



ILAB
Karya Inovasi Laboran



INOVASI SAINS LABORATORIUM



KILAB
Karya Inovasi Laboran



INOVASI SAINS LABORATORIUM

INOVASI SAINS LABORATORIUM

Penulis:

Muhammad Balyan, Baihaqi Siregar, Agus Wahid Habiburrohman, Muhammad Ardi Jukhardiman, Arif Budiarto, Rosydiati, Miftakhudin, Andira Rahmawati, Abd. Chalim Asnawi, Bahrul Amin, Rakhmawati Fahmiy, Nour Athiroh Abdoes Sjafoer, Ainun Nikmah, Ahmad Taufiq, Andi Tenrisa'na, Haslinda, Muhammad Zakir, Aufa Nadhifa, Rahmad Hidayat A.Tola, Yuliana Prasetyaningsih, Dais Iswanto, Purwanto, Dedi Susanto, Lies Winarsih, Dedi Satriawan, Erlin Dwi Nafulani, Tholibah Mujtahidah, Hamza Mursandi, Gladys Ayu PKW, Ida Bagus Ketut Widnyana Yoga, I Pande Putu Darmayuda, Ni Putu Diantariani, Jaliadi, Uswatun Hasanah, Januar Putra Umba Kusairiawan, Rona Ayu Maulidya, Nur Yanu Nugorho, Khilyatul Afkar, Muchammad Tamyiz, Lailatul Bilzil Shuvriah, Izzatun Nailah, Tri Wahyuni Bintarti, Lidya Linda Nilatari, Agus Sarwono, Verry Andre Fabiani, Missya Putri Kurnia Pradani, Sofyan Kurniawan, Muji Setiyo, Mochamad Haikal, Syane Triwulandari, Ramlan Munawar, Ujang Dindin, Ni Luh Putu Ariwathi, Ida Ayu Made Ratna Dewi, Ida Bagus Gede Darmayasa, Rahma Hidayani, Amri Yahya, Siti Aminah, Royalaitani, Jemi Ferizal, Henny Helmi, Sri Rahayu, Sabarmin Perangin-angin, Edi Suratno, Saharman Gea, Suprihatin, Kuswati, Fathrrahman, Ummu Kultsum, Surjani Wonorahardjo, Yudi Hermawan, Moch. Syaifullah, Eko Kanti Sih Prastiwi, Wiwit Sri Werdi Pratiwi, Yuli Handayani Yudhaningrum, Tokok Adiarto.

©2024

Editor Ahli:

Yulin Lestari, Ida Nur Farida, Nafiron Musfiqin Uddin

Tim Pengembang Program:

Ari Luki Ansanai, Utami Dewi Nastiti, Dwi Retno Lestari

Desainer dan Tata Letak:

Afandi

Gambar Sampul:

Tim Bitread

Penerbit:

PT. Lontar Digital Asia

Cetakan Pertama:

Januari, 2025

Didistribusikan Oleh: Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi

ISBN : 978-623-224-794-9

ISBN (E) : 978-623-224-793-2

SEKAPUR SIRIH

Salam sejahtera, salam Inovasi

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku Bunga Rampai Karya Inovasi Laboran (KILAB) ini dapat diwujudkan dalam 4 bagian, yaitu Sains, Rekayasa Teknologi, Sistem Informasi dan IoT, serta Peraga Kesehatan. Buku ini merupakan bukti nyata dari komitmen dan dedikasi para peserta program Karya Inovasi Laboran Tahun 2024, yang merupakan Pranata Laboratorium Pendidikan Tinggi (PLP) dari berbagai PTN dan PTS, dalam menciptakan karya inovasi yang tidak hanya bermanfaat dalam lingkup akademik, tetapi juga memberikan dampak positif bagi masyarakat luas.

PLP memegang peranan penting dalam keberhasilan pengelolaan laboratorium sebagai pusat kegiatan riset, pembelajaran, dan pengembangan keilmuan. Karya-karya inovatif yang terangkum dalam buku ini menunjukkan bahwa PLP di Perguruan Tinggi tidak sekadar menjadi pendukung, tetapi juga mitra strategis dalam mendorong terciptanya ide-ide kreatif untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan pembangunan.

Karya Inovasi dan Buku Bunga Rampai ini dapat terwujud tidak terlepas juga dari kontribusi tim pengembang program KILAB, para dosen pendamping, pimpinan perguruan tinggi, mitra terkait, dan Kementerian sebagai penyelenggara program. Karena itu, kami sampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada seluruh kontributor yang telah penuh dedikasi menyumbangkan gagasan terbaiknya dalam proses penyelenggaraan program dan penerbitan buku Bunga Rampai ini.

Kami berharap, buku ini dapat menjadi inspirasi bagi PLP di berbagai institusi, memperkuat posisi mereka sebagai inovator, dan memperluas kontribusi mereka dalam berbagai bidang. Semoga buku ini juga menjadi motivasi bagi semua pembaca untuk terus berinovasi dan berkarya demi kemajuan pembangunan bangsa.

Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat dan mendapatkan keberkahan dari Tuhan.

Sekretaris Jenderal
Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi

Prof. Ir. Togar Mangihut Simatupang, M.Tech., Ph.D., IPU.

DAFTAR ISI

Sekapur Sirih.....	iii
01 Rancang Bangun Penyebar Partikel untuk Persiapan Sampel Serbuk Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> Muhammad Balyan, Baihaqi Siregar (Dosen Pendamping)	1
02 Rancang Bangun Alat Uji Konduktivitas Termal Logam Berbasis Arduino Uno untuk Menunjang Praktikum Konduktivitas Zat Padat Mata Kuliah Fisika Dasar Agus Wahid Habiburrohman, Muhammad Ardi Jukhardiman, Arif Budiarto (Dosen Pendamping).....	7
03 Optimalisasi <i>Sistem Smart Fermentor</i> dengan Penggunaan Bioaktivator EM4 untuk Produksi Pupuk Cair dari Limbah Medium Kultur Jaringan, Mikroba, dan Mikroalga, serta Aplikasinya dalam Hidroponik Nft (<i>Nutrient Film Technique</i>) Rosydiati, Miftakhudin, Andira Rahmawati (Dosen Pendamping)	13
04 Efektivitas Cangkang <i>Hermetia illucens</i> (Magot BSF) Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Kadar Logam Berat dan COD Pada Limbah Cair Abd. Chalim Asnawi, Bahrul Amin, Rakhmawati Fahmiy, Nour Athiroh Abdoes Sjaokoer (Dosen Pendamping).....	19
05 Pengembangan Sensor Elektrokimia Berbasis <i>Graphene Oxide</i> untuk Mendeteksi Logam Berat Pb^{2+} dan Hg^{2+} dalam Air Menggunakan Instrumen <i>Gamry Potensiostat/Galvanostat/ZRA Ref-3000</i> Ainun Nikmah, Ahmad Taufiq (Dosen Pendamping)	27

06	Modifikasi dan Optimasi Metode Absorpsi CO₂ untuk Penanggulan Radioisotop ¹⁴C dengan Metode Pencacah Sintilasi Cair	35
	Andi Tenrisa'na, Haslinda, Muhammad Zakir (Dosen Pendamping).....	
07	Rancang Bangun <i>Rauther Heater</i>: Alat Pengering Preparat Pasca Pewarnaan	39
	Aufa Nadhifa, Rahmad Hidayat A.Tola, Yuliana Prasetyaningsih (Dosen Pendamping)	
08	Penggunaan Pewarna Alami dalam Kegiatan Praktikum: Solusi Lebih Aman, Murah, Mudah, dan Ramah Lingkungan	45
	Dais Iswanto, Purwanto (Dosen Pendamping).....	
09	Pengembangan Lemari Penyimpanan Bahan Kimia Anti-Gempa Berbasis <i>Multi Safety Feature (MSF)</i> untuk Laboratorium	51
	Dedi Susanto, Lies Winarsih, Dedi Satriawan(Dosen Pendamping)	
10	Potensi Nilai Tambah Limbah Cair Laboratorium Pengolahan Susu sebagai Pupuk Organik Cair (POC) pada Tanaman Pakan Sorghum	57
	Erlin Dwi Nafulani, Tholibah Mujtahidah (Dosen Pendamping)	
11	Silika Gel Ramah Lingkungan dari Abu Daun Bambu Tali (<i>Gigantochloa Apus</i>) dalam Aplikasinya sebagai Penjerap Uap Air Desikator di Laboratorium	63
	Hamza Mursandi, Gladys Ayu PKW (Dosen Pendamping)	
12	Aplikasi Fungsi <i>Derivative Zero Crossing</i> untuk Menentukan Kadar <i>Quercetin</i> dan <i>Rutin</i> pada Analisis <i>Flavonoid</i> Ekstrak Daun <i>Kacapiring (Gardenia Jasminoides Ellis)</i>	71
	Ida Bagus Ketut Widnyana Yoga, I Pande Putu Darmayuda, Ni Putu Diantariani (Dosen Pendamping).....	
13	Pemanfaatan Zat Warna (<i>Antosianin</i>) dari Buah <i>Jamblang (Syzygium Cumini L.)</i> sebagai Pengembangan Indikator pH	77
	Jaliadi, Uswatun Hasanah (Dosen Pendamping).....	
14	Standarisasi Pembuatan Spesimen Uji dalam Pembelajaran dengan Metode <i>Non Destructive Test (NDT)</i> Bermaterialkan Logam	83
	Januar Putra Umba Kusairiawan, Rona Ayu Maulidya, Nur Yanu Nugorho (Dosen Pendamping)	

15 Sintesis Komposit Karbon Nitrida Grafit ($g-C_3N_4$) dan <i>Hydrochar</i> Tempurung Kelapa sebagai Fotokatalis untuk Mendegradasi Limbah Cair Sisa Praktikum di Laboratorium Kualitas Lingkungan Khilyatul Afkar, Muchammad Tamyiz (Dosen Pendamping).....	89
16 Minyak Kedelai Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Imersi Lailatul Bilzil Shuvriah, Izzatun Nailah, Tri Wahyuni Bintarti (Dosen Pendamping)	97
17 Inovasi Purwarupa <i>Chemical Reaction Chamber</i> dengan Sistem Lemari Asam Sederhana untuk Uji Kualitatif Skrining Fitokimia Lidya Linda Nilatari, Agus Sarwono, Verry Andre Fabiani (Dosen Pendamping)	103
18 Modifikasi <i>Cabinet UV Lamp</i> Terintegrasi <i>Smart</i> Kamera Sebagai Alat Penampak Bercak Pada Metode Analisa Kromatografi Lapis Tipis Sebagai Penunjang Praktikum Fitokimia Missya Putri Kurnia Pradani, Sofyan Kurniawan, Muji Setiyo (Dosen Pendamping).....	111
19 <i>Double Net Spawning</i>: Metode Pemijahan Ikan Nila (<i>Oreochromis Niloticus</i>) Menggunakan Jaring Ganda Mochamad Haikal, Syane Triwulandari, Ramlan Munawar, Ujang Dindin (Dosen Pendamping)	117
20 Pemanfaatan Ekstrak Mawar Merah sebagai Senyawa Antioksidasi Krim Tabir Surya dan Pewarna Jaringan pada Praktikum Morfologi Tanaman Ni Luh Putu Ariwathi, Ida Ayu Made Ratna Dewi, Ida Bagus Gede Darmayasa (Dosen Pendamping)	123
21 Pemanfaatan Oli Bekas atau Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar dalam Proses Pemanasan Pembuatan Akuades Rahma Hidayani, Amri Yahya (Dosen Pendamping).....	129
22 Potensi Ekstrak Kulit Kayu Pelawan (<i>Tristaniopsis Merguensis</i>) yang Diekstraksi Menggunakan Limbah Etanol sebagai Alternatif Pengganti Safranin dalam Pewarnaan Bakteri Siti Aminah, Royalaitani, Jemi Ferizal, Henny Helmi (Dosen Pendamping).....	135
23 Penyediaan Selulosa Bakteri/Polianilin sebagai Adsorben Sri Rahayu, Sabarmin Perangin-angin, Edi Suratno, Saharman Gea (Dosen Pembimbing).....	141

24	Pembuatan Alat Perangkap Nyamuk dan Telurnya dengan Menggunakan Atraktran Gula Merah dan Lampu UV	149
	Suprihatin, Kuswati, Fathrrahman (Dosen Pendamping)	
25	Pengembangan Metode Pengukuran Gelatin Ikan Menggunakan Viskometer sebagai Alternatif Gelatin Mamalia dalam Teknologi Pangan Modern	155
	Ummu Kultsum, Surjani Wonorahardjo (Dosen Pendamping).....	
26	Rancang Bangun <i>Timer Sprayer</i> Berbasis Arduino Uno pada Alat <i>Spray Dryer</i> untuk Meningkatkan Mutu dan Hasil Praktikum Fortifikasi Garam	163
	Yudi Hermawan, Moch. Syaifullah, Eko Kanti Sih Prastiwi, Wiwit Sri Werdi Pratiwi (Dosen Pendamping)	
27	<i>Liquid Smoke</i> dari Limbah Padat Bunga Lawang sebagai <i>Deodorizing Agent</i> pada Proses Pengolahan Limbah <i>Biohazard</i>	169
	Yuli Handayani Yudhaningrum, Tokok Adiarto (Dosen pembimbing).....	



Rancang Bangun Penyebar Partikel untuk Persiapan Sampel Serbuk Pengujian Scanning Electron Microscope

Design and Development of a Particle Dispenser for Powder Sample Preparation for Scanning Electron Microscope Testing

Muhammad Balyan*, Baihaqi Siregar (Dosen Pendamping)

m.balyan@usu.ac.id*

Laboratorium Penelitian Terpadu, Universitas Sumatera Utara, Medan.



Abstrak

Ilmu material dan mikroskopi telah berkembang pesat, terutama dengan adanya Mikroskop Pemindai Elektron (SEM), yang memungkinkan kita melihat benda pada ukuran mikro dan nano. Akan tetapi, ketepatan analisis SEM sangat dipengaruhi oleh kualitas persiapan sampel dimana metode persiapan sampel tradisional seringkali menjadi pilihan. Pengembangan perangkat penyebar partikel untuk meningkatkan akurasi dan reliabilitas persiapan sampel serbuk dalam SEM merupakan inovasi penting untuk domain ilmu material dan mikroskopi. Metode tradisional persiapan sampel SEM, seperti teknik dispersi manual, telah lama dipenuhi dengan tantangan termasuk ketidakkonsistenan, konsumsi waktu, dan potensi kontaminasi sampel serbuk. Perangkat penyebar partikel serbuk yang diusulkan, menghasilkan otomatisasi dispersi partikel serbuk di seluruh stub sampel SEM, bertujuan untuk memastikan akurasi, keseragaman, efisiensi, dan produktivitas dalam persiapan sampel serbuk SEM. Dengan menerapkan perangkat penyebar partikel serbuk di laboratorium, dunia usaha dan industri, hal ini bisa menghasilkan analisis SEM yang lebih akurat, konsisten, dan efisien untuk memajukan penelitian ilmiah ilmu karakterisasi material.

Kata Kunci

- Analisis Mikroskopi
- Mikroskop Pemindai Elektron
- Penyebar Partikel Serbuk

Keywords

- Microscopy Analysis
- Scanning Electron Microscope
- Particle Dispenser

Abstract

The field of materials science and microscopy has advanced significantly, particularly with the advent of Scanning Electron Microscopy (SEM), enabling observations at micro- and nanoscale dimensions. However, the accuracy of SEM analysis is highly dependent on the quality of sample preparation, where traditional sample preparation methods are often the go-to choice. The development of a particle dispenser device to enhance the accuracy and reliability of powder sample preparation for SEM represents a critical innovation in the domain of materials science and microscopy. Traditional SEM sample preparation methods, such as manual dispersion techniques, have long been plagued by challenges including inconsistency, time consumption, and potential contamination of powder samples. The proposed powder particle dispenser device, which automates the dispersion of powder particles across the SEM sample stub, aims to ensure accuracy, uniformity, efficiency, and productivity in SEM powder sample preparation. By implementing the powder particle dispenser in laboratories, businesses, and industries, this innovation could lead to more accurate, consistent, and efficient SEM analyses, advancing scientific research in the field of material characterization.

Metode

Pengembangan alat penyebar partikel serbuk untuk analisis SEM dilakukan melalui beberapa tahap utama. Tahap pertama adalah perancangan alat yang dirancang agar mudah digunakan, dapat disesuaikan, dan cocok dengan proses kerja SEM. Langkah awal dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan, yaitu menentukan masalah dan syarat-syarat khusus untuk menyiapkan sampel serbuk. Desain alat dibuat menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)* untuk mencari konfigurasi dan mekanisme terbaik, dengan fitur-fitur yang mempermudah integrasi ke alur kerja SEM. Setelah desain selesai, prototipe dirakit menggunakan bahan dan komponen yang kokoh untuk mendukung proses vakum. Proses perakitan dilakukan di laboratorium dan bengkel khusus, memastikan alat memenuhi standar operasional untuk persiapan sampel serbuk untuk pengujian SEM.

Tahap berikutnya adalah pengujian alat untuk memastikan fungsinya berjalan baik. Pengujian dilakukan dengan mengevaluasi bagaimana partikel serbuk tersebar pada stub yang dilapisi pita karbon. Penyebaran serbuk di ruang vakum diuji untuk memastikan partikel tersebar merata, di mana hal ini sangat penting agar hasil gambar SEM akurat. Tahap terakhir adalah evaluasi hasil SEM, di mana keseragaman partikel serbuk, kemudahan pengulangan, dan efisiensi proses persiapan sampel dinilai untuk mengevaluasi peningkatan akurasi dibandingkan dengan metode manual. Uji coba dilakukan pada berbagai jenis serbuk untuk memastikan alat ini efektif digunakan dalam berbagai aplikasi. Dengan alat ini, persiapan sampel serbuk untuk pengujian SEM menjadi lebih cepat, mudah, dan akurat, sehingga mendukung penelitian material menjadi lebih saintifik.

