62
Perlakuan F2	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Perlakuan 1	355	304	85,63
Perlakuan 2	299	267	89,30
Perlakuan 3	325	278	85,54
Jumlah	979	849	86,72
Rata-Rata	326	283	86,72
Perlakuan F3	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Perlakuan 1	490	411	83,88
Perlakuan 2	504	423	83,93
Perlakuan 3	481	390	81,08
Jumlah	1475	1224	82,98
Rata-Rata	491	408	82,98

(Data primer, 2020)

Tabel 2. Jumlah telur yang dihasilkan nyamuk pada kelompok kontrol.

Nyamuk dengan pakan darah, jantan 50 ekor dan betina 25 ekor (Kelompok Kontrol)			
Perlakuan F0	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Kontrol 1	750	632	84,27
Kontrol 2	708	666	94,07
Kontrol 3	761	640	84,10

Jumlah	2219	2038	87,34
Rata-Rata	739	679	87,34
Perlakuan F1	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Kontrol 1	925	814	88,00
Kontrol 2	901	793	88,01
Kontrol 3	892	777	87,11
Jumlah	2718	2384	87,71
Rata-Rata	906	794	87,71
Perlakuan F2	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Kontrol 1	981	893	91,03
Kontrol 2	925	832	89,95
Kontrol 3	944	851	90,15
Jumlah	2850	2576	90,39
Rata-Rata	950	858	90,39
Perlakuan F3	∑ telur yang dihasilkan	∑ telur menetas	% telur menetas
Kontrol 1	1190	942	79,16
Kontrol 2	1108	931	84,03
Kontrol 3	1057	941	89,03
Jumlah	3355	2814	83,87
Rata-Rata	1118	938	83,87

(Data primer, 2020)

Berdasarkan tabel 1. jumlah telur nyamuk yang dihasilkan dan menetas dengan pakan telur ayam dari tiga perlakuan menunjukkan rata-rata pada F0 252 dan menetas 208 (82,32%), F1 296 dan menetas 230 (77,62%), F2 326 dan menetas 283 (86,72%), F3 491 dan menetas 408 (82,98%). Pada tabel 2. jumlah telur nyamuk yang dihasilkan dan menetas dengan pakan darah, dari tiga perlakuan menunjukkan rata-rata pada F0 739 dan menetas 679 (87,34%), F1 906 dan menetas 794 (87,71%), F2 950 dan menetas 858 (90,39 %), F3 1118 dan menetas 938 (83,87%).

Prosentase telur yang menetas selanjutnya diuji statistik menggunakan One Way ANOVA. Hasil analisis menunjukkan F hitung >F tabel dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara telur nyamuk menetas yang diberi pakan telur ayam dengan telur nyamuk menetas yang diberi pakan darah.

Pada penelitian ini selama tiga kali turunan (F0, F1, F2, dan F3) nyamuk dengan pakan telur ayam, baik jumlah telur yang dihasilkan maupun yang menetas lebih rendah dari pada nyamuk dengan pakan darah. Hal ini kemungkinan karena di dalam telur ayam

maupun darah sama-sama mengandung albumin tetapi nyamuk *Aedes aegypti* lebih suka darah sebagai media untuk mematangkan telurnya. (Sayono, 2008). Pada umumnya, protein sangat peka terhadap pengaruh-pengaruh fisik dan zat kimia, sehingga mudah mengalami perubahan bentuk. Bentuk protein pada telur ayam dan darah berbeda. Peristiwa ini kemungkinan disebabkan karena adanya **konformasi protein** yaitu peristiwa perubahan bentuk yang biasanya terjadi pada struktur protein akibat perubahan pH lingkungan, temperatur, kekuatan ion, dan ikatan dengan enzim. Konformasi protein dapat terdiri dari dua macam yaitu protein serat polipeptida terikat silang secara lateral oleh beberapa ikatan misalnya kolagen kulit, yang kedua protein globular berbentuk bulat, kompak larut dalam air. Biasanya mempunyai struktur tersier dan kuarterner. (Dennis Kunkel, 2004).

Hal lain kemungkinan disebabkan karena adanya perbedaan denaturasi protein antara telur ayam dan darah. Denaturasi protein yaitu hilangnya sifat-sifat struktur lebih tinggi oleh terkacaunya ikatan hydrogen dan gaya-gaya sekunder lain yang mengutuhkan molekul itu. Faktor-faktor penyebab denaturasi protein yaitu perubahan PH, panasm pelarut organik, dan garam-garam dari logam berat. (Dennis Kunkel, 2004).

Telur ayam bisa sebagai alternatif pengganti darah untuk mematangkan telur nyamuk *Aedes aegypti* dalam skala laboratorium dilihat dari selama tiga kali turunan (F0, F1, F2, dan F3) nyamuk dengan pakan telur ayam tetap mau mematangkan telurnya hingga menetas. Prosentase telur nyamuk yang menetas antara nyamuk yang diberi pakan telur ayam dan yang diberi pakan darah tdak jauh beda meskipun secara statiktik tidak bermakna. Hal ini kemungkinan karena ada kesamaan kandungan protein dalam darah dan telur. Protein dalam darah mengandung albumin, globulin dan fibrinogen. Kadar albumin normal dalam darah berkisar antara 3,5 hingga 5,9 gram per desiliter (g/dL). Protein dalam telur juga mengandung albumin. Kadar albumin paling banyak pada putih telur. Putih telur ayam ras mengandung 10,5 g protein/100 g putih telur dan 95% diantaranya adalah albumin (9,83g).

(Healthline.<https://www.healthline.com/nutrition/boiled-egg-nutrition>,2020). Kesamaan kandungan protein inilah kemungkinan telur bisa menggantikan darah dalam membantu proses pematangan telur nyamuk *Aedes sp* dalam skala uji laboratorium.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Jumlah telur nyamuk yang menetas dengan pakan telur ayam F0 82,32%, F1 77,62%, F2 86,72%, F3 82,98%.
- b. umlah telur nyamuk yang menetas dengan pakan darah F0 87,34%, F1 87,71%, F2 90,39%, F3 83,87%.
- c. Berdasarkan hasil uji statistik tidak ada perbedaan bermakna antara telur nyamuk menetas yang diberi pakan telur ayam dan telur nyamuk menetas dengan pakan darah.
- d. Telur ayam bisa menjadi alternatif pengganti darah untuk mematangkan telur nyamuk *Aedes aegypti* dalam skala laboratorium.

B. Saran

1. Dapat dilakukan penelitian pemanfaatan telur ayam sebagai pengganti darah dalam mematangkan telur nyamuk yang lain seperti *Aedes albopiktus*, *culek*, *anopheles* dan lain-lain.
2. Dapat dilakukan penelitian terkait dengan menggunakan bahan lain sebagai pengganti darah dalam mematangkan telur nyamuk *Aedes aegypti* sehingga didapatkan telur nyamuk menetas yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kash kami ucapkan kepada:

Direktur Sumber Daya Direktorat Jenderal PendidikanTinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini,

DAFTAR PUSTAKA

- Dennis Kunkel. (2004).
<http://rabi.phvs.virainia.edu/HTW/book.html>. www.Cellsbio.com.
- Depkes RI, 2010, Pemberantasan Nyamuk Penular Demam Berdarah Dengue, Jakarta : Depkes RI.
- Healthline.<https://www.healthline.com/nutrition/boiled-egg-nutrition>
Diakses pada 6 Mei 2020
- Sayono, 2008, *Pengaruh Penerapan Lethal Ovitrap yang Dimodifikasi Terhadap Jumlah Nyamuk Aedes yang Terperangkap*, Tesis : Universitas Dipenogoro
- Soegeng, Soegijanto. 2006. Demam Berdarah Dengue. Surabaya:Airlangga University press.
- Suyanto S, Darnoto, dan D. Astuti, 2011, *Hubungan Pengetahuan dan sikap dengan praktek pengendalian nyamuk Aedes aegypti di Kelurahan Sangkrah Kecamatan Pasar Kliwon Kota Surakarta*, Jurnal Kesehatamn, 4 : 1-13

Inovasi Pengembangan Metode Analisis Lemak Kasar dengan Metode *Soxhlet* dalam Satu Ekstraktor pada Bahan Pakan

Sofyan¹⁾, Eneh Maesaroh¹⁾, Ratih Windyaningrum¹⁾, Brahmadhita Pratama Mahardhika¹⁾

¹⁾Divisi Ilmu dan Teknologi pakan, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Jl Agatis Kampus IPB Dramaga

*E-mail : * oyansofyan17@gmail.com, enehmaesaroh@yahoo.com, rwindya@gmail.com, brahmamahardhika@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menambah informasi mengenai keakuratan hasil analisa lemak kasar, efektifitas waktu dan efisiensi biaya pada penggunaan soxhlet satu ekstraktor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode terpisah dan metode soxhlet pengujian satu extractor. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap. Analisis data yang digunakan secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode soxhlet satu ekstraktor dapat digunakan untuk analisa lemak kasar pada bahan pakan hijauan dan konsentrat karena memiliki nilai keakuratan yang tinggi dengan pembanding analisa lemak kasar metode soxhlet terpisah. Akurasi metode soxhlet satu ekstraktor lebih tinggi pada analisa lemak kasar konsentrat dibandingkan hijauan. Biaya analisa menggunakan metode soxhlet satu ekstraktor lebih murah dibandingkan dengan metode soxhlet terpisah. Waktu analisa metode soxhlet satu ekstraktor lebih singkat dalam analisa kadar lemak kasar dibandingkan dengan metode soxhlet terpisah.

Kata Kunci : Akurasi, efisiensi, efektifitas, , lemak kasar, soxhlet,

Abstract

This research was conducted to enrich the information regarding the accuracy of crude fat analysis results, time effectiveness and cost efficiency in using one extractor Soxhlet. The method used in this study was a separate method and the Soxhlet method of testing one extractor. The research design used in this study was a completely randomized design. The data analysis used was descriptive. The results showed that the Soxhlet method one extractor can be used for crude fat analysis in forage and concentrate feed ingredients because it has a high accuracy value compared to crude fat analysis using separate Soxhlet method. The accuracy of the Soxhlet method of one extractor is higher in the analysis of crude fat concentrate compared to forage. The cost of analysis using the Soxhlet method with one extractor is cheaper than the separate Soxhlet method. The analysis time of one extractor Soxhlet method is shorter in the analysis of crude fat content compared to the separate Soxhlet method

Keywords : Accuracy, crude fat, efficiency, effectiveness , soxhlet

PENDAHULUAN

Analisa lemak kasar merupakan bagian dari analisa proksimat. Analisa lemak kasar penting sekali dilakukan dalam penentuan kualitas pakan. Metode yang digunakan untuk menganalisa kadar lemak kasar bahan pakan adalah metode *soxhlet*. Prinsip *soxhlet* adalah ekstraksi suatu bahan pakan menggunakan pelarut organik. Pelarut yang digunakan selalu baru sehingga terjadi ekstraksi

kontinu dengan jumlah pelarut konstan dengan adanya pendingin balik. Pelarut yang bisa digunakan untuk analisa lemak kasar adalah petroleum benzena, petroleum eter, dietil eter, aseton, methanol dan lain sebagainya. Ekstraksi lemak dilakukan agar komponen lemak kasar terpisah dari komponen lainnya. Sehingga jumlah lemak kasar dapat dideteksi. Lemak dipisahkan dengan bahan pelarutnya dengan cara menguapkan pelarut dengan cara pemanasan (Nurcholis 2013).

Dalam analisa proksimat lemak kasar di kelompokkan dalam bagian bahan organik tanpa nitrogen selain karbohidrat. Lemak memiliki unsur C,H, dan O. Bagian yang terdapat dalam Lemak kasar meliputi asam lemak, malam, sterol, vitamin-vitamin yang larut di dalam lemak (contohnya A, D, E, dan K), monogliserida, digliserida, fosfolemak, glikolemak, terpenoid (termasuk di dalamnya getah dan steroid) dan lain-lain (Makmur, 2006).

Analisis kadar lemak kasar secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu cara kering dan cara basah. Salah satu cara analisis lemak dengan cara kering yaitu menggunakan metode Ekstraksi *Soxhlet* (Slamet Sudarmadji, Bambang Haryono, 2007). Analisa lemak kasar yang biasa dilakukan dengan metode *soxhlet*. Alat yang digunakan untuk analisa lemak kasar terdiri dari rangkaian *soxhlet* dengan ekstraktor terpisah. Metode tersebut memiliki beberapa kelemahan. Kelemah tersebut diantaranya memerlukan tempat yang luas untuk menempatkan alat ujinya, waktu yang diperlukan sangatlah lama jika banyak sampel yang diuji namun alat yang dimiliki terbatas jumlahnya, dan pelarut yang digunakan jumlahnya sangatlah banyak.

Permasalahan tersebut dapat ditanggulangi dengan melakukan suatu inovasi. Inovasi yang dapat dilakukan adalah penggunaan alat baru untuk analisa lemak kasar. Alat tersebut dirangkai dengan *soxhlet* satu ekstraktor. *Soxhlet* satu ekstraktor ini dapat digunakan untuk menganalisa sampel dalam jumlah yang banyak waktu yang bersamaan. Penggunaan *soxhlet* satu ekstraktor dapat menampung hingga 30 sampel dalam satu kali proses. Proses yang diperlukan hanya kurang lebih 7 hari jam kerja (Sofyan *et al*, 2020). Selain itu pelarut yang digunakan untuk metode ini akan lebih hemat dibandingkan dengan *soxhlet* ekstraktor terpisah. Menurut Sofyan *et al* (2020) menyampaikan bahwa jumlah pelarut yang digunakan untuk analisa lemak kasar menggunakan metode *soxhlet* terpisah kurang lebih 200 ml pelarut untuk 1 sampel, sedangkan metode *soxhlet* satu ekstraktor kurang lebih 2000 ml untuk 30 sampel. Penggunaan *soxhlet* satu ekstraktor menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($T > 0.05$) pada bahan pakan konsentrat namun menghasilkan kadar lemak yang lebih rendah pada bahan pakan hijauan. Berdasarkan latar

belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk menambah informasi mengenai keakuratan hasil analisa lemak kasar, efektifitas waktu dan efisiensi biaya pada penggunaan *soxhlet* satu ekstraktor

METODE

Materi

Lokasi dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan pada laboratorium Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Bogor, Jawa Barat. Penelitian ini telah dilakukan saat bulan Juli 2020 hingga bulan Oktober 2020.

Alat dan Bahan

Peralatan yang telah digunakan dalam penelitian ini adalah *soxhlet* terpisah dan *soxhlet* satu ekstraktor, timbangan analitik, labu penyari, oven, gelas beaker, eksikator dan gegap. Bahan yang digunakan adalah Larutan Hexana p.a, Kertas Saring berabu, dan sampel bahan pakan. Sampel yang digunakan berupa bahan konsentrat dan hijauan.. Konsentrat berupa polard, onggok, bungkil kelapa, Bungkil Inti Sawit (BIS), Corn Gluten Meal (CGM). Hijauan berupa rumput gajah, rumput raja , rumput lapang, dan, Kaliandra.

Soxhlet Terpisah dan *Soxhlet* satu ekstraktor

Soxhlet terpisah menggunakan beberapa ekstraktor. Setiap ekstraktor hanya dapat dilakukan analisa untuk satu sampel. *Soxhlet* satu ekstraktor memiliki satu tabung ekstraktor berukuran besar sehingga mampu untuk menampung beberapa sampel dalam satu kali analisa. Visualisasi *soxhlet* terpisah dan *soxhlet* satu ekstraktor disajikan dalam Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 *Soxhlet* terpisah



Gambar 2

Sumber : Lab ITP, FAPET IPB 2020

Prosedur Penelitian

Analisa Lemak Kasar menggunakan Metode Soxhlet Terpisah

Analisa lemak kasar menggunakan *soxhlet* terpisah diawali dengan preparasi sampel. Pada sampel hijauan dilakukan pencacahan hijauan terlebih dahulu dilanjutkan dengan pengeringan. Setelah sampel kering dan mudah hancur, sampel dibuat dalam bentuk serbuk dengan cara dilakukan penggilingan dengan blender. Sampel konsentrat karena sudah relatif kering dan berbentuk serbuk sehingga tidak perlu dilakukan preparasi seperti sampel hijauan.

Sampel yang telah di preparasi ditimbang sebanyak kurang lebih 1 gram. Setelah penimbangan dilakukan pembuatan selongsong penyari untuk wadah sampel yang telah ditimbang. Sampel dimasukkan kedalam selongsong penyari dan diberi kapas dibagian atasnya. Kapas yang digunakan. Selanjutnya labu penyari yang telah diberi batu didih didalamnya disiapkan. Batu didih yang digunakan sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 105°C dan didinginkan di dalam eksikator; . Selanjutnya dilakukan penimbangan labu penyari. Selongsong penyari dimasukkan ke dalam alat *soxhlet*, kemudian diekstrak menggunakan Hexana p.a. Selanjutnya ekstraktor dihubungkan dengan kondensor. Labu penyari diletakkan di bawah *fat extractor (Fatex)* untuk menampung hasil ekstraksi lemak kasar. Pisahkan labu penyari dengan *fatex* dan dilakukan pengeringan labu penyari menggunakan oven 105°C hingga didapatkan bobot yang stabil (\pm 4-6 jam). Setelah itu labu penyari didinginkan pada eksikator dan timbang bobot akhirnya. Kadar lemak kasar diperoleh dengan rumus :

$$\text{Lemak Kasar (\%)} = \frac{b-a}{x} \times 100\%$$

a = berat labu penyari sebelum proses ekstraksi lemak (g)

b = bobot akhir labu penyari (g)

x = sampel bahan (g)

Analisa Lemak Kasar menggunakan Metode Soxhlet Satu Ekstraktor

Analisa ini dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan metode *soxhlet* terpisah. Sampel yang telah dipreparasi ditimbang masing-masing sebanyak 1 gram. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam selongsong kertas saring

yang telah diketahui bobotnya, kemudian tutup selongsong penyari dengan kapas tidak berlemak. Beberapa selongsong penyari dimasukkan ke dalam *soxhlet* satu ekstraktor. Proses ekstraksi dilakukan jika hal tersebut selesai dilakukan. Proses ekstraksi yang dilakukan menggunakan Hexana p.a. sebagai pelarutnya. Ekstraktor dihubungkan dengan kondensor. Selongsong penyari diangkat dari *Soxhlet* kemudian dikeringkan dalam oven 105°C hingga didapatkan bobot yang stabil. Selongsong didinginkan dalam eksikator dan timbang menggunakan timbangan analitik. Kadar lemak kasar diperoleh dengan rumus

$$\text{Lemak Kasar (\%)} = \frac{b-a}{x} \times 100\%$$

a = berat selongsong penyari dan sampel sebelum proses ekstraksi lemak (g)

b = bobot akhir labu penyari dan (g)

x = sampel bahan (g)

Analisa Akurasi Alat

Akurasi alat dihitung dengan membandingkan hasil % lemak kasar yang diperoleh dengan metode *soxhlet* satu ekstraktor dengan metode *soxhlet* terpisah. Metode *soxhlet* terpisah dijadikan sebagai tolak ukur akurasi alat. Rumus akurasi Alat berupa :

$$\text{Akurasi Alat (\%)} = 100 - \left(\frac{a-b}{a} \times 100\% \right)$$

a= hasil analisa % lemak kasar menggunakan metode *soxhlet* terpisah

b= hasil analisa % lemak kasar menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor

Efisiensi Biaya dan Efektifitas Waktu

Efisiensi biaya dihitung berdasarkan perbandingan jumlah penggunaan dan harga bahan pelarut pada metode *soxhlet* terpisah dan *soxhlet* satu ekstraktor. Efisiensi waktu dihitung berdasarkan banyaknya waktu diperlukan untuk menganalisa keseluruhan sampel.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akurasi Metode *Soxhlet* Satu Ekstraktor Dibandingkan dengan *Soxhlet* Ekstraktor Terpisah

Tingkat akurasi metode *soxhlet* satu ekstraktor tergolong tinggi. Didapatkan hasil tingkat akurasi tertinggi pada sampel kaliandra dan yang terendah pada sampel CGM. Akurasi data lemak kasar bahan pakan menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor

Tabel 1 Akurasi data lemak kasar bahan pakan menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor

Bahan Pakan	Akurasi (%)
Rumput Lapang	80.07 ± 0.89
Rumput Raja	70.82 ± 4.23
Rumput Gajah	84.17 ± 7.95
Kaliandra	92.91 ± 2.68
Bungkil Kelapa	90.15 ± 6.14
Bungkil Inti Sawit	85.01 ± 11.27
Polard	90.31 ± 6.88
Corn Gluten Meal	80.04 ± 9.09

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa tingkat akurasi metode *soxhlet* satu ekstraktor berada pada kisaran 70.82 hingga 92.91 %. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *soxhlet* satu ekstraktor dapat digunakan sebagai alternatif penggunaan metode analisa lemak kasar sebelumnya yaitu metode *soxhlet* dengan ekstraktor terpisah. Hal ini sejalan dengan pendapat Sofyan *et al* (2020) bahwa metode *soxhlet* satu ekstraktor dapat digunakan untuk analisa lemak kasar karena menghasilkan data yang tidak berbeda nyata dengan metode *soxhlet* terpisah.

Rataan data akurasi metode *soxhlet* pada bahan pakan hijauan sebesar 81.99% dengan kisaran data 70.82 % hingga 92.91%. Data tersebut sangat fluktuatif dan sebarannya sangat luas. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa akurasi data pada sampel hijauan kurang baik terutama pada rumput raja. Hal ini sesuai dengan pendapat Sofyan *et al* (2020) bahwa metode *soxhlet* satu ekstraktor kurang efektif dilakukan untuk analisa lemak kasar pada hijauan karena hijauan mengandung berbagai pigmen salah satunya klorofil yang juga akan terhitung dalam proses ekstraksi lemak sehingga proses ekstraksi lemak menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor harus lebih lama lagi agar lemak dapat terekstrak sempurna. Pendapat tersebut juga

didukung dengan pendapat Sriyana (2005) yang menyatakan bahwa rendahnya kadar lemak dan tingginya kadar serat pada hijauan membuat proses pelarutan lemak lebih lambat. Rataan data akurasi metode *soxhlet* pada bahan pakan konsentrat sebesar 86.38% dengan kisaran data 85.01 % hingga 90.31%. kisaran data yang diperoleh tidak terlalu berbeda antar sampel. Akurasi data pada sampel konsentrat lebih tinggi dibandingkan dengan hijauan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sofyan *et al* (2020) bahwa kadar lemak kasar pada beberapa jenis konsentrat yang dianalisa menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor tidak berbeda nyata dengan menggunakan metode *soxhlet* ekstraktor terpisah.

Efisiensi Biaya

Efisiensi biaya analisa mengacu pada pendekatan jumlah bahan pelarut yang digunakan. Bahan pelarut merupakan komponen terbesar yang menentukan besarnya biaya yang diperlukan untuk melakukan analisa kadar lemak kasar bahan pakan. Data total biaya bahan pelarut (hexane) disajikan dalam tabel 2

Tabel 2. Total biaya bahan pelarut (hexane)

Metode	Jumlah penggunaan per sampel	Harga (Rp)/ ml	Biaya
<i>Soxhlet</i> satu ekstraktor	33.33 ml	595	19.831.35
<i>Soxhlet</i> terpisah	100ml	595	59.500

Jumlah pelarut yang digunakan untuk analisa kadar lemak kasar bahan pakan menggunakan *soxhlet* satu ekstraktor tiga kali lebih sedikit dibandingkan dengan *soxhlet* dengan ekstraktor terpisah. Hal ini dikarenakan pada *soxhlet* satu ekstraktor dapat mengekstrak sampel dalam jumlah besar secara bersamaan. Jika diakumulasikan jumlah cairan (pelarut) yang digunakan menjadi lebih sedikit. Penggunaan pelarut ini akan menjadi faktor penentu utama dalam biaya analisa kadar lemak kasar. Selisih biaya yang dikeluarkan untuk analisa lemak kasar menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor sekitar Rp 39668.65 atau sekitar 66.67% lebih hemat dibandingkan dengan penggunaan *soxhlet* dengan ekstraktor terpisah.

Efektifitas Metode Soxhlet Satu Ekstraktor Terhadap Lama Waktu Analisa

Penggunaan metode *soxhlet* satu ekstraktor dapat menghemat waktu kerja. Analisa lemak kasar menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor dapat menganalisa sampel dalam jumlah besar dalam satu waktu pengerjaan. Data lama waktu analisa kadar lemak kasar dengan menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor dan *soxhlet* terpisah disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Lama waktu analisa kadar lemak kasar dengan menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor dan *soxhlet* terpisah

<i>Soxhlet</i> terpisah	<i>Soxhlet</i> satu ekstraktor	Efektifitas
24 Jam	3.33 Jam	86.13%

Metode analisa lemak kasar dengan *soxhlet* satu ekstraktor dapat menganalisa banyak sampel dalam satu kali kerja. Alat yang digunakan pada metode tersebut memiliki tabung ekstraktor yang berukuran lebih besar dibandingkan dengan alat *soxhlet* terpisah seperti tertera pada gambar 1 dan gambar 2. Banyak sampel dapat terekstrak dalam satu tabung tersebut. Jumlah sampel yang dapat di ekstrak dalam satu kali analisa sekitar 20 – 30 sampel.

Semakin banyak sampel yang dianalisa penggunaan metode *soxhlet* satu ekstraktor akan semakin efektif. Lama waktu yang diperlukan untuk analisa lemak kasar dengan metode *soxhlet* terpisah hingga 24 jam per sampel namun menggunakan *soxhlet* satu ekstraktor hanya perlu 3.33 jam per sampel. Penggunaan metode *soxhlet* satu ekstraktor dapat menghemat kerja hingga 86.13% dibandingkan dengan penggunaan *soxhlet* dengan ekstraktor terpisah.

Pada sampel konsentrat penggunaan metode *soxhlet* satu ekstraktor sangat efektif dan efisien karena menghasilkan nilai keakuratan tinggi. Pada sampel pakan berupa hijauan penggunaan metode *soxhlet* satu ekstraktor belum optimal. Meskipun waktu analisa lebih singkat namun nilai keakuratannya masih fluktuatif (lihat tabel 1). Diduga waktu ekstraksi sampel hijauan dibutuhkan lebih lama dibandingkan dengan sampel konsentrat agar komponen komponen bagian lemak kasar (asam lemak, malam, sterol, vitamin-vitamin

yang larut di dalam lemak monogliserida, digliserida, fosfolemak, glikolemak, terpenoid (termasuk di dalamnya getah dan steroid) dan lain-lain) dapat larut lebih sempurna. Setiap bahan memiliki waktu proses ekstraksi yang berbeda untuk menganalisa kandungan lemak kasarnya (Pargiyanti, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan metode *soxhlet* satu ekstraktor dalam analisa lemak kasar bahan pakan menghasilkan nilai akurasi yang tinggi. Metode *soxhlet* satu ekstraktor dapat menghemat biaya hingga 66.67% dan menghemat waktu analisa hingga 86.13%.

Saran

Penelitian mengenai analisa lemak kasar bahan pakan hijauan menggunakan metode *soxhlet* satu ekstraktor perlu dilakukan lebih spesifik untuk mendapatkan nilai akurasi, efisiensi dan efektifitas yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Makmur I. 2006. “Kandungan Lemak Kasar dan BETN Silase Jerami Jagung (*Zea mays* L) dengan Penambahan Beberapa Level Limbah WHEY”. Skripsi, Makassar : Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
- Nurcholis, Mochamad. 2013. Praktikum Analisa Pangan – Analisa Lemak dan Minyak.(Internet). <http://mnurcholis.lecture.ub.ac.id/files/2013/03/AZGLemak.pdf>. Diakses tanggal 28 September 2019.
- Pargiyanti.2019. Optimasi waktu ekstraksi lemak dengan metode *soxhlet* menggunakan perangkat alat micro *soxhlet*. Indonesian Jurnal of Laboratoty. 1(2) : p 29-35
- Slamet Sudarmadji, Bambang Haryono, S. 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty Yogyakarta bekerjasama dengan Pusat Antar Universitas Pangandan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Sofyan, Eneh Maesaroh, Ratih Windyaningrum, Brahmadhita Pratama Mahardhika. Perbandingan metode analisis lemak kasar metode *soxhlet* terpisah dan metode *soxhlet* dalam

satu ekstraktor pada beberapa bahan pakan. Temapela (Proses terbit)

Sriyana. Analisis kandungan lemak kasar pada pakan ternak dengan menggunakan bensin biasa yang disuling. (2005). prosiding temu teknis nasional tenaga fungsional pertanian. p 68-72

Ekstrak Daun Jati (*Tectona Grandis.Sp*) Alternatif Pewarna pada Penghitungan Jumlah dan Viabilitas Sel Kultur Dibandingkan dengan Pewarna Tryphan Blue

Sri Sulastri¹, I Gusti Ayu Sri Andayani², Dwi Ampera Hananto²

¹ Fakultas Peternakan Universitas Mataram, ² Fakultas MIPA Universitas Mataram

Email : srisulastri1970@gmail.com, igasriandayani@gmail.com, hananto.biologi@gmail.com

Abstrak.

Tryphan blue umumnya digunakan untuk penghitungan sel dan untuk penghitungan viabilitas jaringan pada tikus laboratorium. Pada dasarnya penggunaan trypan blue berbahaya bagi pekerja laboratorium karena memiliki efek karsinogenik, mutagenesis, sehingga diperlukan bahan lain terutama bahan alam yang lebih aman dan tidak berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas ekstrak pewarna daun jati sebagai pewarna alami pada penghitungan jumlah dan viabilitas sel kultur dibandingkan dengan pewarna tryphan blue. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga faktor perlakuan (etanol 96%, asam sitrat 14%, PBS) dengan pengamatan 5 kali ulangan pada menit ke-1, 10, 20 dan 30 dengan tryphan blue sebagai kontrol positif. Filtrat hasil ekstraksi dikeringkan dengan spray dryer sehingga didapat bubuk ekstrak daun jati yang siap digunakan untuk penghitungan jumlah dan viabilitas sel limposit. Penelitian dilakukan di laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi F. Peternakan Universitas Mataram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pewarna daun jati dengan pelarut etanol 96 % viabilitas tidak berbeda nyata, memberikan kualitas warna yang baik dan diperoleh waktu viabilitas yang sama dengan tryphan blue.

Kata kunci :Daun jati, Tryphan blue, viabilitas

Abstract.

Tryphan blue is commonly used for cell counting and for the calculation of tissue vibility in laboratory workers because it has a carcinogenic effect, mutagenesis, so other ingredients are needed, especially natural ingredients that are safer and less dangerous. This study aims to compare the quality of teak leaf dye extract as a natural dye in calculating the number and viability of cultured cell compared to tryphan blue dye. This study used a completely randomized design method with three treatment factors (96% ethanol, 14% acid citrate, PBS) with 5 replications of observations at 1, 10, 20 and 30 minutes with tryphan blue as a positive control. The extracted filtrate was dried with a spray dryer in order to obtain a teak leaf extract powder that was ready to use for calculating number and viability of lymphocyte cells. The research was conducted in the Laboratory of Microbiology and Biotechnology Animal Husbandary Faculty, Mataram University. The result showed that the quality of teak leaf dye with 96 % ethanol solvent was not significantly different in viability, gave good color quality and obtained the same viability time as tryphan blue.

Keywords : Teak leaves, Tryphan blue, viability

PENDAHULUAN

Di Indonesia, bahan pewarna alami banyak digunakan seperti dari bahan alam berupa tanaman yang mengandung antosianin. Aplikasi penggunaan pewarna alami diantaranya yaitu sebagai pewarna alami pada makanan dan tekstil. Pewarna alami dari bahan alam dapat pula digunakan sebagai pewarna pada proses pewarnaan bakteri (Hafiz et.al, 2013), preparat jaringan epidermis, parenkim, floem, xilem dan sklerenkim (Nurwanti, 2013).

Senyawa antosianin daun jati memberikan warna merah, ungu, hingga merah gelap. Penggunaan pucuk daun jati muda tersebut menghasilkan warna yang lebih merah jika dibandingkan dengan daun tua dikarenakan kandungan pigmen antosianin yang lebih tinggi. Selain itu jaringan pucuk daun jati muda yang belum mengeras dan memiliki kandungan air yang lebih tinggi menyebabkan bagian daun tersebut lebih mudah digerus.

Zat warna alam sebelum digunakan harus diekstraksi terlebih dahulu. Kekontrasan warna preparat juga dipengaruhi oleh proses ekstraksi dan pelarut yang cocok dengan sifat zat yang akan diekstrak dimana zat yang akan diekstrak dapat larut di dalamnya. Berdasarkan studi yang telah dilakukan, antosianin memiliki sifat kimia yang tidak larut dalam larutan basa dan dapat larut dalam asam. Semakin asam pH pelarut yang digunakan akan semakin banyak pigmen yang dapat terlarut dalam bentuk kation flavium (Ali et al., 2013).

Pada penghitungan jumlah dan viabilitas sel kultur secara mikroskopis dengan hemasitometer yang menggunakan pewarna Tryphan blue, namun tryphan blue dinyatakan memiliki efek karsinogen, mutagenesis pada paparan jangka panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas ekstrak daun jati sebagai pewarna alami yang aman dan tidak berbahaya serta murah untuk proses pewarnaan, penghitungan jumlah dan viabilitas sel dengan pembandingan pewarna tryphan blue.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Fakultas

Peternakan Universitas Mataram. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 ulangan. Terdiri dari tryphan blue 0,4% sebagai kontrol positif, pewarna daun jati PBS sebagai kontrol negatif, perlakuan pewarna daun jati muda etanol 96% dan pewarna daun jati asam sitrat 14%. Jumlah sel (Jumlah sel x 10⁴) dan % viabilitas dihitung dengan hemasitometer pada menit ke-1, 10, 20 dan 30.

Perhitungan:

$$\% \text{ viabilitas} = \frac{\text{sel hidup}}{\text{sel seluruhnya}} \times 100\%$$

Ekstraksi Pucuk Daun Jati Muda

Pucuk daun jati ditimbang masing masing perlakuan 50 gr kemudian digerus hingga halus menggunakan mortar. Maserasi dengan masing-masing pelarut dengan perbandingan 1:3. Dengan pelarut PBS, ethanol 96% dan asam sitrat 14%. Kemudian direndam selama 26 jam pada suhu ruang. Larutan ekstrak disaring menggunakan kertas saring. filtrat yang diperoleh dipekatkan menggunakan evaporator vacuum suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ tekanan ± 220 mbar. Filtrat kental sejumlah 1 ml, larutan dibekukan pada suhu -60°C . Kemudian filtrat dikeringkan menggunakan pengering spray dryer.

Penyiapan sel limposit

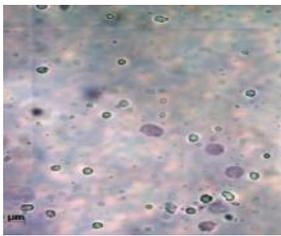
Pengujian pewarna menggunakan sel kultur limposit yang diperoleh secara aseptik dari limpa mencit jantan Balb/c berumur 2 hingga 3 bulan. Mencit dimatikan secara fisik yaitu dislokasi leher dilakukan setelah dibius dengan dietil eter. Diambil limpa mencit secara hati-hati dan dipindahkan ke cawan petri steril berisi 5 ml RPMI. Limposit dikeluarkan dengan cara menyemprotkan media RPMI menggunakan spuit kedalam limpa. Suspensi sel yang didapat dimasukan kedalam tabung dan disentrifugasi 3000 rpm selama 5 menit. Pelet yang terbentuk disuspensikan dengan larutan NH₄Cl 0,17 M sebanyak 5 ml, untuk melisiskan sel darah merah selama 5 menit pada suhu kamar. Selanjutnya disentrifugasi 3000 rpm, 5 menit pada suhu kamar. Pelet yang didapat dicuci dengan RPMI medium. Pencucian dilakukan 2 kali. Pelet yang diperoleh diresuspensikan dengan medium RPMI 10% FBS, CO₂ 5%, penisilin 100 IU/ml - streptomisin 100 μ l/ml, kemudian dihitung

jumlah sel menggunakan hemasitometer. Disiapkan petri steril untuk sel selanjutnya sel limposit yang telah diketahui jumlahnya inkubasi selama 24 jam suhu 37°C.

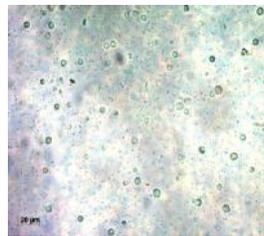
Untuk perlakuan sel yang telah diinkubasi 24 jam dipanen dari petri dish kemudian dimasukan ke dalam plate 96 sebanyak 10 µl. Ditambahkan pewarna masing-masing 90 µl sesuai perlakuan kedalam well. Dengan kontrol pewarna tryphan blue 0,4%. Dihitung jumlah sel dan viabilitas sel dengan hemasitometer. Dihitung viabilitas kembali di menit ke 10, 20 dan 30 menit perendaman pewarna. Dengan 5 kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

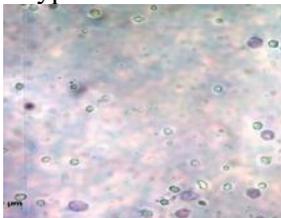
Hasil pengamatan mikroskop, gambar 1. menunjukkan bahwa pewarnaan menggunakan tryphan blue memiliki kontras warna yang baik. Tampak sel hidup memiliki membran sel utuh, trypan blue tidak dapat menembus membran sel hidup dan sitoplasma, Sel limposit yang berwarna putih bening dan tidak menyerap pewarna trypan blue dihitung sebagai sel yang hidup, sedangkan Sel yang mati akan berwarna biru dan gelap karena menyerap pewarnaan trypan (Djajanegara et. al. 2010).



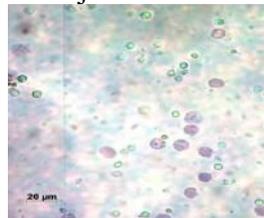
Gambar 1. Pewarna tryphan blue



Gambar 2. Pewarna daun jati PBS



Gambar 3. Pewarna daun jati etanol 96%



Gambar 4. Pewarna daun jati asam sitrat

Pada gambar 2. menggunakan pewarna daun jati muda dengan pelarut Phospat Buffer Saline (PBS) didapatkan gambaran sel yang jelas namun memiliki kontras warna yang lemah. Ini

dapat dikarenakan pH netral dari PBS yang kurang mampu melarutkan pigmen warna dari daun jati. Gambar 3 dengan pelarut etanol 96 % menunjukkan sel terwarnai dengan baik, terlihat dengan jelas antara sel yang hidup maupun mati. Pada sel mati, trypan blue melewati membran sel berpori dan memasuki sitoplasma sehingga sel mati akan menyerap warna biru gelap Sesuai dengan hasil penelitian yang menyebutkan bahwa antosianin dapat larut dalam pelarut yang bersifat polar seperti etanol maupun pelarut netral (Julita et al, 2014).

Asam sitrat merupakan pelarut organik yang bersifat polar. Golongan asam ini jika di kombinasikan dengan air dapat melarutkan zat-zat yang dapat larut pada pelarut polar contohnya Antosianin (Lazuardi, 2010). Gambar 4 dengan pelarut asam sitrat 14 % warna filtrat merah cerah karena pigmen warna dapat larut dengan baik pada asam sitrat. Asam menyebabkan dinding vakuola yang pecah semakin banyak sehingga pigmen antosianin semakin banyak yang terekstrak (Setiawan et al, 2015). Akan tetapi kontras warna sel tidak sebaik tryphan blue hal ini dikarenakan pewarna alami dengan pelarut asam mudah mengalami degradasi oleh cahaya.

Pada penelitian ini diperoleh pewarna yang memiliki kualifikasi mendekati tryphan blue adalah pewarna jati menggunakan pelarut etanol 96%.. Kemampuan pewarna tryphan blue mampu masuk menembus membran sel yang telah mati pada menit ke 20 begitu juga halnya dengan pewarna daun jati muda menggunakan pelarut etanol 96%. Tidak demikian halnya dengan pewarna daun jati dengan pelarut asam sitrat 14%, sel mati tidak terwarnai dengan sempurna sampai menit ke 30 mengindikasikan pewarna tidak dapat diserap sempurna oleh sel yang mati berlaku juga pada kontrol negatif pewarna daun jati dengan pelarut PBS. Diperlukan waktu lebih dari 30 menit agar sel mati menyerap pewarna dengan sempurna.

Tabel 1 Rerata Viabilitas antar Berbagai Perlakuan pada Menit ke-1, ke-10, ke-20 dan ke-30

Perlakuan	Menit ke-			
	1	10	20	30
Tryphan	98.5 ^a	97.5 ^{ab}	83.5 ^a	71.7 ^a

Blue (K+)				
PBS (K-)	98.6 ^a	98.6 ^b	98.2 ^b	97.8 ^c
Ethanol	99 ^a	94.6 ^a	82.2 ^a	80 ^b
Asam Sitrat	98.8 ^a	98.8 ^b	98 ^b	96.6 ^c

Dari hasil uji SPSS pada menit ke-1, rata-rata viabilitas antar empat kelompok perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Ini menunjukkan bahwa sel terwarnai bagian sitoplasma saja. Pada menit ke-10 rata-rata viabilitas tertinggi terjadi pada perlakuan menggunakan asam sitrat hal ini terlihat belum adanya sel yang mati. akan tetapi tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan Tryphan blue maupun PBS. Pada menit ke-20 viabilitas tertinggi terjadi pada perlakuan PBS, atau berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan Tryphan blue dan ethanol dan tidak berbeda nyata jika dibandingkan perlakuan PBS. Demikian pula pada menit ke-30 viabilitas tertinggi terjadi pada perlakuan PBS dan asam sitrat, atau berbeda nyata jika dibandingkan Tryphan blue dan ethanol. Hal ini dikarenakan PBS merupakan larutan penyangga yang tidak dapat merusak membrane sel sehingga penyerapan pewarna pada sel yang matipun akan diperlambat.

Pewarna dibuat dalam bentuk serbuk memiliki kelebihan dengan larutan yaitu memiliki masa simpan panjang, ringan, volumenya lebih kecil sehingga mempermudah dalam pengemasan dan distribusi. Selain itu pembuatan serbuk akan menghilangkan sifat toksik pelarut terhadap sel kultur.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pewarna daun jati dengan pelarut etanol 96 % viabilitas tidak berbeda nyata dengan tryphan blue. Pewarna daun jati dengan pelarut etanol 96% memberikan kualitas warna yang baik dan diperoleh waktu viabilitas yang sama dengan tryphan blue.

Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kualitas masa simpan pewarna terhadap hasil pengamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah

meluncurkan program hibah pengembangan profesi bagi PLP diperguruan tinggi karena telah memfasilitasi PLP dalam menghasilkan produk penelitian sehingga mampu meningkatkan kompetensi PLP sebagai tenaga fungsional. Kami ucapkan terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai harapan.

DAFTAR RUJUKAN

- Ali, F., Ferawati, & Arqomah, R. (2013). Ekstraksi zat warna dari kelopak bunga rosella (study pengaruh konsentrasi asam asetat dan asam sitrat. *Jurnal Teknik Kimia*, 19 (1), 26-34.
- Djajanegara I & Wahyudi P. (2010). Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Herba Ceplukan (*Physalis angulata* Linn) Terhadap Sel T47D Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*;. Vol.8.
- Hafiz, H., Chukwu, O. O. C., Nura, S. (2013). The Henna (*Lawsonia inamis* L.) Leaves Extract as Counter Stain in Gram Staining Reaction. *Bayero Journal of pure and Applied Science*. Vol. 5(2): 56-60
- Julita, I., Isda, & Lestari. (2014). Pengujian kualitas pigmen antosianin pada bunga senduduk (*melastoma malabathricum* l.) dengan penambahan pelarut organik dan asam yang berbeda, *JOM FMIPA*, 1 (2), 1-7.
- Lazuardi, Rene Nursaerah Mulki. 2010. Mempelajari Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Berbagai Jenis Pelarut. Skripsi. Fakultas Teknik. Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pasundan: Bandung.
- Nurwanti, M., Budiono, J. D., & P, R. P.(2013). Pemanfaatan Filtrat Daun Muda Jati Sebagai Bahan Pewarnaan Alternatif Dalam Pembuatan Preparat Jaringan Tumbuhan. *Jurnal Biologi Education*. 2 (1) : 73
- Setiawan, M.A.W., Nugroho, E., & Lestario. (2015). Ekstraksi betasianin dari kulit umbi bit (*beta vulgaris*) sebagai pewarna alami. *Jurnal Ilmu Pertanian (AGRIC)*, 27 (1&2), 38-43.

Properti Amilografi dan Sem (*Dioscorea Esculenta*, *Pachyrhizus Erosus* Dan *Dahlia Sp*) Memperbaiki Kualitas Roti Tawar Ubi Kayu

Subekah Nawa Kartikasari¹, Ni Ketut Leseni¹ And Novita Cholifah Ida²

¹ Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,

² Politeknik Pertanian, Universitas Jember

Email : Subekah_sari@yahoo.co.id,

Abstrak

Improvers adalah bahan yang ditambahkan ke produk dalam jumlah kecil, berguna untuk meningkatkan kualitas produk. Produksi roti tawar umumnya menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku utama. Gluten dalam tepung terigu berguna membentuk tekstur yang lembut dan elastis. Roti tawar berbahan ubi kayu memiliki tekstur yang keras dan tidak elastis, karena ubi kayu tidak mengandung gluten. Semakin banyak jumlah air yang ditambahkan pada roti tawar ubi kayu membuat roti yang dihasilkan tidak dapat mengembang dan mempunyai tekstur yang bantat.

Penelitian dilakukan tiga tahap yaitu produksi tepung ubi kayu secara biologi; *improver* dengan perlakuan (tiga jenis bahan dan lama fermentasi 0, 24, 48 dan 72jam); analisis RVA, SEM dan jumlah mikroba. Selanjutnya di Anova, RAL factorial (3x4) diulang dua kali, dilanjutkan uji BNT. Dipilih lama fermentasi 0, 24 dan tiga jenis bahan untuk diaplikasikan pada roti tawar untuk dilihat daya kembang, tekstur, elastisitas, warna, dan organoleptik. Menggunakan uji epektifitas dipilih perlakuan terbaik.

Improver pachyrhizus erosus mempunyai sifat baik dapat digunakan untuk memperbaiki roti tawar berbahan baku ubi kayu. Berdasarkan SEM *pachyrhizus erosus* mempunyai bentuk granula yang sama yaitu bulat, ukuran granula yang lebih kecil. Berdasarkan RVA *pachyrhizus erosus* dan ubi kayu mempunyai bentuk amilograf yang sama dibanding *dioscorea esculenta*, dan *dahlia sp*. *Improver* pada pembuatan roti tawar berbahan baku ubi kayu berguna memperbaiki tekstur, elastisitas, warna, organoleptik dan umur simpan.

Kata Kunci : Ubi kayu, roti, *dioscorea esculenta*, *pachyrhizus erosus* and *dahlia sp*

Abstract

Improvers are ingredients that are added to products in small amounts, which are useful for improving the quality of the product. The production of white bread generally uses wheat flour as the main raw material. Gluten in wheat flour is useful for forming a soft and elastic texture. White bread made from cassava has a hard texture and is not elastic, because cassava does not contain gluten. The more amount of water added to the white cassava bread makes the bread produced unable to expand and has a dense texture.

The research was carried out in three stages, i.e production of cassava flour; treatment (three types of material and fermentation time of 0, 24, 48 and 72 hours); RVA, SEM analysis and total microbes. Then in Anova, the factorial RAL (3x4) was repeated twice; the LSD test. Selected fermentation time of 0, 24 and three types of ingredients to be applied to white bread to see expansion power, texture, elasticity, color, and organoleptics. Using the effectiveness test, the best treatment selected.

The *pachyrhizus erosus* improver has good properties that can be used to improve bread made from cassava. Based on SEM, *pachyrhizus erosus* has the same granule shape, namely round, smaller granule size. Based on RVA, *pachyrhizus erosus* and cassava have the same amylograph form compared to *dioscorea esculenta* and *dahlia sp*. Improver in making bread made from cassava to improve texture, elasticity, color, organoleptic and shelf life.

Keywords: Casava, bread, *dioscorea esculenta*, *pachyrhizus erosus* and *dahlia sp*

PENDAHULUAN

Konsumsi gluten dapat menyebabkan penyakit celiac pada anak yang merupakan gangguan *auto-immun* (Niland dan Cash, 2018). Anak-anak yang mengalami *nephrotic syndrome* sangat sensitif terhadap gluten (Lemley *et al*, 2016). Kondisi ini perlu mendapatkan penanganan, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengurangi penggunaan tepung terigu khususnya pada produk roti untuk mengganti dengan tepung ubi kayu.

Dahlia sp yang digunakan sebagai *improver* menurut Mangunwidjaja *et al*, (2014) mengandung inulin 80,09%; *Pachyrhizus erosus* 1,9% (Anggriawan, 2013); *Dioscorea esculenta* 14,77% (Istianah 2010). Serta komponen lain seperti amilosa, protein, lemak, polifenol, aktivitas antioksidan, PLA. Menurut Yi *et al*, (2010) inulin juga dapat meningkatkan sifat rheologi, tekstur dan sensorik dari makanan olahan berupa roti, permen dan produk susu. Polisakarida larut air yang terdapat dalam gembili dapat digunakan sebagai bahan tambahan makanan yang berfungsi penstabil emulsi, pembentuk gel, pembentuk buih dan sebagai bahan pengisi (Subagio *et al*. 2009).

Roti tawar berbahan baku ubi kayu mempunyai tekstur yang keras dan tidak elastis, sehingga kurang disukai konsumen dibanding roti tawar dari tepung terigu. Karena itu perlu dilakukan inovasi agar roti tawar berbahan ubi kayu mempunyai tekstur yang empuk dan elastis.

Tujuan penelitian ini adalah membuat roti tawar berbahan baku ubi kayu (*free gluten*), dengan tekstur yang lembut dan elastis. Mengganti penggunaan tepung terigu dengan tepung ubi kayu hingga 100%.

Tepung ubi kayu dapat digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan roti tawar (*gluten free*), yang dibuat secara biologi. Selama fermentasi BAL menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis pati sehingga pati memiliki sifat kimia dan fungsional teknis yang berbeda dengan yang masih *native* (Subagio, 2006)

Berdasarkan pengamatan SEM granula pati ubi kayu pada fermentasi 0 jam masih terikat satu sama lain dan bergerombol pada dinding sel ubi kayu, granula pati mempunyai bentuk yang masih tampak bulat beraturan dan utuh serta homogen. Hal ini diduga karena aktivitas enzim selulolitik yang dapat merusak

dinding sel belum bekerja secara optimal. Perubahan bentuk granula pati mulai terjadi pada lama fermentasi 24 jam, yaitu granula mulai memisah dan tidak bergerombol serta mulai berlubang pada beberapa bagian granulanya. Selain itu beberapa granula tidak lagi memiliki bentuk bulat beraturan. Perubahan ini semakin intensif seiring dengan bertambahnya lama fermentasi (Kartikasari *et al*, 2016).

Murtiningrum *et al* (2012) juga melaporkan pati ubi kayu dengan ukuran granula besar memiliki suhu gelatinisasi lebih tinggi dibandingkan pati yang memiliki ukuran granula kecil. Granula pati lebih besar memiliki ketahanan tinggi terhadap perlakuan panas dan air dibandingkan granula pati kecil.

METODE

Waktu Penelitian

Dilaksanakan Bulan Juli s/d Oktober 2020

Tempat Penelitian

Dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Terpadu, Lab CDAST Universitas Jember dan Laboratorium Biosain Politeknik Pertanian Universitas Jember

Rancangan Penelitian

Rancangan dilakukan menggunakan RAL, dilakukan dua kali ulangan dengan variable perlakuan 3 jenis bahan (*pachyrhizus erosus*, *dioscorea esculenta*, dan *dahlia sp*), dan lama fermentasi (0, 24, 48, 72 dan segar) sehingga diperoleh 30 unit percobaan. Variabel yang diamati meliputi RVA, SEM dan jumlah Mikroba. Hasil produk bekery dilakukan pengujian terhadap parameter kualitas yang dihasilkan untuk dibandingkan dengan control (tepung ubikayu). Selanjutnya dilakukan uji sensoris terhadap produk bekery. Dilakukan uji fisik pada roti (elastisitas, daya kembang, densitas, tekstur, warna, dan organoleptik)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada **Gambar 1**. Granula *dioscorea esculenta*, *pachyrhizus erosus* and *dahlia sp*, pada lama fermentasi 0 dan 24 jam pada pembesaran 1000 x, menunjukkan semakin lama fermentasi menunjukkan granula semakin memisah dan tidak bergerombol Hasil ini sama dengan yang terjadi pada tepung ubi kayu yang difermentasi, menunjukkan granula

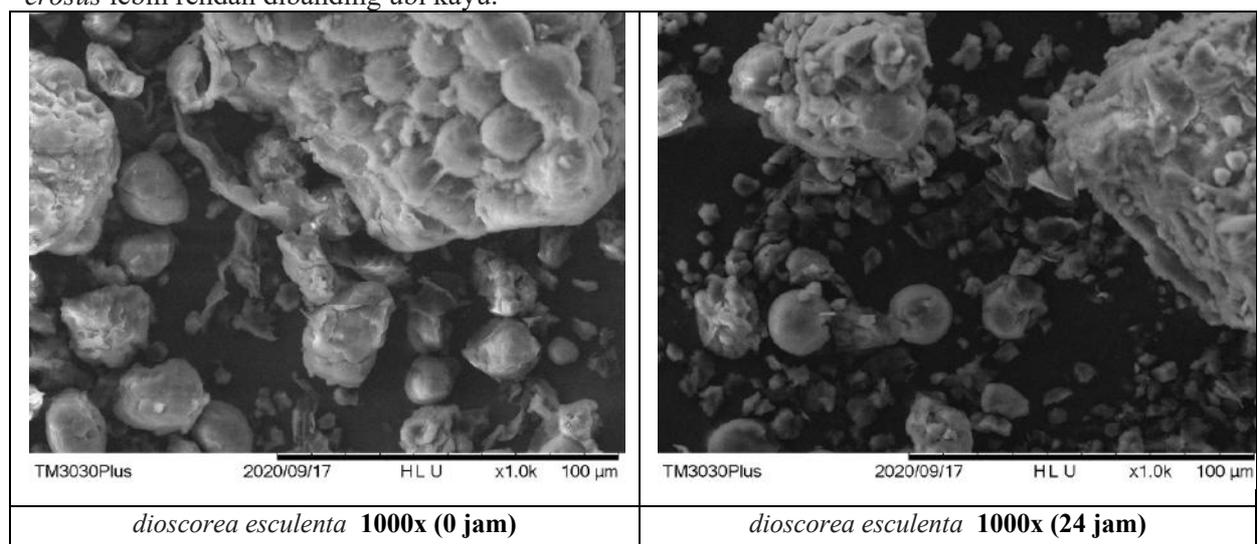
yang semakin memisah. Subagio 2006 melaporkan bahwa perubahan granula pati tersebut disebabkan oleh aktivitas enzim sellulolitik yang mulai intensif dalam mendegradasi selulosa dinding sel, sehingga dinding sel rusak dan granula pati mengalami liberasi. Akibat adanya aktivitas enzim amilolitik ekstraseluler, granula yang terliberasi tersebut kemudian dihidrolisis sebagian pada permukaan granula, akibatnya granula pati berlubang. Hal ini memungkinkan terjadinya liberasi pati dari dalam granula yang dapat mengakibatkan perubahan pada sifat amilograf dan morfologi pati yang dihasilkan

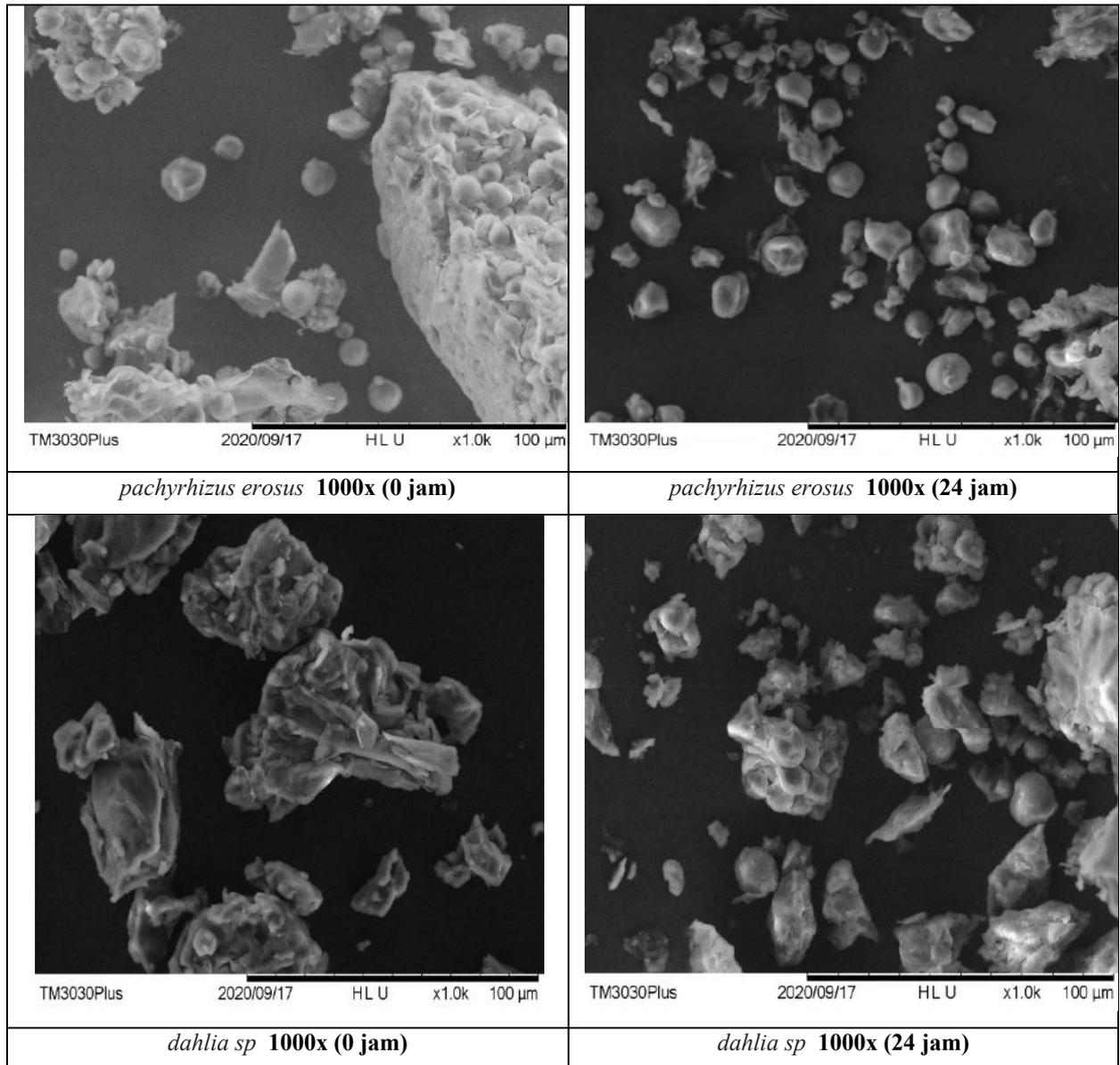
Pada **Gambar 2**, terlihat amilograf *pachyrhizus erosus*, *dioscorea esculenta*, dan *dahlia*. Viskositas puncak *pachyrhizus erosus* lebih tinggi dibanding *dioscorea esculenta*, dan *dahlia sp.* Fermentasi menyebabkan viskositas puncak semakin meningkat. Adegunwa *et al* (2011) melaporkan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap suhu dan waktu puncak viskositas dengan nilai yang semakin tinggi.

Pada **Gambar 3** terlihat bahwa bentuk granula *pachyrhizus erosu* dan ubi kayu sama yaitu bulat. Ukuran granula ubi kayu 5 - 40 μm (Ceballos *et al.*, 2007), Ukuran 2,52 - 14,5 μm pada *pachyrhizus erosu* (Murwinda, 2016). Ukuran granula *pachyrhizus erosus* lebih kecil dibanding ukuran granula ubi kayu karena itu suhu gelatinisasi *pachyrhizus erosus* lebih rendah dibanding ubi kayu.

Butiran pati ubi kayu berbentuk bulat, lonjong, atau terpotong (melingkar dengan permukaan datar pada satu sisi) dan ukurannya berkisar antara 5 sampai 40 μm (Ceballos *et al.*, 2007). Menurut Lindeboom *et al* (2004), butiran pati dapat dikelompokkan menjadi empat kelas ukuran: besar (lebih besar dari 25 μm), rata-rata (10 sampai 25 μm), kecil (5 sampai 10 μm), dan sangat kecil (kurang dari 5 μm). Granula pati ubi kayu dalam aplikasi pembuatan roti berhubungan struktur roti Granula pati yang berkelompok akan melemahkan mengembangnya roti (Zhu, 2015)

Menurut Nur *et al* (2004), viskositas balik mencerminkan kemampuan asosiasi atau retrogradasi molekul pati pada proses pendinginan. Fenomena ini biasa terjadi karena pada waktu gelatinisasi granula pati tidak mengembang secara maksimal, akibatnya energi untuk memutuskan ikatan hydrogen intermolekul kurang. Ketika pendinginan terjadi, amilosa dapat bergabung dengan cepat membentuk kristal yang tidak larut. Viskositas balik yang tinggi tidak diharapkan untuk produk kue, cake, maupun untuk roti, karena menyebabkan kekerasan sesudah produk dingin. Namun sebagai bahan pengisi dan pengental justru lebih baik, karena akan menghasilkan produk yang lebih stabil.