Infografis

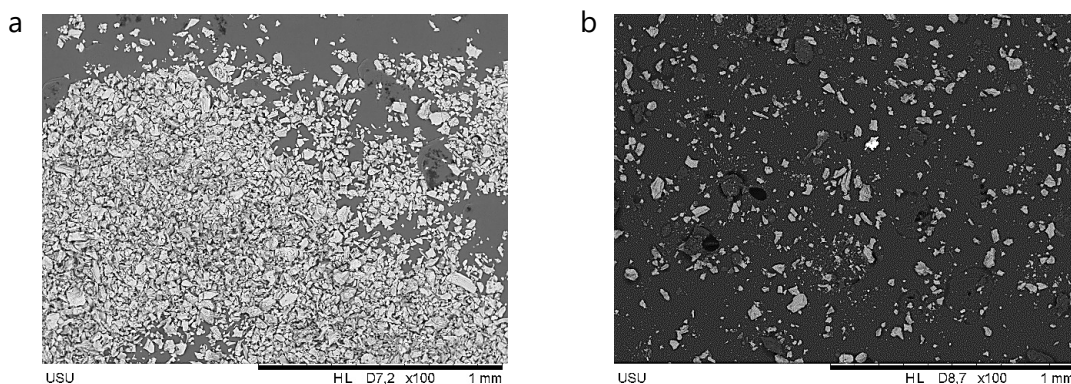
The infographic features logos at the top: DITDAYA (Melayani, Akutabel, Luar, dan Unggul HAJU), KLAB, Kampus Merdeka (INDONESIA JAYA), and Unit Petaksana Teknis Laboratorium Penelitian Terpadu. Below the logos, a photograph shows the custom-built powder dispersion device. To the right, a diagram compares two dispersion methods: one with a red 'X' showing uneven distribution of orange particles, and one with a green checkmark showing uniform distribution. Below these are two SEM images: the left one shows irregular, clumpy particles labeled 'Hasil Pengujian SEM tanpa alat dispersi', and the right one shows smooth, uniform particles labeled 'Hasil Pengujian SEM dengan alat dispersi'. At the bottom, text identifies the work as 'Karya Inovasi Laboran 2024' by Muhammad Balyan, S.Si., M.Sc., from the Laboratory of Universitas Sumatera Utara. A concluding statement reads: 'Alat serupa di pasaran dibanderol hingga 200 juta rupiah! Namun, kami hadir dengan solusi inovatif—alat berkualitas tinggi dengan fungsi yang sama, tapi dengan harga yang jauh lebih terjangkau.'

Gambar 1. Infografis Inovasi

Hasil dan Pembahasan

Ilmu material dan mikroskopi telah berkembang pesat, terutama dengan adanya Mikroskop Pemindai Elektron (SEM), yang memungkinkan kita melihat benda padat dalam ukuran mikro dan nano. SEM telah berkembang menjadi alat berharga dalam ilmu material, memberikan wawasan komposisional, morfologis, dan topografis yang detail. Akan tetapi, ketepatan analisis SEM sangat dipengaruhi oleh kualitas persiapan sampel. Distribusi partikel serbuk yang seragam di stub SEM, seperti disebutkan oleh (Powell *et al.*, 2010), adalah prasyarat penting

untuk memperoleh hasil yang akurat. Metode tradisional, seperti teknik "flick" (mengibaskan partikel), menawarkan biaya rendah dan aksesibilitas yang mudah, namun bergantung pada keterampilan manual yang dapat menyebabkan ketidakkonsistenan (Johnson *et al.*, 2008). Dapat terlihat pada Gambar 2a, butiran sampel serbuk yang menumpuk dan tumpang tindih akan menghasilkan hasil uji SEM yang tidak akurat (Gupta *et al.*, 2014). Oleh karena itu, persiapan sampel serbuk yang tepat untuk analisis SEM menjadi fondasi kritis dalam karakterisasi material (Lee *et al.*, 2016).



Gambar 2: Hasil uji SEM metode Flick (a) Alat penyebar partikel serbuk (b)

Kemajuan teknologi telah menciptakan perangkat khusus seperti *Nebula Powder Disperser* dari Thermofischer, yang secara otomatis menyebarkan partikel serbuk untuk meningkatkan keseragaman (Smith *et al.*, 2018). Namun, biaya tinggi dan kompleksitas perangkat ini sering menjadi hambatan untuk diadopsi secara luas, terutama di laboratorium dengan sumber daya terbatas. Bidang persiapan sampel SEM masih menghadapi tantangan seperti variabilitas ukuran partikel serbuk, beragamnya jenis material, serta kebutuhan akan metode persiapan yang cepat dan dapat diulang. Perangkat penyebar partikel serbuk yang diusulkan berpotensi mengatasi tantangan tersebut dengan menggunakan teknologi vakum untuk dispersi seragam. Faktor penting yang dikontrol adalah kondisi dalam ruang vakum dan butiran serbuk yang digunakan. Kondisi vakum membantu mengurangi penggumpalan

partikel serbuk dengan membantu dispersi antara butiran serbuk secara merata pada stub sampel SEM sehingga hasil uji menjadi lebih akurat. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 2b. Lebih lanjut, agar penggunaan alat tidak terkontaminasi dengan bahan yang lain, alat ini dirancang dengan protokol pembersihan yang ketat untuk mencegah kontaminasi antar sampel.

Secara keseluruhan, berbagai literatur menunjukkan bahwa metode tradisional untuk persiapan sampel SEM masih memiliki banyak kekurangan. Inovasi seperti alat penyebar partikel otomatis yang dapat terlihat pada Gambar 3, diharapkan dapat membuat proses ini lebih konsisten, efisien, akurat dan terjangkau. Dengan alat ini, penelitian di bidang ilmu material dan teknologi nano dapat semakin berkembang.



Gambar 3: Perangkat Penyebar Partikel

Manfaat Penelitian

Manfaat praktis dari perangkat penyebar partikel yang dikembangkan dalam penelitian ini terutama terletak pada peningkatan efisiensi dan akurasi dalam persiapan sampel serbuk untuk Mikroskop Pemindai Elektron (SEM). Produk ini akan sangat berguna di laboratorium penelitian dan industri yang membutuhkan analisis material menggunakan alat SEM, seperti dalam industri farmasi, material, dan teknologi nano. Dengan perangkat ini, persiapan sampel menjadi lebih konsisten dan reproduktif, mengurangi waktu dan kesalahan manual dalam proses tersebut. Selain itu, biaya pembuatan perangkat ini jauh lebih murah dibandingkan dengan harga jual alat yang serupa di pasaran. Oleh karenanya, alat ini dapat digunakan di institusi pendidikan dan laboratorium dengan sumber daya terbatas, memungkinkan lebih banyak pihak mendapatkan akses ke analisis SEM berkualitas tinggi untuk penelitian dan pengembangan produk baru.

“ Dengan dibuatnya alat ini sangat memperbaiki tingkat analisis hasil SEM di Laboratorium Penelitian Terpadu USU. Alat ini sangat berguna karena banyak sampel serbuk yang diuji menggunakan SEM menghasilkan gambar uji yang kurang akurat karena persiapan sampel serbuk yang dilakukan manual. Inovasi ini sangat membantu terutama mempertimbangkan harga produksinya yang jauh lebih murah dibandingkan dengan harga jual alat yang serupa di pasaran. Terakhir, alat ini meningkatkan akurasi analisis sampel serbuk menggunakan SEM bagi mahasiswa, peneliti dan dosen.”

Annisa (Frontliner Laboratorium Penelitian Terpadu USU)



Video 1: Pengambilan sampel material bebas kontaminasi.

Scan QR Barcode
berikut untuk
melihat video.




Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya

Inovasi Laboran Tahun 2024. Bantuan ini sangat berharga dalam mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan inovasi di Laboratorium Penelitian Terpadu, Universitas Sumatera Utara. Hibah ini tidak hanya menjadi dorongan signifikan bagi kami, tetapi juga membuka peluang bagi laboran untuk berkontribusi lebih besar dalam menghasilkan inovasi yang bermanfaat bagi dunia akademik dan masyarakat luas. Terima kasih atas kepercayaan dan dukungannya.

Daftar Pustaka

- Johnson, T., & Richardson, L. (2008). Manual versus automated methods for powder sample preparation in SEM analysis. *International Journal of Nanotechnology and Materials Science*, 7(1), 55–64. <https://doi.org/10.1504/IJNMS.2008.017456>
- Lee, D., & Kim, Y. (2016). Impact of solvent properties on powder preparation for SEM analysis. *Journal of Applied Material Sciences*, 12(4), 421–430. <https://doi.org/10.1002/jams.2016.12345>
- Powell, C., Richardson, S., & Thomas, E. (2010). Uniformity in SEM sample preparation: A comparative study. *Microscopy Today*, 22(2), 34–41. <https://doi.org/10.1017/S1551929510000221>
- Smith, J. A., & Johnson, R. B. (2018). Efficiency of powder sample preparation techniques for scanning electron microscopy. *Journal of Microscopy and Microanalysis*, 24(3), 205–213. <https://doi.org/10.1017/S1431927618000456>
- Zhang, L., Gupta, M., & Wells, H. (2014). Advancements in automated particle dispersal technology for SEM. *Materials*



Science and Engineering Review, 15(6),
789–798. [https://doi.org/10.1016/j.
mser.2014.05.002](https://doi.org/10.1016/j.mser.2014.05.002)

Lampiran:

[https://drive.google.com/file/d/1jDus4c7ReP
6XiHaHITUQjLRjIFEuJl4g/view?usp=drive_link](https://drive.google.com/file/d/1jDus4c7ReP6XiHaHITUQjLRjIFEuJl4g/view?usp=drive_link)

Rancang Bangun Alat Uji Konduktivitas Termal Logam Berbasis Arduino Uno untuk Menunjang Praktikum Konduktivitas Zat Padat Mata Kuliah Fisika Dasar

Design and Construction of a Metal Thermal Conductivity Testing Device Based on Arduino Uno to Support Solid Conductivity Practicum in Physics Course

Agus Wahid Habiburrohman*, Muhammad Ardi Jukhardiman, Arif Budianto (Dosen Pendamping)*

aguswahidhabiburrohman@gmail.com

Laboratorium Fisika, Universitas Mataram, Lombok.



Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat uji konduktivitas termal logam berbasis arduino uno, yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dalam pelaksanaan praktikum fisika dasar. Alat ini dirancang khusus untuk mengatasi berbagai kendala yang sering muncul, seperti kompleksitas alat pengukur konduktivitas termal konvensional dan biaya pengadaan yang relatif mahal. Dengan memanfaatkan teknologi arduino uno, alat ini mampu memberikan kontrol presisi yang tinggi dan otomatisasi dalam proses pengambilan data, sehingga menghasilkan pengukuran yang lebih akurat dan konsisten. Salah satu inovasi utama yang diusung adalah pembatasan suhu selama pengukuran. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pemuaihan pada material uji, yang dapat mempengaruhi keakuratan hasil pengukuran. Selain itu, sistem kontrol berbasis arduino memungkinkan proses kalibrasi dan monitoring suhu menjadi lebih mudah dan efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki tingkat *error* rata-rata di bawah 5%, sehingga dinilai cukup akurat dan andal untuk digunakan dalam kegiatan praktikum. Pengembangan alat ini diharapkan dapat memberikan pengalaman praktikum yang lebih interaktif, menarik, dan efektif bagi mahasiswa. Lebih jauh, alat ini berpotensi membantu mahasiswa memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep konduktivitas termal logam secara langsung melalui eksperimen.



Abstract

This research aims to design and develop a thermal conductivity testing device for metals based on Arduino Uno, which is expected to enhance the effectiveness of basic physics lab practices. This device is specifically designed to address common challenges, such as the complexity of conventional thermal conductivity measurement tools and their relatively high cost. By utilizing Arduino Uno technology, the device offers high-precision control and automation in the data collection process, resulting in more accurate and consistent measurements. One of the main innovations introduced is temperature limitation during measurements. This feature is intended to prevent material expansion, which could affect the accuracy of the results. Additionally, the Arduino-based control system simplifies the calibration and temperature monitoring processes, making them more efficient and user-friendly. Testing results indicate that the device has an average error rate of less than 5%, making it sufficiently accurate and reliable for practical use in laboratory activities. The development of this tool is expected to provide students with a more interactive, engaging, and effective lab experience. Furthermore, this device has the potential to help students deepen their understanding of the concept of thermal conductivity in metals through direct experimentation.

Kata Kunci

- Arduino Uno
- Konduktivitas Termal
- Praktikum Fisika

Keywords

- Arduino Uno
- Thermal Conductivity
- Physics Practicum

Dalam dunia modern yang kian berkembang, pemahaman mendalam mengenai konduktivitas termal logam memiliki peran krusial, khususnya dalam aplikasi industri dan teknologi. Konduktivitas termal mengacu pada kemampuan logam untuk menghantarkan panas, suatu konsep penting dalam ilmu fisika yang tak hanya berada di ranah teori, namun juga mempengaruhi keseharian kita, misalnya dalam pembuatan alat pendingin atau pemanas. Logam dengan konduktivitas tinggi seperti tembaga dan aluminium memiliki peran vital dalam menciptakan efisiensi energi pada perangkat elektronik dan infrastruktur rumah tangga.

Di sisi lain, perangkat pengukuran konduktivitas termal yang ada saat ini masih tergolong rumit dan berharga tinggi, sehingga akses terhadap alat ini seringkali terbatas, terutama di lingkungan pendidikan. Mahasiswa yang mengikuti mata kuliah fisika dasar kerap kali dihadapkan pada keterbatasan alat yang menghambat pembelajaran praktik secara optimal. Oleh karena itu, inovasi alat uji berbasis arduino uno dikembangkan sebagai solusi yang lebih sederhana dan ekonomis untuk mengukur konduktivitas termal logam.

Menggabungkan teknologi mikrokontroler seperti arduino, alat ini mampu melakukan pengukuran dengan akurasi tinggi sambil menekan biaya. Sensor suhu yang terintegrasi memastikan data diambil secara tepat, dan batasan suhu yang dapat dikontrol membantu mencegah kesalahan pengukuran akibat pemuai logam. Dengan alat ini, diharapkan praktikum konduktivitas termal menjadi lebih mudah diakses oleh mahasiswa, memungkinkan mereka untuk lebih memahami dan mengaplikasikan konsep fisika secara langsung, serta membuka wawasan baru dalam memahami aplikasi konduktivitas termal logam dalam kehidupan nyata.

Isu utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah keterbatasan alat uji konduktivitas termal logam yang sesuai untuk kegiatan praktikum di lingkungan pendidikan. Alat pengukur konduktivitas termal logam yang ada di pasaran umumnya berukuran besar,

mahal, dan memiliki tingkat kompleksitas tinggi dalam pengoperasian, sehingga tidak mudah diakses oleh institusi pendidikan, terutama untuk praktikum dasar. Hal ini berimbas pada terbatasnya pengalaman langsung mahasiswa dalam memahami konsep konduktivitas termal, padahal praktik semacam ini sangat penting dalam memantapkan pemahaman teoretis mereka.

Selain itu, kebanyakan alat yang ada tidak dilengkapi dengan fitur pengendalian suhu yang memadai, yang dapat menyebabkan pemuai pada material uji dan mengakibatkan hasil pengukuran kurang akurat. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk mengembangkan alat uji yang lebih sederhana, ekonomis, dan akurat menggunakan teknologi arduino uno. Dengan perangkat ini, pengukuran konduktivitas termal dapat dilakukan dengan lebih mudah dan presisi, sekaligus memberikan akses lebih luas bagi mahasiswa untuk memahami dan mengaplikasikan konsep tersebut secara langsung di laboratorium

Gagasan penelitian ini muncul sebagai respons terhadap kebutuhan akan alat praktikum konduktivitas termal yang lebih terjangkau, sederhana, dan mudah dioperasikan di lingkungan pendidikan. Inspirasi untuk mengembangkan alat ini didorong oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan potensi mikrokontroler, seperti arduino uno, dalam mengukur berbagai parameter fisika dengan hasil akurat namun biaya rendah. Beberapa penelitian terdahulu, seperti karya Moh. Wirantana (2013) dan Diah Ayu Laraswati (2018), mengembangkan alat serupa menggunakan mikrokontroler sebagai kendali utama, namun belum dilengkapi dengan batasan suhu yang dapat diatur agar mencegah terjadinya pemuai material, yang berdampak pada akurasi pengukuran.

Mengambil inspirasi dari kekurangan yang ada dalam penelitian tersebut, tim peneliti merancang perangkat baru yang mampu mengatasi masalah pemuai ini melalui kontrol suhu otomatis. Dengan integrasi arduino uno sebagai mikrokontroler, alat ini tidak hanya ekonomis, tetapi juga memberikan

kendali dan automasi dalam pengambilan data, memungkinkan pengukuran lebih akurat dan mendekati hasil sebenarnya. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif yang membawa pembelajaran konduktivitas termal lebih dekat ke mahasiswa, memungkinkan pemahaman yang mendalam melalui praktik langsung.