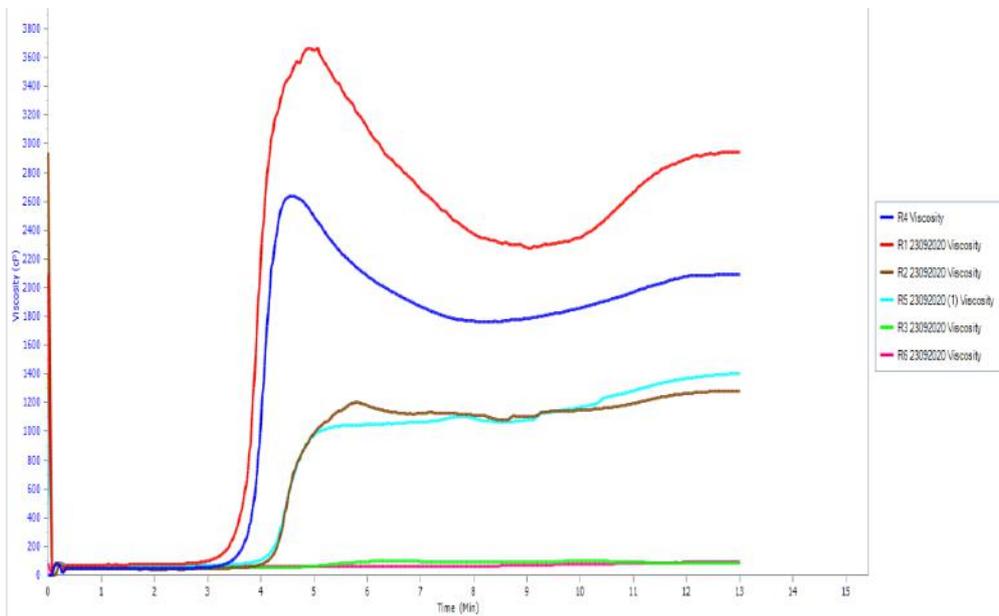


Gambar 1. Granula *dioscorea esculenta*, *pachyrhizus erosus* and *dahlia sp*, Pada Lama Fermentasi 0 dan 24 Jam Pada Pembesaran 1000 x

Tabel 1. Karakteristik Amilografi *dioscorea esculenta*, *pachyrhizus erosus* and *dahlia sp*, Pada Lama Fermentasi 0 dan 24 jam.

Kode	Parameter Pengamatan					
	Peak	Trough	Breakdown	Final Viscositas	Set Back	Peak Time
<i>pachyrhizus erosus</i> (0 jam)	2639,00	1765,00	874,00	2089,00	324,00	4,60
<i>pachyrhizus erosus</i> (24 jam)	3667,00	2272,00	1395,00	2940,00	668,00	5,07
<i>dioscorea esculenta</i> (0 jam)	1067,00	1049,00	18,00	1401,00	352,00	7,00
<i>dioscorea esculenta</i> (24 jam)	1203,00	1079,00	124,00	1283,00	204,00	5,80

<i>dahlia sp</i> (0 jam)	64,00	61,00	3,00	91,00	30,00	1,27
<i>dahlia sp</i> (24 jam)	98,00	87,00	11,00	87,00	0,00	6,47



Gambar 2. Karakteristik amilografi *dioscorea esculenta*, *pachyrhizus erosus* and *dahlia sp*, Pada Lama Fermentasi 0 dan 24 jam.

Tipe Sampel	Ukuran granula (µm)	Bentuk Granula	Bentuk Amilograf
Casava	2-32 (Zhu, 2015) 5-40 (Ceballos et al., 2007)	cassava starch granules are rounded, oval, or truncated in form (circular with a flat surface on one face) and range in size from 5 to 40 µm (Ceballos et al., 2007)	<p>Sumber: Kartikasari et al,2016</p>
<i>pachyrhizus erosus</i>	2,52 -14,5	rounded dan polygonal shape (Murwinda dkk,2016)	<p>Sumber : Kartikasari et al, 2020</p>

<i>dioscorea esculenta</i>	3,29 – 21,8	Hexsagonal shape (Richana dkk,2016)	<p>Sumber : Kartikasari et al, 2020</p>
<i>dahlia sp</i>	5,85 – 19,3	Rod and Needle shape (Clark et al., 2009)	<p>Sumber : Kartikasari et al, 2020</p>

Gambar 3. Karkaterisasi, ukuran, bentuk dan amilograf granula *pachyrhizus erosus*, *dioscorea esculenta* dan *dahlia sp*

Pada **Tabel 1** terlihat semakin lama fermentasi menunjukkan nilai *breakdown* yang semakin menurun. *Breakdown* mengindikasikan seberapa mudah struktur granula pati pecah atau retak (Vavarinit *et al*, 2003). *Pachyrhizus erosus* mempunyai *breakdown* paling tinggi dibanding *dioscorea esculenta* dan *dahlia sp*. Tingginya *breakdown* mengindikan pati tersebut tahan atau stabil selama proses pemanasan (Rahmiati *et al*, 2016). Pada proses pembuatan roti tawar ubi kayu *breakdown* tinggi pada *pachyrhizus erosu* lebih diinginkan sehingga saat dilakukan pengadukan pada pembuatan roti lebih tahan.

KESIMPULAN

Improver ditambahkan pada produk roti tawar ubi kayu mampu (memperbaiki tekstur, elastisitas, warna, organoleptik dan umur simpan. Tepung Ubi kayu dapat menggantikan penggunaan tepung terigu 100% (*free gluten*)

SARAN

Untuk meningkatkan mutu tepung ubi kayu dan *improver* yang ditambahkan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk keamanannya dan sifat fungsionalnya bagi yang mengkonsumsinya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, yang

memberikan Dana Hibah Pengembangan Profesi PLP : SP DIPA-023.17.1.690439/2020, Tanggal 29 April 2020, No: 41/E4.3/KU/2020 Tanggal 20 Juli 2020

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

Ceballos H, Sánchez T, Morante N, Fregene M, et al. (2007). Discovery of an amylose-free starch mutant in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J. Agric. Food Chem.* 55: 7469-7476.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf070633y>

Istianah, N. 2010. *Proses Produksi Inulin Dari Beberapa Jenis Umbi Uwi (Dioscorea spp.)*. Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Surabaya

Lemley, K. V., Faul, C., Schramm, K., Meyers, K., Kaskel, F., Dell, K. M., Gipson, D. S, Gibson, K., & Tracchtman, H. (2016). *The Effect of a gluten-free diet in children with difficult-to-manage nephrotic syndrome. Pediatrics*, 134(1): 1-7. doi.org/10.1542/peds.2015-4528

Murwindra, R., Linggawati, A., Yanti, P.H., Awaluddin., A & Saryono., 2016. *Produksi Asam Levulinat dari Inulin Umbi Dahlia (Dahlia sp.L) Menggunakan Katalis Asam*

- Klorida*. Jurnal Natur Indonesia. 16(2):64-71.
- Niland, B., & Cash, D. (2018). Health benefits and adverse effects of a gluten-free diet in non-celiac disease patients. *Gastroenterology & Hepatology*, 14(2): 82-91.
- Yi H, Zhang L, Hua C, Sun K, Zhang L. 2010. Extraction and enzymatic hydrolysis of inulin from Jerusalem artichoke and their effects on textural and sensorial characteristics of yogurt. *Food Bioprocess Technol*, 3, 315–319.
- Kartikasari S.N, Puspita Sari, Achmad Subagio, 2016, Characteristics of Chemical Properties Profiles Amylography (RVA) and Granule Morphology (SEM) of Modified Cassava Starch. *Journal of AgroTechnology*. Journal of the University of Jember
- Subagio, A. 2006. *Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung - tepungan*. Vol 1. Edisi 3. Food Review (april 2006):Hal 18-22
- Subagio, A., Ginting, E., Trustinah & Herlina, N.N. (2009) Exploration of air soluble polysaccharides from the gembili tuber (*Dioscorea esculenta* L.) and its application for food products. [Online] Available at: <http://www.litbang.pertanian.go.id/ks/one/326/file/-explorationpolysaccharide.pdf> [Accessed October 3, 2020]
- Vavarinit,S.,et al .2013.Effect of Amylose Content on Gelatinisation, Retrogradation and Pasting Properties of Flour from Different Cultivars of Thai Rice Starch-*Starke* 55(9):410-415
- Colocium**
Kartikasari,S.N.2017. Bakery Product Development Made From Cassava (*Manihotesculenta* Crantz). *Colocium* in University of Jember.
- Thesis**
Kartikasari S.N. 2016.Tesis . Development of Modified Starch Processing by Products MOCAF As an Improver Ingredient. Master of Agro Technology Study Program Industry. Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Efektifitas Alga Merah (*Eucheuma Cottoni*) sebagai Bioadsorben dalam Mengurangi Dampak Limbah Cair Laboratorium

Sunarti* ¹⁾, Meske Ferdinandus ²⁾

¹⁾Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo
Tarakan

²⁾Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Pattimura Email: *¹⁾nurulhafizah_sandi@yahoo.com, ²⁾meichan86fs@gmail.com

Abstrak

Penelitian pengelolaan limbah cair laboratorium menggunakan bioadsorben *Eucheuma cottoni* telah dilakukan. Penelitian tersebut bertujuan untuk menemukan komposisi yang tepat perbandingan limbah cair dan alga merah yang efektif mengurangi dampak limbah cair laboratorium. *Eucheuma cottoni* sebagai adsorben divariasikan dengan berat 100 gr, 200 gr, 300 gr di + limbah 1000 ml dan air laut 1000 ml. Setelah itu dianalisa parameter kimia berupa pH, COD dan NH₃ dan parameter fisika berupa bau, warna, kekeruhan yang akan dihubungkan dengan waktu kontak H1 (1 jam), H2 (12 jam) serta H3 (24 jam). Hasil analisa kemudian dihitung persentase penurunan kadar limbah dengan membandingkan nilai sebelum perlakuan dengan nilai setelah perlakuan untuk mendapatkan komposisi *Eucheuma cottoni* yang tepat dan paling efektif dalam mengurangi dampak limbah cair. Bahwa semua parameter uji baik fisika maupun kimia pada semua perlakuan termasuk kontrol mengalami perubahan. Persentase penurunan nilai setiap parameter baik fisika maupun kimia menghasilkan perlakuan ke III dengan *Eucheuma cottoni* 300 gr paling efektif menurunkan dampak limbah cair laboratorium dengan nilai masing masing parameter pH 6,67 COD 74,67 mg/L, NH₃ 0,731 mg/L, Bau pada skala 1, warna 40 PtCo serta kekeruhan 37,6 NTU sesuai dengan baku Mutu Air Limbah Permen LH No. 5 Tahun 2014.

Kata kunci : Bioadsorpsi, Efektif , *Eucheuma cottoni*, Limbah

Abstract

Research on laboratory waste management using Eucheuma cottoni bioadsorbent has been carried out. This study to find the right composition of liquid waste and algae that is effective in reducing the impact of laboratory wastewater. Eucheuma cottoni as adsorbent varied with a weight of 100 gr, 200 gr, 300 gr + 1000 ml of waste and 1000 ml of sea water. After that, chemical parameters are analyzed in form of pH, COD and NH₃ and physical parameters such as odor, color, turbidity will be associated with contact time H1 (1 hour), H2 (12 hours) and H3 (24 hours). The results of the analysis then calculated the percentage reduction in waste content by comparing the value before treatment with the value after treatment to get the right composition of Eucheuma cottoni and the most effective in reducing the impact of liquid waste. That parameters, in all treatments, including control was changes. The percentage reduction in the value of each parameter, resulted in the third treatment with Eucheuma cottoni 300 gr which was the most effective in reducing the impact of laboratory wastewater with the respective parameters pH 6.67 COD 74.67 mg / L, NH₃ 0.731 mg / L, scale 1 color 40 PtCo and turbidity 37.6 NTU in accordance with Wastewater Quality standards Permen LH No. 5 of 2014.

Keywords: Bioadsorption, Effective, Eucheuma cottoni, Waste

I. PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan tempat kegiatan riset ilmiah, eksperimen, pengujian ataupun pelatihan ilmiah. Berdasarkan sistem manajemen laboratorium ISO 17025:2008 tentang laboratorium kalibrasi dan laboratorium pengujian. Berbagai kegiatan dapat dilakukan di laboratorium pengujian, mulai dari persiapan sampai dengan kegiatan pengujian. Alur kegiatan pengujian di laboratorium membutuhkan bahan-bahan kimia utama dan pendukung. Jenis bahan kimia utama yang umum digunakan antara lain bahan kimia bersifat asam, basa, serta bahan kimia organik dan anorganik (Raimon, 2011). Dari berbagai kegiatan tersebut akan menyisakan limbah cair laboratorium.

Limbah cair di Laboratorium Kualitas Air merupakan hasil kegiatan praktikum, penelitian maupun pengujian sampel dari perusahaan. Karena kegiatan praktikum dan pengujian berjalan secara berkelanjutan, sehingga pada beberapa wadah penampungan limbah akan terisi sampai penuh. Bila hal ini tidak segera diatasi, maka tentunya berpotensi menimbulkan masalah lingkungan.

Kami sangat berharap ada metode yang praktis, ekonomis serta berkelanjutan yang dapat diterapkan sehingga permasalahan limbah di laboratorium dapat teratasi dengan baik. Kami berharap ada komoditas lokal, khususnya tumbuhan yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak limbah cair laboratorium. Salah satu komoditas lokal perairan pantai yang banyak dikembangkan di Kota Tarakan adalah rumput laut.

Rumput laut memiliki kemampuan mengabsorpsi yang baik, selain itu harganya yang ekonomis karena ketersediaannya di alam yang melimpah (dapat diperbarui) menjadikannya pilihan utama sebagai adsorben (Schiewer and Volesky, 2000). Jenis rumput laut yang banyak di jumpai telah di budidayakan di Kalimantan Utara khususnya kota Tarakan adalah *Eucheuma cottoni*. (Radar Tarakan, 2020). Sehingga pentingnya penelitian efektifitas alga merah (*Eucheuma cottoni*) sebagai adsorben dalam mengurangi dampak limbah cair di laboratorium.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (Empat) bulan yaitu Juli sampai Oktober. Bertempat di Laboratorium Mini Hatchery dan pengujian di

Laboratorium Kualitas Air FPIK UBT.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu spektrofotometer Visible, timbangan analitik, erlenmeyer, labu ukur tiga buah, gelas ukur vol. 100 ml, COD Reaktor, pH meter, seperangkat alat titrasi, turbidimeter, color meter, beaker glass, pipet tetes, pipet volume, pipet ukur 5 ml, 10 ml. Bahan yang digunakan alga merah (*Eucheuma cottoni*), air laut, limbah cair, aquadest dan bahan-bahan kimia yang digunakan dalam analisis parameter uji COD dan NH₃.

2.3 Cara Kerja

2.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Rancangan penelitian dilakukan dengan prapenelitian dan pascapenelitian, dimana dilakukan pengujian pH, COD, NH₃, kekeruhan, bau serta warna air limbah laboratorium. Pada masing-masing bak perlakuan diisi limbah cair sebanyak 1000 ml di tambahkan air laut sebanyak 1000 ml kemudian dimasukkan alga merah (*Eucheuma cottoni*) yang berfungsi sebagai adsorben dengan variasi 100 gr (Perlakuan I), 200 gr (Perlakuan ke II) dan 300 gr (Perlakuan ke III). Kemudian limbah didiamkan di dalam bak adsorpsi sambil diaerasi. Semua parameter diuji dalam waktu 1 jam pertama (sampling dilakukan pada jam 19.00 WITA), 12 jam (sampling dilakukan pada jam 07.00 WITA) dan 24 jam (sampling dilakukan pada jam 19.00 WITA) serta mengamati perubahan fisik berupa warna, bau dan kekeruhan.

Analisis data dilakukan dengan metode deskriptif komperatif, dimana kualitas limbah cair laboratorium yang telah dilakukan pengolahan dibandingkan dengan kualitas limbah cair laboratorium sebelum dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai efektivitas alga merah dalam mengurangi dampak limbah cair. Data yang diperoleh dari laboratorium uji dituangkan dalam bentuk tabel. Pengolahan data selanjutnya menggunakan perhitungan efisiensi penurunan polutan, yaitu membandingkan hasil uji sebelum dan sesudah diolah dalam hal ini disebut Persentase penyisihan polutan dalam satuan unit persentase (%).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan alga merah (*Eucheuma cottoni*) dalam mengurangi dampak limbah cair laboratorium dapat diketahui dengan membandingkan nilai kadar awal limbah

sebelum perlakuan seperti pada tabel 1, menunjukkan nilai parameter kimia pH 5,94 , COD 1280 mg/L, NH₃ 2,841 mg/L dan nilai parameter fisika berupa bau pada skala 5,

kekeruhan 120,4 NTU, dan warna > 150 PtCo dengan nilai kadar limbah setelah perlakuan pada setiap parameter uji. Berikut persentase penurunan dari tiap parameter uji.

3.1 Persentase Penurunan Parameter Limbah Cair

Tabel 1. *Persentase Penurunan Parameter Kimia Limbah Cair.*

Perlakuan	Parameter	Satuan	Data Awal	Data Akhir	Persentase Perubahan (%)	Baku Mutu
Kontrol	pH	-	5,94	6,61	11,28	6,0 – 9,0
I				7,15	22,67	
II				6,71	19,58	
III				6,67	11,73	
Kontrol	COD	mg/L	1280	800	37,5	100
I				160	87,5	
II				128	90	
III				74,67	94,17	
Kontrol	NH ₃	mg/L	2,841	2,036	46,533	5
I				1,076	58,336	
II				0,743	73,882	
III				0,731	73,894	

Baku Mutu Air Limbah Permen LH No. 5 Tahun 2014

Dari tabel 1 terlihat bahwa semua parameter kimia memberikan hasil nilai positif pada persentase perubahan hal ini terjadi pada parameter tingkat keasaman atau pH yaitu kontrol 11,28%, Perlakuan I sebesar 22,67%, Perlakuan ke II sebesar 19,58% dan Perlakuan ke III sebesar 11,73%. Untuk parameter COD secara berturut turut untuk kontrol nilainya 37,5 %, Perlakuan I nilainya 87,5%, Perlakuan ke II nilainya 90 % dan Perlakuan ke III nilainya sebesar 94,17 %.. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan persentase penurunan kadar COD yang cukup ekstrim. Demikian juga untuk parameter NH₃ menunjukkan hasil persentase penurunan nilai yaitu secara berturut turut kontrol nilainya 46,533%, Perlakuan I nilainya 58,336%, Perlakuan ke II nilainya 73,882 % serta Perlakuan ke III nilainya sebesar 73,894%. Dari hasil penelitian pada masing-masing perlakuan disetiap waktu kontak mengalami perubahan pH. Meskipun terjadi perubahan nilai pH tetapi nilai yang didapatkan masih sesuai dengan standar baku mutu air limbah yang di tetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, pH yang diijinkan dibuang ke lingkungan sebesar 6 sampai dengan 9. Perubahan nilai pH pada ketiga perlakuan di setiap waktu kontak disebabkan oleh adanya proses adsorbsi dari alga, adanya air laut dan proses aerasi yang terjadi selama waktu kontak.

Salah satu cara untuk mengetahui seberapa jauh beban cemaran pada air limbah adalah dengan mengukur COD (chemical oxygen demand). Semakin tinggi nilai COD, berarti semakin tinggi pula beban cemaran yang ada pada limbah cair tersebut (Masturi 1997, diacu dalam Fatha 2007) di dalam Wa Atima 2015. COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Boyd, 1990; Metcalf & Eddy, 1991) di dalam Wa Atima 2015 sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi.

Dari persentase penurunan NH₃ terlihat bahwa penurunan NH₃ sebanding dengan besarnya bobot massa alga yang ada pada masing-masing perlakuan. Semakin besar bobot massa alga maka semakin tinggi juga angka penurunan amonia. Walaupun demikian dari ketiga perlakuan tersebut sudah berhasil menunjukan adanya penurunan kadar NH₃. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nur Saidah (2015) yang menunjukan adanya penurunan kadar NH₃ yang terkandung pada pertumbuhan alga, dimana laju pertumbuhan

alga sejalan dengan preferensi amoniak., karena kadar telah diserap oleh alga sebagai

unsure nutrient sehingga secara perlahan kadar NH₃ akan menurun.

Tabel 2. *Persentase Penurunan Parameter Fisika Limbah Cair*

Perlakuan	Parameter	Satuan	Data Awal	Data Akhir	Persentase Perubahan (%)	Baku Mutu
Kontrol				5	-	
I	Bau	-	5	1,89	62,2%	-
II				1,44	71,2%	
III				1	80%	
Kontrol				45	70%	
I	Warna	PtCo	>150	5	96%	-
II				30	80%	
III				40	73%	
Kontrol				87	27,7%	
I	Kekeruhan	NTU	120,4	33,4	72,3%	-
II				34,7	71,2%	
III				37,6	68,8%	

Pada tabel 2 persentase penurunan parameter fisika limbah cair dengan pennggunaan alga merah (*Eucheuma cottoni*) sebagai bioadsorben, terlihat dari sejumlah pengukuran parameter fisika seperti Bau, Warna dan Kekeruhan memperlihatkan penurunan nilai. Dalam penelitian ini air laut kemungkinan dapat menjadi variable yang berpengaruh terhadap hasil akhir penelitian, namun demikian belum menjadi fokus utama yang di analisis.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan alga merah (*Eucheuma cottoni*) dapat mengurangi bau limbah dari sangat menyengat, berkurang baunya hingga menghilangkan bau limbah . Hal tersebut dikarenakan adanya proses penyerapan oleh alga pada saat kontak dengan limbah. Penyerapan unsur logam berat beserta bau yang ditimbulkan oleh alga melalui dua cara. Pertama passif uptake, dan yang kedua aktif uptake. Dimana kedua proses ini dapat terjadi pada sel alga yang masih hidup (Anastasia, 2019). Selain itu berkurangnya kadar bau juga karena adanya proses aerasi.

Pada parameter warna, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar warna berubah dari hitam kecoklatan menjadi bening kemudian berubah menjadi pink kemerahan merahan setelah melewati waktu kontak 12 jam. Semakin besar jumlah alga yang ditambahkan maka nilai kadar warna pink kemerahan lebih tinggi, ini terlihat pada perlakuan ke III dengan nilai 96 sebanding dengan bobot massa alga merah yg ditambahkan 300 gr kadar warnanya lebih tinggi dibandingkan perlakuan

I dengan nilai 73 PtCo serta perlakuan ke II dengan nilai 80 PtCo. Hal tersebut disebabkan karena alga merah yang memiliki pigmen warna yaitu *fikobilin* (Pagulendren et al,2012) di dalam Kamila (2013) yang terdiri dari *fikoeritrin*, *fikosianin*, dan *allofikosianin*. Dan yang paling dominan pada alga merah yaitu *fikoeritrin*, sehingga ketika alga merah tersebut berinteraksi dengan air limbah, air laut serta intensitas cahaya yang cukup maka pigmen warna merah (*fikoeritrin*) akan terlepas dari alga.

Untuk parameter kekeruhan, persentasi penurunan nilai kekeruhan air limbah yang terbesar terlihat pada perlakuan 1 yaitu 72,3% tetapi pada perlakuan 2 dengan nilai 71,2% dan perlakuan ke III dengan nilai 68,8% juga menunjukkan persentasi penurunan yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan alga merah (*Eucheuma cottoni*) di ketiga perlakuan mampu menyerap partikel koloid air limbah. Penurunan kekeruhan pada penambahan alga merupakan salah satu bukti penyerapan partikel koloid yang terdapat pada air limbah, karena kekeruhan air limbah disebabkan oleh dispersi zat-zat padat dan koloid yang terkandung dalam air limbah (Razif,1997) di dalam Moh. Rosidi 2017.

Dari uraian di atas, terlihat bahwa perbaikan parameter kimia dan fisika limbah cair tidak terjadi secara optimal, bila limbah di dalam wadah tidak diberikan *Eucheuma cottoni*. Hasil yang sangat berbeda ditunjukkan pada wadah yang diberikan *Eucheuma cottoni*, dimana terjadi penurunan parameter limbah bahkan terjadi perbaikan yang lebih mencolok

seiring dengan penambahan biomassa *Eucheuma cottoni*. Terjadinya penurunan kadar bahan pencemaran lingkungan yang terkandung di dalam limbah cair laboratorium karena adanya reaksi dari penyerapan unsur logam oleh dinding sel. Penyerapan unsur logam ke dalam dinding sel terjadi dengan dua cara, yaitu penyerapan secara aktif bila sel thallus masih hidup dan penyerapan secara pasif terjadi bila sel thalus sudah mati, (Masturi 1997, diacu dalam Fatha 2007) di dalam Wa atima (2015). kemampuan adsorpsi dinding sel *Eucheuma cottoni* yang terdiri atas polisakarida kompleks dapat berikatan dengan bahan logam berat dalam bentuk perikatan kimia, berupa ikatan kovalen atau ion antara unsur NH_3 dengan polisakarida pada permukaan luar dinding sel *Eucheuma cottoni*. Pemanfaatan *Eucheuma cottoni* dalam keadaan segar dan ditambahkan dengan air laut, memungkinkan bakteri simbiosis masih tetap eksis dan tetap bekerja secara mutualisme dengan *Eucheuma cottoni*. Amastrong et al (2000) di dalam Rahmayanti (2019) bahwa bakteri laut bersimbiosis dengan Makroorganisme seperti rumput laut dan invertebrata, bahkan mampu menghasilkan antibiotik untuk mempertahankan diri dari pengaruh lingkungan yang buruk. Terjadinya degradasi bahan limbah cair oleh bakteri simbiosis *Eucheuma cottoni*, baik melalui reaksi kimia dinding sel atau karena melalui metabolisme sel bakteri terhadap bahan kimia yang diserap. Bakteri berada pada rumput laut dan bersimbiosis, dikarenakan pada dinding sel rumput laut terdapat nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan biakan bakteri berupa bahan organik fosfor, sulfur, karbon, nitrogen dan unsur-unsur lainnya (Gerard et al., 1990; Egan et al., 2013). di dalam Rahmayanti, 2019. Sedangkan, rumput laut memperoleh mineral dari hasil degradasi bahan organik dari bakteri simbiosis seperti nitrat (NO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), orthophosphat (PO_4^{3-}) dan mineral lainnya untuk perkembangan morfologi dan pertumbuhan inang makroalga yang dapat berfungsi sebagai zat pemacu pertumbuhan rumput laut (Singh and Reddy., 2014). di dalam Rahmayanti, 2019.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa alga merah (*Eucheuma cottoni*) mampu mengadsorpsi limbah cair laboratorium, perlakuan ke III yang ditambahkan dengan alga merah (*Eucheuma cottoni*) sebanyak 300

gr paling efektif dalam mengurangi dampak limbah cair laboratorium. terlihat bahwa persentase penurunan sangat tinggi yaitu pH 11,73%, COD 94,17%, NH_3 73,894%, Bau 89%, warna 73% serta kekeruhan 68,8% sehingga sesuai baku mutu air limbah yang ditetapkan untuk dapat dibuang ke lingkungan, yaitu pH dari 5,94 menjadi 6,67, sesuai baku mutu 6,0 sampai 9,0, COD dari 1280 mg/L menjadi 74,67 mg/L, baku mutu 100 mg/L, dan NH_3 dari 2,841 mg/L menjadi 0,371 mg/L baku mutu nilai 5 (Permen LH No. 5 Tahun 2014).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Alga Merah (*Eucheuma cottoni*) dengan komposisi alga 300 gram ditambah limbah cair 1000 ml ditambah Air Laut 1000 ml memiliki daya adsorpsi yang bagus dan efektif serta mampu menurunkan kadar limbah cair laboratorium kualitas air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UBT dengan parameter Fisik berupa Bau, Warna dan Kekeruhan serta parameter Kimia berupa pH, COD dan NH_3 sehingga nilainya sesuai baku mutu lingkungan

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan apakah ada pengaruh penambahan air laut dalam proses adsorpsi oleh alga merah serta melakukan penelitian perbandingan efektivitas alga (menggunakan alga yang berbeda species) sebagai bioadsorben dalam mengurangi dampak limbah cair di laboratorium.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terimakasih kepada Bapak Direktur Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia dan Bapak Koordinator Kompetensi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abfa, Iqna Kamila, Budhi Prasetyo dan A.B. Susanto. 2013. Karakteristik Fikoeritrin Sebagai Pigmen Asesoris Pada Rumput Laut Merah, Serta Manfaatnya, Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP

- UNS 2013 . diakses dari <https://www.neliti.com/id/publications/173709/karakteristik-fikoeritrin-sebagai-pigmen-asesoris-pada-rumput-laut-merah>.
- Kristijarti, Anastasia Prima, Arry Miryanti, Kevin Cleary Wanta, dan Catherine. 2019. “ Proses Pengolahan Limbah Logam Dengan Metode Biosorpsi Alga Hijau”, LPPM Universitas Katolik Parahyangan, Vol III/LPPM/2019, di akses dari http://repository.unpar.ac.id/bitstream/handle/123456789_Anastasia_Prima_Proses_Pengolahan_Limbah-pdf.
- Nur Saidah, 2015,, Analisis kestabilan pada model interaksi pertumbuhan alga dan perubahan kadar amoniak , nitrit dan nitrat, Fakultas MIPA Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Di akses dari (<https://core.ac.uk/download/pdf/83645055.pdf>).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah
- Radar Tarakan, 2020, Budidaya laut ganggu jalur pelayaran, di akses <https://kaltara.prokal.co/rubrik/idex/10-tarakan.html>.
- Rahmayanti ·S, 2019 · Kepadatan Bakteri Symbion Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) yang Berasal dari Perairan Puntondo, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan., Journal unhas, Universitas Hasanuddin, Makassar, ISBN 978-602-71759-6-9 (journal.unhas.ac.id › proceedingsimmnaskp › article › view).
- Raimon, 2011, Pengolahan Air Limbah Laboratorium Terpadu Balai Riset Dan Standardisasi Industri Palembang raimon_pdg@yahoo.co.id Palembang.
- Rosidi, M. 2017, Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Industri Kertas Halus, Journal Teknik ITS, Publikasi online ITS, ISSN 2337- 3539 (10.12962/j23373539 ejurnal.its.ac.id › Home › Vol 6, No 1 (2017).
- Schiewer dan Volesky., 2000, Biosorption process for heavy metal removal. In: Lovley, D.R. (Ed.), Environmental Microbe-Metal Interactions., ASM Press, Washington, DC, pp. 329-362.
- Wa Atima, Jurnal Biology Science & Education (Vol 4 No 1 Edisi Jan-Jun 2015) Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Prodi. Pend. Biologi Fakultas, Iain Ambon, Ambon.

Pengelolaan Laboratorium Pertunjukan Dalam Ujian Tugas Akhir Pementasan Karya Tari

Suroto^{*1}, Supriadi^{*2}, M. Nurhadi^{*1}

Fakultas Seni Pertunjukan ISI Surakarta

surotopincuk@gmail.com^{*1} sindujupri@gmail.com^{*2} nurhadinurhadi765@gmail.com^{*3}

Abstrak

Penelitian berjudul Pengelolaan Laboratorium Pertunjukan dalam Ujian Tugas Akhir Pementasan Karya Tari mengambil obyek pementasan karya-karya tari dari mahasiswa yang mengambil Tugas Akhir penciptaan tari. Tujuan penelitian ini untuk menjelaskan peran dan proses manajemen panggung dalam pelaksanaan pertunjukan tari pada Ujian Tugas Akhir prodi S-1 Tari. Untuk mencapai tujuan tersebut peneliti perlu menerapkan prinsip manajemen seni pertunjukan antara lain perancangan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengawasan. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah deskripsi tata kelola pertunjukan berjalan lancar, efektif, dan tepat waktu. Pencipta tari, penari, pendukung artistic (tata rias dan busana, set/property, lighting), music (sound system) mampu bekerjasama sesuai dengan rancangan artistic masing-masing sehingga mampu diapresiasi dengan baik oleh tim penguji dan penonton.

Kata kunci: Tata kelola, laboratorium, pertunjukan, manajemen, tari.

Abstract

The research entitled Performance Laboratory Management in the Final Project Performance of Dance Works takes the object of staging dance works from students who take dance creation final projects. The purpose of this research is to explain the role and process of stage management in the implementation of dance performances in the Final Project Examination for S-1 Dance. To achieve this goal, researchers need to apply the principles of performing arts management, including design, organization, leadership, and supervision. The results achieved in this study are a description of performance governance that runs smoothly, effectively, and on time. Dance creators, dancers, artistic supporters (make-up and clothing, set/property, lighting), music (sound system) are able to work together in accordance with their respective artistic designs so that they can be well appreciated by the test team and the audience.

Keywords: governance, laboratory, performance, management, dance.

PENDAHULUAN

Tugas Akhir merupakan karya puncak dan monumental bagi mahasiswa sebagai tolok ukur keberhasilan dalam menyelesaikan studinya. Tugas Akhir bagi mahasiswa S-1 Prodi Tari merupakan penelitian karya ilmiah dalam bentuk pilihan kompetensi penulisan skripsi, kepenarian, atau penciptaan karya seni (tari). Penelitian ini akan memfokuskan pada kegiatan manajemen (pengelolaan) pementasan untuk mahasiswa yang mengambil tugas akhir pilihan kompetensi kepenarian dan penciptaan karya tari (koreografi).

Penilaian kompetensi penciptaan karya tari yang utama koreografi sedangkan untuk

kompetensi kepenarian adalah penyajian karya tari yang sudah ada. Penilaian kedua kompetensi tersebut juga didukung oleh unsur seni pertunjukan, antara lain; rias, busana, tata panggung, perangkat gamelan/musik, *lighting*, dan *property* yang digunakan (Tim Penyusun, Panduan Tugas Akhir Fakultas Seni Pertunjukan, Surakarta : ISI Press, edisi IV tahun 2019, hal: 39-40).

Subyek penelitian adalah mahasiswa yang maju ujian tugas akhir pada tanggal 5 Nopember 2020. Tempat presentasi karya (pementasan) adalah di Laboratorium Fakultas Seni Pertunjukan (FSP) Teater Kecil.

Pengelolaan laboratorium pertunjukan untuk Tugas Akhir bagi mahasiswa Program Studi S-1 Tari ini menggunakan pendekatan manajemen atau tata kelola pertunjukan yang mempertimbangkan aspek manajemen produksi, manajemen panggung, dan prinsip penciptaan seni.

Manajemen dalam seni pertunjukan sangat penting mengingat bahwa para pegiat seni pertunjukan dalam sebuah produksi seni yang dikedepankan biasanya nilai-nilai artistik. Sehingga produk seni pertunjukan memerlukan jembatan untuk dapat berhubungan dengan penonton maupun penikmat seni. Dan jembatan tersebut adalah manajemen panggung.

Manajemen dalam pertunjukan bertujuan agar orang atau kelompok bekerja secara efisien untuk mencapai hasil yang diharapkan, tercapai ketenangan, kelancaran, dan keberlangsungan pertunjukan (Hasibuan, 2007). Pengelolaan ini untuk mencapai sasaran tertentu (Soedarso SP, 2006) tetapi juga mempertimbangkan prinsip penciptaan seni yang mengutamakan aspek estetikanya.

Penelitian ini mendeskripsikan tentang peran manajemen seni pertunjukan dan proses pengelolaan laboratorium seni pertunjukan dalam pelaksanaan manajemen panggung untuk Ujian Tugas akhir pertunjukan tari.

METODE PENELITIAN

Subyek penelitian adalah mahasiswa yang ujian tugas akhir pertunjukan tari pada tanggal 5 Nopember 2020 bertempat di Laboratorium Pertunjukan Teater Kecil Fakultas Seni Pertunjukan ISI Surakarta. Penelitian ini menggunakan data kualitatif yang menghasilkan data-data deskriptif. Model penelitian ini adalah deskriptif dengan studi kasus tata kelola pertunjukan tari dalam Ujian Tugas Akhir mahasiswa Program Studi S-1 Tari ISI Surakarta di Laboratorium Fakultas Seni Pertunjukan Teater Kecil ISI Surakarta.

Secara spesifik penelitian ini akan mendeskripsikan tata kelola pertunjukan tari di laboratorium seni pertunjukan yang mengedepankan sudut pandang dari manajemen. Definisi manajemen menurut James AF Stoner meliputi; perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian (Dadang Suganda, 2002: 20-21).

Selain itu, pengalaman empiris peneliti sebagai stage manager pada beberapa kegiatan pertunjukan seni memberikan kontribusi dalam menjelaskan hal-hal yang bersifat teknis

maupun non teknis secara detail. Menurut peneliti, bahwa pergelaran atau pertunjukan seni tidak hanya berbicara tentang manajemen saja tetapi juga tentang pendukung karya, pencipta karya, dan nilai estetik karya itu sendiri serta penonton.

Untuk memperlancar penelitian ini perlu dilakukan langkah-langkah penelitian pengumpulan dan analisis informasi. Data dan informasi didapatkan dari sumber-sumber pustaka. Sumber pustaka atau manuskrip yang berhubungan dengan ilmu manajemen, terutama manajemen seni pertunjukan. Kemudian buku-buku yang berhubungan dengan penciptaan karya (tari), misalnya tentang koreografi, skenografi, tata panggung (artistik), proses produksi teater, proses produksi TV dan Film.

Data serta informasi yang didapat penulis kemudian di kelompokkan berdasar kategori masing-masing kemudian dilakukan proses analisis. Proses analisis ini di antaranya adalah penyesuaian data dengan konten tema penelitian. Data awal dan memerlukan penafsiran ulang. Penafsiran ulang ini berguna untuk penyesuaian-penyesuaian berkaitan dengan konten, baik itu secara teknis maupun pemaknaan.

Proses untuk menentukan kesimpulan menunggu sampai proses pengumpulan data, penafsiran, proses penulisan selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Manajemen Pertunjukan

Manajemen adalah satu bentuk kerja. Manajer dalam melakukan pekerjaannya, harus melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu, yang dinamakan fungsi-fungsi manajemen. Menurut Terry dan Rue (M. Takari, 2008) ada lima fungsi utama manajemen, yaitu Perencanaan, Pengorganisasian, penentuan sumber daya, memotivasi, pengawasan (Muhammad Takari, 2008: 44-45).

Fungsi manajemen menurut Dadang Suganda (2008) hampir senada yang diungkapkan di atas, hanya membaginya menjadi empat, yaitu perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, pengawasan.

a. *Planning* atau perencanaan, yaitu menentukan tujuan yang hendak dicapai dan membuat rencana kegiatan untuk mencapai tujuan.

Perencanaan merupakan fungsi utama dari manajer. Pelaksanaan kegiatan tergantung kepada perencanaan.

Jenis-jenis perencanaan di antaranya ialah: perencanaan fisik, perencanaan fungsional, dan perencanaan komprehensif. Perencanaan fisik meliputi perencanaan yang sifatnya fisik, seperti gambar atau layout panggung pertunjukan (lihat gambar 1). Perencanaan fungsional berkaitan dengan perencanaan yang sifatnya fungsional, seperti perencanaan produksi, perencanaan keuangan, perencanaan penjualan, perencanaan advertensi, dan lainnya.

Perencanaan komprehensif merupakan gabungan antara perencanaan fisik dan perencanaan fungsional. Dalam perencanaan harus memasukkan anggaran (budget) yang disesuaikan dengan kemampuan finansial.

- b. *Organizing* atau pengorganisasian, adalah mengelompokkan dan menentukan berbagai kegiatan.

Proses pengelompokkan kegiatan ini untuk mencapai tujuan dan penugasan setiap kelompok kepada seorang manajer. Dalam pengorganisasian ini ada lima aspek yang penting yaitu: (1) tujuan yang akan dicapai, (2) penetapan dan pengelompokkan pekerjaan, (3) wewenang dan tanggung jawab, (4) hubungan satu sama lainnya, dan (5) penetapan orang-orang yang akan melakukan tugasnya.

- c. *Leadership* atau kepemimpinan mencakup dua hal yaitu *staffing* atau penentuan sumber daya manusia yaitu menentukan keperluan-keperluan sumber daya manusia, pengerahan, penyaringan, latihan, dan pengembangan tenaga kerja dan *motivating*, yaitu mengarahkan atau menyalurkan perilaku manusia ke arah tujuan-tujuan yang hendak dicapai.

Penentuan sumber daya adalah pentingnya menempatkan orang yang tepat yang sesuai dengan bidang pekerjaan. Kualitas pekerja ini yang menjadi salah satu penentu keberhasilan organisasi.

Seorang pemimpin dituntut dapat mengarahkan anak buahnya untuk melakukan tugas-tugasnya dengan baik. Artinya pemimpin akan menggerakkan, membangkitkan, dan mendorong semua anggota kelompok agar berusaha dengan

segenap kemampuannya untuk mencapai tujuan yang telah direncanakan.

Aspek yang penting dalam pengerakan manajemen adalah supervise. Kegiatan ini dilakukan saat pekerjaan sedang berlangsung oleh manajer. Aspek disiplin sangat penting dalam rangka pengerakan ini. Disiplin adalah suatu keadaan tertib, di mana orang-orang yang tergabung dalam sebuah organisasi tunduk pada peraturan yang ada dan telah disepakati, dengan rasa senang hati. Disiplin ini dipicu oleh dua faktor, yaitu disiplin yang timbul dari dalam dirinya sendiri dan disiplin karena perintah dari luar dirinya. Mengingat pengerakan dalam sistem manajemen tergantung seluruhnya pada manajer yang rasional dan kapabel.

- d. *Controlling*, atau pengawasan, yaitu kegiatan dalam bentuk mengukur pelaksanaan sesuai dengan tujuan-tujuan, menentukan sebab-sebab penyimpangan-penyimpangan dan mengambil tindakan-tindakan korektif yang diperlukan.

Pengawasan adalah kegiatan mengecek atau mengatur seperti pembayaran, menyesuaikan dengan batas-batas seperti kecepatan, serta menguji atau memeriksa dengan bukti atau pengalaman yang sama atau sebaliknya. Pengawasan ini juga berarti wewenang untuk membimbing atau memerintah yang di dalamnya tercakup makna pembimbingan, penertiban, pengaturan, pemeriksaan, dan pengendalian.

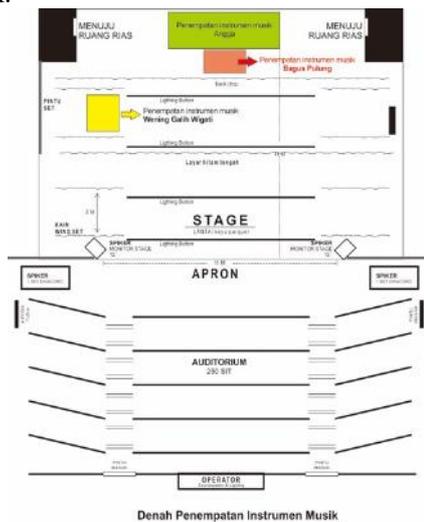
Agar pengawasan lebih efektif, maka harus ditetapkan prinsip-prinsip pengawasan, yang terdiri dari: (1) prinsip tercapainya tujuan, (2) prinsip efisiensi pengawasan, (3) prinsip tanggung jawab pengawasan, (4) prinsip pengawasan terhadap kegiatan yang berlangsung, (5) prinsip pengawasan langsung; (6) prinsip refleksi pelaksanaan, (7) prinsip penyesuaian dengan organisasi, (8) prinsip kemandirian pengawas, (9) prinsip standar, (10) prinsip pengawasan terhadap faktor strategis, (11) factor pengecualian, (12) prinsip daya susuai pengawasan, (13) prinsip peninjauan kembali, (14) prinsip tindakan.

Proses Manajemen Panggung dalam pertunjukan Tugas Akhir S-1 Pementasan KaryaTari.

Seorang *stage manager* secara teknis dalam proses kegiatan pementasan tugas akhir pertunjukan tari ini melaksanakan prinsip-prinsip manajemen dalam pementasan yang dapat diuraikan sebagai berikut.

a. Perancangan

Stage Manager membuat denah pertunjukan yang akan digunakan untuk pertunjukan karya-karya tari. Denah ini diberikan kepada semua penyaji agar dapat dipergunakan untuk merancang blocking penari, blocking instrument music, setting/property, dan lain-lain.



Gambar 1: Penempatan instrument music untuk ketiga penyaji

Daftar instrument music masing-masing penyaji.

1) Galuh Angga Pamutra menyajikan karya tari “Megatruh”. Instrument musiknya Gamelan Slendro terdiri dari:

- a) Bonang Barung
- b) Bonang Penerus
- c) Gender
- d) Slenthem
- e) Saron
- f) Demung
- g) Peking
- h) Kenong
- i) Gong dan Kempul
- j) Rebab
- k) Vokal

2) Wening Galih Wigati, judul karya tari “Sabet”. Instrument music adalah:

- a) Bonang Barung Pelog
- b) Kendang Surabayan
- c) Bedug (dol)
- d) Terbang

- e) Kenthongan
- f) Gong dan Kempul
- g) Terompet Madura
- h) Vokal

3) Bagus Pulung, judul karya tari “Kedanan Ndadi”. Instrument music adalah:

- a) Bonang Barung pelog-slendro
- b) Bonang Penerus pelog-slendro
- c) Kethuk
- d) Bendhe
- e) Kendang Sabet
- f) Kendang Gede
- g) Perkusi
- h) Senar Drum
- i) Tambur
- j) Gong-kempul Pelog slendro
- k) Gong Beri
- l) Terompet
- m) vokal

Stage *Manager* juga merencanakan kegiatan persiapan, gladi bersih, dan ujian pementasan dalam rundown yang dibagikan ke semua penyaji baik rundown set-up, gladi bersih dan pementasan.

b. Pengorganisasian

Proses ini dimulai sejak ditetapkannya nama-nama mahasiswa yang akan maju ujian tugas akhir penciptaan tari dan kepenarian oleh Prodi Tari. Kemudian Prodi Tari berkirim surat ke Fakultas Seni Pertunjukan untuk penyelenggaraan ujian tugas akhir dan permohonan untuk menggunakan laboratorium sebagai tempat penyelenggaraan pementasan. Perwakilan mahasiswa penyaji berkoordinasi dengan Kepala Laboratorium Fakultas Seni Pertunjukan terkait penggunaan gedung dan jadwal pementasan dan menunjuk *stage manager* yang akan melaksanakan pertunjukan ini. *Stage manager* kemudian membentuk tim dan langsung melakukan pekerjaannya. Tim yang dibentuk oleh *stage manager* melibatkan penata artistic dari ketiga penyaji, tim teknis laboratorium, dan kru yang bertugas membantu *stage manager* (gambar: 2).



Gambar 2 : Koordinasi stage manager dengan tim penyaji (foto: Fery).

c. Kepemimpinan

Stage *manager* memimpin seluruh aktivitas teknis mulai dari persiapan, penataan (setting, lighting, soundsystem), mengatur penonton, pelaksanaan pertunjukan hingga akhir pertunjukan. Kedisiplinan *stage manager* akan berpengaruh pada kinerja tim teknis dan penyaji karya. Sehingga rundown yang telah dibuat dan disepakati bersama menjadi panduan untuk melaksanakan tugas sesuai bidang masing-masing (Gambar 3 dan 4).



Gambar 3: Proses penataan microphone untuk instrument music (Foto: Fery).



Gambar 4 : Penataan dan focusing lighting (Foto: Fery).

d. Pengawasan

Pengawasan dalam sistem manajemen untuk pertunjukan tugas akhir ini adalah mengetahui jalannya pekerjaan apakah lancar atau tidak, kemudian memperbaiki kesalahan-kesalahan dan mengusahakan pencegahan agar tidak terulang kembali, secara teknis tidak mengganggu konten pertunjukan (Gambar: 5).



Gambar 5: Stage manager selalu hadir dan melakukan control setiap kali proses latihan agar mengurangi resiko kesalahan teknis (Foto: Fery)



Gambar 6: Stage manager selalu hadir hingga sampai akhir pertunjukan (Foto: Fery)

KESIMPULAN

Prinsip-prinsip manajemen mulai dari perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengawasan yang di jalankan oleh stage manager telah memberikan bukti bahwa pertunjukan yang dikelolanya dapat berjalan dengan lancar dan sukses tanpa mengurangi nilai artistic bagi penyaji.

Pergelaran karya tari yang ditampilkan dalam ujian tugas akhir mahasiswa Program Studi S-1 Tari Jurusan Tari Fakultas Seni Pertunjukan ISI Surakarta tidak dapat dilepaskan begitu saja terhadap persoalan manajemen panggung. Justru dengan adanya

manajemen panggung turut membantu proses pertunjukan menjadi lancar dan sukses.

Peran manajemen panggung yang diemban oleh stage manager yang diterapkan dalam proses yang baik dan benar turut membantu kelancaran pertunjukan. Peran inilah yang saat ini diemban oleh laboratorium pertunjukan Fakultas Seni Pertunjukan ISI Surakarta, tidak hanya melayani secara teknis tentang peralatan dan bahan untuk mendukung mahasiswa, dosen, dan civitas mahasiswa dalam ranah pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat tetapi juga dalam pengelolaan pertunjukan dari awal hingga selesai.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia melalui Direktorat Sumber Daya yang telah memfasilitasi serta memberikan kesempatan untuk turut serta dalam hibah penelitian Pengembangan Profesi tahun 2020.

Ucapan Terima Kasih juga disampaikan kepada reviewer yang telah membimbing dan

memberikan evaluasi terhadap naskah yang disajikan. Dan tentu, kepada seluruh panitia dan staf Direktorat Sumber Daya diucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Dadang Suganda, 2002. *Manajemen Seni Pertunjukan*. Bandung: STSI Press Bandung.
- Hasibuan, Malayu S.P. 2007. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Muhammad Takari, 2008, *Manajemen Seni*. Medan: Studio Kultura Fakultas Sastra Universitas Sumatera Utara.
- Padmodarmaya, Pramana, 1988. *Tata dan Teknik Pentas*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Soedarso SP. 2006. *Trilogi Seni, Penciptaan Eksistensi dan Kegunaan Seni*. Yogyakarta: Badan Penerbit ISI Yogyakarta.
- Tim Penyusun. 2019. *Panduan Tugas Akhir Fakultas Seni Pertunjukan*. Surakarta: ISI Press, edisi IV tahun 2019.

Disain dan Perancangan Alat Peraga Praktikum Berbasis Microcontroller dan Sensor Kits di Laboratorium Teknologi Informasi POLNES

Susanna^{*1}, Sugeng Wahyu Edi^{*2}, Supianur^{*3}

¹Jurusan Teknik Informatika, ^{2,3}Jurusan Teknik Listrik
Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

E-mail : ^{*1}susanna@polnes.ac.id , ^{*2}sugeng@polnes.ac.id , ^{*3}spn_nr@polnes.ac.id

Abstrak

Jurusan Teknologi informasi Politeknik Negeri Samarinda mempunyai 4 laboratorium untuk praktikum rekayasa. Praktikum ini menunjang teori dari mata kuliah yang diberikan oleh dosen pengampu mata kuliah. Mata kuliah praktikum berbasis microcontroller biasanya berupa modul-modul yang belum tersusun rapi sehingga pada penelitian mencoba untuk mendisain dan merancang microcontroller Arduino sebagai alat peraga praktikum. Penelitian ini menggunakan microcontroller Arduino UNO, menggunakan sensor sebagai input maupun output. Dimana tujuan bahwa mahasiswa pengguna dapat lebih mudah dalam memahami praktikum dan penelitian yang menggunakan alat peraga ini. Dari hasil penelitian berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sensor-sensor bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk keperluan praktikum dan penelitian baik mahasiswa maupun dosen.

Kata kunci : Alat peraga, praktikum, Arduino, LCD, Sensor kits.

Abstract

Department of Information Technology, Samarinda State Polytechnic has 4 laboratories for engineering practicum. This practicum supports the theory of the courses given by the lecturers who teach the courses. Microcontroller-based practicum courses are usually in the form of modules that have not been neatly arranged so that the research tries to design and design an Arduino microcontroller as a practicum props. This study uses an Arduino UNO microcontroller, using sensors as input and output. Where is the goal that student users can more easily understand practicum and research using this teaching aid. From the research results, based on the test results, it was found that the sensors worked well and could be used for practicum and research purposes for both students and lecturers.

Keywords : Teaching aids,practicum, Arduino, LCD, Sensor kits.

I. PENDAHULUAN

Dalam Perkembangannya teknologi terus berinovasi. Perkembangan peralatan dan bahan praktikum untuk bidang rekayasa semakin membuat praktikan khususnya mahasiswa , dosen dan juga laboran dipacu untuk memanfaatkan teknologi yang sudah ada. Peralatan dan bahan-bahan praktikum khususnya untuk kegiatan praktikum mahasiswa untuk bidang rekayasa juga semakin beragam dan aplikatif. Selain itu,

mahasiswa D3 maupun D4 pada jurusan Teknologi Infomasi (TI) disiapkan untuk menjadi mahasiswa yang terampil dan kompetitif sesuai dengan program studi yang mereka ambil. Teknologi yang sudah ada seperti microcontronroller tentunya juga semakin pesat sehingga Dosen dan Mahasiswa sebagai pengguna laboratorium juga dapat menuangkan ide kreatif dalam melakukan praktikum serta penelitian yang berkaitan dengan praktikum dan penelitian yang berbasiskan microcontroller dan sensor – sensor yang berkesesuaian.

Dari beberapa penelitian dalam merancang alat peraga misalnya seperti alat kendali pemanas dengan PID (*proporsional Integral Derivativ*), dengan pengendalian berdasarkan pada *overstate dan steady state* (Supriyo et al., 2017). Selain itu pada penelitian (Pratiwi & Pd, n.d.), menggunakan Matlab dan sensor suhu LM 35 sebagai alat bantu peraga praktikum fisika dasar untuk kemudahan dalam melakukan praktikum dengan berdasarkan pada kemudahan, kejelasan, kesesuaian dan tampilan pada alat peraga. Alat peraga yang aplikatif dan mudah menimbulkan ide kreatif para praktikan dan peneliti.

Sebagai sekolah vokasi yang merupakan sekolah dengan kemampuan keahlian 60% praktikum dan 40 % teori, adalah tidak berlebihan jika sarana pendukung dalam menunjang praktikum harus lebih baik dan lebih memudahkan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan praktikum. Sehingga penelitian ini diambil dengan tujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan praktikum dengan membuat alat peraga praktikum khususnya berbasis microcontroller dan sensor yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya dan murah dalam pembuatannya.

Pada penelitian ini pendahuluan berisi tentang tujuan dan referensi dibuatnya penelitian ini. Pada bab II berisi tentang tinjauan pustaka yang digunakan sebagai literasi dan data – data penunjang yang digunakan pada penelitian. Metode penelitian terdapat pada bab III isinya adalah mengenai bagaimana penelitian ini berjalan serta metode apa yang digunakan dalam penelitian. Pada bab IV berisi tentang pembahasan hasil yang sudah didapat dari hasil penelitian serta apa saja yang akan dibahas.. Dan pada bab V adalah penutup berisi saran dan kesimpulan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Komponen elektronika berkembang dengan pesat sehingga banyak pengguna khususnya di bidang pendidikan, industri serta hobbies semakin dimanjakan dengan perkembangan tersebut. Akan halnya dibidang pendidikan seperti dibidang *engineering* dan *science* komponen elektronika semakin dipermudah lagi dengan dibuatnya modul-modul yang aplikatif dan dilengkapi dengan cara penggunaannya.

Dalam perkembangan tersebut maka disain dan perancangan alat bantu untuk praktikum dan Penelitian sangatlah diperlukan. Pada penelitian pembuatan alat peraga praktikum menggunakan sistem minimum baik microcontroller AT Mega maupun seri Arduino dengan alat ukur suhu dengan mikrokontroler arduino yang dapat membantu mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan menghasilkan praktikum berkualitas[2]. Alat peraga menggunakan Arduino untuk mata kuliah ilmu elektronika kendali dengan menggunakan PID kontroller(Supriyo et al., 2017) . Pada penelitian Sigit Mintoro, 2018 (Mintoro, 2018), membuat alat peraga berupa antarmuka periferil dalam bentuk perangkat keras dengan perangkat lunak sebagai media interaktif.

A. Arduino UNO

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan software arduino memiliki bahasa pemrograman C. Memori yang dimiliki oleh Arduino Uno spesifikasinya seperti berikut ini: *Flash Memory* sebesar 32KB, SRAM sebesar 2KB, dan EEPROM sebesar 1KB. *Clock* pada *board* Uno menggunakan XTAL dengan frekuensi 16 Mhz. Dari segi daya, Arduino UNO membutuhkan tegangan aktif kisaran 5 volt, sehingga Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB. Arduino UNO memiliki 28 kaki yang sering digunakan. Untuk Digital I/O terdiri dari 14 kaki, kaki 0 sampai kaki 13, dengan 6 kaki mampu memberikan output PWM (kaki 3,5,6,9,10,dan 11). Masing-masing dari 14 kaki digital di UNO beroperasi dengan tegangan maksimum 5 volt dan dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA (*Getting Started with Arduino UNO*, n.d.). Gambar dari Arduino UNO seperti pada gambar 1, berikut ini,



Gambar 1. Arduino UNO

B. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- Dilengkapi dengan back light.

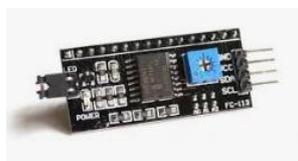
Proses inialisasi pin arduino yang terhubung ke pin LCD RS, Enable, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris LiquidCrystal dimana lcd merupakan variable yang dipanggil setiap kali intruksi terkait LCD akan digunakan. Gambar 2. Merupakan contoh LCD 16x 2 karakter,



Gambar 2. LCD 16 x 2 karakter

C. I2C (Inter Integrated Circuit)

Untuk menghemat PIN pada Arduino UNO maka digunakan I2C yang merupakan driver khusus agar LCD dapat dikontrol dengan jalur I2C. melalui I2C maka LCD dapat dikontrol dengan menggunakan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL contoh bentuk I2C seperti Gambar 3 berikut ini,



Gambar 3. I2C LCD

Pin SCL (A5) dan SDA (A4) pada Arduino UNO, Konfigurasi seperti pada Tabel 1. Berikut ini

Tabel 1. Konfigurasi I2C LCD ke Arduino

Pin I2C	Pin Arduino
GND	GND
VCC	VCC
SDA	SDA (A4)
SCL	SCL (A5)

D. Sensor Kits

Ada banyak jenis sensor yang *compatible* yang bisa diaplikasikan dengan *board* Arduino, dalam penelitian ini digunakan beberapa jenis sensor yang umum digunakan dalam praktikum mahasiswa seperti berikut ini,

1. Modul Joystick Dual Axis(XY-Axis) KY-023

Modul Joystick Arduino KY-023, merupakan potensiometer bi aksi untuk mengontrol sumbu X dan Y , Modul ini biasanya digunakan untuk mengendalikan PS2 dan juga digunakan untuk mengontrol banyak proyek dari kendaraan RC dan LED warna, Gambar berikut adalah bentuk dari Modul *Joystick*,



Gambar 4. Modul Joystick KY-023

Gambar 4 merupakan bentuk dari modul *joystick*. Modul ini terdiri dari dua potensiometer 10K yang ditempatkan tegak lurus untuk mengendalikan sumbu X dan Y yang mengubah resistansi pada saat menggerakkan *joystick*. Sumbu Z akan aktif jika tombol tekan diaktifkan kebawah.

Diagram koneksi untuk Arduino seperti pada Tabel 2 berikut ini,

Tabel 2. Koneksi modul joystick KY-023

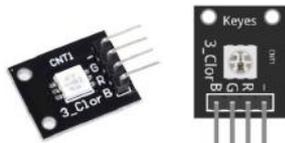
Modul Joystick KY 0-23	Arduino
GND	GND
+5V	5V
VRx	A0
Vry	A1
SW	7

Tabel 2 merupakan koneksi dari modul joystick KY-023 yang mana modul Sensor ini dikategorikan dalam sensor saklar input(ArduinoModules, 2018).

2. Modul RGB Full Color LED SMD KY-005

Modul LED RGB KY-009 ini memancarkan berbagai warna dengan percampuran warna merah, hijau dan biru, jumlah setiap warna primer disesuaikan

dengan PWM, Modul ini menggunakan pembatas resistor untuk pinnya untuk mencegah batas jenuh dari modul. Spesifikasi dari modul ini adalah beroperasi dengan tegangan merah, 1,8 V ~ 2,4 V, hijau, 2,8 V ~ 3,6 V dan biru 2,8 V ~ 3,6 V dengan konsumsi arus sebesar 20 mA ~ 30 mA, beroperasi dengan suhu -25 ° C hingga 85 ° C [-13 ° F ~ 185 ° F]. Gambar dari modul ini seperti berikut ini,



Gambar 5. Modul KY-009 RGB SMD

Gambar 5. Adalah model dari modul KY-009 RGB jenis SMD sedangkan untuk koneksi untuk arduino seperti pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. koneksi Modul KY-009 RGB SMD

Modul RGB SMD KY-009	Board	Arduino
-	GND	GND
R	R 180	Pin 9
G	R 110	Pin 10
B	R 110	Pin 11

Sensor ini dikategorikan sebagai sensor Display(ArduinoModules, 2016a)

3. Modul Sensor Suhu dan Kelembaban (Temp and Humidity) KY-015

Sensor ini terintegrasi untuk mengukur suhu dan kelembaban, gambar modul ini seperti pada Gambar 6 berikut ini(ArduinoModules, 2016c),



Gambar 6. Modul Suhu dan Kelembaban KY-015(KY-015 Combi-Sensor Temperature+Humidity - SensorKit X40 Wiki, n.d.)