Kami sangat mengapresiasi inovasi yang dilakukan dalam pengembangan alat uji konduktivitas termal logam berbasis Arduino Uno ini. Sebagai kepala laboratorium, saya melihat manfaat nyata dari alat ini bagi kegiatan praktikum fisika dasar di laboratorium kami. Alat ini tidak hanya menyediakan alternatif yang lebih ekonomis dibandingkan dengan alat konvensional, tetapi juga menawarkan keakuratan yang tinggi dan kemudahan dalam penggunaan. Fitur pembatas suhu yang inovatif pada alat ini memungkinkan kami untuk memberikan pengalaman praktikum yang aman dan terukur bagi para mahasiswa."

Dr. Suhayat Minardi, S.Si., M.T
(Kepala Laboratorium Fisika Lanjut
Universitas Mataram)

Metode

Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahapan utama yang dirancang untuk memastikan alat uji konduktivitas termal berbasis Arduino Uno dapat berfungsi dengan baik dan akurat. Berikut adalah tata laksana penelitian:

1. Studi Literatur

Tahap awal ini melibatkan kajian terhadap literatur dan penelitian sebelumnya tentang konduktivitas termal logam, berbagai

metode pengukuran yang tersedia, dan penerapan arduino dalam alat pengukur fisika. Studi literatur ini membantu peneliti memahami konsep, memilih metode terbaik, dan merancang alat yang efektif.

2. Perancangan Alat

Dalam tahap ini, peneliti merancang alat uji konduktivitas termal yang meliputi pemilihan sensor suhu, sumber panas, serta komponen elektronik lainnya yang diperlukan. Skematik rangkaian elektronik dan tata letak PCB (*Printed Circuit Board*) disusun, serta program untuk arduino uno ditulis agar dapat mengendalikan suhu dan mengumpulkan data secara otomatis.

3. Pembuatan Prototipe Alat

Prototipe alat konduktivitas termal logam dibuat berdasarkan desain yang sudah direncanakan. Proses ini meliputi perakitan komponen elektronik sesuai diagram skematik, pemrograman mikrokontroler Arduino Uno, dan pengujian awal untuk memastikan alat berfungsi sesuai rencana.

4. Pengujian dan Kalibrasi Alat

Setelah prototipe selesai, dilakukan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi kinerja alat. Uji ini meliputi pengukuran pada beberapa bahan logam dengan konduktivitas termal yang diketahui untuk memvalidasi hasil. Kalibrasi juga dilakukan menggunakan standar referensi agar data pengukuran sesuai dengan nilai yang diterima.

5. Analisis Hasil Pengujian dan Evaluasi Kinerja Alat

Data pengukuran dari berbagai pengujian dianalisis secara statistik untuk menentukan akurasi dan presisi alat. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan nilai konduktivitas termal yang telah diterima di literatur untuk mengukur keakuratan alat dalam kondisi nyata.

6. Pembuatan Laporan Hasil Penelitian

Infografis



Gambar 1: Infografis Rancangan Alat

Hasil dan Pembahasan

Salah satu permasalahan utama dalam pembelajaran fisika dasar, terutama pada materi konduktivitas termal logam, adalah keterbatasan alat uji konduktivitas yang tersedia di pasaran. Alat yang ada cenderung kompleks dan mahal, sehingga sulit diakses secara luas oleh institusi pendidikan. Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam pelaksanaan praktikum fisika dasar, dimana mahasiswa seringkali tidak dapat melakukan eksperimen secara langsung atau dengan akurasi yang memadai. Kesulitan dalam mengukur konduktivitas termal dengan alat konvensional berpotensi menghambat pemahaman mahasiswa terkait konsep konduktivitas termal logam dan penerapannya di dunia nyata.

Keterbatasan alat ukur konduktivitas termal yang tersedia tidak hanya mempengaruhi proses pembelajaran, tetapi juga mengurangi efektivitas praktikum dalam menggali potensi mahasiswa dalam ilmu fisika. Minimnya alat yang terjangkau dan mudah dioperasikan membuat mahasiswa tidak mendapatkan pengalaman langsung yang esensial dalam memahami fenomena termal. Selain itu, alat konvensional tidak memiliki

pembatas suhu yang memadai, sehingga berpotensi menyebabkan pemuaian material uji pada suhu tinggi, yang akan mengurangi akurasi hasil pengukuran. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran terkait kualitas pendidikan fisika yang didapatkan oleh mahasiswa, khususnya dalam praktik pemahaman konduktivitas termal.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan alat uji konduktivitas termal logam berbasis Arduino Uno sebagai solusi atas permasalahan di atas. Arduino Uno dipilih karena kemampuannya dalam pengontrolan yang presisi dan otomatisasi pengambilan data, yang dapat meningkatkan keakuratan hasil pengukuran. Alat ini dilengkapi dengan fitur pembatas suhu yang dirancang khusus untuk menghindari pemuaian material uji akibat suhu berlebih. Dengan demikian, akurasi pengukuran dapat dipertahankan, dan hasil yang diperoleh lebih dapat diandalkan. Selain itu, alat ini dirancang dengan biaya yang lebih rendah dan penggunaan yang lebih mudah, sehingga lebih terjangkau dan cocok digunakan dalam skala pendidikan.

Hasil pengujian alat menunjukkan tingkat eror yang rendah, dengan rata-rata di bawah

5%, yang menjadikannya cukup akurat dan layak untuk mendukung praktikum fisika dasar. Langkah tindak lanjut yang dapat dilakukan meliputi penambahan fitur data *logging* untuk memudahkan penyimpanan dan analisis data. Penelitian selanjutnya dapat memperluas validasi alat dengan menguji berbagai jenis



Gambar 2: Perancangan Alat

logam lainnya untuk memperkaya pemahaman mahasiswa terkait berbagai material. Disarankan pula untuk menambah sensor dengan resolusi yang lebih tinggi dan mempertimbangkan fitur kalibrasi otomatis agar alat ini dapat digunakan dalam lingkungan dengan kondisi yang lebih bervariasi.



Gambar 3: Prototipe alat

Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

- Pengembangan kompetensi teknologi: peneliti memperoleh kesempatan untuk mengembangkan keterampilan dalam merancang dan menggunakan perangkat berbasis arduino uno, yang berguna dalam bidang penelitian fisika terapan dan teknologi sensor.
- Kontribusi pada inovasi alat praktikum: peneliti memberikan kontribusi pada inovasi alat pengajaran yang dapat memperluas pemahaman ilmiah dalam pendidikan fisika. Hal ini juga dapat membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut, terutama yang berkaitan dengan pengukuran sifat-sifat material.

2. Bagi Mahasiswa

- Pembelajaran praktis dan efektif: alat ini memberikan pengalaman langsung bagi mahasiswa dalam memahami konsep konduktivitas termal secara aplikatif. Hal ini memperdalam pemahaman mereka terhadap teori yang dipelajari dalam kelas dan membuat pembelajaran menjadi lebih kontekstual.

- Peningkatan keterampilan praktikum: mahasiswa belajar menggunakan alat praktikum berbasis mikrokontroler, yang bermanfaat untuk mengembangkan keterampilan teknis, terutama dalam pengoperasian alat berbasis sensor dan arduino.
- Meningkatkan ketertarikan terhadap fisika terapan: alat yang terjangkau dan mudah dioperasikan ini dapat meningkatkan minat mahasiswa terhadap fisika terapan dan penelitian di bidang teknologi sensor.

3. Bagi Kampus

Efisiensi biaya dan aksesibilitas alat praktikum: dengan adanya alat uji konduktivitas termal yang lebih terjangkau, kampus dapat mengurangi biaya pembelian alat pengukur konduktivitas termal yang biasanya mahal, memungkinkan lebih banyak mahasiswa untuk mengikuti praktikum secara lebih optimal.



Video 1: Alat uji termal sensor canggih berbasis Arduino Uno.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

- Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024. Tanpa bantuan dari Direktorat Sumber Daya, penelitian ini tidak akan berjalan dengan optimal.
- Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Rektor Universitas Mataram, Dekan Fakultas MIPA Unram, Kepala Laboratorium Fisika Lanjut FMIPA Unram, dan Dosen Pendamping atas arahan dan bimbingan selama pelaksanaan Program KiLAB 2024 ini.

Daftar Pustaka

- Cengel, Y. 2010. *Thermodinamics An Engineering Approach*. McGraw-Hill Higher Education.
- Fathulrohman, et al. 2018. *Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban menggunakan Arduino Uno*. Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika 02(01): 161–71.
- Helmi Guntoro, et al. 2013. *Rancang Bangun Magnetic Door Lock menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. 12(1): 39–48.
- Holman, J.P. 1994. *Perpindahan Kalor, Edisi Keenam, Alih Bahasa Ir. E. Jasjfi, Msc*, Jakarta: Erlangga.
- Laraswati. 2020. *Rancang Bangun KIT Konduktivitas Termal Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia.
- Natasya, Rahma. 2020. *Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (pb) pada Kerang Darah (Anadara Granosa) dengan Metode Microwave Digestion Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS)*. Engineering, Construction and Architectural Management 25(1): 1–9.
- Resnick, Halliday. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Shanti, M..R.S. 2014. *Pembuatan Media Pembelajaran Pengukuran Viskositas dengan Metode Viskometer Dua Kumparan dan Freewave3*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia.
- Wirantan, Moh. 2013. *Rancang Bangun Alat Ukur Konduktivitas Thermal Bahan Logam Berbasis Mikrokontroler*. Tesis S1, Universitas Pendidikan Indonesia.

Optimalisasi Sistem Smart Fermentor dengan Penggunaan Bioaktivator EM4 untuk Produksi Pupuk Cair dari Limbah Medium Kultur Jaringan, Mikroba, dan Mikroalga, serta Aplikasinya dalam Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique)

Optimization of the Smart Fermentor System Using EM4 Bioactivator for Liquid Fertilizer Production from Tissue Culture Medium Waste, Microbes, and Microalgae, and Its Application in NFT (Nutrient Film Technique) Hydroponics

Rosydiati^{1*}, Miftakhudin², Andira Rahmawati³ (Dosen Pendamping)

rosydiati30@gmail.com*

^{1,3}Laboratorium Kimia Analisis Bahan Alam, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung (SITH), Institut Teknologi Bandung, Bandung.

²Laboratorium Teknik Produksi, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara (FTMD), Institut Teknologi Bandung, Bandung.



Abstrak

Fokus utama kegiatan di laboratorium bagi seorang laboran mencakup penelitian, tugas akhir, dan praktikum. Dalam Laboratorium Kimia Analisis Bahan Alam SITH-ITB, kultur jaringan tanaman, mikroba, dan mikroalga menjadi titik berat penelitian. Pertumbuhan entitas ini bergantung pada medium yang mengandung nutrisi esensial, namun limbah dari medium tersebut rentan terhadap infeksi mikroba patogen. Pengolahan limbah menjadi penting dan telah dimulai dengan pembuatan sistem *smart fermentor*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja sistem tersebut dengan modifikasi alat dan penggantian fermipan dengan bioaktivator EM4. Pupuk cair yang dihasilkan mengandung makronutrien dan hormon tanaman, serta menunjukkan hasil uji antimikroba yang positif. Uji bakteri patogen menunjukkan hasil negatif pada pupuk cair dari *smart fermentor*, sementara metode manual masih mengandung *Salmonella* sp. Pengolahan limbah ini berpotensi diterapkan pada laboratorium lain dan dapat digunakan untuk budidaya hidroponik, memberikan kontribusi terhadap permasalahan lingkungan dan manfaat bagi masyarakat.

Abstract

The primary focus of laboratory activities for a laboratory technician encompasses research, final projects, and practical experiments. In the Natural Product Analysis Laboratory at SITH-ITB, research is concentrated on plant tissue culture, microbes, and microalgae. The growth of these entities is contingent upon nutrient-rich media; however, the waste generated from these media is susceptible to pathogenic microbial infections. Thus, the processing of this waste has become imperative and has initiated the development of a smart fermentor system. This study aims to enhance the performance of this system through equipment modifications and the substitution of yeast (fermipan) with the EM4 bioactivator. The resulting liquid fertilizer is rich in macronutrients and plant hormones, demonstrating positive outcomes in antimicrobial tests. Notably, pathogenic bacterial assays yielded negative results for the liquid fertilizer produced by the smart fermentor, in contrast to manual methods, which still harbored *Salmonella* sp. This waste processing approach holds significant potential for application in other laboratories and can be utilized for hydroponic cultivation, thereby contributing to environmental sustainability and offering benefits to the community.

Kata Kunci

- Hidroponik
- Kultur Jaringan
- Pengolahan Limbah
- Smart Fermentor

Keywords

- Hydroponics
- Tissue Cultur
- Waste Processing
- Smart Fermentor

Kultur jaringan merupakan metode penting dalam bioteknologi pertanian yang memungkinkan isolasi dan pertumbuhan bagian tanaman dalam kondisi aseptik. Metode ini tidak hanya digunakan untuk menghasilkan tanaman baru, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan teknik kultur mikroba dan mikroalga. Dalam praktiknya, medium kultur seperti MS (Murashige & Skoog) menjadi pilihan utama di berbagai laboratorium, termasuk Laboratorium Kimia Analisis Bahan Alam. Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah pengelolaan limbah yang dihasilkan dari medium yang telah digunakan.

Proses kultur menghasilkan limbah padatan dan cair yang kaya akan nutrisi, sehingga rentan terhadap pertumbuhan mikroba. Limbah ini berpotensi menimbulkan masalah lingkungan, terutama jika mengandung mikroba patogen yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan ekosistem. Sesuai dengan peraturan yang berlaku, limbah infeksius harus dikelola dengan hati-hati untuk mencegah penyebaran penyakit.

Di sisi lain, limbah medium kultur juga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk cair, mengingat kandungan makro dan mikronutrien yang tinggi. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan dalam menggunakan sistem *smart fermentor* untuk mengolah limbah ini menjadi pupuk cair. Namun, masih ada ruang untuk pengembangan, seperti peningkatan efisiensi alat dan proses pengomposan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja sistem *smart fermentor* dan mengeksplorasi potensi pemanfaatan pupuk cair yang dihasilkan dalam budidaya tanaman hidroponik. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi terhadap masalah pengelolaan limbah kultur jaringan sekaligus mendukung keberlanjutan praktik pertanian.

Penelitian ini muncul sebagai respons terhadap beberapa masalah kritis dalam praktik kultur jaringan dan pengelolaan limbah yang dihasilkan. Berikut adalah masalah-masalah utama yang mendasari penelitian ini:

1. Pengelolaan limbah: limbah padatan dan cair dari medium kultur jaringan, mikroba, dan mikroalga seringkali tidak dikelola dengan baik. Limbah ini kaya akan nutrisi, sehingga memicu pertumbuhan mikroba yang cepat, yang dapat menyebabkan masalah bau dan kontaminasi.
2. Risiko mikroba patogen: limbah kultur jaringan dapat mengandung mikroba patogen yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Jika tidak ditangani dengan benar, limbah ini dapat menjadi sumber penyebaran penyakit, terutama bagi individu yang rentan.
3. Dampak lingkungan: pembuangan limbah kimia yang tidak sesuai dapat mencemari perairan dan tanah, menyebabkan kerusakan ekosistem.
4. Potensi pemanfaatan limbah: meskipun limbah ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk cair yang kaya nutrisi, belum ada sistem yang optimal untuk mengolahnya.
5. Keterbatasan teknologi: Sistem yang ada, seperti *smart fermentor*, masih memerlukan pengembangan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi. Modifikasi alat dan proses pengolahan perlu dilakukan untuk mencapai hasil yang lebih baik.

Kerangka *smart fermentor* yang dibuat mengacu pada kerangka fertigasi oleh Rosma *et al.* (2021). Pengolahan limbah laboratorium mengacu pada penelitian Rosydiati (2019). Alat ini bertujuan untuk mempermudah proses fermentasi dengan kapasitas yang lebih besar. Hasil dari pengolahan limbah tersebut adalah pupuk cair, yang tentunya dapat dimanfaatkan dalam budidaya tanaman, salah satunya adalah hidroponik. Salah satu sistem hidroponik yang umum digunakan masyarakat adalah *Nutrient Film Technique* (NFT). Hidroponik NFT memanfaatkan sirkulasi air yang mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman (Lucky, 2017). Dibandingkan dengan pertanian konvensional yang menggunakan media tanah, sistem NFT memiliki beberapa keunggulan, yaitu menggunakan kandungan nutrisi yang lebih baik rendah dan oksigen pada akar yang selalu berlimpah.



Sebagai mahasiswa yang fokus pada topik kultur jaringan, saya menemukan bahwa alat ini sangat membantu dalam pengolahan lanjutan, baik untuk media kultur yang terkontaminasi jamur atau bakteri, maupun untuk media yang sudah tidak digunakan. Inovasi ini jelas memberikan solusi efektif dalam pengelolaan limbah, sehingga mendukung keberlanjutan praktik kultur jaringan.”

Hantoro Ilham Mahendra S.Si.,
Mahasiswa S1 Biologi ITB

Metode

Pengolahan limbah dilakukan dengan mengacu pada penelitian Rosydiati (2019), dalam penelitian ini, bioaktivator yang digunakan adalah EM4, dan sistem *smart fermentor* telah dioptimalkan dari segi kinerja dan fungsinya. Keberhasilan proses fermentasi dapat diindikasikan dengan timbulnya aroma yang menyerupai bau roti atau tape singkong (Septiyani, 2013). Pupuk yang dihasilkan dari proses ini kemudian dianalisis untuk kandungan hormon, termasuk IAA, BAP, dan Kinetin. Selain itu, dilakukan pula analisis terhadap kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), gula, etanol, serta uji anti mikroba dan keberadaan bakteri patogen. Hasil pupuk dari alat *smart fermentor* selanjutnya dimanfaatkan dalam budidaya tanaman dengan teknik hidroponik NFT.