Modul ini termasuk untuk *environment*, Modul ini terdiri dari kelembaban digital dan sensor suhu DHT11 dan resistor 1 kΩ. DHT11 menggunakan termistor internal dan sensor kelembaban kapasitif untuk menentukan kondisi lingkungan, *chip internal* bertanggung jawab untuk mengubah menjadi sinyal digital

serial, spesifikasi dari sensor ini adalah beroperasi dengan tegangan 3.3V ke 5,5 V, rentang pengukuran kelembaban, 20% hingga 90% RH, akurasi pengukuran kelembaban ± 5% RH, resolusi pengukuran kelembaban 1% dan pengukuran suhu berkisar 0°C hingga 50°C [32°F hingga 122°F]. Akurasi pengukuran suhu ± 2°C, resolusi pengukuran suhu 1°C dan rentang transmisi sinyal adalah 20 m. Koneksi diagram dari sensor ini seperti pada Tabel 3 berikut ini,

Tabel 3. Koneksi diagram Sensor suhu dan kelembaban KY-015

Modul KY- 015	Arduino
GND	GND
S	Pin 8
Tengah	5V

4. Modul Infrared Receiver KY-022

Modul ini merupakan sensor penerima infrared(*infrared*) yang berreaksi terhadap cahaya inframerah 38kHz.(KY-022 Infrared Receiver Module - SensorKit X40 Wiki, n.d.). Terdiri dari penerima IR 1838, resistor 1K dan Led. Beroperasi dari 2,7V sampai 5,5V dengan arus 0,4 ~ 1.5 mA, jarak penerima 18 m, sudut penerima ±45°, low level voltage 0,4 V, high level voltage 4,5 v, ambient light filter sampai dengan 500lux, sedangkan untuk koneksi dari sensor ini ke arduino adalah seperti pada Tabel 4, berikut ini

Tabel 4. Koneksi diagram Infrared Receiver KY-022

Infrared Receiver KY-022	Arduino
-	GND
S	Pin 11
Tengah	5V

Gambar dari modul Infrared Receiver KY-022 seperti pada gambar berikut ini,



Gambar 7. Modul Sensor infrared KY=022 Modul ini adalah termasuk modul kategori komunikasi digital.(ArduinoModules, 2016b)

5. Modul *Infrared obstacle* KY-032
 Modul sensor Infrared Obstacle KY-032 adalah sensor penghindaran rintangan yang dirancang untuk robot beroda. Jarak deteksi sensor berkisar 2 cm hingga 40 cm yang disesuaikan dengan potensiometer. Tegangan operasi adalah 3.3V-5V yang dapat beradaptasi untuk lingkungan sekitarnya (KY-032 *Obstacle-Detect Module - SensorKit X40 Wiki*, n.d.). Gambar modul seperti berikut ini,



Gambar 8. Modul *Infrared obstacle avoidance* KY-032

Tabel koneksi modul ini dengan arduino seperti pada Tabel berikut ini,

Modul KY-032	Arduino
GND	GND
+	5V
out	Pin 6
EN[*]	Pin 2[*]

EN[*] = Lepas jumper untuk menggunakan EN Pin

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknologi Informasi dengan menggunakan tahapan sebagai berikut,

A. Alat dan bahan .

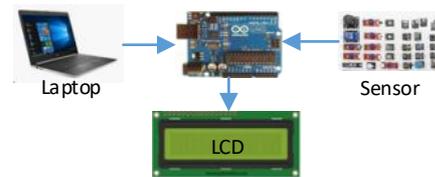
Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut,

1. Arduino UNO
2. Sensor Kit (5 sensor)
3. Laptop
4. Kompiler Arduino
5. Power Supply
6. Kabel – kabel penghubung
7. Timah dan solder

B. Disain Alat Peraga

Untuk memudahkan mahasiswa dalam penelitian dan praktikum perlu adanya alat peraga atau modul yang dapat dipahami dan dioperasikan oleh mahasiswa, adapun blok

diagram dapat dilihat pada Gambar 4. Berikut ini,



Gambar 9. Blok Diagram Disain dan perancangan alat peraga praktikum.

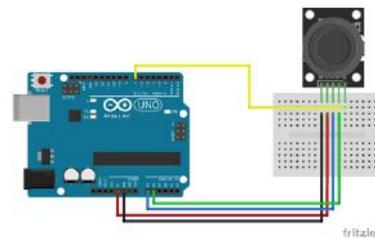
Pada blok diagram pada Gambar 9. Laptop berfungsi sebagai sarana komunikasi Arduino dengan *compiler* dan pada *plant* sensor merupakan input dari Arduino dan sebagai penampil hasil digunakan serial monitor Arduino dan pada alat peraga ini digunakan juga LCD sebagai output monitor .

C. Pengujian Alat

Setelah tahap persiapan , perancangan dan disain telah dilakukan maka , hal selanjutnya adalah menguji dari masing – masing sensor agar bekerja sesuai dengan fungsinya masing masing, adapun sensor-sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengujian pada modul sensor joystick KY-023

Pengujian dilakukan seperti pada koneksi pada tinjauan pustaka, pengawatan dapat dilakukan seperti pada Gambar 10. berikut,



Gambar 10. Koneksi diagram Arduino dengan Modul sensor(Fritzing, n.d.)

Hubungkan seperti pada Tabel. 2 kemudian Setelah melakukan pengawatan seperti pada Gambar 10, kemudian buat *sketch* di *compiler* program Arduino seperti pada potongan program gambar dibawah ini,

```

KY-023Joystick
1 int value = 0;
2 void setup() {
3   //pinMode(A0, INPUT);
4   //pinMode(A1, INPUT);
5   pinMode(7, INPUT_PULLUP); //set pin 7 as an input and enable
6   Serial.begin(9600);
7 }
8
9 void loop() {
10  value = analogRead(A0); // baca nilai X [0..1023]
11  Serial.print("X:");
12  Serial.println(value, DEC);
13
14  value = analogRead(A1); // baca nilai Y [0..1023]
15  Serial.print(" | Y:");
16  Serial.println(value, DEC);
17
18  value = digitalRead(7); // read Button state [0,1]
19

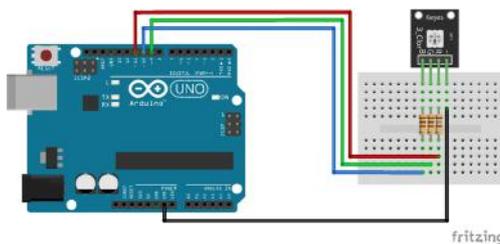
```

Gambar 11. Contoh program Arduino Modul sensor Joystick,

Kemudian *compile* program tersebut hingga tidak ada error yang menunjukkan bahwa program sudah benar kemudian upload program ke *board* Arduino.

2. Pengujian RGB Full Color LED SMD KY-009

Pengujian pada modul RGB KY-009, dengan melakukan koneksi seperti pada Tabel. 3, kemudian hubungkan *board* Arduino dengan *project board* modul seperti pada gambar dibawah ini,



Gambar 12. Koneksi diagram Modul RGB KY-009 dengan modul Arduino (Fritzing, n.d.).

Setelah melakukan pengawatan seperti pada Gambar 12, Kemudian buat program untuk pengujian sensor berfungsi dengan baik dengan contoh program seperti pada gambar dibawah ini,

```

KY009-RGBSMDWITHI2c | Arduino 1.8.7
file Edit Sketch Tools Help
KY009-RGBSMDWITHI2c
1 int red = 6; //select the pin for the red LED
2 int blue =9; // select the pin for the blue LED
3 int green =10;// select the pin for the green LED
4 int val;
5 #include<LiquidCrystal_I2C.h>
6 #include<Wire.h>
7 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
8 //#include <LiquidCrystal.h>
9 //LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);
10
11 void setup() {
12   lcd.begin();
13   lcd.print("KY-009 RGB");
14   delay(1000);

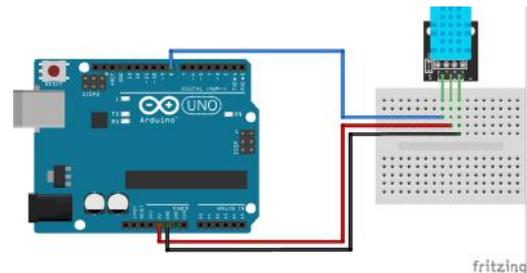
```

Gambar 13. Program Arduino untuk Modul RGB KY 009

Jika pada saat di *compile* tidak terjadi *error* maka program tersebut kemudian di upload ke *board* Arduino yang tersambung dengan kabel USB serial komunikasi.

3. Pengujian pada modul Sensor Suhu dan Kelembaban KY-015

Pengujian modul sensor KY-015, adalah sesuai dengan koneksi pada Tabel 3, dengan Gambar seperti berikut ini



Gambar 14. koneksi KY-015 dengan board Arduino

Kemudian buat program untuk menguji sensor KY-015 seperti pada contoh potongan gambar berikut ini,

```

1 #include <Adafruit_Sensor.h>
2 #include <DHT.h>
3 #include <DHT_U.h>
4 #include <LiquidCrystal.h>
5 LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);
6
7 #define DHTPIN 6 // Pin Digital untuk koneksi DHT Sensor
8 // Uncomment the type of sensor in use:
9 #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
10 DHT_Unified dht(DHTPIN, DHTTYPE);
11
12 uint32_t delayMS;
13

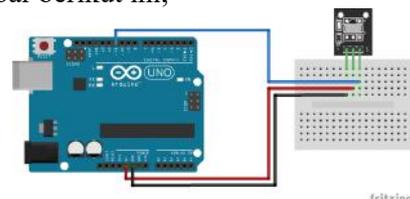
```

Gambar 15. Program Arduino untuk sensor KY-015

Untuk agar board arduino dalam running program untuk modul sensor KY-015 digunakan tambahan *Library* dari Adafruit_DHT dari perusahaan Adafruit.

4. Pengujian pada modul Infrared Receiver KY-022

Pengujian sensor infrared receiver KY-022, dilakukan sesuai dengan koneksi pada Tabel 4, kemudian dilakukan pengawatan *board* Arduino dengan modul sensor seperti pada Gambar berikut ini,



Gambar 16. Koneksi diagram board Arduino dengan sensor KY-022(Fritzing, n.d.).

Kemudian dibuat program agar modul bisa bekerja sebelumnya ditambahkan library Irremote agar compiler dapat bekerja seperti pada gambar dibawah ini,

```

KY-022IRremote $
1 #include <IRremote.h>
2 int RECV_PIN = 11;
3 IRrecv irrecv(RECV_PIN);
4 decode_results results;
5 void setup()
6 {
7   Serial.begin(9600);
8   irrecv.enableIRIn(); // mulai menerima
9 void loop() {
10  if (irrecv.decode(&results)) {
11    Serial.println(results.value, HEX);
12    irrecv.resume(); // Menerima sinyal setelahnya
13  }
14 }

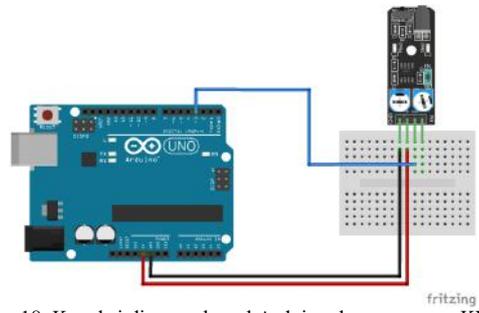
```

Gambar 17. Kode program *Infrared obstacle avoidance KY-022*

Setelah dilakukan *compile* pada program dan tidak jika tidak ada error upload program ke board Arduino.

5. Pengujian pada modul Sensor Infrared Obstacle Avoidance KY-032

Seperti pada Tabel 5, koneksikan modul dengan Arduino dengan modul *Sensor Infrared Obstacle Avoidance KY-032* , kemudian lakukan pengawatan seperti pada Gambar 18, berikut ini,



Gambar 18. Koneksi diagram board Arduino dengan sensor KY-032(Fritzing, n.d.).

Kemudian dibuat program arduino agar sensor ini dapat bekerja seperti pada Gambar 19 dibawah ini,

```

File Edit Sketch Tools Help
ky-032IntraRed
1 int ledPin = 13; // LED pin on arduino
2 int detectorPin = 8; // obstacle avoidance sensor interface
3 bool val; // variable to store result
4 int enablePin = 2; // sensor enable interface (EN)
5 #include <LiquidCrystal.h>
6 LiquidCrystal lcd(2,11,5,4,3,2);
7 void setup()
8 {
9   Serial.begin(9600);
10  lcd.begin(16,1);
11  lcd.setCursor(0,0);
12  lcd.print("Sensor KY-032");
13  lcd.setCursor(0,1);
14  lcd.print("CONTROL");
15  delay(2000);
16  lcd.clear();
17  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Define LED as output interface
18  pinMode(detectorPin, INPUT); // Define obstacle avoidance as
19  // uncomment and remove jumper on module to use enable pin

```

Gambar 19. Program Arduino dengan sensor KY-032

Program yang sudah jadi kemudian di-*compile* dan jika tidak ada *error* kemudian upload program ke board Arduino

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah tahap persiapan, perancangan, disain dan pengujian telah dilakukan. Alat peraga tampak pada Gambar 20, berikut ini,



Gambar 20. Alat Peraga praktikum microcontoller Laboratorium TI Polnes

Pada alat peraga terdiri dari input analog, digital, switch dan relay. Seperti telah dijelaskan pada metode penelitian Sebelumnya. Sensor – sensor yang digunakan dengan hasil sebagai berikut

Pada modul Joystick KY-023 modul akan bekerja dengan menunjukkan nilai dari masing-masing aksis seperti pada gambar dibawah ini,

```

COM10
X: 502 | Y: 525 | Button: 1
X: 502 | Y: 525 | Button: 1
X: 503 | Y: 525 | Button: 1
X: 503 | Y: 525 | Button: 1
X: 502 | Y: 525 | Button: 1
X: 503 | Y: 525 | Button: 1
V: 502 | W: 525 | Button: 1

```

Gambar 21. Hasil compile Arduino Modul sensor Joystick,

Tampak pada Gambar 21. Nilai dari sumbu X dan Y jika Modul joystick digerakan menunjukkan nilai menambahkan atau mengurangi sesuai dengan pergerakannya. maka modul ini dapat digunakan. Sedangkan untuk sumbu Z dengan menggerakkan tombol tengah kebawah maka modul sensor ini dapat bekerja

Modul sensor RGB setelah dilakukan pengawatan dan program pada pengujian sensor RGB, setelah dilakukan upload program dengan hasil program seperti pada Gambar berikut ini,

```

COM10
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26

```

Gambar 22. Hasil Program untuk Modul RGB KY-009

Tampak pada gambar 22. Pada *serial monitor* menunjukkan nilai warna yang di sensor oleh modul

RGB KY-009. Sesuai dengan warna objek yang dikenai oleh sensor, hal ini menunjukkan bahwa sensor bekerja sesuai yang diharapkan.

Pada hasil dari pengujian dari modul Sensor Suhu dan Kelembaban KY-015 akan tampak hasil seperti pada Gambar 23.

```
COM10
-----
Humidity: 83.00%
Temperature: 30.20°C
Humidity: 83.00%
Temperature: 30.20°C
Humidity: 83.00%
Temperature: 30.20°C
Humidity: 83.00%
Temperature: 30.20°C
```

Gambar 23. Hasil running Modul KY-015

Gambar 23. Menunjukkan hasil informasi suhu dan kelembaban dari ruang pada saat pengujian pada *serial monitor* ini menunjukkan sensor dapat bekerja dengan baik.

Kemudian untuk hasil sensor yang diuji adalah modul *Infrared Receiver* KY-022 seperti tampak pada gambar dibawah ini,

```
COM10
-----
FF18E7
FFFFFFFF
FFFFFFFF
FF7A85
FFFFFFFF
FF10EF
FFFFFFFF
FF38C7
```

Gambar 24. Hasil running test *Infrared obstacle avoidance* KY-022

Pada Gambar 24. Saat *running test* akan tampak angka hexa desimal, dengan mengarahkan *remote control* ke arah sensor yang menunjukkan nilai dari remote pengirim ke sensor penerima infrared KY-022.

Dari hasil pengujian modul Sensor *Infrared Obstacle Avoidance* KY-032 setelah dibuat program untuk modul ini adalah seperti pada gambar dibawah ini,

```
Obstacle Detected
No Obstacle
```

Gambar 25. Hasil running test *Infrared obstacle avoidance* KY-022

Dari Gambar 25. Jika tidak ada penghalang maka *serial monitor* menunjukkan tidak ada objek yang terdeteksi. Kemudian diletakan objek didepan

sensor maka pada layar akan menunjukkan bahwa ada objek menghalangi sensor.

Dari hasil pengujian pada penelitian inicada lima sensor yang digunakan., tentunya ada beberapa dari sensor – sensor harus ditambahkan library agar bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan penggunaanya yaitu mahasiswa dalam melakukan praktikum dan penelitian. Tabel berikut merupakan sensor – sensor yang diuji pada penelitian ini,

Tabel 6. Pengujian sensor untuk alat peraga praktikum

Sensor	Jenis sensor	Hasil pengujian
<i>joystick</i> KY-023	saklar input	Bekerja dengan baik
<i>RGB Color SMD</i> KY-009	<i>Full display LED</i>	Bekerja dengan baik.
<i>Suhu dan Kelembaban</i> KY-015	<i>environment</i>	Bekerja dengan baik,
<i>Infrared Receiver</i> KY-022	komunikasi digital	Bekerja dengan baik.
<i>Infrared Obstacle Avoidance</i> KY-032	<i>Movement and distance</i>	Bekerja dengan baik,

Tabel 6 . merupakan hasil dari pengujian dari sensor – sensor yang digunakan pada alat peraga praktikum ini, seperti yang dilihat pada Tabel 6 sensor dapat bekerja dengan baik pada alat peraga.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan pengujian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat digunakan sebagai alat penunjang praktikum. Hasil – hasil pengujian yang menggunakan alat peraga ini dapat digunakan. Pada saat melakukan pengujian tentunya yang perlu diperhatikan adalah dalam membuat kode program dan serial monitor yang digunakan dalam melakukan *running test*. Demikian juga untuk library dari sensor-sensor yang akan digunakan dengan terlebih dulu ditambahkan ke *compiler* Arduino sehingga tidak terjadi kesalahan atau eror pada saat dilakukan compile. Sensor-sensor pada dasarnya adalah komponen yang sensitif sehingga perlu kehati – hatian dalam pengawatannya agar tidak terjadi kerusakan jika digunakan. Alat peraga ini juga dapat digunakan sebagai input dan output tidak terbatas untuk sensor yang diuji saja tapi bisa

untuk sensor-sensor lain yang digunakan untuk board Arduino.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi melalui Direktorat sumber daya yang telah mendanai penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) pada skema Hibah pengembangan profesi.

DAFTAR PUSTAKA

- ArduinoModules. (2016a, May 10). KY-009 RGB Full color LED SMD Module. *ArduinoModulesInfo*.
<https://arduinomodels.info/ky-009-rgb-full-color-led-smd-module/>
- ArduinoModules. (2016b, October 27). KY-022 Infrared Receiver Module. *ArduinoModulesInfo*.
<https://arduinomodels.info/ky-022-infrared-receiver-module/>
- ArduinoModules. (2016c, November 4). KY-015 Temperature and Humidity Sensor Module. *ArduinoModulesInfo*.
<https://arduinomodels.info/ky-015-temperature-humidity-sensor-module/>
- ArduinoModules. (2018, May 21). KY-023 Dual Axis Joystick Module. *ArduinoModulesInfo*.
<https://arduinomodels.info/ky-023-joystick-dual-axis-module/>
- Fritzing*. (n.d.). Retrieved July 20, 2020, from <http://fritzing.org/>
- Getting Started with Arduino UNO*. (n.d.). Retrieved August 21, 2020, from <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>
- KY-015 Combi-Sensor Temperature+Humidity—SensorKit X40 Wiki*. (n.d.). Retrieved August 31, 2020, from https://sensorkit.en.joy-it.net/index.php?title=KY-015_Combi-Sensor_Temperature%2BHumidity
- KY-022 Infrared receiver module—SensorKit X40 Wiki*. (n.d.). Retrieved July 17, 2020, from http://sensorkit.en.joy-it.net/index.php?title=KY-022_Infrared_receiver_module
- KY-032 Obstacle-detect module—SensorKit X40 Wiki*. (n.d.). Retrieved August 31, 2020, from https://sensorkit.en.joy-it.net/index.php?title=KY-032_Obstacle-detect_module#Picture
- Mintoro, S. (2018). *Pemanfaatan Teknologi dan Informasi Mikrokontroler Arduino*

sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa. 9.

- Pratiwi, U., & Pd, M. (n.d.). *KONTROL SUHU BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE MATLAB SEBAGAI ALAT BANTU PRAKTIKUM FISIKA DASAR*. 12.
- Supriyo, B., Kuntardjo, S. B., & Soedarto, J. H. (2017). *ALAT PERAGA KENDALI PEMANAS UDARA BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM LABORATORIUM KENDALI POLITEKNIK NEGERI SEMARANG*. 1(1), 14.

Modifikasi Alat Press Hidraulik Tipe P60h sebagai Alat Uji Bending di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Susanto^{1*)}, Nassey Ionalisa Perwira²

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat, 33211

²Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat, 33211
susantobrow@gmail.com

Abstrak

Salah satu mata kuliah praktikum di Lab. Las dan Fabrikasi Logam di Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung adalah Las Listrik 1 pada semester Pertama dan di Lanjutkan Las Listrik 2 di semester berikutnya. Setelah melakukan praktikum maka instruktur atau pun dosen melakukan penilaian dan pengujian terhadap hasil pengelasan mahasiswa. Penilaian atau pengujian selama ini yang di gunakan oleh instruktur dan dosen menggunakan metode visual saja, dilihat berdasarkan cacat las dan hasil las yang tampak dari apa yang di lihat secara subjektif. Sehingga belum di ketahui hasil las di dalam pengelasan baik atau tidaknya hal ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan pengelasan yang nantinya akan berdampak pada kualitas pengelasan . dikarenakan di laboratorium Las dan Fabrikasi Logam belum mempunyai alat atau mesin untuk Uji Bending pengelasan terutama pengelasan kampuh pada SMAW yang telah dilakukan praktikum mahasiswa. Maka baik instruktur maupun dosen kesulitan untuk melihat cacat las pada hasil pengelasan kampuh mahasiswa . Berdasarkan permasalahan di atas , maka akan di buat alat Uji Bending pengelasan kampuh SMAW untuk membantu instruktur atau dosen untuk menguji hasil las mahasiswa. Peralatan ini bentuk pengembangan metode peralatan dan menambah fungsi Press Hidraulik yang ada di laboratorium Las dan Fabrikasi Logam. Alat ini menambah pada ujung Press dengan alat bending serta dies sebagai landasan untuk menekuk hasil lasan dengan tidak merubah kinerja dari Press Hidraulik itu sendiri.

Kata kunci : Uji Bending, SMAW, Press Hidraulik

Abstract

One of the practicum courses in the Lab. Welding and Metal Fabrication in the Department of Mechanical Engineering at the Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic is Electric Welding 1 in the first semester and Continued Electric Welding 2 in the following semester. After doing the practicum, the instructor or even conducts an assessment and testing of the student welding results. The assessment or testing so far used by instructors and lecturers is only using visual methods, seen based on welding defects and visible results from what is viewed subjectively. So it is not yet known whether the welding result in the welding is good or not, this will greatly affect the strength of the welding which will have an impact on the quality of the welding. because the Welding and Metal Fabrication laboratory does not yet have tools or machines for Bending Test, especially seam welding at SMAW which has been carried out by student practicum. Both the instructor and the lecturer had difficulty seeing the welds on the welding results of the students' seams. Based on the above problems, a SMAW seam welding Bending Test tool will be made to help instructors or lecturers to test student welding results. Equipment in the form of developing methods and improving the function of the Hydraulic Press in the Welding and Metal Fabrication laboratory. This tool adds to the end of the Press with a bending tool and the foundation dies as to bend the welds without changing the performance of the Hydraulic Press itself

Keywords: Bending Test, SMAW, Hydraulic Press

1. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi semakin berkembang begitu pesat, banyak teknologi teknologi yang dimanfaatkan untuk mempermudah pekerjaan salah satunya adalah pengelasan . Pemanfaatan teknologi pengelasan ini banyak sekali dilakukan dibidang manufaktur terutama dalam proses penyambungan logam yang dilakukan dengan proses pengelasan.

Di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung terdapat mata kuliah Las listrik di setiap prodi yang membedakannya adalah tingkat pengelasan. Prodi Teknik perawatan dan perbaikan mesin salah satunya yang mendapatkan Las Listrik tingkat lanjut dimana mahasiswa harus bisa mengelas posisi 3G atau las Kampuh(Butt Joint) pada Las SMAW.

Yang menjadi permasalahan saat ini adalah penilaian atau pengujian selama ini yang di gunakan oleh intruktur dan dosen menggunakan metode visual saja, dilihat berdasarkan cacat las dan hasil las yang tampak dari apa yang di lihat secara subjektif. Sehingga belum di ketahui hasil las di dalam pengelasan baik atau tidaknya hal ini sangat

berpengaruh terhadap kekuatan pengelasan yang nantinya akan berdampak pada kualitas pengelasan. Sedangkan untuk melihat hasil las atau cacat las pada las kampuh (butt joint) posisi 3G harus di ketahui baik secara visual maupun uji bending yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan cacat las yang ada didalam hasil las baik penetrasi, pengisian maupun finishing pengelasan. Sedangkan laboratorium Las dan Fabrikasi Logam di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung belum mempunyai alat uji bending .

Dari permasalahan diatas, maka akan di buat alat untuk menguji tekuk atau bending pada pengelasan butt joint dengan memanfaatkan fungsi alat Pengepres Hidraulik yang ada di laboratorium menjadi alat uji bending.

Perumusan Masalah

Bagaimana pembuatan design alat uji bending yang bisa dibuat dan sesuai dengan standar berlaku ?

peralatan apa sajakah yang dibutuhkan untuk pembuatan alat uji bending ?

Bagaimanakah mekanisme kerja alat uji Bending ini?

Batasan Penelitian

Adapun batasan yang ditetapkan pada penelitian ini adalah:

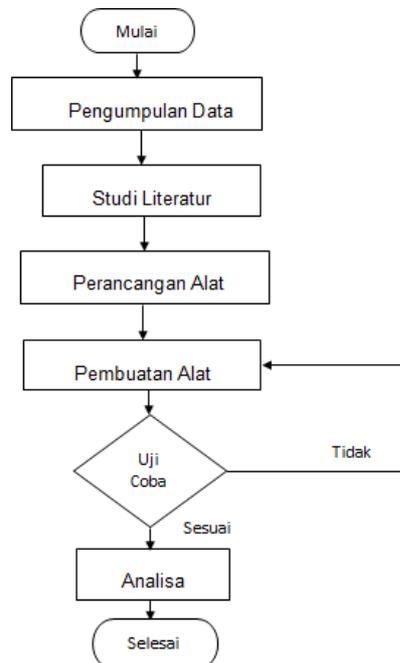
- Benda uji yang akan di uji adalah benda uji material st.37
- Alat ini lebih ditekan pada :
 - a. Rancang bangun alat uji bending
 - b. Analisa mekanisme kerja alat uji bending
 - c. Hasil pengujian alat uji bending

Tujuan Penelitian

Merancang dan membuat alat uji bending pada pengelasan Butt Joint dengan memanfaatkan fungsi alat press Hidraulik .

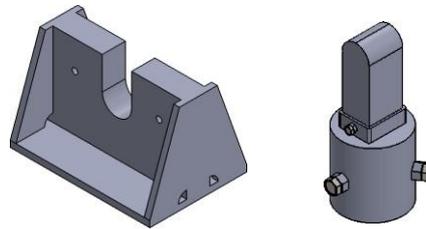
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, dengan mengukur efisiensi waktu proses.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Alat



Gambar 1 : Rancangan Alat

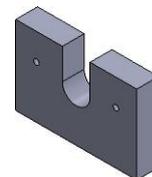
Pembuatan Alat

Pembuatan Alat dimulai pembuatan bagian-bagian alat uji bending, melalui proses baik Pemotongan , Permesinan , Pengelasan serta Proses assembling disetiap bagian .

Pembuatan Part atau Bagian Bagian Alat

Pembuatan Dies

Pembuatan bagian Dies berfungsi sebagai master alas pada saat proses bending benda kerja .



Gambar 2 : Dies

Pembuatan Punch

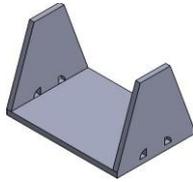
Punch dibuat bersamaan dengan Dies, hasil potongan atau sisa bahan dari pemotongan Dies digunakan untuk Punch .



Gambar 3 : Punch

Pembuatan Pelat Dies

Pelat Dies dibuat agar Alat kokoh dan kuat di saat menopang Punch dan Dies pada saat pengujian.



Gambar 4 : Dudukan Dies

Pembuatan Dudukan Punch

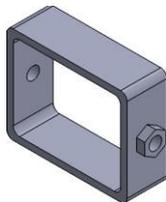
Dudukan Punch difungsikan sebagai penghubung antara tool press hidrolik dengan punch.



Gambar 5 : Dudukan Punch

Pembuatan Plat Penghubung

Pelat penghubung difungsikan sebagai pengikatan antara dudukan punch dengan punch .



Gambar 6 : Plat Penghubung

Proses Asembling

Setelah semua bagian alat di buat, baik dengan pengerjaan tangan maupun proses permesinan. Langkah selanjutnya yaitu assembling atau proses perakitan semua bagian yang telah di siapkan menjadi sebuah alat.



Gambar 7 : Alat Uji Bending

4. Uji Coba

Alat Pengujian Bending

Setelah alat selesai kerjakan, maka langkah selanjutnya Uji Coba alat yang telah di buat. Uji coba ini dilakukan untuk melihat apakah alat berfungsi dengan baik atau tidak serta menganalisa kinerja alat uji bending.

Setelah benda kerja disiapkan maka Alat di letakan pada alas mesin Press Hidraulik ,



Gambar 8 : Proses Uji Coba

Turunkan sampai Punch menyentuh benda kerja dan di Press sampai membentuk profil U mengikuti lubang Dies.



Gambar 9 : Proses kerja

Hasil pengelasan pada benda kerja akan terlihat secara visual sesuai parameter pengelasan, baik hasil maupun cacat –cacat las yang terjadi.



Gambar 10 : Hasil Uji Bending

Analisa Peralatan

Setelah dilakukan uji coba alat Uji Bending pada mesin Press Hidraulik, Alat berfungsi dengan baik. Sesuai dengan rancangan dan harapan peneliti. Segala fungsi dan tujuan alat Uji Terpenuhi. Cacat las yang ada pada benda

kerja bisa terlihat setelah dilakukan pengujian, seperti Crack, under cut , Incomplete Penetration, dsb. Ini akan sangat mempermudah Dosen atau Instruktur dalam melihat hasil pengelasan mahasiswa dengan cara pengujian yang sederhana.

Namun ada beberapa bagaian pada alat ini yang harus diperbaiki untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal . salah satu nya pada saat pengambilan benda kerjayang menempel pada profil U pada dies, dimana benda kerja harus dilepaskan dengan menggunakan palu atau sejenisnya. Setelah di analisa untuk mempermudah penguji dalam pengambilan pelat atau benda kerja, maka pada kedua sisi Dies harus di *champer* atau di buat sisi miring, agar benda kerja mudah di lepaskan.

Dan untuk memproleh pengukuran yang maksimal , sebaiknya akan di pasang ukuran pada sisi atas dies agar kedua ujung benda kerja sama rata saat membentuk profil U.



Gambar 11 : Analisa Jarak Benda Uji

Kemudian dari beberapa kali pengujian dengan menggunakan ukuran benda kerja yang sama, kelebihan dari alat ini adalah bisa menguji dengan 2 benda kerja dalam satu kali pengujian. Ini sangat bermanfaat untuk intruktur atau dosen, lebih menghemat waktu jika terdapat pengujian dalam jumlah banyak. Untuk pengujian lebar benda kerja maksimal 10mm maka bisa dilakukan dua pengujian secara bersamaan.