Infografis

Sistem Smart Fermentor

Spesifikasi Alat

Nama alat : Sistem *smart fermentor*
Daya untuk pengaduk : Motor AC @ 150 watt = 2 x 150 watt = 300 watt
Daya heater : Band Heater 5 A, 1100 w
Daya putar : maks 1000 rpm
Sistem Ac/DC : AC 220
Kapasitas Tangki 1 : 5 liter bahan stenless stell 304
Kapasitas Tangki 2 : 5 liter bahan stenless stell 304
Kapasitas Tangki 3 : 12,5 liter bahan stenless stell 304
Max Satuan Tangki 1 : Menit/Liter
Max Satuan Tangki 2 : menit/Jam (Max 60 menit/waktu)
Max Satuan Tangki 3 : menit/Jam (Max 60 menit/waktu)
Range Temperatur : 27 °-80° c
Limbah yang dapat diolah : Limbah Media Kultur Jaringan
Limbah Media Mikroba Limbah Media Mikroalga/alga Limbah
Sisa Buffer Limbah Sampah Organik



Gambar 1 Infografis informasi alat

Hasil dan Pembahasan

Pengembangan yang telah dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja dari sistem *smart fermentor* yaitu: mengganti ukuran pipa pada alat, motor pada pengaduk dapat diganti

dengan sistem AC yang harganya lebih murah dibandingkan motor sistem DC (*stepper*) karena dalam alat ini tidak diperlukan kepresisian dalam mengaduk, bentuk dasar tangki dibuat

radius (melengkung pada bagian bawah tangki) untuk mempermudah proses pembersihan dan juga adanya kran *output* pada setiap tangki, mengubah *setting* pada sistem.

Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah media kultur jaringan, media mikroba, media mikroalga, dan *buffer*. Pengolahan limbah pada penelitian ini menggunakan bioaktivator EM4 yang dilakukan secara manual dan menggunakan alat *smart fermentor*. Dalam proses pengolahannya, *starter* di produksi dengan komposisi EM4, air, dan molases dengan perbandingan (1:1:48). Penggunaan *starter* dalam mempercepat pembuatan pupuk cair bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi, selain itu penambahan *starter* dapat meningkatkan kualitas pupuk organik (Hadisuwito, 2007). EM4 merupakan mikroorganisme yang dapat membantu dalam hal pembusukan organik (M. Zahrul A.R, 2019).

Pupuk yang dihasilkan baik melalui sistem *smart fermentor* maupun manual masih memiliki kandungan hara makro, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang tercantum pada **Tabel 1**. Dari hasil uji, terlihat bahwa kandungan P & K rendah. P merupakan unsur makro yang diperlukan oleh mikroorganisme (Nurhayati

et al., 2019) sedangkan K berfungsi sebagai katalisator mikroba dalam mempercepat proses fermentasi (Rachmawati & Asriany, 2020). Pupuk organik cair bisa saja mengandung bakteri patogen, seperti *E. coli* dan *Salmonella* sp. Bakteri patogen ini dapat membahayakan kesehatan manusia, terutama jika dikonsumsi. Selain membawa penyakit, menurut Karim *et al.* (2014), adanya aktivitas mikroba kontaminan dalam proses pengomposan dalam pupuk cair dapat mengganggu kehidupan bakteri yang menguntungkan selama proses fermentasi. Berdasarkan baku mutu yang digunakan, yaitu Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019, nilai baku mutu untuk mikroba kontaminan berupa *E. coli* dan *Salmonella* sp. adalah masing-masing $< 1 \times 10^2$ sedangkan untuk hidroponik harus negatif. Perbandingan antara uji laboratorium dan baku mutu yang ditampilkan pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa pupuk yang dihasilkan menggunakan *smart fermentor* memiliki kandungan bakteri patogen negatif yang sesuai dengan standar baku mutu pupuk hidroponik dan pupuk organik cair. Faktor ini dapat dijelaskan oleh penerapan perlakuan aerasi yang efektif dapat menurunkan pertumbuhan *E. coli* dan *Salmonella* sp. (Sari *et al.*, 2022).

Tabel 1. Hasil Analisis Pupuk dan Baku Mutu Pada Pupuk Cair

Parameter	Baku Mutu pupuk organik cair (Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019)	Muharja, 2024 (BBPP Lembang, Kementerian Pertanian)		Hasil analisis pupuk cair (Lab Kimia Tanah dan Nutrisi UNPAD)	
		Daun (ppm)	Daun dan Batang (ppm)	Manual (%)	Smart Fermentor (%)
N	Total 2-6%	250	250	0.09	0.13
P		62	75	0	0
K		300	350	0.08	0.06
pH	4-9	5,6-6,5	5.6-6.5	6.52	5.88
<i>E. coli</i>	$\leq 1 \times 10^2$ MPN/gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
<i>Salmonella</i> sp.	$\leq 1 \times 10^2$ MPN/gram	Negatif	Negatif	2.3×10^2	Negatif

Berdasarkan hasil uji dengan HPLC, kedua pupuk tersebut masih mengandung hormon dalam jumlah yang cukup signifikan, yaitu hormon IAA, BAP, dan Kinetin. Kandungan

fruktosa dan glukosa pada pupuk *smart fermentor* lebih rendah dibandingkan dengan pupuk yang dibuat secara manual, sementara kadar etanol dan sukrosa pada pupuk *smart fermentor* lebih

tinggi dibandingkan dengan pupuk manual. Hal ini menunjukkan bahwa glukosa dan fruktosa pada pupuk *smart fermentor* diubah menjadi etanol dan karbohidrat diubah menjadi gula sederhana dengan cepat dan efektif sesuai dengan Affandi (2008) menyatakan bahwa pupuk mengeluarkan aroma etanol sebagai akibat dari perubahan karbohidrat menjadi glukosa dengan bantuan enzim amilase dan glukosidase. Enzim ini akan mendegradasi pati menjadi glukosa, yang kemudian diubah menjadi alkohol. Pupuk yang dihasilkan melalui metode *smart fermentor* memiliki warna yang lebih hitam dan pekat, serta aroma etanol yang menyengat. Rajiman (2020), pupuk organik cair yang telah matang akan mengalami perubahan secara fisik yaitu warna menjadi coklat kehitam-hitaman, bau tape menyengat, dan penyusutan

volume. Temuan ini mengindikasikan bahwa limbah yang digunakan dalam sistem *smart fermentor* telah mengalami dekomposisi yang efektif, karena kondisi optimal untuk aktivitas mikroba lebih unggul dibandingkan dengan metode manual. Yuwono (2006), kondisi optimal bagi aktivitas mikroba harus diperhatikan selama proses pengomposan, termasuk faktor-faktor seperti aerasi, media tumbuh, dan sumber nutrisi untuk mikroba.

Pupuk yang dihasilkan dapat diaplikasikan pada tanaman hidroponik, khususnya selada hijau. Hasil aplikasi menunjukkan bahwa pupuk tersebut cocok untuk digunakan dalam budidaya tanaman secara hidroponik. Hal ini disebabkan oleh kandungan pupuk yang mencukupi kebutuhan budidaya hidroponik, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2: Perbedaan pupuk manual dan pupuk *smart fermentor*

“Selama ini, masalah utama dalam kultur jaringan adalah limbah yang berpotensi menjadi tempat tumbuhnya mikroorganisme patogen. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengolah limbah tersebut. Dengan adanya sistem *smart fermentor* ini, limbah kultur jaringan dapat dimanfaatkan kembali untuk budidaya tanaman, sehingga mendukung konsep zero waste, yang sangat baik untuk diterapkan.”

Tita Puspita A.Md, (Praktisi dan Asisten Riset Kultur Jaringan ITB)

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan yaitu mengurangi limbah laboratorium, biaya pengolahan relatif murah, mengurangi penggunaan pupuk kimia, pupuk lebih tahan terhadap kontaminasi mikroorganisme, pupuk

mengandung hormon pertumbuhan tanaman, pupuk yang dihasilkan lebih banyak dengan menggunakan tangki, tahapan pengolahan mudah dilakukan oleh siapapun, pupuk dapat digunakan untuk budidaya tanaman secara hidroponik, dan pupuk dapat digunakan untuk praktikum proyek tumbuhan

Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Penulis juga berterima kasih kepada:

1. Dekan dan Wakil Dekan Sumber Daya SITH serta FTMD Institut Teknologi Bandung.
2. Keluarga tercinta (Abii, Ikram, dan Irham) berkat doa dan dorongan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan karya inovasi ini.
3. Keluarga besar K.H.Abd Rasjid (ummi, apa, AA, Teteh, dan adik)
4. Prof. Dr. Rizkita Rachmi Esyanti, Dr.. Hafisah, dan Andira M.Si. yang memberikan dorongan, kemudahan, dan masukan untuk karya inovasi.
5. Teman-teman Laboratorium, rekan kerja di SITH, rekan kerja di FTMD, dan mahasiswa di laboratorium ABA dan Teknik Produksi yang memberikan dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan karya inovasi ini.



Video 1: Limbah bisa menjadi pupuk cair.

Scan QR Barcode
berikut untuk
melihat video.



Daftar Pustaka

- Affandi. (2008). Pemanfaatan Urine Sapi yang Difermentasi sebagai Nutrisi Tanaman. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hadisuwito, S. (2007). Membuat Pupuk Kompos Cair. Jakarta: Penerbit Agromedia Pustaka
- Lucky, D.F. (2017). Perancangan *Interior Healthy Food Center* dan Taman Hidroponik di Surabaya. *Jurnal INTRA*. 5(2): 683-692.
- Nurhayati, I., Ratnawati, R., & Sugito, S. (2019). Effects of potassium and carbon addition on bacterial algae bioremediation of boezem water. *Environmental Engineering Research*, 24(3), 495-500.
- Rahmawati, T. I., & Asriany, A. (2020). Kandungan Kalium dan Rasio C/N Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Daun-Daunan dan Urine Kambing dengan Penambahan Bioaktivator Ragi Tape (*Saccharomyces cerevisiae*). *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, 14(2).
- Rajiman. (2020). Pengantar Pemupukan. In Deepublish.
- Romzi, Mumammad Zahrul Azhar. (2019). Analisa Pengaruh Penambahan Bioaktiva EM4 pada Bahan Limbah Tahu Cair terhadap Hasil Biogas. Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Rosma, *et al.*. (2021). Pengadukan Pupuk Cair Otomatis Berbasis Mikrokontroler pada Sistem Fertigasi Pintar. *Elkomika vol. 9 No. 4*. ISSN(p): 2338-8323
- Rosydiati. (2019). Inovasi Pengolahan Dan Pemanfaatan Limbah Medium Kultur Jaringan Sebagai Pupuk Cair Tanaman Aklimatisasi Dan Hidroponik . *Kandaga Vol.1 No. 2*. E-ISSN : 2686-2263.
- Sari, D. A.. P, *et al.*. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Hasil Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bantuan Larva Black Soldier Fly (BSF). *Agro Bali : Agricultural Journal e-ISSN 2655-853X Vol. 5 No. 1*: 102-112.
- Septiani, H. (2013). Pengaruh Penambahan Susu Skim Pada Proses Pembuatan Feozen Yoghurt Yang Berbahan Dasar Whey Terhadap Total Asam, pH Dan Jumlah Bakteri Asam Laktat. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wibowo, MS. (2012). Pertumbuhan dan kontrol Bakteri. *Jurnal Pertumbuhan bakteri*.
- Yuwono, Teguh. (2006). Kecepatan Dekomposisi dan kualitas Kompos Sampah Organik, *Jurnal Inovasi Pertanian*. Vol. 4, No.2.

Efektivitas Cangkang *Hermetia illucens* (Magot BSF) Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Kadar Logam Berat dan COD Pada Limbah Cair

Effectiveness of *Hermetia illucens* (Magot BSF) Shells as a Biocoagulant in Reducing Heavy Metal and COD Levels in Liquid Waste

Abd. Chalim Asnawi*, Bahrul Amin, Rakhmawati Fahmiy, Nour Athiroh Abdoes Sjakoer (Dosen Pendamping)

sopowess99@gmail.com*

Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Malang, Malang.



Abstrak

Limbah cair yang berasal dari laboratorium terpadu Universitas Islam Malang (UNISMA) merupakan limbah cair yang dihasilkan dari berbagai kegiatan praktikum dan penelitian, permasalahannya belum dilakukan pengolahan terhadap limbah tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara koagulasi dan flokulasi. Kandungan yang dimiliki oleh cangkang pupa BSF ini dapat dimanfaatkan berbagai macam, salah satunya yaitu menjadi bahan kitin yang nantinya diekstrak menjadi kitosan. Dalam hal ini, kitosan berperan sebagai biokoagulan yang digunakan dalam pengolahan limbah air pada proses koagulasi-flokulasi. Kitosan dapat sebagai adsorban dikarenakan memiliki pasangan elektron bebas dari nitrogen dan oksigen sehingga dapat membentuk kompleks dengan logam tembaga. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kitosan pada cangkang pupa BSF mampu menurunkan logam berat Fe sebesar 21% dan Pb sebesar 53%. Kitosan yang dihasilkan dari cangkang pupa BSF dapat dijadikan biokoagulan, namun perlu adanya penelitian lebih lanjut agar kitosan mampu mengurangi kadar kandungan logam berat lebih optimal.

Abstract

Wastewater from the integrated laboratory of the University of Islam Malang (UNISMA) is liquid waste produced from various practical and research activities, the problem is that the waste has not been processed. One way that can be done is by coagulation and flocculation. The content of the BSF pupa shell can be utilized in various ways, one of which is to become chitin material which is later extracted into chitosan. In this case, chitosan acts as a biocoagulant used in wastewater treatment in the coagulation-flocculation process. Chitosan can be an adsorbent because it has free electron pairs from nitrogen and oxygen, it could form a complex with copper metal. From the results of the research that has been done, chitosan in BSF pupa shells could reduce heavy metals Fe by 21% and Pb by 53%. Chitosan produced from BSF pupa shells could be used as a biocoagulant, but further research is needed so that chitosan can reduce heavy metal content levels more optimally.

Kata Kunci

- *Hermetia Illucens*
- Kitosan
- Koagulan
- Limbah

Keywords

- *Hermetia Illucens*
- Chitosan
- Coagulant
- Waste

Limbah cair yang berasal dari laboratorium terpadu Universitas Islam Malang (UNISMA) merupakan limbah cair yang dihasilkan dari berbagai kegiatan praktikum dan penelitian, permasalahannya belum dilakukan pengolahan terhadap limbah tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi merupakan salah satu tahapan pengolahan limbah secara fisika- kimia. Tahap ini memegang peranan penting untuk menghilangkan partikel-partikel terlarut dan tersuspensi. Usulan inovasi dan solusi yang ditawarkan adalah dengan membuat biokoagulan dari kitin yang diekstrak dari cangkang *Hermetia illucens* sebagai kitosan. Tujuan untuk mendeteksi biokoagulan dari kitin yang diekstrak dari cangkang *H. illucens*.

Adanya limbah budidaya larva BSF (*Black Soldier Fly*) yang belum bisa diolah dengan baik, menjadi isu yang cukup menarik. Budidaya larva (maggot) BSF ini semakin meningkat di Indonesia karena biasanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak yang kaya protein, dengan kandungan protein mencapai 30-45%. Maggot memiliki kandungan kitin sebesar 12,4%, sedangkan pada pupanya, kandungan kitinnya lebih tinggi yaitu sebesar 25,5% (Triunfo *et al*, 2022). Sehingga cangkang pupa maggot dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kitosan yang memiliki nilai jual lebih tinggi.

Kandungan yang dimiliki oleh cangkang pupa BSF ini dapat dimanfaatkan berbagai macam, salah satunya yaitu menjadi bahan kitin yang nantinya diekstrak menjadi kitosan. Dalam hal ini, kitosan berperan sebagai biokoagulan yang digunakan dalam pengolahan limbah air pada proses koagulasi- flokulasi. Kitosan juga mempunyai kemampuan yang cukup tinggi dalam mengikat ion logam dan kemungkinan pengambilan kembali relatif mudah terhadap ion yang terikat terhadap kitosan dengan menggunakan pelarut tertentu. Kitosan dapat sebagai adsorban dikarenakan memiliki pasangan elektron bebas dari nitrogen dan oksigen sehingga dapat membentuk kompleks dengan logam tembaga. Kitosan merupakan suatu amina polisakarida hasil proses deasetilasi kitin. Senyawa ini merupakan biopolimer alam

yang penting dan bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti desinfektan, pengawetan makanan, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuatan kosmetik, penjernihan air hingga sebagai adsorban logam berat. (Firyanto, *et al.*)

Metode

Proses ekstraksi kitin dilakukan 3 tahap, yaitu demineralisasi. Proses demineralisasi yaitu untuk menghilangkan mineral, terutama kalsium karbonat, sampel yang sudah menjadi bubuk disuspensikan dalam asam format 0,5M (perbandingan padat:cair 1:10) dan diaduk selama 1 jam pada suhu ruang. Bahan demineralisasi kemudian disaring melalui kain saringan dan dicuci sampai netral dengan aquades. Sampel yang telah dicuci dikeringkan pada suhu 60°C dengan oven semalaman. Proses deproteinisasi yaitu proses menghilangkan kandungan protein dari sampel demineralisasi dengan perendaman menggunakan NaOH 2M (rasio padat:cair 1:10), diaduk selama 2 jam pada suhu 80°C. bahan yang telah dideproteinisasi disaring lagi melalui kain saring, kemudian dicuci hingga netral dengan aquades dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C semalaman.

Selanjutnya yaitu proses *bleaching* dengan menggunakan H₂O₂ 5% (perbandingan padat:cair 1:20-30) selama 30-60 menit pada suhu 90°C, sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Sampel yang telah di *bleaching*, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring, dan dicuci hingga pH netral dengan aquades dan akhirnya dikeringkan pada suhu 60°C dengan oven semalaman (Triunfo, *et.al* 2022). Selanjutnya dapat diperoleh bahan kitin. Kitin dapat diekstraksi menjadi kitosan dengan dilakukan proses deasetilasi. Proses deasetilasi dilakukan dengan perendaman larutan NaOH 50% dengan perbandingan massa kitin dan pelarut 1:30(g/ml).

Kemudian pengadukan dilanjutkan dengan menggunakan *magnetic stirrer* yang diaduk di atas *hot plate* dengan suhu 85°C selama 10 jam. Sampel yang telah dideasetilasi, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C

semalaman (Ardianto, R., and Amalia, R., 2023). Sampel yang telah melewati proses deasetilasi, menjadi kitosan. Kitosan tersebut yang akan digunakan sebagai koagulan alami untuk pengolahan limbah pada proses koagulasi-

flokulasi. Sebelum dijadikan bahan koagulan, kitosan diaktivasi terlebih dahulu dengan mencampurkan 0,1M HCl sebanyak 10ml. (Mehdinejad *et.al.* 2009)

Infografis



Gambar 1: Efektivitas Cangkang *Hermetia illucens* (Magot BSF)

Hasil dan Pembahasan

Limbah cair laboratorium terpadu UNISMA belum diolah secara optimal, maka perlu dilakukan pengolahan yang baik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pengolahan limbah cair pada tahapan secara kimia-fisika yaitu koagulasi- flokulasi. Koagulasi yaitu proses pencampuran koagulan (bahan kimia) atau pengendap ke dalam air baku dengan kecepatan perputaran yang tinggi dalam waktu yang singkat. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada air baku untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap secara gravimetri. Tujuan dari koagulasi adalah mengubah partikel padatan dalam air baku yang tidak bisa mengendap menjadi mudah mengendap. Hal ini karena adanya proses pencampuran koagulan ke dalam air baku sehingga menyebabkan partikel padatan yang mempunyai padatan ringan dan ukurannya kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar (flok) yang mudah mengendap (Susanto, 2008).

Flokulasi adalah penyisihan kekeruhan air dengan cara pengumpulan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Gaya antar molekul yang diperoleh dari agitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju terbentuknya partikel flok. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proses flokulasi adalah pengadukan secara lambat, keadaan ini memberi kesempatan partikel melakukan kontak atau hubungan agar membentuk penggabungan (*agglomeration*). Pengadukan lambat ini dilakukan secara hati-hati karena flok-flok yang besar akan mudah pecah melalui pengadukan dengan kecepatan tinggi (Susanto, 2008). Pada umumnya, bahan untuk proses koagulasi menggunakan bahan kimia, untuk itu perlu adanya bahan alami sebagai pengganti koagulan agar tidak mencemari lingkungan dan *biodegradable*. Salah satu koagulan alami yang dapat digunakan adalah kitosan. Kitosan memiliki kegunaan yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari misalnya sebagai adsorben limbah logam berat dan zat warna, pengawet, anti jamur, kosmetik, farmasi, flokulan, anti kanker, dan anti bakteri. Kitosan

memiliki gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimernya, sehingga kitosan dapat sangat efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik yaitu lemak dan protein (Pratiwi, R. 2014). Kitosan memiliki karakteristik fisika kimia, stabilitas kimia, reaktivitas yang tinggi, sifat chelation yang tinggi, dan selektivitas yang tinggi terhadap polutan (Sukma, & Pakpahan, 2018). Kitosan dapat mengadsorpsi logam berat pencemar seperti timbal (Pb) karena adanya gugus amina dan hidroksil yang mempunyai kemampuan berikatan kovalen koordinasi dengan ion-ion logam dan bersifat sebagai bahan pengkhelet (Susilowati, E., Mahatmanti, F.W. & Haryani, S. 2018).

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa variasi dosis untuk menemukan dosis yang optimal. Pada A0 sebagai kontrol yaitu air limbah laboratorium yang tidak diberi koagulan kitosan, A1 dosis kitosan 1gr; A2 1,5gr; A3 2gr; dan A4 2,5gr; masing-masing dicampurkan dengan air limbah sebanyak 150ml. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, Kitosan pada cangkang pupa BSF mampu mengurangi kadar logam berat (Fe) sebesar 21% pada dosis A1 dan Pb sebesar 53% dengan dosis A2. Hasil tersebut menggambarkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan maka kapasitas adsorpsinya semakin turun. Hal ini disebabkan karena faktor kekentalan pada konsentrasi kitosan, semakin besar konsentrasinya maka semakin kental larutan kitosan. Kekentalan kitosan menyebabkan proses adsorpsi logam berat Fe dan Pb pada kitosan tidak berlangsung efektif saat pengadukan dan menyebabkan kemampuan adsorpsinya menurun. Menurut (Rosema, *et al.*, 2021) viskositas kitosan yang tinggi menyebabkan proses adsorpsi logam berat timbal pada kitosan tidak berlangsung efektif saat pengadukan dan menyebabkan kemampuan adsorpsinya menurun.

Faktor lainnya adalah karena adanya gugus aktif kitosan dalam mengadsorpsi logam berat timbal (Pb) telah maksimal. Pada parameter COD, kitosan justru menambah nilai COD, sedangkan nilai COD pada kontrol lebih rendah dibandingkan dengan jika diberi koagulan.

Hal ini disebabkan oleh kelebihan muatan positif dari bahan koagulan sehingga pengikatan koloid yang mengandung zat organik kurang maksimal. Penyebab lain juga dikarenakan limbah cair sudah di fase jenuh, sehingga penambahan koagulan menyebabkan meningkatnya nilai COD. Efisiensi penyisihan parameter COD kurang maksimal yang disebabkan adanya kekurangan muatan positif dalam koagulan yang menyebabkan tidak terbentuknya flok yang dapat

mengikat koloid yang mengandung zat organik, hal ini dapat berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan COD pada limbah (Nugraheni, 2014). Oleh karena itu, kitosan yang dihasilkan dari ekstraksi kitin cangkang pupa BSF dapat dijadikan biokoagulan, namun perlu adanya penelitian lebih lanjut agar kitosan mampu mengurangi kadar kandungan logam berat dan COD yang lebih optimal.



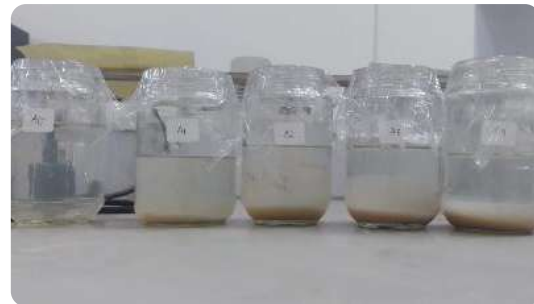
Gambar 2: Kitosan dari Cangkang Pupa BSF



Gambar 3: Produk kitosan

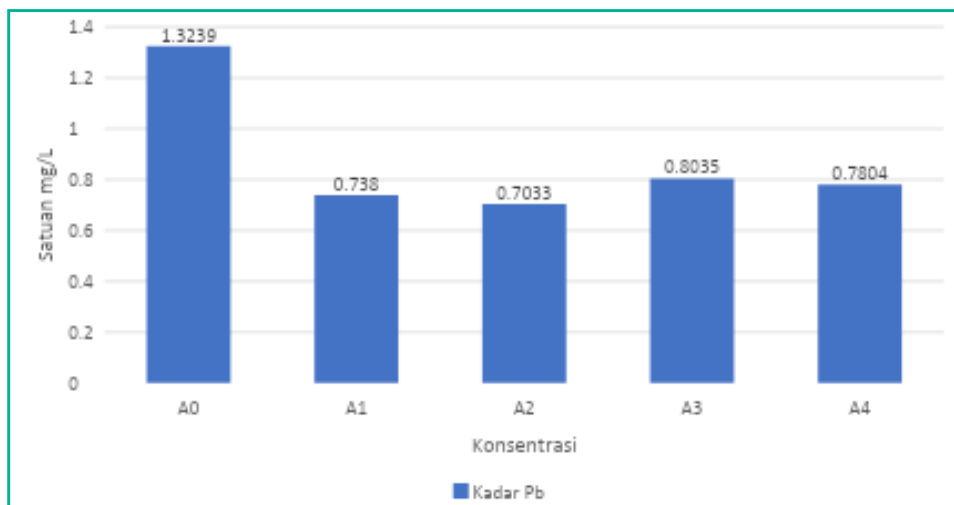


Gambar 4: Uji logam berat menggunakan AAS



Gambar 5: Sampel yang diuji

Tabel Hasil Penelitian



Gambar 6: Histogram Kadar Logam Berat (Pb)

Tabel 1. Hasil Analisa Logam Berat (Pb)

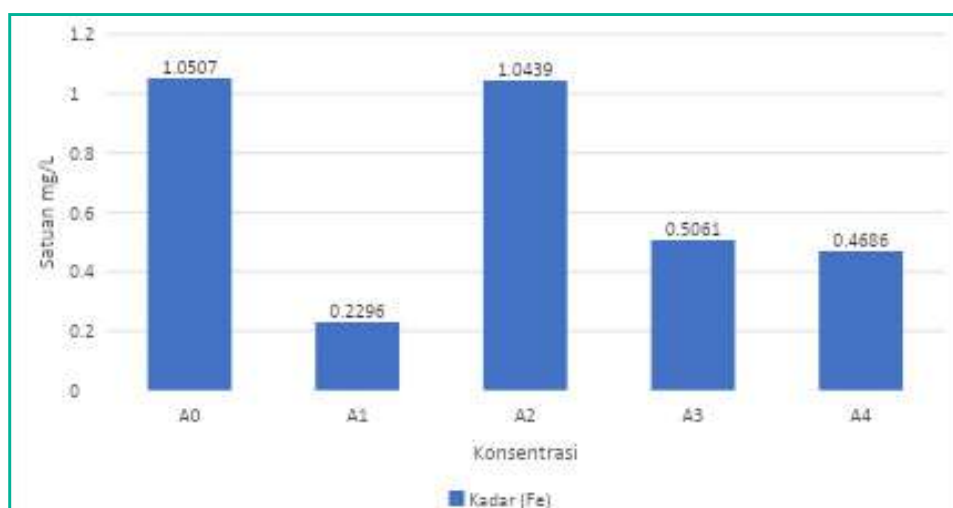
Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	5	4,3259	0,86518	0,087957
Column 2	5	4,3714	0,87428	0,050878
Column 3	5	4,35	0,87	0,065836
Column 4	5	4,3491	0,86982	0,065922

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,000207	3	6,91E-05	0,001021	0,999953	3,238872
Within Groups	1,082374	16	0,067648			
Total	1,082581	19				



Gambar 7: Histogram Kadar Logam Berat (Fe)

Tabel 2. Hasil Analisa Logam Berat (Fe)

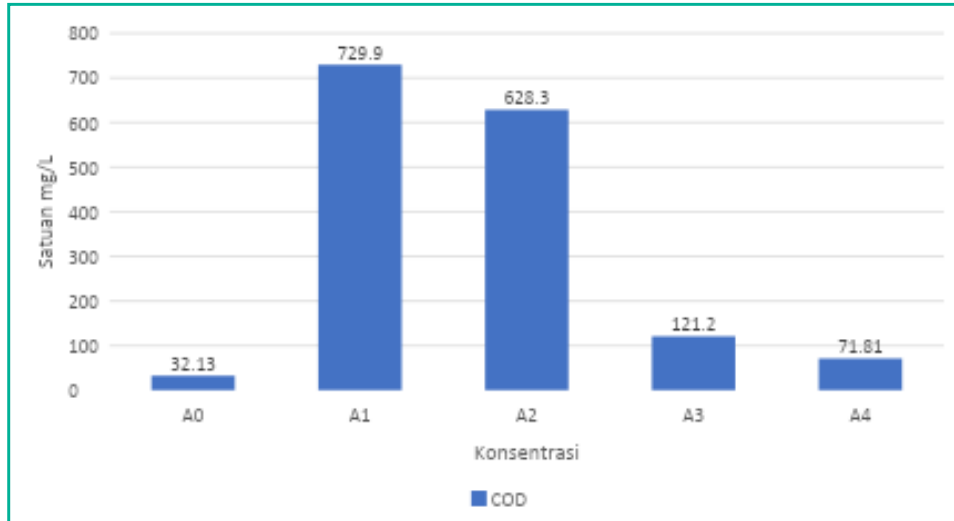
Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	5	3,3106	0,66212	0,1197
Column 2	5	3,284	0,6568	0,156416
Column 3	5	3,3021	0,66042	0,137487
Column 4	5	3,2989	0,65978	0,136397

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7,38E-05	3	2,46E-05	0,000179	0,999997	3,238872
Within Groups	2,200001	16	0,1375			
Total	2,200074	19				



Gambar 8: Histogram Kadar COD

Tabel 3. Hasil Analisa COD

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	5	1595,56	319,112	113255,4
Column 2	5	1571,13	314,226	110156,9
Column 3	5	1583,32	316,664	111850,5
Column 4	5	1583,34	316,668	111750,1

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	59,68257	3	19,89419	0,000178	0,999997	3,238872
Within Groups	1788051	16	111753,2			
Total	1788111	19				

“ Dengan penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan bagi pengembangan penelitian selanjutnya terutama yang berkaitan dengan pengolahan limbah cair laboratorium.”

Prof. Dr. Nour Athiroh AS., S.Si., M.Kes (Kepala Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang)

Manfaat Penelitian

Penelitian tentang kitosan dari cangkang pupa BSF belum banyak digunakan manfaatnya untuk koagulan, hal ini perlu adanya kelanjutan penelitian agar dapat menemukan dosis yang optimal untuk mengurangi kadar logam berat pada pencemaran air terutama limbah dari aktivitas laboratorium. Pemanfaatan kitosan tidak hanya sebagai koagulan, dalam hal ini bekerja sebagai adsorben namun banyak kegunaan kitosan yang dapat dimanfaatkan. Kitosan juga dapat dimanfaatkan dalam bidang kosmetik, biomedis, pertanian, dan industri makanan.



Video 1: Menggunakan alat untuk pengelolaan limbah.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Daftar Pustaka

Ardianto, R., and Amalia, R., 2023. Optimasi Proses Deasetilasi Kitin menjadi Kitosan

dari *Selongsong Maggot* menggunakan RSM. METANA, [Online] Volume 19(1), pp. 1-12. <https://doi.org/10.14710/metana.v19i1.50480> [Accessed 7 Nov. 2024].

- Mohammad Hadi Mehdinejad, Bijan Bina, Mahnaz Nikaeen and Hossein Movahedian Attar (2009). Effectiveness of chitosan as natural coagulant aid in removal of turbidity and bacteria from turbid waters
- Nugraheni, D.T., 2014. Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan untuk Penyisihan Turbidity, COD, dan BOD pada Pengolahan Limbah Farmasi PT Phapros TBK Semarang.
- Pratiwi, R. 2014. Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia. *Oseana*, 39(1) : 35-43.
- Rosema, R. , Supriyantini E., Sedjati, S. 2021. Pemanfaatan Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Pb pada Perairan yang Tercemar Minyak Bumi.
- Rudi Firyanto, Soebiyono, Muhammad Rif'an. 2019 Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Sebagai Adsorban Logam Cu. Teknik Kimia Fakultas Teknik UNTAG Semarang Jl. Pawiyatan Luhur Bendan Dhuwur Semarang.
- Sukma, D.H., Riani, E. & Pakpahan, E.N. 2018. Pemanfaatan Kitosan sebagai Adsorben Sianida pada Limbah Pengolahan Bijih Emas. *Jurnal pengolahan dan hasil perikanan Indonesia*, 21(3) : 460-469.
- Susanto, Ricky. 2008. Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen. Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Susilowati, E., Mahatmanti, F.W. & Haryani, S. 2018. Sintesis Kitosan-Silika Bead sebagai Pengadsorpsi Ion Logam Pb(II) pada Limbah Cair Batik. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2):123-131.
- Triunfo, M., Tafi, E., Guarnieri, A., Salvia, R., Scieuzo, C., Hahn, T., Zibek, S., Gagliardini, A., Panariello, L., Coltelli, M. B., De Bonis, A., dan Falabella, P. (2022). Characterization of chitin and chitosan derived from *Hermetia illucens*, a further step in a circular economy process. *Scientific Reports*. 12(1) : 1 -17.
- Triunfo, Elena Ta, Anna Guarnieri, Rosanna Salvia, Carmen Scieuzo, Thomas Hahn, Susanne Zibek, Alessandro Gagliardini, Luca Panariello, Maria Beatrice Coltelli, Angela De Bonis & Patrizia Falabella. (2022). Characterization of chitin and chitosan derived from *Hermetia illucens*, a further step in a circular economy process Micaela.