Gambar 12: Analisa 2 benda uji

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

Mesin Press Hidraulik dapat di modifikasi fungsinya sebagai alat uji bending untuk pengelasan.

Alat uji bending berfungsi untuk melihat hasil atau cacat pengelasan secara visual.

Alat uji bending sangat mempermudah Dosen dan Instruktur dalam proses penilaian benda kerja mahasiswa terutama pada pengelasan Butt Joint (Las Kampuh).

Alat uji bending dapat digunakan dengan sangat sederhana dan mudah di operasikan oleh pengguna Alat.

Alat uji bending dari modifikasi fungsi alat press hidraulik bisa digunakan dengan pengujian dua benda kerja secara bersamaan.

Ucapan Terima Kasih

Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan selaku pemberi dana .

Istri tercinta, yang selalu memberikan doa dan dukungan selama melakukan penelitian ini.

I Made Andik Setiawan,S.ST., M. Eng., Ph.D. selaku direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang memberikan dukungan kepada saya untuk kelancaran penelitian ini.

Rodika,M.T dan Yuliyanto,M.T selaku penanggung jawab laboratorium pengelasan yang mempermudah saya dalam menyelesaikan penelitian ini .

Rekan-rekan jurusan Teknik Mesin yang selalu mendukung dan membantu baik moral maupun materi.

Daftar Pustaka

Sunaryo, Heri.2008. Teknologi Pengelasan Logam. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah: Jakarta Wijaya,Adhitya Chandra. Pengujian pada *Point Bending* , 2011.

Pustaka.http://eprints.undip.ac.id/47411/3/BA_B_II.pdf.(diakses 28 Mei 2020)

Aprilia, A., Tezuka, T., Spaargaren, G.(2012). Inorganic and hazardous solid waste management: Current status and challenges for Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 640–647

Hidayah, N, Syafrudin. (2018). A Review on Landfill Management in the

Utilization of Plastic Waste as an Alternative Fuel. *Proceeding The 2nd International Conference on Energy, Environmental and Information System (ICENIS 2017)*. Semarang: Universitas Diponegoro 15-16 Agustus 2017

Hamidi, N., Tebyanian, F., Massoudi, R., Whitesides, L. (2013). Pyrolysis of Household Plastic Wastes. *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(3), 417-

439

<http://navaleengineering.blogspot.com/2012/04/uji-bahan-uji-lengkung-bending-test.html>
(diakses 30 Juni 2020)

Peningkatan Kinerja Alat Mikroskop Menggunakan Pembesaran Kamera Digital External Sistem Dua Arah

Syafri Boy^{1*)}, Helvitri^{2*)}

¹Manajemen Sumber Daya Perairan, ²Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan & Kelautan Universitas Riau.

²Laboratorium Biologi Laut Fakultas Perikanan & Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru 28293

*¹boylimoz77@gmail.com,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melihat peningkatan kinerja alat mikroskop dengan menambahkan kamera digital CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214, serta mendapatkan citra gambar hewan bentos yang bisa disimpan dalam memori laptop/PC atau langsung menyamakan dengan buku identifikasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan cara langsung mempraktekkan alat uji. Jenis penelitian kualitatif sedangkan dalam menganalisis data menggunakan metode deskriptif dimana hasil citra gambar yang didapat dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan uji fenotip lalu menyamakan dengan literatur yang dimiliki. Hasil Penelitian ini, ada 3 jenis hewan bentos yang akan diteliti yakni dari Kelas: Insecta; Family: Gomphidae, Rhyacophiloidae dan Chironomidae dimana masing-masing Genus nya adalah Gomphus, Rhyacophila dan Chironomus. Uji fenotip dan literatur yang dilakukan terhadap hasil citra gambar dengan perbesaran 45X, terdapat kesamaan terhadap semua ciri yang disebutkan terhadap ke 3 jenis hewan bentos ini sehingga peningkatan kinerja alat mikroskop dengan menambahkan kamera digital CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214 dapat diaplikasikan pada praktikum maupun penelitian mahasiswa dan dosen.

Kata kunci : mikroskop *dissecting*, kinerja, kamera, CCTV, bentos.

Abstract

This research has objective to detect the improvement in the performance of microscope tool by adding a CCTV digital camera with the HD Camera OEM Model BNC214 brand, as well as obtaining benthic animal images that can be stored in laptop / PC memory or directly matched with an identification books. This analysis was conducted with an experimental method by directly practicing the test equipment. This research uses qualitative approach meanwhile, in analyzing the data using a descriptive method, the results of the images obtained are analyzed descriptively by using the phenotype test and then equating them with the existing literature. The results of this study, 3 types of benthic animals will be studied, namely from Class: Insecta; Family: Gomphidae, Rhyacophiloidae and Chironomidae where each genus is Gomphus, Rhyacophila and Chironomus. The phenotype and literature tests carried out on the results of the images with 45th times magnification have similarities to all the features mentioned for the 3 types of benthic animals this the performance improvement of the microscope by adding a CCTV digital camera brand HD Camera OEM Model BNC214 can be applied to the laboratory as in including student and lecturer research.

Keywords: dissecting microscope, performance, camera, CCTV, bentos.

PENDAHULUAN

Kemampuan suatu instansi/lembaga untuk memiliki mikroskop digital sangat terbatas. Salah satu faktor yang dominan adalah harganya yang sangat mahal. Di era Revolusi Industri 4.0 generasi milenial harus bisa memanfaatkan teknologi digital yang sedang berkembang pesat. Teknologi digital bisa disandingkan dengan teknologi konvensional salah satunya adalah dengan memodifikasi satu unit mikroskop dengan kamera digital jenis CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214.

Beberapa peneliti sebelumnya sudah melakukan penelitian hanya menggunakan satu kamera yang dipasang pada lensa okuler mikroskop dan telah dapat menentukan fokus dari objek yang akan dianalisa (Winarto, Deny Arifianto, Retna Apsari, 2016). Melalui kreativitas dan inovasi sesuatu yang sulit bisa menjadi mudah. Sadina (2013) meletakkan kamera digital pada sebuah mikroskop monokuler dan menghasilkan gambar yang jelas serta menjadi solusi memperoleh mikroskop digital yang ekonomis dan efektif. (Raya et al., 2013), menggunakan kamera CCTV yang dipasang pada mikroskop bisa menangkap bayangan cukup bagus dan fokus. Dengan latar belakang kejadian diatas maka peneliti tertarik untuk membuat dan mendesain alat yang sifatnya membantu kelancaran praktikum dan penelitian terutama untuk kalangan mahasiswa dan dosen di tempat peneliti bekerja.

Pada penelitian ini peneliti mencoba memasang dua kamera digital dari sisi atas/lensa okuler dan sisi bawah pada di mikroskop diletakkan kamera yang sama. Selama ini untuk mengidentifikasi organisme bentos hanya dari lensa okuler yang diteruskan ke lensa objektif. Hal ini hanya melihat organisme dari sisi atasnya saja. Untuk mengetahui lebih detail dari organisme bentos misalnya pada Phylum: Insecta, untuk melihat bentuk kaki atau sayap, tidak jarang para peneliti membolak-balik, mengaduk ke kiri dan

kekanan objek. Kejadian ini jika berulang kali dilakukan akan mengakibatkan organisme bentos tadi menjadi rusak dan susah untuk diamati berikutnya.

Melalui program dari sistem *software* kamera digital dihubungkan dengan *port* USB ke PC/laptop, mampu menghasilkan citra gambar yang jelas dan rapi sehingga mempermudah dalam mengidentifikasi dari jenis bentos yang ditemukan, bisa disimpan didalam memori laptop/PC atau langsung dicocokkan dengan buku identifikasi.

Disamping itu peningkatan kinerja alat mikroskop dengan menambahkan kamera digital CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214 bermanfaat untuk praktikum dan penelitian terutama untuk kalangan mahasiswa dan dosen di tempat peneliti bekerja karena keterbatasan alat mikroskop kamera buatan pabrik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan Untuk Penelitian

No	Alat	Bahan
1	Mikroskop <i>dissecting</i>	Alkohol 10 %
2	Kamera digital CCTV	Xylol
3	Kabel sambung	Metanol
4	USB port	Lem
5	Cok, pitting	Sampel bentos
6	Obeng/Tool Kits	Rose bengal
7	Laptop	Formalin
8	Besi kerangka	Akuades
9	Pisau carter	Cat
10	Gergaji besi	
11	Mesin gerinda	
12	Lakban	
13	Tripod	
14	Ring light	

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan cara langsung mempraktekkan alat uji. Jenis penelitian kualitatif sedangkan dalam menganalisis

data menggunakan metode deskriptif dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya (Sugiyono, 2008).

Rancangan Penelitian Kondisi Awal Mikroskop

Kondisi awal dari sistem pengamatan citra gambar masih dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan lensa objektif dan lensa okuler pada mikroskop dengan perbesaran pada lensa okuler 15x dan lensa objektif 3x sehingga total pembesaran adalah 45x. Tidak ada perangkat tambahan yang dipasang pada mikroskop, sehingga tidak ada hasil citra gambar pengamatan.

Perancangan Alat

Langkah-langkah dari penelitian ini sebagai berikut:

Langkah 1. Mikroskop *dissecting* ditempatkan pada posisinya diatas meja. Mikroskop sudah dalam keadaan bersih dari debu dan kotoran lainnya, lalu pasang kamera CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214 pada sisi atas lensa okuler.

Langkah 2. Pada sisi bawah mikroskop juga diletakkan kamera digital yang sama. Model seperti ini sengaja dibuat dengan sistem dua arah agar bisa melihat gambar organisme dari spesimen yang diamati dari atas dan bawah.

Langkah 3. Meja preparat dimodifikasi dengan membuat meja tambahan dari besi/aluminium untuk meletakkan sampel.

Langkah 4. Organisme uji adalah bentos Phylum Insecta yang dibuat dan diawetkan di laboratorium.

Langkah 5. Koneksikan kamera CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214 ini dengan menggunakan port USB yang disambungkan ke PC/laptop dengan spesifikasi prosesor intel core i3, 4GHz RAM, dan sistem operasi windows 10. Program kamera pada PC/laptop

menggunakan program HP *Truevision* HD resolusi 1280 x 720 HD.

Analisis Data

Data yang diperoleh dideskripsikan berdasarkan uji fenotip/karakteristik yang ditemukan baik secara morfologis ataupun fisiologis yang disesuaikan dengan buku identifikasi yang dimiliki.

Hasil dan Pembahasan Mikroskop *Dissecting*

Spesifikasi dari mikroskop *dissecting* yang digunakan adalah merek; Fisher Scientific, Model SPT-ITH dengan perbesaran Objective; 1-3X, Eyepiece; WF 15X. Untuk mendapatkan hasil citra gambar yang bagus maka diperlukan pencahayaan yang optimal. Pengambilan citra gambar dari sampel dilakukan dengan teknik *capture* di PC/laptop pada bagian atas dan bagian bawah sampel. Pengambilan citra gambar ini menggunakan cahaya lampu *ring light* LED D 26 cm 12 Watt. Sumber cahaya untuk mikroskop bisa berasal dari matahari atau lampu sebagai sumber energi utama untuk pengamatan objek. (Dynatech-int.com, 2019, 15 November).

Kamera Digital CCTV Merek HD Camera OEM Model BNC214

Inovasi dengan menambahkan kamera digital CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214 pada mikroskop merupakan alternatif untuk mengantisipasi ketidakadaan peralatan. Spesifikasi dari kamera digital CCTV ini adalah: Merek; HD Camera OEM, Model; BNC214, Piksel Efektif; 1280x960, Sensor gambar; Prosesor 1/3 HD performa tinggi dan SNR; > 52 db serta berat 334 g.

Raya, *et al*, (2013), menggunakan resolusi 0,3 mp sudah bisa menghasilkan gambar preparat sampel cukup bagus. Sementara Kurniawanican.wordpress.com. (2017,27 Februari), kejernihan suatu foto dihasilkan dari berbagai macam faktor

salah satunya resolusi, semakin tinggi pixel maka semakin jernih pula kualitas gambar yang dihasilkan. Untuk ukuran 1280x960 itu setara dengan 1 megapixel dengan kualitas foto excellent (luar biasa).

Tabel 2. dapat dilihat keuntungan dan kekurangan dari kombinasi mikroskop dengan kamera digital CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214.

Tabel 2. Perbandingan Mikroskop+kamera dengan Mikroskop Pabrik

Topik	Mikroskop + Kamera	Mikroskop Kamera Pabrik
Biaya	Murah	Mahal
Waktu	Relatif singkat	Singkat
Tenaga Ketersediaan barang	Relatif lama Ada	Singkat Tidak ada

Sumber : data primer (2020)

Dari Tabel 2. dilaboratorium Pengolahan Limbah Fakultas Perikanan dan kelautan belum ada alat penunjang praktikum mikroskop kamera buatan pabrik,

Efektivitas Peningkatan Kinerja Alat Mikroskop *Dissecting* yang Dimodifikasi Kamera CCTV

Peralatan yang sudah disiapkan dirangkai sesuai dengan prosedur dapat dilihat pada Gambar 1. Proses pengambilan citra gambar pada sampel tidak menggunakan cahaya atau lampu bawaan dari mikroskop. Apabila menggunakan cahaya dari lampu bawaan mikroskop *dissecting* maka hasil dari citra gambar yang ditanggap menjadi kurang efektif karena terjadi kelebihan cahaya bawaan mikroskop. Hal ini akan menyebabkan pantulan cahaya pada kamera CCTV.

Organisme yang akan diteliti adalah 3 jenis *bentos*. yakni dari Kelas: Insecta; Family: Gomphidae, Rhyacophiloidae dan Chironomidae, masing-masing Genus nya adalah *Gomphus*, *Rhyacophila* dan *Chironomus*. Ke 3 jenis hewan bentos ini

akan di ambil citra gambarnya dari posisi atas dan dari posisi bawah.



Gambar 1. Hasil Alat Modifikasi Mikroskop *Dissecting* ditambah Kamera CCTV merek HD camera

a. Family Gomphidae Genus *Gomphus*

Menurut Arnold, E (1980), Klasifikasi dari *Gomphus* adalah:

Phylum : Artropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Odonata

Sub ordo : Anisoptera

Family : Gomphidae

Genus : *Gomphus*

Patty, N. (2006) mengatakan Odonata adalah serangga yang ukurannya relatif besar dan sebagian besar hidupnya dalam penerbangan. Tahapan-tahapan pradewasa adalah akuatik dan bentuk nimfa, sedangkan yang dewasa biasanya terdapat dekat air. Selanjutnya Arnold, E (1980), menjelaskan bahwa *Gomphus* pada sub ordo Anisoptera memiliki ciri-ciri bentuk tubuh gepeng, bentuk lonjong dan berbulu. Kepala kecil dan berbentuk hati, seperti pentungan antena. Labium persegi dengan dua kait kuat di lateral. Lamellae kaudal sangat pendek. *Gomphus* yang diamati dari citra gambar ini diamati dengan perbesaran 45 x. secara visual memiliki warna coklat dengan panjangnya hingga 30 mm.

Jika dilihat Gambar 2, dari uji fenotip dan literatur yang dilakukan terhadap hasil citra gambar terdapat kesamaan terhadap semua ciri yang disebutkan. Menurut Pudji dalam Patty, N. (2006) bahwa Nimfa



Posisi dari atas Posisi dari bawah
 Gambar 2. Genus *Gomphus* terlihat dari atas dan dari bawah perbesaran 45x
 Sumber : data primer (2020)

mencapai panjang sekitar 25 mm dengan warna agak gelap yaitu coklat kekuningan. Kepala kecil, dilengkapi mata yang membulat di sisi kanan dan kiri, Toraks panjang dan ramping, calon sayap seperti daun melekat erat di bagian dorsal tubuhnya. Abdomen silindris, ujungnya dilengkapi "caudal lamellae" berupa 3 lembaran tipis dan halus berbentuk segitiga.

b. Family Rhyacophiloidae Genus *Rhyacophila*



Posisi dari atas Posisi dari bawah
 Gambar 3. Genus *Rhyacophila* terlihat dari atas dan dari bawah
 Sumber : data primer (2020)

Menurut Arnold, E (1980), Klasifikasi dari *Rhyacophila* adalah:

- Phylum : Artropoda
- Kelas : Insecta
- Ordo : Trichoptera
- Sub ordo : Spicpalpia
- Family : Rhyacophiloidae
- Genus : *Rhyacophila*

Menurut Merritt, R.W dan Cummins, K. W (1996) Family *Rhyacophila* memiliki panjang rata-rata 7,76 mm dengan panjang antenna 4,85 mm. Warna

tubuh coklat gelap, sayap, antenna, palps maksila, palps labial dan kaki berwarna coklat terang berjumlah 3 pasang, puncak perut tidak memiliki bercak. tibia depan dengan taji preapikal. *Rhyacophila* yang terlihat dari citra gambar ini diamati dengan perbesaran 45 x. Gambar 3. diatas jika dilakukan uji fenotip dan literatur terhadap hasil citra gambar, terdapat kesamaan terhadap semua ciri yang disebutkan diatas.

c. Family Chironomidae Genus *Chironomus*

Menurut Merritt, R.W dan Cummins, K. W (1996) klasifikasi dari Genus *Chironomus* adalah:

- Phylum : Artropoda
- Kelas : Insecta
- Ordo : Diptera
- Family : Chironomidae
- Genus : *Chironomus*



Posisi dari atas Posisi dari bawah
 Gambar 4. Genus *Chironomus* terlihat dari atas dan dari bawah
 Sumber : data primer (2020)

Chironomidae secara fisik ditandai dengan berbulu, tidak memiliki sayap pada umumnya, ukuran kaki dan tubuh memanjang. Memiliki Hair piles hydrofuge, yaitu rambut-rambut kecil yang jumlahnya lebih dari seribu micro hairs per milli meter. Seluruh tubuh Chironomidae ditutupi oleh hair piles. (Sugandikel.wordpress.com. 2013, 25 April).

Selanjutnya, Merritt, R.W dan Cummins, K. W (1996) menyatakan, Chironomidae larva memanjang dan berbentuk silindris, memiliki sepasang

proleg pada segmen thorax pertama dan segmen abdomen terakhir,

Arnold, E (1980) mengatakan, segmen hingga perut dengan empat insang dubur yang dapat ditarik. segmen perut kedua dan terakhir dengan empat insang tubular pada permukaan ventral. *Chironomus* berwarna transparan hingga merah. *Chironomus* yang terlihat dari citra gambar ini diamati dengan perbesaran 45

x. Gambar 4. diatas jika dilakukan uji fenotip dan literatur terhadap hasil citra gambar terdapat kesamaan terhadap semua ciri yang disebutkan diatas.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan kinerja alat pada mikroskop *dissecting* yang dimodifikasi dengan penambahan kamera digital CCTV merek HD Camera OEM Model BNC214 sudah bisa mendapatkan citra gambar hewan *bentos* yang diamati, Citra gambar dapat di simpan di memori laptop/PC atau langsung dicocokkan dengan buku identifikasi, sehingga bisa diaplikasikan pada praktikum maupun penelitian mahasiswa dan dosen. Selanjutnya perlu adanya program/aplikasi yang bisa menggabungkan dua citra gambar dari posisi atas dan bawah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yang telah memdanai penelitian ini, melalui program Pengembangan Profesi Pranata Laboratorium Pendidikan Tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

Arnold, E. (1980) Invertebrates of Streams and Rivers. A Key to identification. Michael Quigley, p. 22-64
Dynatech-int.com, (2019, 15 November). Mikroskop *Dissecting*: Definisi, Fungsi, Cara Kerja, dan Bagian-Bagiannya. <https://www.dynatech->

[int.com/id/artikel/mikroskop-dissecting](https://www.dynatech-int.com/id/artikel/mikroskop-dissecting)-adalah diakses sabtu 6 juni 2020.

Kurniawanican.wordpress.com. (2017,27 Februari).

<https://kurniawanican.wordpress.com/2017/02/27/makin-tinggi-megapixel-kamera-hp-makin-jernih-hasil-gambar/>diakses 24 Oktober 2020

Merritt, R.W., & Cummins K.W. (1996) An Introduction to The Aquatic Insects of North America. Second Edition. Kendall-Hunt Publishing Company. 722 p.

Patty, N. Keanekaragaman Jenis Capung (Odonata) Di Situ Gantung Ciputat, Tangerang. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. (2006). 45 hal.

Raya, A. S., Hidayatno, A., & Zahra, A. A. (2013). Modifikasi Mikroskop Dengan Perbesaran Digital Menggunakan Sistem Kamera. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), 728–733.

Sadina. Mengubah Mikroskop Cahaya Menjadi Mikroskop Digital Multimedia dengan Menggunakan Software IM Magician 4 Tech. Inovasi dan Pembangunan. *Jurnal Kelitbangan*. (2013), Vol. 02 No. 02 Sugandikel.wordpress.com. (2013, 25 April).

<https://sugandikel.wordpress.com/2013/04/25/ekosistem-dan-biota-sungai/>diakses 21 oktober 2020.

Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung. Alfabeta (2008), p 1-120

Winarto, Deny Arifianto, Retna Apsari,. Desain Sistem *Autofocus* Berbasis *Normalized Variance* Untuk Pencari Fokus Otomatis Mikroskop Digital. (2016). Seminar Nasional APTIKOM (SEMNASSTIKOM), Hotel Lombok Raya Mataram, 28-29 Oktober 2016.

Prototipe Alat Hand Sanitizer dan Masker Feeder Otomatis Berbasis Arduino

Syahrial ^{*1)}, Muhammad Fajrin S²⁾, Yusuf Syani ³⁾

¹Program Studi Tata Boga, ²Program Studi Fisika, ³Program Studi Elektro

^{1,3}Fakultas Teknik, ²Fakultas MIPA Universitas Negeri Jakarta

^{*)}Email : ¹Syahrial@unj.ac.id, ²mfajrin@unj.ac.id, ³Yusuf.syani@gmail.com

Abstrak

Upaya membantu program pemerintah mencegah penyebaran *COVID-19*, dalam era tatanan baru dengan mendisiplinkan protokol kesehatan berupa mencuci tangan, memakai masker dan menjaga jarak. Banyak terlihat sarana yang diciptakan yaitu alat untuk mencuci tangan secara manual dan tak terjamin kesterilannya. Pada penelitian ini akan dikembangkan alat pencuci tangan (*hand sanitizer*) dan *masker feeder* otomatis yang dapat memberikan masker 1 per 1 secara otomatis berbasis *motor servo* dan *arduino* yang telah di program, otomatis dengan menggunakan motor dc yang dihubungkan ke *arduino* yang telah diprogram. Penelitian dilakukan dengan *eksperimen laboratorium*, yaitu dengan membuat serta melakukan uji coba program *arduino* untuk diterapkan pada *prototipe* alat *hand sanitizer* dan *masker feeder* otomatis. Tahapan-tahapan metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perancangan dan pembuatan serta pengujian dan analisis. Perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang kemudian dilakukan pengujian lab. Hasil-hasil pengujian menyimpulkan bahwa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dapat berkerja dengan baik, Sehingga menghasilkan alat *hand sanitizer* otomatis dan *masker feeder* berbasis *arduino* yang dapat membantu mencegah penyebaran *COVID-19* di lingkungan *civitas* akademik Universitas Negeri Jakarta, khususnya laboratorium yang ada di lingkungan Universitas Negeri Jakarta.

Kata Kunci : *Arduino, hand sanitizer, masker feeder, otomatis*

Abstract

Efforts to help government programs prevent the spread of COVID-19, in an era of a new order by disciplining health protocols in the form of washing hands, wearing masks and maintaining distance. Many have seen the means by which tools to wash hands manually are not guaranteed for their sterility. In this research, an automatic hand sanitizer and mask feeder will be developed which can provide 1 by 1 mask automatically based on servo and Arduino motors that have been programmed, automatically using a dc motor connected to the programmed Arduino. carried out by laboratory experiments, namely by making and testing the Arduino program to be applied to prototypes of automatic hand sanitizers and feeder masks. software which is then carried out by lab testing. The test results conclude that hardware and software can work well, resulting in automatic hand sanitizer tools and arduino-based feeder masks that can help prevent the spread of COVID- 19 in the environment n the academic community of the State University of Jakarta, especially the laboratories within the Jakarta State University.

Keywords: Arduino, hand sanitizer, mask feeder, automatic

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 telah mengubah semua bentuk kerja, hal inilah yang kita rasakan sejak bulan Maret tahun 2020. Kementerian Pendidikan dan kebudayaan telah menerbitkan surat edaran No.3 tahun 2020 tentang pencegahan corona virus disease (Covid-19) pada satuan pendidikan, yang salah satu butirnya menyebutkan agar mengoptimalisasikan unit layanan kesehatan perguruan tinggi dengan cara berkoordinasi dengan fasilitas pelayanan kesehatan setempat dalam rangka pencegahan penyebaran *covid-19*. Banyak masyarakat secara mendadak jadi terbiasa memperhatikan kesehatan dan keselamatan akan dirinya. Perubahan dimana gaya hidup sehat kian menguat bahkan ditambah dengan alat pelindung diri, seperti masker dan face shield, serta disinfektan yang sudah jadi barang bawaan sehari-hari.

Aspek Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sangat penting dalam pembelajaran di laboratorium, karena merupakan kegiatan yang berusaha untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja laboratorium dari risiko-risiko yang ada di laboratorium. Pada masa *pandemi covid-19* ini, banyak usaha yang dilakukan dalam rangka menjaga *protokol* kesehatan, seperti yang terlansir di web tirto.id, menurut juru bicara penanganan *Covid-19* Indonesia, Achmad Yurianto mengatakan "Cara yang dilakukan dengan rutin cuci tangan pakai sabun, pakai masker saat keluar rumah, jaga jarak aman dan menghindari kerumunan". Pihaknya berharap kebiasaan baru ini harus menjadi kesadaran *kolektif* agar dapat berjalan dengan baik. Siapa pun yang mengelola tempat umum, tempat kerja, sekolah dan tempat ibadah harus melakukan memperhatikan aspek ini, bahkan kita berharap harus menjadi kontrol terhadap kedisiplinan masyarakat," ujarnya (Putsanra, 2020).

Perkembangan teknologi menuntut kita beraktivitas cepat dan praktis, seperti mencuci tangan. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan alat pencuci tangan otomatis dengan menggunakan *hand sanitizer*. Menurut (Diana, 2012) terdapat dua *hand sanitizer* yaitu *hand sanitizer gel* dan *hand sanitizer spray*. *Hand sanitizer gel* merupakan pembersih tangan berbentuk *gel* yang berguna untuk membersihkan atau menghilangkan kuman pada tangan, mengandung bahan aktif *alkohol* 60%. *Hand sanitizer spray* merupakan pembersih tangan berbentuk *spray* untuk

membersihkan atau menghilangkan kuman pada tangan yang mengandung bahan aktif irgasan DP 300 : 0,1% dan *alkohol* 60%. Dalam penelitian (Diana, 2012) menyatakan, *hand sanitizer* yang berbentuk cair atau *spray* lebih efektif dibandingkan *hand sanitizer gel* dalam menurunkan angka kuman pada tangan. Penggunaan *hand sanitizer* biasa yang terjadi selama ini masih kurang cukup. Kemasan bagian luar *hand sanitizer* itu sendiri tak steril karena sering tersentuh penggunaannya. Dan ini menjadi masalah ketika *hand sanitizer* ini ditempatkan di dalam laboratorium-laboratorium atau di ruang publik. Dan pemakaian masker sebagai hal wajib saat new normal kadang masih dihiraukan, sehingga membahayakan lingkungan laboratorium bila mahasiswa sudah terjangkau. Untuk itu harus ada perangkat yang dapat memberikan cairan *hand sanitizer* dan pemberian masker secara otomatis tanpa disentuh tangan agar tetap steril dan mengurangi resiko terpaparnya Covid-19. Sehingga tujuan peraturan New Normal yang dibuat pemerintah tercapai maksimal.

Konsep inovasi yang kami tawarkan untuk mengatasi masalah diatas ialah Prototipe Alat *Hand sanitizer* dan *Masker Feeder* Otomatis berbasis *Arduino*. Dimana alat ini akan membuat *hand sanitizer* bekerja tanpa disentuh oleh pengguna, dan memberikan masker wajah 1 per 1 yang dapat bergeser secara otomatis sehingga masker yang lain tidak tersentuh atau steril. Alat pencuci tangan otomatis bukanlah sesuatu yang baru untuk di kembangkan, sebelumnya sudah ada penelitian yang serupa tentang pengembangan alat pencuci tangan otomatis namun dengan fitur yang berbeda. Seperti pada penelitian Deni Prasetyo yang berjudul Perancangan Prototipe Alat Cuci Tangan Otomatis Dengan Sensor *Ultrasonik* HC-SR04 Berbasis Pengendali Mikro *Arduino* Uno R3. (Prasetyo, 2015) Dalam penelitian ini fitur yang ditambahkan adalah masker *feeder* otomatis.

Tujuan dari kegiatan penelitian ini merancang dan membuat suatu sistem pada *prototipe* alat *hand sanitizer* dan masker *feeder* otomatis berbasis *arduino* agar tetap steril dan laboratorium aman dari penyebaran virus covid-19 serta ikut mensukseskan peraturan new normal yang ditetapkan pemerintah khususnya pada instansi pendidikan. Manfaat penelitian bagi pengguna laboratorium dapat menghilangkan pembatasan aktivitas dalam rangka mengembangkan ilmu dalam

laboratorium dan meningkatkan kreatifitasnya, untuk memperoleh kenyamanan dan aman dalam bekerja serta mengikuti peraturan new normal dalam laboratorium dengan alat yang steril.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Rumpun IKK dan Rumpun Elektro, Universitas Negeri Jakarta

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan membuat maket dari alat *hand sanitizer* otomatis, lalu maket masker *feeder* dan mempersiapkan *driver* motor DC berupa modul yang kemudian dilanjutkan dengan mencoba rangkaian *driver* motor DC ke motor DC yang ada di masker *feeder*. Setelah rangkaian selesai diuji coba, penelitian ini dilanjutkan dengan pembuatan program Arduino Uno dan dilanjutkan percobaan *software* Arduino Uno.

Tahap Perencanaan

Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

- Tahap Perancangan Maket
- Perancangan *Hand sanitizer* Otomatis
- Perancangan *Masker Feeder*
- Perancangan Catu Daya
- Perancangan *Driver* Motor DC

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

- Perancangan Program *Arduino*

Tahap Desain Produk

Setelah mengumpulkan informasi dari masalah-masalah yang ada dilapangan, peneliti merancang desain produk yang sesuai dengan potensi dan masalah tersebut, peneliti juga melakukan analisis materi. Hasil analisis dapat dijadikan acuan dalam membuat produk. Kebutuhan dalam mendesain produk ini disesuaikan dengan keefisienan dan keefektifan. Produk penelitian ini akan menciptakan sebuah prototipe alat *hand sanitizer* dan masker *feeder* otomatis berbasis *arduino*.

Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian *eksperimen* laboratorium, yaitu dengan membuat serta melakukan uji coba program *arduino* untuk diterapkan pada *prototipe* alat *handsanitizer* dan masker *feeder* otomatis.

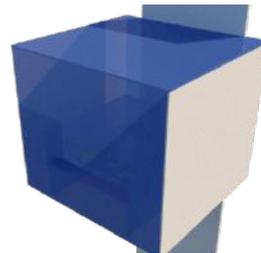
Perancangan dan Pembuatan

Pada tahap perancangan dan pembuatan yang dilakukan adalah :

a. Merancang maket prototipe alat *hand sanitizer* dan masker *feeder* otomatis dengan spesifikasi berikut ini :

- Panjang : 30cm
- Lebar : 30cm
- Tinggi : 35cm

Desain dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Desain prototipe alat hand sanitizer dan masker feeder otomatis

Maket dibuat dengan bahan akrilik dengan ukuran kotak sehingga dapat ditaruh dimanapun, seperti di dinding atau diatas meja.

- Menguji coba program *arduino*
- Menguji coba *driver* motor DC
- Menguji coba dispenser *hand sanitizer* otomatis
- Menguji coba sensor pada masker *feeder*
- Menguji coba masker *feeder*
- Mencatat hasil yang diperoleh.

Teknik Analisis Data

Kriteria Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

- Pengujian *Driver* Motor DC
- Pengujian Tegangan Keluaran Catu Daya
- Pengujian *Dispenser Hand sanitizer* Otomatis
- Pengujian *Sensor Ultrasonik* pada Masker *Feeder*
- Pengujian Masker *Feeder*.

Hasil dari uji coba dicatat kemudian data-data yang diperoleh dianalisis untuk dijadikan hasil penelitian.

Kriteria Pengujian Perangkat Lunak (Software)

- Pengujian Program *Arduino*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Driver Motor DC

Driver motor DC L298N yang akan digunakan pada alat, di uji dengan cara menyambungkan *arduino* dengan *driver* motor DC L298N dan motor dc yang berjumlah 2 buah. Pada pin arah diberikan logika

high dan low untuk mengetahui arah setiap motor. Hasil pengujian driver motor DC dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Driver Motor DC

Input Arah	Motor DC	Arah Motor	Hasil Arah Motor
InA = 1 (high) InB = 0 (low)	Motor 1	Maju	Maju
InA = 0 (low) InB = 1 (high)	Motor 1	Mundur	Mundur
InA = 1 (high) InB = 0 (low)	Motor 2	Maju	Maju
InA = 0 (low) InB = 1 (high)	Motor 2	Mundur	Mundur

Driver motor dc digunakan untuk mengatur arah motor dc pada sistem masker feeder, di kontrol menggunakan arduino yang telah diprogram. Pengujian dilakukan pertama kali dengan cara menghubungkan pin arah ke pin digital arduino, dan output 1 ke motor dc. Lalu, dibuat program yang memberikan logika 1 (high) dan 0 (low) secara bergantian sesuai dengan ketentuan, sehingga dapat menghasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Catu Daya.

Prototipe alat hand sanitizer dan masker feeder otomatis ini menggunakan sumber tegangan 220VAC/50Hz yang dihubungkan ke catu daya dengan keluaran 5VDC/1A. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan keluaran V+ pada catu daya ke probe positif (merah), dan keluaran V- pada catu daya ke probe negatif (hitam). Hasil pengujian catu daya dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Catu Daya

Keadaan	Vout	Hasil	Tampilan
On	5 V	5,09V	
Off	0 V	0 V	

Catu daya yang digunakan berbasis arduino ini menggunakan tegangan DC sebesar 5V dan Arus 1A. Hasil dari keluaran tegangan pada kondisi off adalah 0V sedangkan pada saat

keluaran tegangan kondisi catu daya on adalah 5.09VDC. Catu daya dihubungkan ke tegangan AC 220V.

Hasil Pengujian Dispenser Hand sanitizer Otomatis

Pengujian dengan cara mengukur jarak tertentu antara alat dengan tangan menggunakan penggaris. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Dispenser Hand sanitizer Otomatis

Jarak Tangan dengan Dispenser	Terdeteksi	Hasil	Tampilan
10 cm	Tidak	Tidak	
5 cm	Ya	Ya	

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik pada Masker Feeder.

Sensor ultrasonic akan digunakan untuk mendeteksi tangan sehingga arduino dapat memproses dan mengontrol masker feeder. Hasil pengujian sensor ultrasonik pada masker feeder dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik pada Masker Feeder

Jarak Tangan dengan Sensor	Jarak	Hasil	Tampilan
10 cm	10cm	10cm	
5 cm	5cm	5cm	

Hasil Pengujian Masker Feeder

Hasil pengujian Masker feeder pertama kali dihubungkan dengan arduino yang telah diprogram, lalu pengujian dimulai dengan kondisi off dengan hasil masker feeder tidak bekerja atau tidak memberikan masker secara

otomatis. Kemudian pengujian dengan kondisi on atau diberi tegangan dengan hasil masker *feeder* bekerja dan memberikan masker yang sudah tersedia dengan baik. Hasil pengujian masker *feeder* dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini

Tabel 5. Hasil Pengujian Masker Feeder

Kondisi	Keluaran	Hasil	Tampilan
On	Keluar Masker	Keluar Masker	
Off	Tidak Keluar Masker	Tidak Keluar Masker	

Hasil Pengujian Program Arduino

Pada pengujian program *arduino*, peneliti menggunakan indikator motor dc yang terdapat pada masker *feeder*. Ketika instruksi program *arduino* diinput, setiap motor akan bergerak sesuai dengan ketentuan yang sudah ada. Hasil dari pengujian program *arduino* dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Program Arduino.

Input Arah	Motor DC	Arah Motor	Hasil Arah Motor
InA = 1 (<i>high</i>) InB = 0 (<i>low</i>)	Motor 1	Maju	Maju
InA = 0 (<i>low</i>) InB = 1 (<i>high</i>)	Motor 1	Mundur	Mundur
InA = 1 (<i>high</i>) InB = 0 (<i>low</i>)	Motor 2	Maju	Maju
InA = 0 (<i>low</i>) InB = 1 (<i>high</i>)	Motor 2	Mundur	Mundur

KESIMPULAN DAN SARAN

Prototipe alat *hand sanitizer* dan masker *feeder* otomatis berbasis *arduino* dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, baik rancangan rangkaian perangkat keras maupun program. Fitur masker *feeder* yang ada di alat ini pun dapat bekerja dengan baik yang dapat memberikan masker gratis secara otomatis tanpa harus menyentuh alat, cukup mendekatkan tangan ke arah alat. Disarankan pengembangan alat prototype ini untuk menambahkan fitur pengatur suhu badan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Sumber Daya Direktorat

Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui program Pengembangan Profesi Pranata Laboratorium Pendidikan tahun 2020 serta rekan-rekan PLP UNJ yang telah memberikan dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana, A. (2012). Pengaruh Desiminasi Dokter Kecil Tentang Penggunaan Hand Sanitizer Gel dan Spray Terhadap Penurunan Angka Kuman Tangan Siswa SDN Demakijo Gamping Sleman. Skripsi. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Prasetyo, D. (2015). 06 Perancangan Prototipe Alat Cuci Tangan Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Pengendali MikroArduino UNO R3. *CYBER-TECHN Edisi November Vol 10 No 01 Tahun 2015, 10*.
- Putsanra, D. V. (2020, Juni 9). *Arti New Normal Indonesia: Tatanan Baru Beradaptasi dengan COVID-19*. Retrieved from tirtio.id: <https://tirtio.id/arti-new-normal-indonesia-tatanan-baru-beradaptasi-dengan-covid-19-fDB3>

Validasi Metode Analisis Protein Metode Kjeldahl Pada Susu Bubuk

Tia Amina Setiawati*¹, Ida Nur Farida*², Kikin Winangun*³

¹Fakultas Teknologi Industri Pertanian, ²Laboratorium Sentral, ³Fakultas Peternakan¹²³
Universitas Padjadjaran

E-mail : *¹t.amina.setiawati@unpad.ac.id, *²ida.n.farida@unpad.ac.id,
*³kikin.winangun@unpad.ac.id

Abstrak

Analisis protein metode kjeldahl merupakan salah satu metode tertua didunia yang sampai sekarang masih sering digunakan dan menjadi metode rujukan., metode kjeldahl ini sering digunakan dalam kegiatan praktikum, penelitian dan pengujian. Biaya bahan habis pakai dan limbah yang dihasilkan dalam metode ini cukup besar, sehingga dilakukan pengurangan jumlah sampel dan pereaksi menjadi setengah volume. Sebagai jaminan mutu pengujian terhadap metode ini maka perlu dilakukan validasi metode untuk menghasilkan data yang handal. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental dengan menguji CRM susu bubuk. Uji akurasi dan presisi dilakukan sebanyak 7 kali pengulangan dan pengujian LoD dan LoQ menggunakan blanko sampel berupa sayuran brukol. Hasil validasi metode adalah uji presisi repeatability nilai CV analisis < CV Horwitz, yaitu CV analisis = 1,18 dan CV Horwitz = 1,62. Nilai akurasi dihitung dengan uji-t menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan nilai CoA. Nilai % rekoveri metode sebesar 99,23%, LoD = 0,36 % dan LoQ = 0,42%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur dengan penggunaan setengah volume pereaksi dan sampel memberikan hasil validasi metode yang baik, sehingga dapat dijadikan sebagai kandidat In House Methode.

Kata kunci: validasi, kjeldahl, jaminan mutu pengujian

Abstract

The protein analysis through kjeldahl method is one of the oldest methods in the world that until now is still oftenly used and becomes a reference method. This method is daily used in practical education, research and testing activities. The cost of consumables and waste produced was considerably high, therefore a reduction in the number of samples and reagents to half the volume was carried out. As a quality assurance, it was necessary to validate the method, to produce reliable data. Research was held with experimental methods by testing Whole Milk Powder CRM. Accuracy and precision test were carried out as many as 7 repetitions and for LoD and LoQ test uses cauliflower as blank. The validation result was a repeatability precision test of the coefficient correlation (CV) analysis < CV horwitz, i.e. CV analysis = 1.18 and CV Horwitz = 1,62. The accuracy was calculated by the t-test and the results was not significant. The value of % recovery is 99.23%, LoD = 0.36 % and LoQ = 0.42%. The results showed that procedures with the use of half the volume of reagents and samples provide good results, so that it can be used as test quality assurance data.

Keywords: validation, kjeldahl, quality assurance test

PENDAHULUAN

Berbagai metode pengujian terhadap protein telah dikembangkan, diantaranya metode kjeldahl salah satu metode tertua di dunia. Metode Kjeldahl ini telah berusia 125 tahun yang digunakan untuk penentuan nitrogen organik telah lama dijadikan metode rujukan standar internasional untuk penentuan protein dari produk susu dan beberapa produk bahan pangan lainnya. (O'Sullivan, 2011) (ISO 8894-2, 2006) (Mæhre et al., 2018) (SNI, 1992) (SNI, 2006). Meskipun waktu analisis yang lama dan penggunaan pereaksi yang berbahaya pada suhu yang tinggi, metode ini sangat andal dan tepat, dan telah teruji dengan baik.

Pada prosedur penentuannya, sampel makanan yang telah ditimbang dipanaskan dengan penambahan H_2SO_4 pekat yang direaksikan dengan K_2SO_4 dengan menggunakan katalis Se, Hg, atau Cu dalam tabung tahan panas pada suhu $400^\circ C$. Pada tahapan destruksi ini mengubah sampel N ke dalam bentuk $(NH_4)_2SO_4$. Setelah didinginkan, larutan diencerkan, dan dibuat basa dengan penambahan kelebihan basa kuat (NaOH), yang melepaskan N dalam bentuk yang dapat dihitung sebagai NH_3 bebas. NH_3 yang mudah menguap dari konstituen lain, dan NH_3 yang terkondensasi terperangkap dalam asam borat encer. Prosedur terakhir melibatkan kuantifikasi NH_3 melalui titrasi dengan asam standar (O'Sullivan, 2011).

Dalam jaminan mutu pengujian, validasi metode harus dilakukan ketika kita tidak menggunakan metode rujukan atau terjadi modifikasi dari metode rujukan. Beberapa tipe metode yang perlu divalidasi adalah: metode identifikasi/kualitatif, metode kuantitatif pengujian kemurnian, metode pengujian limit kemurnian dan metode kuantitatif pengujian zat aktif (Massart et al., 1994).

Validasi metode dilakukan dengan menghitung beberapa parameter pengujian, yaitu uji presisi, akurasi, nilai rekoverti atau perolehan kembali, linieritas, limit deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ) (Kalra, 2011) (Riyanto, 2014).

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium Jasa Uji FTIP Universitas Padjadjaran dari bulan Juli-Oktober 2020, dengan menguji beberapa parameter

validasi metode. Parameter uji validasi yang diukur adalah presisi, akurasi, % rekoverti, LoD dan LoQ (Kalra, 2011) (Riyanto, 2014).

Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan CRM susu bubuk yang sudah tersedia di laboratorium diuji sebanyak 7 kali ulangan dan dibandingkan hasilnya dengan nilai yang tertera dalam *Certificate of Analysis* (CoA). Hasil analisis dibandingkan dengan nilai benar dari CoA CRM dengan menghitung nilai t-test data analisis. Rumus yang digunakan adalah seperti disajikan dibawah ini (Riyanto, 2014)

$$s = \sqrt{\frac{(n-1)S1^2 + (n-1)S2^2}{(n1+n2-2)}}$$

$$t - test = \frac{(X1 - X2)}{Sx \sqrt{\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}}}$$

Nilai t-table mengacu kepada table distribusi t-student dengan memperhitungkan derajat kebebasan (*Degree of Freedom*, df) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$df = (n1 + n2) - 2$$

Uji selanjutnya adalah uji presisi, pada uji presisi telah dilakukan uji *repeatability* metode analisis dengan juga menggunakan sampel CRM susu bubuk dengan pengulangan juga sebanyak 7 kali ulangan lalu dihitung nilai koefisien korelasinya (CV Horwitz). Syarat keberterimaan *repeatability* adalah CV analisis < CV Horwitz.

$$CV \text{ analisis} = CV = \frac{SD}{Xr} \times 100$$

$$CV \text{ Horwitz} = 2^{(1-0,5x \log C)}$$

Untuk uji rekoverti atau perolehan Kembali dilakukan dengan menguji sebanyak minimal 7 kali lalu hasil analisis dihitung reratanya dan dibandingkan dengan nilai yang tertera dalam CoA dengan menggunakan rumus:

$$Rekoverti = \frac{C \text{ rerata}}{C \text{ CRM}} \times 100$$

Untuk pengujian LoD dan LoQ blanko sampel digunakan sayuran organik yang dibeli di supermarket lokal di Jatimangor, Sumedang. Blanko sampel adalah sample dengan matriks tanpa mengandung analit, sayuran dipilih sebagai blanko sampel karena karena sayuran

memiliki kandungan protein mendekati 0%(Pardede, 2014). Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{LoD} = X_r + 3 \times \text{SD}$$

$$\text{LoQ} = X_r + 10 \times \text{SD}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Akurasi

Menurut ISO, akurasi didefinisikan sebagai kesesuaian antara hasil analisis dengan nilai benar analit (atau nilai acuan analit yang dapat diterima). Akurasi adalah perbandingan hasil analisis dengan nilai sebenarnya, yang biasanya tertera dalam CoA (*Certificate of Analysis*). Namun jika tidak menggunakan bahan acuan standar, misal CRM atau SRM, akurasi dapat ditentukan dengan membandingkan dengan metode standar atau menggunakan standar adisi. Data analisis dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Analisis Protein

No	CRM (%)	Hasil Analisis (%)
1	28,66	28,1642
2	28,66	28,7196
3	28,66	28,3711
4	28,66	28,1026
5	28,66	28,1026
6	28,66	28,6889
7	28,66	28,9166
X _r =		28,4379

Pada penelitian ini digunakan CRM susu bubuk, *whole milk powder* BCR-380R dari IRMM (*Institute for Reference Materials and Measurement*). Perhitungan dilakukan dengan uji-t, dengan cara perhitungan manual.

Tabel 2. Data Perhitungan Akurasi

NO	CR M	Ixi-xrI	Hasil analisis lab	Ixi-xrI
1	28.66	0	28.1642	0.2737
2	28.66	0	28.7196	0.2816
3	28.66	0	28.3711	0.0669
4	28.66	0	28.1026	0.3353
5	28.66	0	28.1026	0.3353
6	28.66	0	28.6889	0.2510
7	28.66	0	28.9166	0.4787
X _r	28.66	0	28.437922	2.0226

$$S_1 = 0$$

$$S_1^2 = 0$$

$$S_2 = 0.8257$$

$$S_2^2 = 0.6818$$

cara manual dengan menggunakan rumus diatas diperoleh nilai :

Nilai S = 0,104184 dan t-test analisis = 1,1393, t-table diambil dari tabel t-student dengan nilai derajat kebebasan dihitung dengan menggunakan rumus :

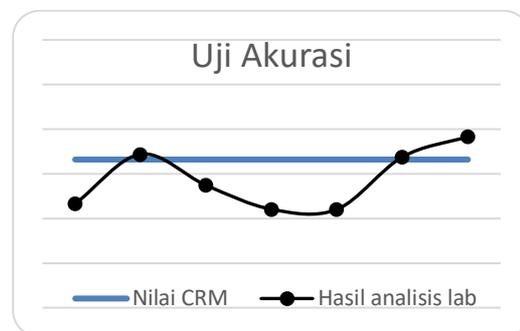
$$df = (n_1 + n_2) - 2$$

df = (7+7)-2 = 12, nilai α yang digunakan adalah 0,025.

Maka nilai t-table adalah 2,179.

Dari data yang diperoleh terlihat bahwa 1,139 < 2,179, nilai t analisis lebih kecil dari t-table, maka dapat disimpulkan bahwa data tidak berbeda nyata.

Grafik akurasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Uji Akurasi

2. Uji Presisi

Syarat keberterimaan presisi adalah jika CV analisis < CV Horwitz, presisi menggambarkan *reproducibility* dari pengukuran, data yg *reproducible* adalah data yang mempunyai simpangan baku yang sangat kecil untuk setiap keterulangannya. Bentuk kuadrat dari simpangan baku disebut varians (S^2), % RSD adalah nilai absolute dari koefisien variasi ($CV = \text{Coefficient of Varians}$) yang besarnya dipengaruhi oleh konsentrasi analit (Massart et al., 1994).

Dari data Tabel 1. dan dengan cara perhitungan dengan rumus diperoleh data sebagai berikut :

$$CV \text{ analisis} = CV = \frac{0,3356}{28,4379} \times 100$$

$$CV \text{ analisis} = 1,1801$$

$$CV \text{ Horwitz} = 2,4167$$

uji presisi pada penelitian ini digunakan *repeatability* karena hanya dilakukan oleh satu analis, maka syarat keberterimaan lebih ketat, yaitu CV analisis < 0,67 x Horwitz. Dari data yang diperoleh dapat terlihat bahwa data

presisi dapat diterima. $0,67 \times CV \text{ Horwitz} = 1,6192$

3. Uji Rekoveri (perolehan kembali)

Selama proses analisis, setelah melalui serangkaian proses preparasi nilai analit harus sama dengan yang sebenarnya. Jika analisis sudah melewati serangkaian prosedur tersebut maka perlu dihitung berapa nilai % rekoveri dari metodenya. Nilai rekoveri adalah perbandingan nilai analisis dengan nilai sebenarnya yang tertera dalam CoA (Kalra, 2011).

Hasil analisis yang diperoleh adalah :

$$R = \frac{28,44}{28,66} \times 100\% = 99,23\%$$

4. Uji LoD dan LoQ

Limit of Detection atau limit deteksi adalah batas konsentrasi terkecil yang dapat terdeteksi namun tidak perlu dikuantifikasikan, merupakan titik konsentrasi dimana nilai yang terukur lebih besar dari nilai ketidakpastian pengukuran. LoD berbeda dengan sensitifitas metode, sensitifitas metode adalah kemampuan metode dalam mendiskriminasi perbedaan kecil dari konsentrasi analit dalam sampel, yang secara teknis sensitifitas metode merupakan nilai *slope* atau kemiringan garis dalam kurva kalibrasi (Kalra, 2011). *Limit of Quantification* atau limit kuantifikasi adalah nilai minimum konsentrasi dengan nilai presisi yang dapat diterima oleh metode. Pengukuran LoD dan LoQ metode dengan menganalisis blanko sampel. Blanko sampel merupakan matrik sampel tanpa analit, sayuran merupakan blanko sampel.

Tabel 3. Data uji terhadap blanko sampel

No	Kode sampel	Kadar protein (%)
1	A	0,34
2	B	0,35
3	C	0,33
4	D	0,32
5	E	0,34
6	F	0,32
7	G	0,33
8	H	0,34
	Xr	0,34
	SD	0,0088

Dari data tabel 3 diatas diperoleh LoD = 0,3619 % dan LoQ = 0,4234%

Data yang diperoleh dihitung keberterimaan datanya dengan menghitung CV Horwitz. CV analisis dihitung dengan menggunakan rumus :

$$CV_{analisis} = \frac{SD}{Xr} \times 100$$

$$\text{Diperoleh hasil CV analisis} = \frac{0,0088}{0,34} \times 100 = 2,6142$$

$$CV \text{ Horwitz} = 2^{(1-0,5 \times \log C)}$$

$$CV \text{ Horwitz} = 4,7144, 0,67 \times CV \text{ Horwitz} = 3,1587$$

CV analisis < CV Horwitz, maka data dapat diterima

KESIMPULAN

Dari data analisis yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa jaminan mutu pengujian melalui validasi metode dengan menggunakan setengah volume sampel dan pereaksi dapat diterima, metode dapat digunakan sebagai metode rujukan laboratorium. Hasil validasi yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Uji presisi *repeatability* Nilai CV analisis < CV Horwitz, yaitu CV analisis = 1,18 dengan CV Horwitz = 1,62. Nilai akurasi dihitung dengan uji t menunjukkan tidak berbeda nyata dengan nilai CoA. Nilai % rekoveri metode sebesar 99,23%, LoD = 0,36 % dan LoQ = 0,42%. Validasi dapat dilakukan terhadap metode-metode yang sering digunakan dilaboratorium sebagai jaminan mutu data pengujian yang dihasilkan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Sumber Daya, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, yang telah membiayai penelitian ini melalui program Pengembangan Profesi Pranata Laboratorium Pendidikan Tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. ISO 8894-2. (2006). International Standard International Standard. *61010-1* © *Iec:2001, 2006*, 13.
- Anonim. Nasional, B. S. (2006). *Susu Bubuk*. 1–38.
- Anonim. Nasional, S., & Nasional, B. S. (1992). Cara Uji Makanan dan Minuman. *SNI (Standar Nasional Indonesia), 01-2891-19*, 1–36.
- Kalra, K. (2011). Method Development and Validation of Analytical Procedures. *Quality Control of Herbal Medicines and Related Areas*.
<https://doi.org/10.5772/19894>
- Mæhre, H. K., Dalheim, L., Edvinsen, G. K., Elvevoll, E. O., & Jensen, I. J. (2018). Protein determination—method matters. *Foods*, 7(1).
<https://doi.org/10.3390/foods7010005>
- Massart, D., Smeyers-Verbeke, J., & Vandeginste, B. (1994). An introduction to method validation. *Analisis*, 22(5), M15–M15.
- O’Sullivan, M. (2011). Analytical Methods: Proximate and Other Chemical Analyses. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 76–82.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00517-3>
- Pardede, E. (2014). Tinjauan Komposisi Kimia Buah dan Sayur: Peranan Sebagai Nutrisi dan Kaitannya dengan Teknologi Pengawetan dan Pengolahan. *Journal VISI*, 21(3), 10–16.
- Riyanto, P. D. (2014). *Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai engan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. 1–154.
<https://play.google.com/books/reader?id=c0mlCgAAQBAJ&pg=GBS.PA17>

Ektstraksi Fase Padat Logam Timbal dalam Air Menggunakan Resin Dowex 50WX2 dan Analisis Secara Spektrofotometri Serapan Atom-Nyala

Yuniar*¹, Siti Nuraini ²

¹Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya ²Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
E-mail: *yuniarhasani@gmail.com, nuraini.siti99@gmail.com

Abstrak

Pre konsentrasi logam Cd (II) dalam sample air telah dilakukan menggunakan kolom ekstraksi fase padat dengan resin DOWEX 50WX2 sebagai adsorben sebelum dilakukan analisis secara spektrofotometri serapan atom-nyala. Diperoleh kondisi pH optimum 5, laju alir sample 1 mL min⁻¹, volume eluen asam nitrat 1N 10 ml dan volume sample 50 mL. Diperoleh Limit deteksi 0,2697 µg L⁻¹. Penentuan nilai akurasi menggunakan sample air keran konsentrasi 0.01 mg L⁻¹ yang di spike dengan larutan CRM Cd 0,1 mg L⁻¹ tertelusur ke SRM NIST. Diperoleh rekoverti (n=7) 93±6%. Nilai akurasi yang diperoleh masih memenuhi persyaratan akurasi yaitu masih berada pada kisaran 70-125% dan RSD 6% lebih kecil dari nilai Horwitz 20,8 %. Berdasarkan nilai akurasi dan % RSD yang diperoleh disimpulkan bahwa metode ini memberikan hasil yang efektif untuk menentukan logam Cd(II) dalam air bersih secara SSA-nyala.

Kata kunci: SSA-nyala, Cd, SPE, pre-konsentrasi, Dowex 50WX2

Abstract

Pre concentration of Cd(II) in water samples was carried out by using column solid phase extraction DOWEX 50WX2 prior to flame atomic absorption spectrometry analyzed. The optimum extraction conditions such as pH (5), sample flow rate (1 mL min⁻¹), volume of eluent HNO₃ 1N (10 mL) and sample volume (50 mL) was determined. The limit of detections was found 0.2697 µg L⁻¹. The accuracy was determined by analyzing spiked water samples used Cd CRM 0.1 mg L⁻¹ traceable to SRM standard solution NIST. Percent recovery and relative standard deviation were found 93% and 6%, respectively. Conclusion this preparation method effective for determination of ion Cd (II) in water with flame-SSA..

Keywords: Flame-SSA, SPE, Cd, pre-concentration, Dowex 50WX2

PENDAHULUAN

Penentuan logam dalam air umumnya menggunakan peralatan inductively coupled plasma (ICP), Spektrofotometer Serapan Atom Grafit furnace(SSA-GF) dan Spektrofotometer Serapan Atom Nyala (SSA-nyala). Pengujian secara langsung dan akurat bisa menggunakan ICP dan SSA-grafit Furnace, namun metode ini membutuhkan biaya yang mahal. Pengujian Cd banyak dilakukan menggunakan SSA-nyala. Metode ini sederhana, ekonomis namun sensitivitasnya rendah. Untuk mengatasi masalah sensitivitas yang rendah ini seringkali diperlukan teknik pre-konsentrasi atau pemisahan *trace element* dari matriksnya sehingga akan meningkatkan limit deteksi dan

selektivitas dalam penentuan logam secara SSA-nyala(Saracolu & Elci, 2002).

Laboratorium Pengujian Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dalam melakukan pengujian logam Cd dalam air menggunakan SSA-nyala merk Shimadzu Type AA-7000, dimana limit deteksi untuk pengujian logam Cd diketahui sebesar 0,0077 mg/L. Karena limit deteksi alat SSA yang ada berada hampir mendekati baku mutu yang dipersyaratkan oleh Permen Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran 0,01 mg/L (Peraturan Pemerintah No 82, 2001) maka perlu dilakukan suatu

penelitian untuk meningkatkan limit deteksi metode yang digunakan untuk pengujian logam Cd guna memenuhi regulasi tersebut.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan limit deteksi pengujian logam. Diantaranya peningkatan limit deteksi logam Cd dan Pb dalam air dengan SSA-nyala dengan teknik *solid phase extraction (SPE)* dari bahan Carbon nanotube (Islam, Zaidi, Ahmad, & Kumar, 2019), resin amberlyst-15 (Tunceli, Ulas, Acar, & Türker, 2019), resin Chromosorb-102 untuk logam Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni and Pb dalam air minum, air laut dan sedimen (Saracolu & Elci, 2002), resin Dowex Marathon C (DMC) untuk logam Cd dan Pb dalam makanan dan air (Dasbasi, Sacmaci, Ülgen, & Kartal, 2015), C18 termodifikasi untuk logam Cd, Cu dan Pb dalam air (Salcedo, Pomares-Alfonso, de la Nuez Pantoja, & Villanueva Tagle, 2017), polystyrene-divinylbenzene functionalized dengan 2-hydroxyacetophenone untuk logam Cd, Co dan Ni dalam sedimen (Lemos, Do Nascimento, & Nunes, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa SPE merupakan metode yang efektif untuk pre-konsentrasi logam dalam berbagai matriks sampel atau meningkatkan limit deteksi pengujian logam karena sederhana, cepat dan mampu mencapai faktor konsentrasi tinggi (Saracolu & Elci, 2002).

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan metode pengujian logam Cd yang biasa digunakan LPT-FMIPA yang menggunakan Metode SNI 6989.16-2009 (BSN, 2009). Pada metode SNI preparasi sampel dilakukan dengan cara menyaring sampel sebelum di ukur dengan alat SSA. Pada penelitian ini proses penyaringan digantikan dengan proses pre-konsentrasi sampel air menggunakan resin penukar ion DOWEX 50WX2 tanpa modifikasi. Resin ini digunakan karena belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Pengujian Terpadu jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dari bulan Juli sampai dengan Oktober 2020.

Prosedur Penelitian

Gelas kolom panjang 30 cm dengan diameter 1 cm dilapisi glass wool, ditambahkan resin Dowex 50WX2 500 mg, dilapisi lagi glass wool. Prekondisi resin Dowex 50WX2 dengan cara melewatkan 50 ml larutan blanko yang telah diatur pada pH 3 menggunakan larutan HNO₃ atau NaOH 0,1 mol/L, dengan laju alir 1 ml/menit. Percobaan dilakukan dengan mengamati parameter yang mempengaruhi efisiensi hasil yaitu pengaruh pH, laju alir, dan volume sampel yang digunakan. Percobaan dilakukan dengan melewatkan 50 ml larutan model yang mengandung Cd 0,100 mg/L. Pengaruh pH diamati pada variasi pH 1-6, Laju alir 0,5-3 ml, volume eluen HNO₃ 1N 5 ml dan 10 ml dengan pengulangan masing-masing 3 kali. Setelah diperoleh kondisi optimum, dilakukan pengujian langsung terhadap sampel air keran yang mengandung Cd 0,010 mg/L dengan variasi volume sampel 50, 100, dan 200 ml dilakukan 3 kali pengulangan.