Pengembangan Sensor Elektrokimia Berbasis Graphene Oxide untuk Mendeteksi Logam Berat Pb^{2+} dan Hg^{2+} dalam Air Menggunakan Instrumen Gamry Potensiostat/Galvanostat/ZRA Ref-3000

Development of Graphene Oxide-Based Electrochemical Sensors to Detect Heavy Metals Pb^{2+} and Hg^{2+} Using Gamry Potentiostat/Galvanostat/ZRA Ref-3000 Instrument

Ainun Nikmah*, Ahmad Taufiq (Dosen Pendamping)

ainunnikmah@um.ac.id*

Laboratorium Mineral dan Material Maju, Universitas Negeri Malang, Malang.



Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, pencemaran lingkungan akibat logam berat telah meningkat secara signifikan akibat industrialisasi di berbagai dunia. Logam berat Pb^{2+} dan Hg^{2+} merupakan polutan yang memiliki toksisitas tinggi bahkan pada konsentrasi rendah. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik analisis yang sensitif untuk mendeteksi logam berat tersebut. Meskipun beberapa teknik konvensional seperti AAS dan ICP-OES banyak berhasil digunakan, metode tersebut memiliki kekurangan seperti biaya tinggi, peralatan rumit, dan membutuhkan operator terlatih. Sebagai alternatif, teknik voltametri menawarkan keunggulan berupa sensitivitas tinggi, biaya rendah, dan kemudahan dalam penggunaannya. Oleh karena itu, pada studi ini dikembangkan suatu metode deteksi logam berat Pb^{2+} dan Hg^{2+} melalui pemanfaatan *Graphene Oxide* (GO) sebagai sensor elektrokimia menggunakan instrumen *Gamry Potentiostat/Galvanostat/ZRA Ref 3000*. Hasil uji kinerja sensor menggunakan teknik *Differential Pulse Voltammetry* (DPV) menunjukkan bahwa GO memiliki puncak *stripping* Pb^{2+} pada rentang potensial -0.6 V hingga -0.4 V, sedangkan puncak *stripping* Hg^{2+} terdeteksi pada potensial yang lebih positif, yaitu antara 0.0 V hingga 0.2 V. Pemisahan yang jelas antara puncak potensial Pb^{2+} dan Hg^{2+} menunjukkan bahwa elektroda berbasis GO mampu memberikan selektivitas yang baik untuk mendeteksi kedua ion secara simultan.



Abstract

In recent years, environmental pollution caused by heavy metals has significantly increased due to industrialization worldwide. Heavy metals such as Pb^{2+} and Hg^{2+} are pollutants with high toxicity even at low concentrations. Therefore, a sensitive analytical technique is required to detect these heavy metals. Although conventional techniques such as AAS and ICP-OES have been widely and successfully used, they have limitations such as high costs, complex equipment, and the need for trained operators. As an alternative, voltammetry techniques offer advantages such as high sensitivity, low cost, and ease of use. In this study, a method was developed for detecting heavy metals Pb^{2+} and Hg^{2+} using *Graphene Oxide* (GO) as an electrochemical sensor with the *Gamry Potentiostat/Galvanostat/ZRA Ref 3000* instrument. Performance testing of the sensor using the *Differential Pulse Voltammetry* (DPV) technique revealed that GO exhibited a stripping peak for Pb^{2+} in the potential range of -0.6 V to -0.4 V, while the stripping peak for Hg^{2+} was detected at a more positive potential range of 0.0 V to 0.2 V. The clear separation between the potential peaks of Pb^{2+} and Hg^{2+} indicates that the GO-based electrode provides good selectivity for simultaneous detection of both ions.

Kata Kunci

- Graphene Oxide
- Logam Berat
- Sensor Elektrokimia
- Voltametri

Keywords

- Graphene Oxide
- Heavy Metals
- Electrochemical Sensor
- Voltammetry

Polusi ion logam berat seperti Pb^{2+} dan Hg^{2+} memiliki dampak negatif yang serius terhadap kesehatan manusia termasuk gangguan sistem saraf, kerusakan organ serta gangguan pada sistem pencernaan (Govindasamy *et al.*, 2020; N. Pratiwi *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024). Selain dampak kesehatan, pencemaran ini juga dapat merusak ekosistem perairan dan toksisitas yang tinggi pada berbagai tingkatan dalam rantai makanan, sehingga berdampak luas pada keberlanjutan lingkungan (Ramidi, 2024). Meningkatnya aktivitas manusia terutama dalam industrialisasi dan produksi manufaktur telah menyebabkan peningkatan yang signifikan pada jumlah logam berat yang dilepas ke lingkungan perairan. Hal tersebut menyebabkan pencemaran air yang dapat merugikan ekosistem, manusia dan organisme lainnya. Berbagai teknik analisis konvensional telah dikembangkan untuk mendeteksi Logam berat termasuk (AAS) (Volynkin *et al.*, 2021), *Fluorescence Spectrometry* (Wang *et al.*, 2021), dan ICP-OES (Ari & Bakirdere, 2020). Namun, teknik tersebut memiliki beberapa kelemahan seperti peralatan yang rumit, instrumen yang mahal, waktu pengujian yang lama dan memerlukan personil terlatih (Mirzaei Karazan *et al.*, 2024; N. Pratiwi *et al.*, 2024). Dibandingkan dengan metode tersebut, teknik elektrokimia menawarkan keunggulan seperti respons yang cepat, terjangkau, selektif, sensitif, alat relatif sederhana, dan mampu melakukan pengukuran multiplex (Karazan & Roushani, 2022; Rajaji *et al.*, 2021).

Dalam sensor elektrokimia, voltametri merupakan teknik yang paling sensitif untuk mendeteksi polusi logam berat dalam air (Raril & Manjunatha, 2020). Voltametri merupakan teknik elektroanalitik kuat yang mengacu pada pengukuran arus pada elektroda kerja saat potensial tertentu diterapkan. Bagian terpenting dari sensor elektrokimia adalah elektroda kerja yang dapat dimodifikasi menjadi sensor yang sensitif dan selektif dengan memanfaatkan nanopartikel (N. H. Pratiwi *et al.*, 2024). Diantara berbagai bahan nano yang telah dilaporkan, GO menunjukkan aplikasi yang luas sebagai bahan elektroda karena memiliki daya hantar listrik tinggi dan sifat mekanik yang baik (Zhao

et al., 2012). GO memiliki luas permukaan yang besar sehingga transportasi elektron menjadi sangat sensitif terhadap molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaannya.

Dengan mempertimbangkan keunggulan tersebut, pengembangan sensor elektrokimia berbasis GO menjadi sebuah inovasi menarik dalam mendeteksi logam berat berbahaya dalam air. Tujuan dari riset ini tidak hanya untuk menghasilkan sensor dengan hasil yang akurat dalam mendeteksi polusi air, namun juga untuk memberikan kontribusi dalam pemantauan dan perlindungan lingkungan. Selain itu, hasil riset ini juga dapat mendukung penelitian mahasiswa, dosen dan peneliti di Laboratorium Mineral dan Material Maju (Lab. MMM) dalam bidang lingkungan. Dengan memperkenalkan pengembangan metode baru ini, diharapkan dapat menambah jenis pengujian baru sehingga berpotensi untuk meningkatkan *income generating* di Lab. MMM Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.

Meningkatnya polusi ion logam berat seperti Pb^{2+} dan Hg^{2+} akibat industrialisasi yang menyebabkan pencemaran air berbahaya bagi ekosistem dan kesehatan manusia, bahkan pada konsentrasi rendah. Akumulasi HMI dalam tubuh dapat mengakibatkan masalah kesehatan serius seperti kerusakan otak, gangguan neuromuskular, dan gagal ginjal. Peningkatan polusi logam berat ini turut memicu peningkatan permintaan pengujian di laboratorium. Namun, laboratorium mengalami kendala karena tidak memiliki alat konvensional seperti AAS dan ICP-OES, yang umum digunakan untuk pengujian logam berat. Laboratorium hanya memiliki alat *Gamry Potentiostat* yang biasanya digunakan untuk pengujian baterai, tetapi berpotensi dikembangkan untuk mendeteksi logam berat melalui teknik elektrokimia. Keterbatasan ini mendorong penelitian untuk mengembangkan sensor elektrokimia berbasis GO sebagai alternatif yang sensitif, cepat, dan terjangkau dalam mendeteksi HMI.

Dari persoalan-persoalan tersebut, penelitian ini hadir akibat kebutuhan mendesak akan metode deteksi logam berat yang lebih efisien dan terjangkau, mengingat peningkatan

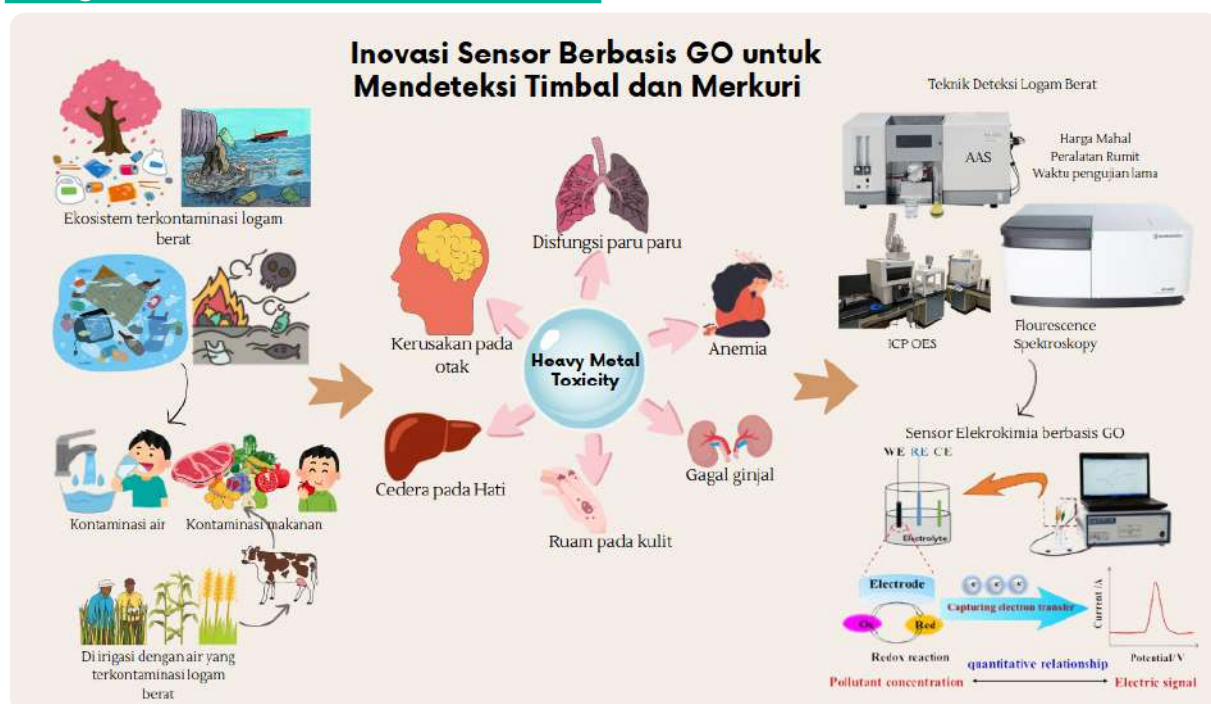
polusi logam berat serta tingginya permintaan pengujian di laboratorium. Inspirasi untuk solusi ini diambil dari teknik elektrokimia, yang dikenal cepat, sensitif, dan lebih ekonomis dibandingkan metode konvensional seperti AAS atau ICP-OES. Potensi penggunaan alat yang tersedia di laboratorium, yaitu Gamry Potentiostat, juga menjadi pendorong untuk mengeksplorasi metode ini sebagai sensor logam berat. Dalam pengembangannya, bahan nano *graphene oxide* (GO) menarik perhatian karena sifat konduktivitasnya yang tinggi, luas permukaannya yang besar, dan sensitivitasnya yang tinggi terhadap ion logam berat. Penggunaan GO sebagai bahan sensor elektrokimia menjadi inspirasi utama untuk penelitian ini, mengingat kemampuannya untuk memberikan hasil deteksi yang akurat, *real-time*, dan mendukung pemantauan lingkungan secara efektif.

Metode

Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah sintesis GO menggunakan metode *Hummer* termodifikasi. Sebanyak 1 gram NaNO_3 ditambahkan dengan 60 mL H_2SO_4 . Larutan diaduk selama 5 menit di dalam *ice bath* dengan

kecepatan 300 rpm dan suhu dibawah 20°C . Selanjutnya, masukkan 2 gram grafit pada campuran tersebut dan aduk selama 30 menit pada suhu 30°C . Selanjutnya sebanyak 6 gram KMnO_4 ditambahkan secara perlahan kedalam larutan dan diaduk selama 1 jam. Penangan es kemudian dihilangkan dan campuran diaduk pada suhu 35°C selama kurang lebih 20 jam. Sebanyak 50 ml *DI water* ditambahkan pada larutan sebelumnya dan diaduk selama 30 menit dengan kecepatan 600 rpm. Tambahkan 10 ml H_2O terdeionisasi secara titrasi untuk menghilangkan kelebihan KMnO_4 . Selanjutnya, suspensi hasil reaksi dicuci berulang kali dengan HCl 5% dan H_2O untuk memurnikan bahan. Suspensi disentrifugasi pada 3000 rpm selama 6 menit. Selanjutnya suspensi dikeringkan pada suhu 80°C selama 2 jam hingga GO terbentuk. Produk yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, UV Vis dan SEM EDX untuk memverifikasi keberhasilan dari metode sintesis. Selanjutnya, fabrikasi *working electrode* berbasis GO dan kemudian diuji menggunakan GAMRY Potensiostat/Galvanostat/ZRA Ref 3000 menggunakan rangkaian 3 elektroda pada larutan standar Pb dan Hg.

Infografis



Gambar 1: Ringkasan Inovasi Sensor berbasis *Graphene Oxide*



Gambar 2. Proses sintesis *graphene oxide*



Gambar 3. Proses pengujian sensor elektrokimia

Hasil dan Pembahasan

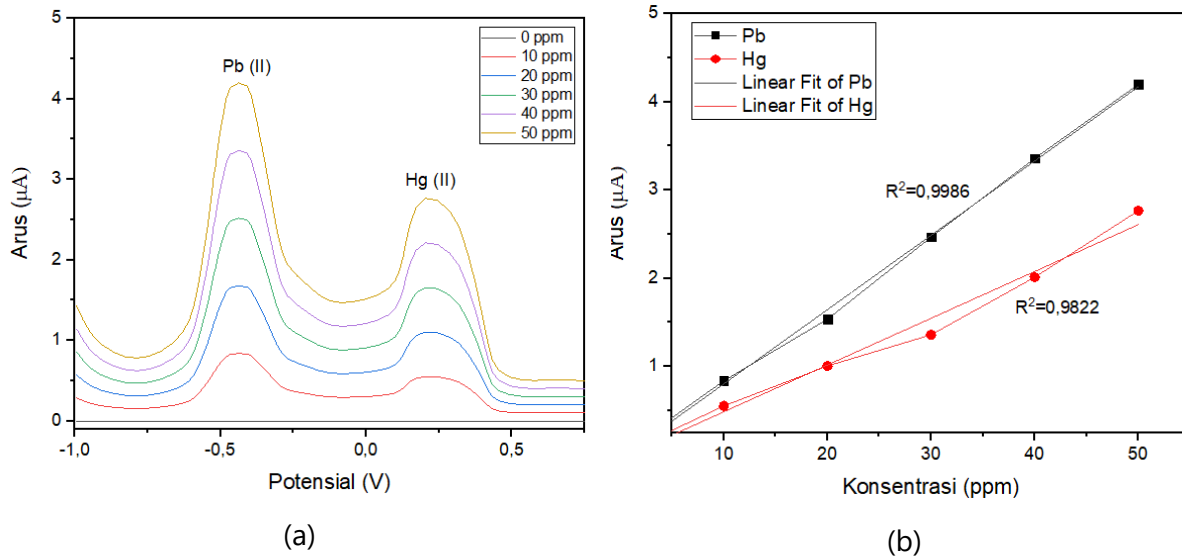
Pencemaran lingkungan akibat logam berat telah meningkat secara signifikan akibat industrialisasi besar-besaran di beberapa negara di dunia (Dinu (Iacob) *et al.*, 2024). Hal ini juga berlaku di Indonesia, dimana penambahan jumlah penduduk dan kemajuan pembangunan menyebabkan peningkatan kegiatan di berbagai bidang, termasuk industri, pemukiman, pertanian, dan sektor lainnya menyebabkan peningkatan yang signifikan pada jumlah

HMI yang dilepas ke lingkungan (Afifudin *et al.*, 2024). Masuknya logam berat berbahaya seperti timbal (Pb) dan merkuri (Hg) ke dalam lingkungan, khususnya di perairan dan tanah menjadi ancaman serius, karena logam-logam tersebut tidak mudah terurai dan cenderung terakumulasi di dalam tubuh manusia dan organisme lain, sehingga dapat menimbulkan efek toksik yang berkepanjangan. Selain dampak kesehatan, pencemaran ini juga dapat merusak ekosistem perairan dan toksisitas yang tinggi pada berbagai tingkatan dalam rantai makanan, sehingga berdampak luas pada keberlanjutan lingkungan (Ramidi, 2024). Tingginya risiko kesehatan dan lingkungan akibat pencemaran logam berat mendorong para peneliti untuk mengkaji metode deteksi alternatif yang lebih sensitif, akurat, dan efektif.

Pada studi ini, sensor elektrokimia berbasis *Graphene Oxide* menggunakan instrumen *GAMRY Potensiostat/Galvanostat/ZRA Ref 3000* dikembangkan guna mengatasi permasalahan metode konvensional seperti AAS dan ICP-OES dalam mendeteksi logam berat. *Graphene Oxide* disintesis menggunakan metode *Hummer* sebagai *working electrode* pada pengujian sensor. Untuk mengkonfirmasi keberhasilan sintesis GO, sampel dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, SEM EDX dan UV Vis. Berdasarkan hasil XRD, teramati adanya puncak yang tinggi pada sudut 2 theta : 13.06 yang bersesuaian dengan bidang hkl 0 0 1 dan puncak lain yang dikaitkan dengan bidang hkl 1 0 0 berada pada sudut 2 theta : 45.05. Puncak difraksi yang terbentuk pada sudut tersebut mengidentifikasi bahwa GO yang dihasilkan telah teroksidasi sepenuhnya (Muniyalakshmi *et al.*, 2020). Keberhasilan sintesis GO juga dikonfirmasi dari hasil FTIR dengan terbentuknya vibrasi regangan dari gugus epoksi (C-O-C) dan gugus Alkoksi (-OR) pada panjang gelombang 1236 cm^{-1} (PriyaDarshani & Sharma, 2024). Berdasarkan hasil SEM, morfologi permukaan GO menunjukkan lembaran dan lipatan yang khas dengan ketebalan 20 nm. Munculnya 2 unsur utama yaitu C dan O pada hasil EDX juga mengkonfirmasi keberhasilan

sintesis GO ini. Untuk mengetahui respons elektrokimia dalam aplikasi sensor, sifat optik dari GO juga dikaji menggunakan UV VIS dan diperoleh nilai celah pita sebesar 2.98 eV. Nilai

tersebut mengindikasikan bahwa GO bersifat semikonduktor. Semikonduktor cenderung lebih peka terhadap perubahan lingkungan elektronis, termasuk interaksi dengan ion logam berat.



Gambar 4: a) Hasil Uji Kinerja Sensor menggunakan teknik DPV
b) Kurva Kalibrasi GO dalam mendeteksi Logam Berat Pb dan Hg

“Dikembangkannya metode pengujian logam berat menggunakan Gamry Potentiostat/Galvanostat/ZRA Ref-3000 di Lab. Mineral dan Material Maju ini sangat memudahkan kami mahasiswa yang ingin melakukan riset di bidang lingkungan. Selama ini, jika ingin melakukan pengujian untuk 3 elektrode menggunakan potensiostat kami harus ke Universitas lain, karena kit untuk pengujian tersebut di Lab. Mineral dan Material Maju belum tersedia. Kami merasa sangat terbantu dengan disediakannya kit dan pengembangan metode pengujian 3 elektroda pada alat potensiostat ini.”

Reni Citra Sanjaya (Mahasiswa S2 Fisika)

Untuk mengetahui kinerja aplikasi GO sebagai sensor elektrokimia dalam mendeteksi logam berat Pb dan Hg, pada studi ini dilakukan pengujian voltametri dengan teknik DPV menggunakan Instrumen Gamry Potentiostat/Galvanostat/Zra Ref-3000. Pengujian DPV menghasilkan voltammogram yang menunjukkan puncak arus stripping (*stripping peak currents*) yang berkorelasi dengan konsentrasi ion Pb^{2+} dan Hg^{2+} dalam larutan standar sebagaimana ditampilkan pada

Gambar 2. Berdasarkan voltammogram yang dihasilkan, teramati bahwa puncak puncak stripping Pb^{2+} muncul pada potensial antara -0.6 V hingga -0.4 V, sedangkan puncak stripping Hg^{2+} terdeteksi pada rentang potensial yang lebih positif, yaitu antara 0.0 V hingga 0.2 V. Pemisahan yang jelas antara puncak potensial Pb^{2+} dan Hg^{2+} menunjukkan bahwa elektroda berbasis GO mampu memberikan selektivitas yang baik untuk mendeteksi kedua ion secara simultan.



Video 1: Inovasi pendeteksian logam dengan GO.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Sebagai salah satu laboratorium pengujian di Universitas Negeri Malang, hasil penelitian terkait pengembangan metode penentuan logam berat menggunakan *Gamry Potentiostat* ini memberikan alternatif baru bagi para peneliti dan mahasiswa yang menggeluti penelitian di bidang lingkungan. Dengan tersedianya kit pengujian elektrokimia tiga elektroda, para peneliti dan mahasiswa tidak perlu lagi

melakukan pengujian di universitas lain, seperti yang selama ini dilakukan, karena Lab. Mineral dan Material Maju sudah memiliki peralatan tersebut. Selain itu, kampus juga diuntungkan karena tidak perlu lagi mengeluarkan investasi tambahan untuk membeli alat mahal seperti AAS atau ICP-OES yang biasa digunakan untuk deteksi logam berat. Metode yang dikembangkan dengan *Gamry Potentiostat* ini mampu menjadi solusi efektif untuk pengujian logam berat di dalam kampus. Tidak hanya itu, hasil penelitian ini berpotensi menambah jenis pengujian di laboratorium, memperkuat reputasi akademis dan riset, serta meningkatkan pendapatan melalui layanan pengujian logam berat bagi pihak eksternal.


Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya Ditjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Universitas Negeri Malang yang turut membantu dalam menyediakan sarana dan prasarana demi mendukung keberhasilan dari inovasi ini.

Daftar Pustaka

- Afifudin, A. F. M., Wulandari, A., & Irawanto, R. (2024). Pencemaran Logam Berat di Air, Sedimen, dan Organisme pada Beberapa Sungai di Pulau Jawa, Indonesia: Tinjauan Literatur. *Environmental Pollution Journal*, 4(1), 959–971. <https://doi.org/10.58954/epj.v4i1.183>
- Ari, B., & Bakirdere, S. (2020). A primary reference method for the characterization of Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn in a candidate certified reference seawater material: TEA/Mg(OH)₂ assisted ID3MS by triple quadrupole ICP-MS/MS. *Analytica Chimica Acta*, 1140, 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.10.004>

- Dinu (Iacob), A., Bounegru, A. V., Iticescu, C., Georgescu, L. P., & Apetrei, C. (2024). Electrochemical Detection of Cd²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ and Hg²⁺ with Sensors Based on Carbonaceous Nanomaterials and Fe₃O₄ Nanoparticles. *Nanomaterials*, 14(8), 702. <https://doi.org/10.3390/nano14080702>
- Govindasamy, M., Sriram, B., Wang, S.-F., Chang, Y.-J., & Rajabathar, J. R. (2020). Highly sensitive determination of cancer toxic mercury ions in biological and human sustenance samples based on green and robust synthesized stannic oxide nanoparticles decorated with reduced graphene oxide sheets. *Analytica Chimica Acta*, 1137, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.09.014>
- Karazan, Z. M., & Roushani, M. (2022). A new method for electrochemical determination of Hippuric acid based on molecularly imprinted copolymer. *Talanta*, 246, 123491.
- Mirzaei Karazan, Z., Roushani, M., & Jafar Hoseini, S. (2024). Simultaneous electrochemical sensing of heavy metal ions (Zn²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺, and Hg²⁺) in food samples using a covalent organic framework/carbon black modified glassy carbon electrode. *Food Chemistry*, 442, 138500. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138500>
- Muniyalakshmi, M., Sethuraman, K., & Silambarasan, D. (2020). Synthesis and characterization of graphene oxide nanosheets. *Materials Today: Proceedings*, 21, 408–410. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.375>
- Pratiwi, N., Azis, M., & Setiyanto, H. (2024). Review of Developments of Modified Carbon-Based Electrodes on Electrochemical Sensors for Water Environment Monitoring. *Analytical and Bioanalytical Chemistry Research*, 11(1). <https://doi.org/10.22036/abcr.2023.400914.1935>
- Pratiwi, N. H., Azis, M. Y., & Setiyanto, H. (2024). Review of Developments of Modified Carbon-Based Electrodes on Electrochemical Sensors for Water Environment Monitoring. *Analytical and Bioanalytical Chemistry Research*, 11(1), 91–109.
- PriyaDarshani, M., & Sharma, R. (2024). Controlling the bandgap of graphene oxide via varying KMnO₄. *Optical Materials*, 147, 114634. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2023.114634>
- Rajaji, U., Chinnapaiyan, S., Chen, S.-M., Govindasamy, M., Oliveira Filho, J. I. de, Khushaim, W., & Mani, V. (2021). Design and Fabrication of Yttrium Ferrite Garnet-Embedded Graphitic Carbon Nitride: A Sensitive Electrocatalyst for Smartphone-Enabled Point-of-Care Pesticide (Mesotrione) Analysis in Food Samples. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 13(21), 24865–24876. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c04597>
- Ramidi, H. S. (2024). *Sebaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) Pada Air Sumur Di Daerah Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Bantul, Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia.
- Raril, C., & Manjunatha, J. G. (2020). Fabrication of novel polymer-modified graphene-based electrochemical sensor for the determination of mercury and lead ions in water and biological samples. *Journal of Analytical Science and Technology*, 11(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40543-019-0194-0>
- Volynkin, S. S., Demakov, P. A., Shuvaeva, O. V., & Kovalenko, K. A. (2021). Metal-organic framework application for mercury speciation using solid phase extraction followed by direct thermal release–electrothermal atomic absorption spectrophotometric detection (ETA AAS). *Analytica Chimica Acta*, 1177, 338795. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338795>



Wang, Y., Feng, L., Zhu, H., Miao, H., Li, Y., Liu, X., & Shi, G. (2021). Noncontact Metal–Spiropyran–Metal Nanostructured Substrates with Ag and Au@SiO₂ Nanoparticles Deposited in Nanohole Arrays for Surface-Enhanced Fluorescence and Trace Detection of Metal Ions. *ACS Applied Nano Materials*, 4(4), 3780–3789. <https://doi.org/10.1021/acsanm.1c00225>

Yu, L., Chen, X., Sun, L., Zhang, Q., Yang, B., Huang, M., Xu, B., & Xu, Q. (2024). A covalent organic frameworks@gold nanoparticles@

graphene nanocomposite based electrochemical sensor for simultaneous determination of trace Cd²⁺, Pb²⁺ and Cu²⁺. *Reactive and Functional Polymers*, 194, 105770. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2023.105770>

Zhao, B., Liu, P., Jiang, Y., Pan, D., Tao, H., Song, J., Fang, T., & Xu, W. (2012). Supercapacitor performances of thermally reduced graphene oxide. *Journal of Power Sources*, 198, 423–427.

Modifikasi dan Optimasi Metode Absorpsi CO₂ untuk Penanggalan Radioisotop ¹⁴C dengan Metode Pencacah Sintilasi Cair

Modification And Optimization Of CO₂ Absorption Method For ¹⁴C Radioisotope Dating with Liquid Scintillation Counting

Andi Tenrisa'na*, Haslinda, Muhammad Zakir (Dosen Pendamping)

tenrisanaandi@gmail.com*

Laboratorium Kimia Radiasi, Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Abstrak

Penelitian tentang Modifikasi Dan Optimasi Metode Absorpsi CO₂ Untuk Penanggalan Radioisotop ¹⁴C Dengan Metode Pencacah Sintilasi Cair telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi dan mengoptimalkan alat absorpsi CO₂ yang digunakan untuk preparasi sampel padatan menjadi cairan agar ¹⁴C pada sampel dapat diukur dengan alat pencacah sintilasi cair Hidex 300SL. Penelitian ini melalui 4 tahap yaitu desain baru alat absorpsi CO₂, pembuatan alat absorpsi CO₂ termodifikasi, penggunaan alat absorpsi CO₂ pada sampel padatan, dan perhitungan efisiensi penyerapan CO₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat absorpsi CO₂ yang telah dimodifikasi dapat digunakan secara optimal dan memperoleh efisiensi absorpsi CO₂ sebesar 66,8%. Oleh karena itu, alat absorpsi ini dapat digunakan untuk preparasi sampel padatan menjadi cairan pada penanggalan radioisotop ¹⁴C dengan alat pencacah sintilasi cair Hidex 300SL.



Abstract

Research on Modification and Optimization of CO₂ Absorption Method for ¹⁴C Radioisotope Dating Using Liquid Scintillation Counting Method has been conducted. This study aims to modify and optimize the CO₂ absorption apparatus used for the preparation of solid samples to liquid so that ¹⁴C in the sample can be measured using the Hidex 300SL liquid scintillation counter. This study went through 4 steps, namely the new design of the CO₂ absorption apparatus, the fabrication of a modified CO₂ absorption apparatus, the application of the CO₂ absorption apparatus on solid samples, and the calculation of CO₂ absorption efficiency. The results showed that the modified CO₂ absorption apparatus could be used optimally and obtained a CO₂ absorption efficiency of 66.8%. Therefore, this absorption apparatus can be used for the preparation of solid samples to liquid for ¹⁴C radioisotope dating using the Hidex 300SL liquid scintillation counting.



Kata Kunci

- Absorpsi CO₂
- Penanggalan ¹⁴C
- Pencacah Sintilasi Cair
- Radioisotop ¹⁴C

Keywords

- CO₂ Absorption
- ¹⁴C Radioisotope
- Liquid Scintillation Counting
- ¹⁴C Dating

Metode pencacah sintilasi cair merupakan metode penanggalan radioisotop ^{14}C yang saat ini sedang dikembangkan untuk penentuan umur sampel. Metode penentuan umur menggunakan ^{14}C selama ini dilakukan dengan cara mencacah C_6H_6 dengan pencacah sintilasi cair, mencacah C dalam bentuk grafit dengan AMS (*Accelerator Mass Spectrometry*) dan mencacah CH_4 dengan *Mini Gas Proportional Spectrometry*. Metode-metode ini jarang digunakan dalam penentuan umur karena biaya peralatan dan bahan reparasi sampelnya sangat mahal. Preparasi sampel yang cukup rumit, lama, dan memerlukan pertimbangan keterampilan teknis yang memadai sehingga untuk penelitian hidrologi khususnya dianggap tidak ekonomis dan efisien, karena hanya dapat dianalisis satu sampel sehari. Dua dekade terakhir ini mulai dikembangkan metode absorpsi CO_2 yang lebih baik daripada metode-metode sebelumnya menggunakan alat Pencacah Sintilasi Cair.

Pada sampel padatan, diperlukan preparasi sampel menjadi cair agar dapat diukur pada alat Pencacah Sintilasi Cair. Alat preparasi sampel padatan yang komersil membutuhkan biaya yang sangat besar, sehingga diperlukan alternatif preparasi sampel padatan secara konvensional. Laboratorium Kimia Radiasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin telah membuat Alat Absorpsi CO_2 . Namun efisiensi absorpsinya hanya 40%. Oleh karena itu, pada penelitian ini

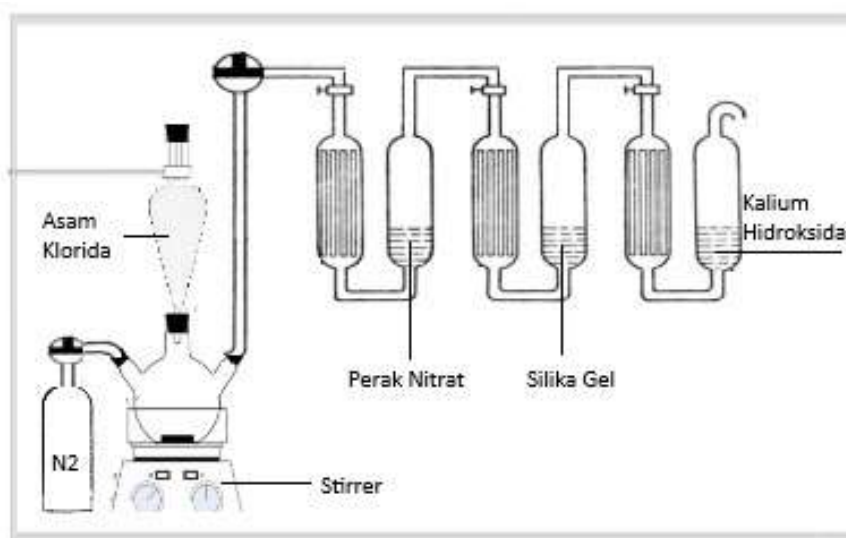
dilakukan modifikasi dan optimasi Alat Absorpsi CO_2 tersebut.

Alat Absorpsi CO_2 sebelumnya masih memiliki efisiensi 40%. Hal ini kemungkinan terjadi karena absorpsi tidak berlangsung secara optimal. Sampel tidak bereaksi sempurna sehingga banyak endapan-endapan sampel yang tersisa pada dasar labu sampel. Bentuk impinger juga mungkin mempengaruhi proses absorpsi. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi pada Alat Absorpsi CO_2 sebelumnya. Terinspirasi dari peralatan orsat yang umum digunakan untuk analisis gas buang/emisi, maka peneliti memodifikasi alat Absorpsi CO_2 dengan menggabungkan komponen peralatan orsat. Adapun gagasan penelitian ini terinspirasi dari peralatan orsat yang kemudian dimodifikasi dan digabungkan dengan alat absorpsi yang telah dibuat sebelumnya.

Metode

1. Desain Alat Absorpsi CO_2 Termodifikasi

Desain Alat Absorpsi CO_2 termodifikasi dibuat dengan memodifikasi alat absorpsi sebelumnya. *Dropping funnel* diganti dengan *dropping ball*, labu leher tiga alas bulat diganti dengan labu alas datar dengan tubulature sisi atas bawah, tabung impinger penangkap kelebihan asam dan kelebihan air diganti dengan tabung orsat, serta dilakukan penambahan stirrer dibawah labu sampel. Desain alat absorpsi CO_2 termodifikasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Desain alat absorpsi CO_2 termodifikasi

2. Pembuatan Alat Absorpsi CO₂ Termodifikasi

Komponen-komponen alat absorpsi CO₂ termodifikasi kemudian dirangkai sesuai desain dan dihubungkan dengan selang transparan. Rangkaian alat absorpsi CO₂ termodifikasi seperti pada Gambar 2.