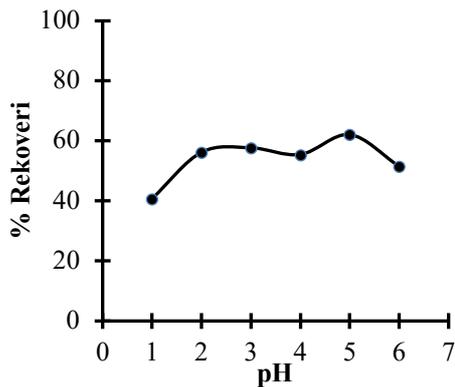
Limit deteksi (3sd) ditentukan dengan membuat larutan model yaitu 500 ml ultra pure water di spike dengan 5 ml larutan CRM Cd 0,102±0,003 mg/L sehingga konsentrasi Cd di dalam larutan 0,001 mg/L. Sedangkan untuk penentuan akurasi metode dilakukan dengan menspike sampel air keran dengan konsentrasi Cd 0,01 mg/L. Pengukuran dilakukan pada kondisi optimum yang diperoleh dengan 7 kali pengulangan (Eurechem, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH

Pengaruh pH pada ekstraksi fase padat atau *Solid Phase extraction (SPE)* merupakan parameter yang sangat penting, karena kemampuan adsorpsi dari suatu resin akan optimal pada pH tertentu.

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh pH terhadap adsorpsi logam Cd pada resin Dowex 50WX2 (Gambar 1), diketahui peningkatan adsorpsi terus berlangsung dari pH 1 sampai 5.

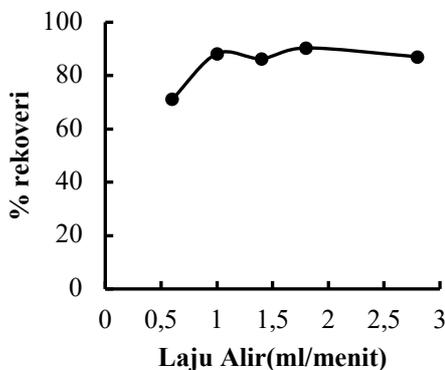


Gambar 1 Pengaruh pH terhadap adsorpsi logam Cd

Adsorpsi optimum pH pada pH 5 dengan nilai rekoveri tertinggi $62\% \pm 2\%$ ($n=3$). Penurunan adsorpsi terjadi pada pH 6, hal ini disebabkan karena pada pH tersebut sudah mulai terbentuk $\text{Cd}(\text{OH})^+$ dan endapan $\text{Cd}(\text{OH})_2$, sehingga adsorpsi ion Cd oleh resin tidak maksimal.

Pengaruh Laju Alir

Laju alir larutan pada kolom akan sangat mempengaruhi waktu interaksi antara larutan dengan resin.

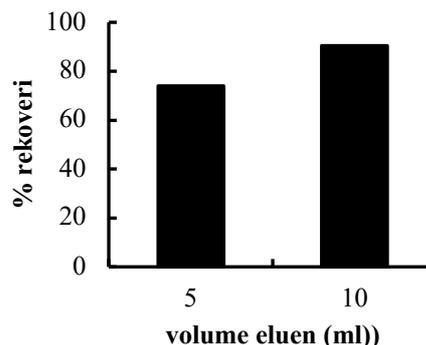


Gambar 2 Pengaruh laju alir terhadap adsorpsi logam Cd

Laju alir yang semakin cepat akan membuat interaksi antara ion Cd^{2+} dalam larutan dengan resin cukup singkat, sehingga ion Cd^{2+} yang teradsorpsi oleh resin jumlahnya tidak maksimal. Laju alir optimum pada Gambar 2 sebesar 1 ml per menit. Laju alir yang lebih dari 1 ml per menit tidak memberikan adsorpsi ion Cd^{2+} lebih tinggi karena adsorpsi telah berlangsung optimal. Sehingga laju alir 1 ml per menit digunakan untuk proses pengujian selanjutnya.

Pengaruh Volume Eluen

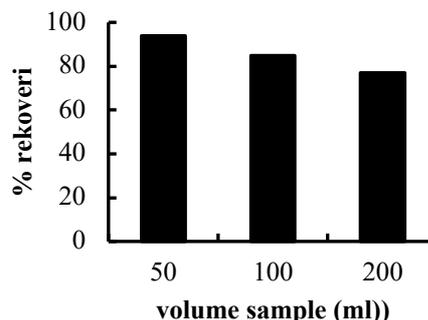
Pengaruh volume eluen sangat mempengaruhi pelepasan kembali ion Cd^{2+} yang telah di adsorpsi oleh resin Dowex 50WX2. Volume eluen yang tidak mencukupi untuk mengelusi ion Cd^{2+} akan menyebabkan masih adanya ion Cd^{2+} yang tersisa pada resin, sehingga akan mempengaruhi hasil akhir. Pada penelitian ini diperoleh volume eluen HNO_3 1N untuk mengelusi Cd^{2+} optimal pada volume 10 ml (Gambar 3) dengan nilai rekoveri $91\% \pm 5\%$ ($n=2$).



Gambar 3 Pengaruh volume eluen terhadap pelepasan logam Cd

Pengaruh volume sampel

Penentuan volume sampel optimum dilakukan pada kondisi pH 5 dengan laju alir 1 ml per menit dan volume eluen HNO_3 1 N 10 ml, diperoleh volume sampel optimum seperti pada Gambar 4 yaitu 50 ml, dengan rekoveri $94\% \pm 8\%$ ($n=3$).

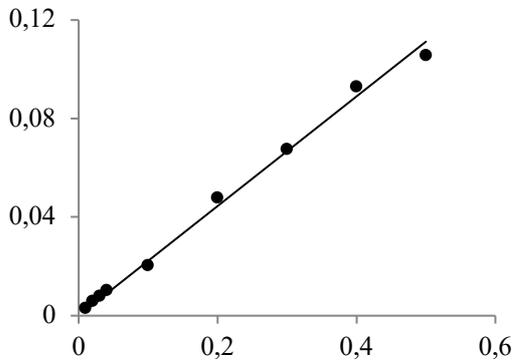


Gambar 4 Pengaruh volume sampel terhadap adsorpsi logam Cd

Karakteristik Kombinasi Metode SPE-SSA-Nyala

Kurva kalibrasi merupakan hubungan antara nilai serapan dengan kadar Cd di dalam

larutan. Kurva kalibrasi dibuat pada kisaran konsentrasi 0,01 – 0,5 mg/L pada Gambar 5. Diperoleh nilai Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9977 dengan persamaan garis linier $Y = 0,22246X + 0,00000$.



Gambar 5 Kurva kalibrasi logam Cd

Limit deteksi ($3sd$) ditentukan dengan membuat larutan model yaitu 500 ml ultra pure water di spike dengan 5 ml larutan CRM Cd $0,102 \pm 0,003$ mg/L sehingga konsentrasi Cd di dalam larutan $0,001$ mg/L. Pengukuran dilakukan pada kondisi optimum yang diperoleh dengan 7 kali pengulangan (Eurachem, 2014).

Tabel 1 Hasil pengujian limit deteksi logam Cd

No	Kadar (mg/L)		%R
	Pembacaan	Perhitungan	
1	0.001	0.0007	72
2	0.001	0.0008	81
3	0.001	0.0008	81
4	0.001	0.0005	54
5	0.001	0.0007	72
6	0.001	0.0007	72
7	0.001	0.0007	72
Rata-rata (x)		0.00072	72
sd		0.0001	
%RSD = sd/x		12.5	
S/N = X/sd		8	
MDL = $3 Sd$		0.0003	
LoQ = $10sd$		0.0009	

Pada Tabel 1 dapat dilihat limit deteksi dengan *SPE* sebesar $0,0003$ mg/L dengan batas keberterimaan yang memenuhi persyaratn (Tabel 2). Nilai ini jauh lebih kecil dari limit deteksi tanpa *SPE* yaitu $0,0077$ mg/L (Yuniar & Nuraini, 2019).

Tabel 2 Batas keberterimaan penentuan limit deteksi logam Cd

No	Persyaratan	Hasil	Kesimpulan
1	%RSD = 21.44	5.89	memenuhi
2	%R = 70% - 125%	74	memenuhi
3	S/N = 2,5 - 10	16.98	memenuhi
4	MDL < Kadar spike	$0.0003 < 0.001$	memenuhi
5	Kadar spike < 10 MDL	$0.001 < 0.003$	memenuhi
6	MDL < BML	$0.0003 < 0.01$	memenuhi
7	Jika MDL diterima, maka LoQ = $10 sd$ diterima	0.0003	memenuhi

Pengukuran akurasi metode dilakukan sebagaimana pengujian limit deteksi, dengan konsentrasi Cd $0,01$ mg/L yang diperoleh dari pengenceran CRM Cd $0,102 \pm 0,003$ mg/L. Hasil penelitian pada Tabel 3 diperoleh konsentrasi Cd $0,0093 \pm 0,0005$ ($n=7$) dengan rekoverti hasil $93 \pm 6\%$.

Tabel 3. Hasil pengujian akurasi logam Cd

No	Kadar (mg/L)		%R
	Pembacaan	Perhitungan	
1	0.0100	0.0084	84
2	0.0100	0.0095	95
3	0.0100	0.0089	89
4	0.0100	0.0093	93
5	0.0100	0.0092	92
6	0.0100	0.0100	100
7	0.0100	0.0098	98
Rata-rata (x)		0.00929	93
sd		0.0005	
%RSD = sd/x		6	

Evaluasi hasil pada Tabel 4 dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan persyaratan keberterimaan untuk akurasi (%R) yaitu pada kisaran 75-120% (Rivera, n.d.) dan % RSD < 21,7% (Hadi, 2010).

Tabel 4 Batas keberterimaan akurasi dan RSD

No	Persyaratan	Hasil	Kesimpulan
1	%RSD = 21.7	6	memenuhi
2	%R = 70% - 125%	93	memenuhi

Berdasarkan evaluasi akurasi metode *SPE-SSA*-nyala maka metode ini dapat diterima karena memenuhi persyaratan keberterimaan akurasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas diperoleh beberapa kesimpulan yaitu kondisi optimum pengujian logam Cd dengan metode SPE-SSA-nyala menggunakan resin Dowex 50WX2 adalah pada pH larutan 5, laju alir 1 ml/menit, volume eluen HNO₃ 1N 10 ml dan volume sampel 50 ml. Metode SPE-SSA-nyala dengan resin Dowex sebagai adsorben logam Cd bisa dijadikan metode baru sebagai pengembangan metode SSA-nyala untuk analisis cemaran logam di dalam air bersih karena dapat mendeteksi logam Cd sampai 0,3 µ/L dan dengan hasil yang akurasi dan presisi.

Untuk penyempurnaan metode maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh variasi berat resin, variasi konsentrasi eluen dan jenis eluen yang digunakan serta pengaruh adanya logam lain terhadap akurasi hasil pengujian logam Cd dalam air.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui Direktorat Sumber Daya yang telah mendanai Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan “Skema Hibah Pengembangan Profesi” (Nomor Kontrak 49/E4.3/KU/2020).

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (2009). SNI 6989.16: 2019 Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. Jakarta.

Dasbasi, T., Sacmaci, S., Ülgen, A., & Kartal, Ş. (2015). A solid phase extraction procedure for the determination of Cd(II) and Pb(II) ions in food and water samples by flame atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 174(Ii), 591–596. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.049>

Eurachem. (2014). *Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*. (“B. Magnusson and U. Örnemark, Ed.), Eurachem (2nd ed.). Retrieved from <http://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/valid.pdf>

Hadi, A. (2010). *Pedoman Verifikasi Metode*

Pengujian Parameter Kualitas Lingkungan. (A. Hadi, Ed.). Jakarta.

- Lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 82. (2001) Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Lemos, V. A., Do Nascimento, G. S., & Nunes, L. S. (2015). A new functionalized resin for preconcentration and determination of cadmium, cobalt, and nickel in sediment samples. *Water, Air, and Soil Pollution*, 226(2). <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2281-6>
- Rivera, C. (n.d.). Horwitz Equation as Quality Benchmark in ISO/IEC 17025 Horwitz Ratio (HorRat).
- Salcedo, B. L., Pomares-Alfonso, M. S., de la Nuez Pantoja, Y., & Villanueva Tagle, M. E. (2017). Comparison of three chelating resins for the preconcentration of Cd, Cu and Pb in the analysis of waters by flame atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal*, 132, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.02.003>
- Saracolu, S., & Elci, L. (2002). Column solid-phase extraction with Chromosorb-102 resin and determination of trace elements in water and sediment samples by flame atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 452(1), 77–83. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(01\)01425-8](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(01)01425-8)
- Tunceli, A., Ulas, A., Acar, O., & Türker, A. R. (2019). Solid Phase Extraction of Cadmium and Lead from Water by Amberlyst 15 and Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 102(2), 297–302. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2498-y>
- Yuniar, & Nuraini, S. (2019). Penentuan Limit Deteksi Metode Pengujian Logam Cd Dan Pb Dalam Air Secara SSA-NYALA. *Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium*, 2(2), 102–105.

Pemanfaatan Silikat dari Limbah Botol Bahan Kimia untuk Sintesis Zeolit

Zahrotul Istiqomah¹, Agus Rahmantiyoko²

*Laboratorium Kimia Material dan Energi, Dept. Kimia, Fakultas Sains dan Analitika Data,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya,
istiqomahzahrotul@gmail.com*

Abstrak

Limbah botol kaca umumnya mengandung senyawa SiO_2 yang sangat tinggi yaitu sekitar 72,21 %. Kandungan silika yang tinggi tersebut dapat digunakan sebagai alternatif sumber silika yang sangat potensial untuk digunakan dalam sintesis zeolit. Pada penelitian ini sintesis zeolit dilakukan melalui tahapan reaksi fusi, pemeraman dan hidrotermal, pada reaksi fusi dilakukan pada suhu 550 °C, pemeraman dilakukan selama 24 jam dan hidrotermal dengan variasi waktu 6, 12 dan 24 jam. Padatan hasil sintesis dianalisis dengan FTIR dan dikarakterisasi menggunakan XRD. Hasil XRD menunjukkan bahwa zeolit A terbentuk pada variasi rasio Si/Na 1:2 dan 1:1, Hasil ini identik dengan data JCPDS ICCD No. PDF 39-0222 (Zeolit A)

Kata kunci: Limbah kaca, Silikat, Zeolit

Abstract

Glass bottle contains SiO_2 72,21 %, SiO_2 can be used as an alternative silica sources that are very potential for zeolite synthesis. Zeolite synthesis was carried out through fusion reaction, aging and hydrothermal, fusion reaction performed at 550 °C. aging was carried out for 24 hours and hydrothermal with variation of time are 6, 12 and 24 hours. The result of synthesis was analyzed by FTIR and characterized by XRD. XRD result show that zeolite A is formed at variation of Si/Na 1:2 and 1:1. This result is identic with JCPDA ICCD data Number PDF. 39-0222 (Zeolite A).

Keywords: Glass waste, silicate, Zeolite

PENDAHULUAN

Zeolit merupakan material berpori dengan struktur kristal aluminosilikat, memiliki ukuran pori yang seragam dan berongga yang dibentuk oleh jaringan tiga dimensi dari tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 (Carrado dkk, 2003). Pada umumnya, sintesis zeolit menggunakan material dari bahan kimia seperti aluminium hidroksida, alumina trihidrat, natrium aluminat, natrium silikat sebagai sumber silika dan alumina. Bahan kimia tersebut tentunya membutuhkan biaya yang relatif mahal. Oleh karena itu, penggunaan sumber silika dan alumina dari bahan kimia dapat diganti dengan material dari alam atau limbah yang ada di lingkungan sekitar laboratorium. Dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan material zeolit yang digunakan diantaranya adalah abu sekam padi

(Yani dkk., 2014), abu layang (Chen dkk., 2014) kaolin (Rizaldi., 2017). Pada penelitian kali ini material zeolit yang akan digunakan adalah dari limbah botol bahan kimia sebagai sumber silikanya.

Kadar SiO_2 dalam botol bahan kimia adalah 76,1 %, kadar SiO_2 yang tinggi menjadi dasar digunakannya limbah botol bahan kimia sebagai material untuk sintesis zeolit dan sumber silika. Natrium silikat dapat diperoleh dari limbah botol bahan kimia yang direaksikan secara fusi dengan NaOH dengan berbagai variasi suhu 500, 550 dan 600 °C (Istiqomah dkk, 2019). Berdasarkan penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa zeolit umumnya disintesis menggunakan metode hidrotermal. Metode hidrotermal merupakan teknik kristalisasi prekursor dalam media

pelarut air diatas suhu ruang dengan tekanan tinggi. (Gougazeh dalam Zurriyati dkk, 2019) melakukan sintesis Zeolit secara hidrotermal dengan variasi rasio solid/liquid, dan konsentrasi NaOH 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 dan 4.0 M dalam *autoclave* pada suhu 100 °C selama 20 jam dengan sumber silikanya dari kaolin, sedangkan Wahyuni (2015) melakukan sintesis zeolit dengan cara memvariasi waktu hidrotermal dengan sumber silika kaolin. Pada penelitian ini sintesis zeolit dilakukan dengan mereaksikan natrium silikat dari hasil reaksi fusi dengan natrium aluminat, variabel yang dipelajari dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi rasio solid/solid antara silika dengan NaOH dan variasi waktu hidrotermal yaitu 6,12, dan 24 jam.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah palu, crusher, bak penampung, tong, seperangkat alat gelas, neraca analitik (*sartorius*), *Vacum pump* (Bruker), Furnace (Scientific). Sedangkan instrumen yang digunakan meliputi *X-Ray Fluorescence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transformer Infrared* (FTIR) (Shimadzu). Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah botol bahan kimia, Natrium Hidroksida (NaOH) (merck), Sodium Aluminat anhidrat (sigma aldrich), Sodium Silikat (sigma aldrich), Aquades, kertas saring whatman 42.

Preparasi Awal

Limbah botol bahan kimia dibersihkan menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa-sisa bahan kimia yang ada, setelah itu dikeringkan kemudian dihancurkan (*crushing*), diayak, dikarakterisasi dengan XRF dan XRD.

Pembuatan Natrium silikat

1 gram serbuk kaca ditimbang kemudian dimasukkan cawan, ditambah dengan NaOH sebanyak 2,6692 gram (perbandingan 1:2), kemudian dipanaskan pada suhu 550 °C selama 4 jam, hasil padatan yang diperoleh di karakterisasi dengan XRD dan FTIR.

Sintesis Zeolit

4,8 gram NaOH pelet dimasukkan ke dalam botol polipropilen (pp) dan dilarutkan dengan aquademin sebanyak 26,6935 gram

selanjutnya diaduk sampai NaOH larut. Setelah itu, 3 gram natrium silikat (dari hasil reaksi fusi) dicampurkan dan diaduk selama 15 menit. Natrium aluminat sebanyak 1,9238 gram ditambahkan dan diaduk pada suhu ruangan selama 24 jam. Hasil dari campuran di aging pada suhu ruangan selama 24 jam. Selanjutnya di hidrotermal pada suhu 100 °C dengan variasi waktu hidrotermal 6,12 dan 24 jam. Kemudian botol polipropilen didinginkan dengan aliran air. Padatan hasil sintesis difiltrasi untuk memisahkan padatan dan filtratnya. Selanjutnya padatan dicuci dengan aquades sampai pH 7 dan dikeringkan pada suhu 100 °C selama 24 jam. Selanjutnya padatan yang telah kering di karakterisasi dengan XRD dan FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian adalah *crushing* (penghancuran) botol sisa bahan kimia, kemudian dihaluskan dan di karakterisasi dengan XRF untuk mengetahui komposisi senyawa yang terkandung dalam botol tersebut.

Tabel 1. Hasil XRF Limbah Botol Warna putih

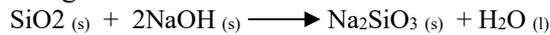
Senyawa	Kadar (%)	Senyawa	Kadar (%)
SiO ₂	76,1	As ₂ O ₃	0,02
K ₂ O	1,81	SrO	0,944
CaO	15,8	ZrO ₂	0,456
Fe ₂ O ₃	0,24	BaO	2,19
CuO	0,094	PbO	0,16
ZnO	2,11		

Botol kaca mempunyai kadar SiO₂ 72,21 % (Jani, dkk, 2014), tergantung dari jenis dan warna botol kacanya. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 1, terlihat dari hasil XRF bahwa komposisi senyawa botol kaca yang paling besar berturut-turut adalah senyawa SiO₂ 76,1 %, CaO 15,8 %, ZnO 2,11 % dan K₂O 1,81 %. Sedangkan senyawa-senyawa lain kandungannya hanya dibawah 1 %. Dari komposisi tersebut SiO₂ merupakan sumber silika yang bisa dimanfaatkan untuk sintesis zeolit.

Sintesis Zeolit

Sintesis zeolit dilakukan melalui tahapan reaksi fusi, pemeraman dan hidrotermal. Pada reaksi fusi limbah botol bahan kimia direaksikan dengan NaOH 1:2 (rasio mol), kemudian dikalsinasi pada suhu 550 °C, reaksi

yang terjadi pada saat proses kalsinasi adalah sebagai berikut :

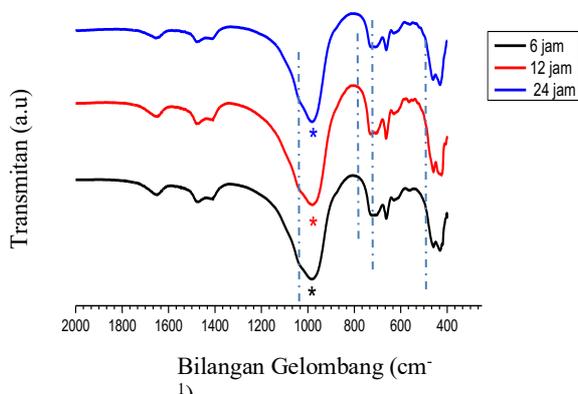


Pada proses pemanasan mengakibatkan NaOH meleleh dan terdisosiasi sempurna membentuk ion Na^+ dan ion OH^- . Elektronegativitas atom O yang tinggi pada SiO_2 menyebabkan Si lebih elektropositif dan terbentuk *intermediet* $[\text{SiO}_2\text{OH}]^-$ yang tidak stabil dan akan terjadi dehidrogenasi. Ion OH^- yang kedua akan berikatan dengan hidrogen membentuk molekul air dan dua ion Na^+ akan menyeimbangkan muatan negatif ion SiO_3^{2-} sehingga terbentuk natrium silikat.

Tahap selanjutnya adalah natrium silikat yang diperoleh dari hasil reaksi fusi direaksikan dengan sodium aluminat dengan distirer selama 24 jam, kemudian dilakukan *aging*/pemeraman selama 24 dengan tujuan untuk pembentukan inti kristal (nukleasi) zeolit. Proses selanjutnya adalah hidrotermal selama 24 jam, pada proses ini bertujuan untuk menumbuhkan kristal zeolit agar lebih besar. Setelah dilakukan hidrotermal difiltrasi sehingga diperoleh padatan yang dianalisis dengan FTIR dan dikarakterisasi dengan XRD.

Analisis FTIR

Padatan hasil filtrasi yang diperoleh kemudian dianalisis dengan FTIR, analisis FTIR bertujuan untuk mengetahui adanya gugus fungsi dari padatan hasil sintesis dengan variasi waktu hidrotermal. Analisis dengan FTIR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 400-2000 cm^{-1} .

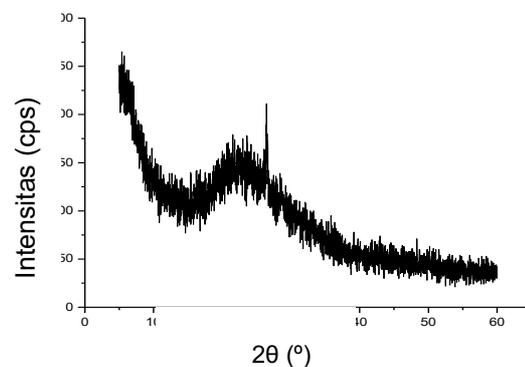


Gambar 1. Spektra FTIR Hasil Sintesis dengan Variasi Waktu Hidrotermal

Pada gambar 1 menunjukkan hasil spektra FTIR dari berbagai variasi waktu hidrotermal, spektra yang dihasilkan pada panjang gelombang 430 dan 469 cm^{-1} merupakan *deformation* (Si-O), 697 cm^{-1} merupakan *deformation* (AlO-H), pada bilangan gelombang 981 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur asimetri T-O-T (T = Si atau Al). melaporkan bahwa nano sodalit berhasil disintesis yang ditunjukkan berdasarkan hasil spektra FTIR pada bilangan gelombang 990 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur asimetri T-O-T (T = Si atau Al), 734, 707 dan 663 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur simetri T-O-T (T = Si atau Al). Puncak karakteristik untuk semua jenis zeolit terjadi pada bilangan gelombang antara 1250 dan 950 cm^{-1} .

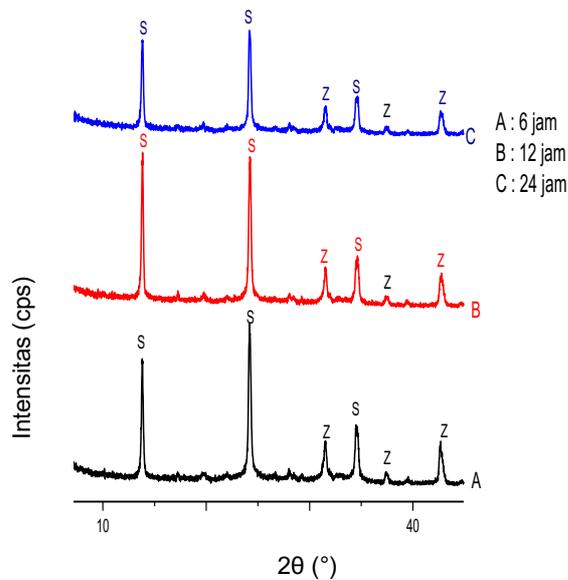
Karakterisasi XRD

Karakterisasi serbuk kaca dengan XRD menggunakan Cu K-alfa 1,54056, tujuan karakterisasi dengan XRD adalah untuk mengetahui senyawa tersebut bersifat amorf atau kristal. Analisis difraktogram hasil XRD menggunakan software *Search and Match*, sehingga difraktogram yang diperoleh dari hasil karakterisasi dicocokkan dengan data base yang ada. Berdasarkan dari hasil difraktogram pada gambar 2 serbuk kaca warna putih bersifat amorf.



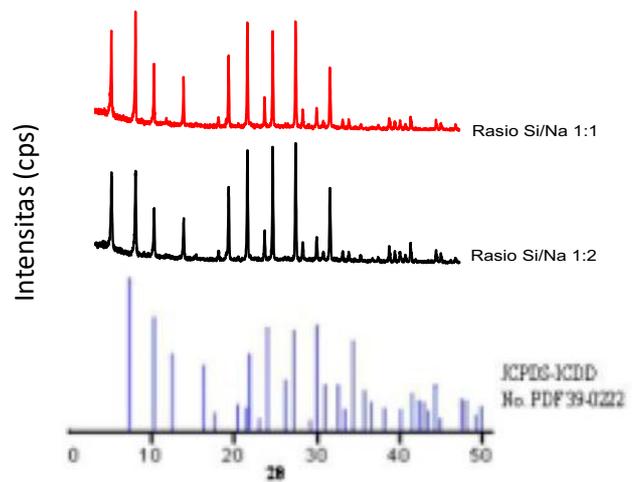
Gambar 2. XRD Serbuk Kaca

Pengaruh waktu kristalisasi terhadap pola difraksi sinar-X ditentukan pada $2\theta = 5-45^\circ$. Pola difraksi sinar-X terhadap variasi waktu kristalisasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. XRD padatan hasil Sintesis dengan variasi waktu hidrotermal

Berdasarkan pola difraksi sinar-X pada Gambar 3 terlihat bahwa sampel hasil sintesis dengan variasi waktu hidrotermal fasa zeolit yang dominan terbentuk adalah sodalit, ini terlihat dengan adanya puncak intensitas yang cukup tinggi pada 2θ 13,83; 24,146; dan 34,45 sedangkan fasa zeolit A, intensitas cukup rendah. Fasa zeolit yang terbentuk dari hasil sintesis ini sangat dipengaruhi oleh komposisi rasio molar NaOH dan Si/Al. Komposisi larutan NaOH yang lebih sedikit serta rasio Si/Al yang banyak akan menghasilkan produk campuran yaitu zeolit A, sodalit dan kankrinit. Pada proses hidrotermal, mengalami transformasi menjadi fasa amorf selanjutnya terbentuk fasa metastabil yang bertransformasi menjadi zeolit A dan fasa stabil bertransformasi menjadi sodalit. Rangkaian transformasi kaolin pada media alkali melalui proses hidrotermal yaitu aluminosilikat \rightarrow fasa amorf \rightarrow zeolit A \rightarrow sodalit.



Gambar 4. padatan hasil Sintesis dengan variasi rasio Si/Na

Pada Gambar 4 terlihat bahwa pola difraksi dari padatan hasil sintesis menunjukkan pola difraksi zeolit A. Hasil tersebut identik dengan data JCPDS ICCD No.PDF 39-0222 (Zeolit A)

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa zeolit A berhasil disintesis dari limbah botol bahan kimia sebagai sumber silika, dengan rasio Si/Na pada reaksi fusi 1:2 dan 1:1, waktu fusi 4 jam. Hasil XRD yang diperoleh identik dengan data JCPDS ICCD No.PDF 39-0222. Sebagai zeolit A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Direktorat Sumber Daya, KEMENDIKBUD – DIKTI yang telah memberi bantuan dana hibah untuk Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan tahun 2020

DAFTAR PUSTAKA

- Carrado, K. A., Dutta, P. K., Auerbach, S. M. (2003). *Handbook of Zeolite Science And Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Chen Zhen, Jiang Shan Li, Chi Sun Poon, (2018), Combined use of sewage sludge ash and recycled glass cullet for the production of concrete blocks, *Journal of Cleaner Production* 171 (2018) 1447e1459.
- Istiqomah Zahrotul, Agus Rahmantiyoko (2019), *Daur Ulang Limbah Botol Bahan Kimia Untuk Pembuatan Natrium Silikat*, Laporan Akhir Penelitian, Departemen Kimia ITS Surabaya.
- Jani Yahya, William Hogland, (2014), Waste glass in the production of cement and concrete – A review, *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2 1767–1775.
- Rizaldi Nabil Ahmad, (2017), Pengaruh Variasi Rasio Mol $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ Pada Pembentukan Zeolit Y Dari Kaolin Melalui Tahap Metakaolinisasi, Skripsi, Departemen Kimia ITS Surabaya.
- Wahyuni, (2015), *Sintesis Sodalit Menggunakan Kaolin Secara Langsung*, Tesis, Departemen Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yani Ahmad, Lia Destiarti, Nelly Wahyuni, (2013), Sintesis Zeolit A Dengan Variasi Sumber Silika Dan Alumina, JKK, ISSN 2303-1077 tahun 2013, volume 2 (1), Hal. 1-6.
- Zuryati Ulul Khairi, Muhammad Kafillah, Novia Amalia Sholeha, Nurul Ismillayli, Eko Santoso, and Didik Prasetyoko, (2019), Efficient and sustainable synthesis of zeolite NaA from Bangka kaolin: a study of reused filtrate as partial nutrients for the next synthesis, *Int. Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*, page xx.



Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi

 **Kompleks Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan,
Gedung D Lt. 5,
Jl. Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta.**



(021) 57946104



www.dikti.kemdikbud.go.id



[ditjen.dikti](https://www.instagram.com/ditjen.dikti)



9 772774 406005