3. Aplikasi/Penggunaan Alat Absorpsi CO₂ Termodifikasi

Alat absorpsi CO₂ termodifikasi diaplikasikan pada sampel padatan karang. Sampel yang telah dihaluskan direaksikan dengan HCl sehingga

menghasilkan gas CO₂ yang selanjutnya mengalir melewati kertas saring yang telah ditetesi larutan AgNO₃, kemudian silika gel hingga terserap pada larutan KOH. Absorpsi dilakukan hingga semua sampel habis bereaksi yang ditunjukkan dengan larutan hasil reaksi menjadi bening dan tidak lagi terbentuk gelembung-gelembung gas. Proses Absorpsi CO₂ ditunjukkan pada Gambar 3.

4. Perhitungan Efisiensi Absorpsi CO₂

Setelah proses absorpsi selesai, dilakukan perhitungan efisiensi absorpsi CO₂.

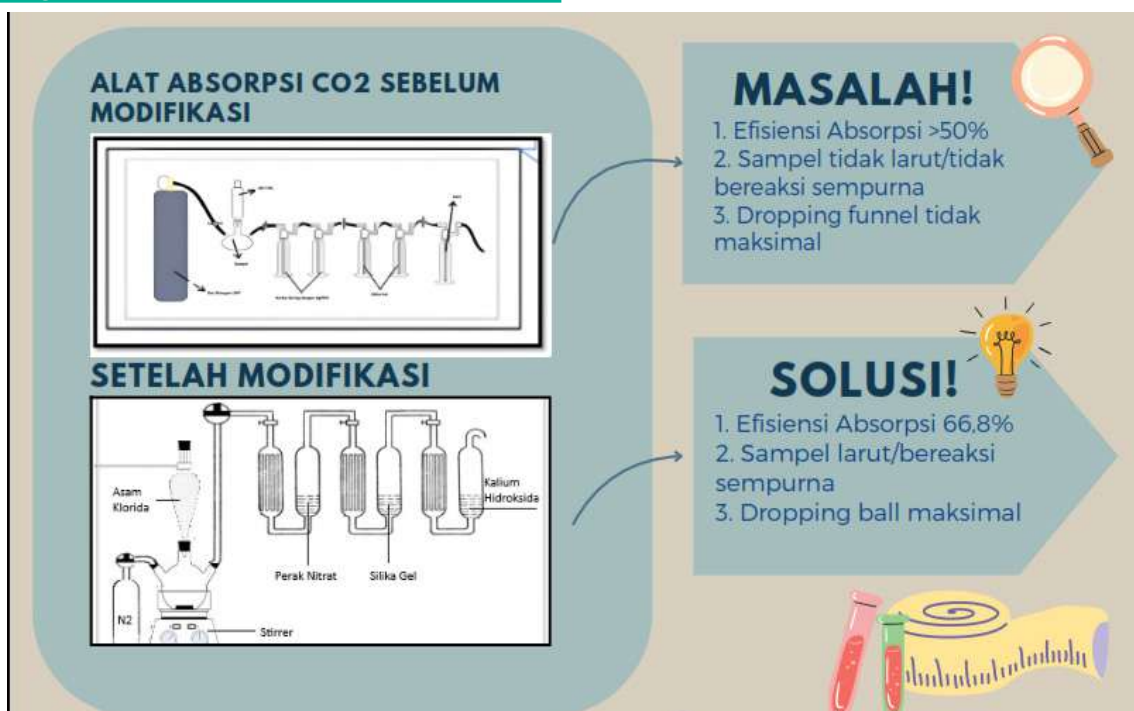


Gambar 2: Rangkaian alat absorpsi CO₂ termodifikasi



Gambar 3: (A). Sampel Sebelum Absorpsi dimulai; (B). Sampel Saat Absorpsi Berlangsung; (C). Sampel Saat Absorpsi selesai.

Infografis



Gambar 4: Infografis Alat Absorpsi CO₂

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan modifikasi alat absorpsi CO₂ yang kemudian diaplikasikan untuk Absorpsi CO₂ pada sampel padatan, diperoleh efisiensi absorpsi sebesar 66,8%. Hal ini menunjukkan peningkatan efisiensi Absorpsi dari alat absorpsi sebelumnya yang hanya 40%. Oleh karena itu, alat absorpsi CO₂ yang telah dimodifikasi ini dapat digunakan untuk preparasi sampel padatan menjadi cairan agar dapat diukur dengan pencacah sintilasi cair baik dalam skala laboratorium, maupun untuk umum.



Video 1: Modifikasi dan optimasi metode absorpsi CO₂.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Kementerian Pendidikan Tinggi dalam Program Karya Inovasi Laboran Tahun 2024 yang telah mendanai penelitian ini. Terima

kasih kepada Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan dan memfasilitasi dalam penyelesaian penelitian ini.

“Alat absorpsi CO₂ yang telah dimodifikasi ini sangat bermanfaat bagi saya dalam menyelesaikan penelitian, karena alat ini saya gunakan untuk preparasi sampel sedimen menjadi cairan.”

Tri Chandra (Mahasiswa Departemen Kimia, Fakultas MIPA Unhas)

Daftar Pustaka

- Arman, A. *et al.*, 2013, Studi Penentuan Umur dan Laju Pertumbuhan Terumbu Karang terkait dengan Perubahan Iklim Ekstrim Menggunakan Sinar-X, *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 9 (1): 1-10.
- Panggabean, S. M., 2002, Adaptasi Metode Analisis C-14 dalam Air Laut, Hasil Penelitian Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif.
- Satrio dan Abidin, Z., 2007, Perbandingan Metode Sintesis Benzena dan Absorpsi CO₂ Untuk Penanggalan Radioisotop 14C, *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Jakarta, 3 (1): 1-26.
- Sidauruk, P. dan Satrio, 2010, 2-Metoksietilamin sebagai Alternatif Absorber CO₂ Untuk Analisis 14C dalam Tanah dan Air Tanah, *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Jakarta, 6 (2): 117-124.
- Tjahaja, I.P., dan Mutiah, 2000, Metode Pencacahan Sintilasi Cair : Salah Satu Alternatif untuk Pengukuran α dan β Total dalam Sampel Lingkungan, *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*, 1 (1): 31-46.
- Yarianto, S., Susilo, B., Sutrisno, S., 2001, Kondisi Optimal untuk Penentuan Radioaktivitas Serangga Hama Bertanda P-32 dengan Menggunakan Pencacah Sintilasi Cair, *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yuliati, H., Akhadi, M., 2005, Radionuklida Kosmogenik Untuk Penanggalan, *Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir*, Pusat radiasi BATAN.

Rancang Bangun Rauther Heater: Alat Pengering Preparat Pasca Pewarnaan

Design And Construction Of Post-Staining Preparation Drying Equipment

Aufa Nadhifa*, Rahmad Hidayat A.Tola, Yuliana Prasetyaningsih (Dosen Pendamping)

rautherheater@gmail.com*

Laboratorium Mikrobiologi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan, Guna Bangsa, Yogyakarta.



Abstrak

Pada proses pembuatan preparat apusan seringkali pengeringan preparat dilakukan para mahasiswa menggunakan tisu. Penggunaan tisu ini sangat membantu dalam proses pengeringan, tetapi tidak sedikit preparat yang telah diwarnai terkelupas dan penggunaan tisu menjadi berlebihan. Hal ini juga mengakibatkan limbah tisu semakin banyak. *Rauther Heater*: alat pengering preparat pasca pewarnaan dirancang dengan prinsip menggunakan panas dari *heater* yang suhunya dapat disesuaikan untuk mengeringkan preparat tanpa merusak jaringan sel. Rancangan inovasi ini menjadi alternatif mengurangi penggunaan tisu dan efisiensi waktu pengeringan. *Rauther Heater* di desain *portable* dan hemat daya serta bisa di *charge*. *Rauther Heater* dapat menampung ± 46 preparat dalam sekali proses pengeringan. Kelayakan kualitas sediaan preparat diamati di bawah mikroskop dengan konsistensi struktur morfologi sel yang dibandingkan pengeringan pada suhu ruang dengan alat *Rauther Heater*. Melalui inovasi ini, *Rauther Heater* dapat mengoptimalkan proses pengeringan preparat bakteri pada suhu 60°C dalam 2 menit dan pada preparat sediaan apusan darah tepi pada suhu 50°C dalam 3 menit.

Kata Kunci

- Alat Pemanas
- Pewarnaan Preparat Apusan
- *Rauther Heater*

Keywords

- *Heating Equipment*
- *Staining of Smear Preparations*
- *Rauther Heater*

Abstract

In the process of preparing smear slides, students often use tissues for drying. While this practice facilitates the drying process, it frequently leads to issues such as peeling of stained preparations and excessive tissue usage. This also results in increased tissue waste. The Rauther Heater, a post-staining preparation drying device, is designed with a heater-based principle, utilizing adjustable heat to dry slides without damaging cellular structures. This innovative design serves as an alternative to reduce tissue usage and enhance drying efficiency. The Rauther Heater is portable, energy-efficient, and rechargeable. It can accommodate approximately 46 slides in a single drying session. The quality of the dried preparations was assessed under a microscope, comparing the morphological structure consistency of slides dried at room temperature to those dried with the Rauther Heater. This innovation optimizes the drying process, achieving optimal results for bacterial preparations at 60°C in 2 minutes and peripheral blood smear preparations at 50°C in 3 minutes.

Mahasiswa atau praktikan setelah melakukan pewarnaan preparat biasanya harus menunggu preparat kering terlebih dahulu, barulah setelah itu bisa dilakukan pembacaan di bawah mikroskop. Dengan keterbatasan waktu praktikum, biasanya mahasiswa atau praktikan mempercepat proses pengeringan menggunakan tisu dengan *men-tap-tap* preparat yang masih basah. Akibatnya terkadang preparat yang sudah diwarnai terkelupas menempel pada tisu, hal ini mengakibatkan pembacaan di bawah mikroskop jadi kurang jelas dan sediaan apusan preparat menjadi rusak. Selain itu, penggunaan tisu yang semakin banyak berakibat terhadap produksi limbah tisu dan inefisiensi manajemen BHP, terutama tisu. Persoalan itu lah yang melatarbelakangi *Rauther Heater* ini lahir menjadi inovasi pengeringan preparat dan juga mengurangi limbah penggunaan tisu.

Metode

1. Perancangan alat

Pada tahap ini dirancang menurut konsep, fungsi, bentuk dan manfaat yang sesuai dengan permasalahan di area laboratorium saat ini. Sehingga fungsi alat ini di manfaatkan semaksimal mungkin.

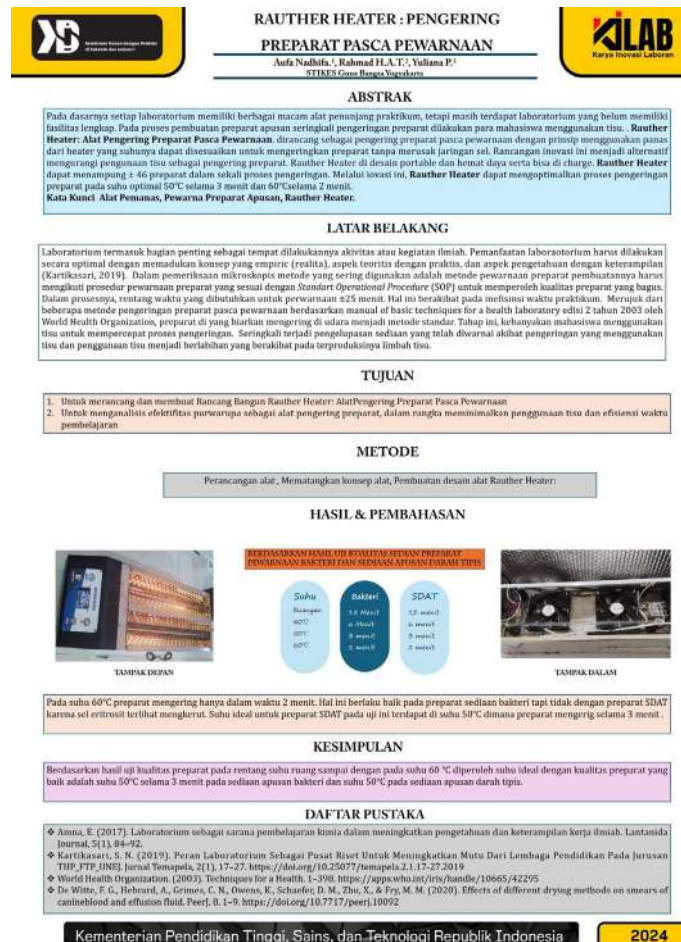
2. Mematangkan konsep alat

Setelah semua konsep dirancang dengan baik, maka yang akan dilakukan yaitu pemantapan konsep supaya alat benar-benar tepat sasaran dan segera diterapkan.

3. Pembuatan desain alat *Rauther Heater*: pengering preparat pasca pewarnaan

Telah dilakukan pemantapan konsep, kami membuat desain alat sesuai dengan sasaran yaitu mahasiswa, peneliti, dan pendidik.

Infografis



Gambar 1: Infografis Inovasi Rancang Bangun *Rauther Heater*: Alat Pendinger Preparat Pasca Pewarnaan

Hasil dan Pembahasan

Pemeriksaan mikroskopis saat ini masih menjadi metode yang sering digunakan untuk uji konfirmasi ditengah kemunculan berbagai inovasi kebaruan alat-alat di laboratorium baik di lingkup pendidikan, penelitian, dan kesehatan.

Dalam pemeriksaan mikroskopis metode yang sering digunakan adalah metode pewarnaan preparat. Pembuatan preparat yang berkualitas guna sebagai penunjang belajar praktikum di laboratorium sangat penting. Maka dari itu dalam proses pembuatannya harus mengikuti prosedur pewarnaan preparat yang sesuai dengan *Standart Operational Procedure (SOP)* untuk memperoleh kualitas preparat yang bagus.

Di dalam proses pembuatan preparat salah satu langkah yang harus diperhatikan ialah proses pembilasan menggunakan aquades atau air. Setelah proses pembilasan perlu dilakukannya tahap pengeringan pada preparat.

Dalam proses pengeringan preparat para mahasiswa di laboratorium demi mempercepat proses pengeringan sering kali menggunakan tisu. Penggunaan tisu ini sangat membantu dalam proses pengeringan, tetapi dalam prosesnya tidak sedikit preparat yang telah diwarnai terkelupas dan penggunaan tisu menjadi berlebihan. Hal ini mengakibatkan limbah tisu semakin banyak.

Peneliti harap dengan adanya *Rauther Heater* ini dapat mempercepat waktu tunggu dan membantu meminimalisir penggunaan tisu sebagai bahan pengering preparat pasca pewarnaan untuk mengurangi biaya operasional pembelian tisu sehingga biaya tersebut bisa dialokasikan ke pembelian bahan habis pakai (BHP) lainnya, mengingat tidak sedikit reagen di laboratorium harganya terbilang cukup mahal. Di sisi lain, ini juga sebagai bentuk kepedulian terhadap isu lingkungan dan *Climate Change*. Harapan kami *Rauther Heater* dapat diterima dan di perbanyak sehingga dapat distribusikan ke institusi atau para pihak yang juga memiliki

permasalahan serupa yaitu mengurangi penggunaan tisu dalam kegiatan praktikum.

Setelah melakukan uji coba pada alat, terdapat hasil yang signifikan yaitu preparat pasca pewarnaan dikeringkan di suhu ruang. Preparat bakteri bisa mencapai 18 menit, sedangkan preparat Sediaan Apusan Darah Tepi kering dalam 15 menit hingga kering sempurna. Jika menggunakan alat *Rauther Heater* pada preparat bakteri bisa kering hanya 2 menit pada suhu 60°C, sedangkan pada preparat Sediaan Apusan Darah Tepi bisa kering hanya 3 menit pada suhu 50°C.

Jika dibandingkan suhu ruang dengan menggunakan alat *Rauther Heater*, struktur sel bakteri maupun sel darah tidak ada perubahan, sehingga alat *Rauther Heater* sesuai dengan prinsip yang kami harapkan yaitu dapat mempersingkat waktu pengeringan dan mengurangi limbah tisu pasca pewarnaan.

Proses Pembuatan Alat



Gambar 2 Membuat kerangka alat



gambar 3: Merakit rangka alat



Gambar 4: Pemasangan kipas dan lampu heater



Gambar 5: Merakit kelistrikan dan mesin



Gambar 6: Prototipe alat

Manfaat Penelitian

1. Bagi mahasiswa, dapat mempersingkat waktu tunggu kering preparat dan dapat menyelesaikan penelitian maupun praktikum lebih cepat dan efisiensi waktu.
2. Bagi kampus, dengan adanya hasil penelitian ini dapat menunjang kebutuhan sarana prasarana praktikum, penelitian, dan pengabdian masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbud Ristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih pula kepada STIKES Guna Bangsa Yogyakarta yang telah mendukung terealisasinya rancangan bangun alat *Rauther Heater* ini.

“Adanya inovasi ini mempermudah dan membantu para mahasiswa maupun peneliti untuk mempercepat proses pengeringan preparat dan mengurangi penggunaan tisu yang berlebihan di Laboratorium Mikrobiologi Stikes Guna Bangsa. Dari bentuknya, alat ini didesain ekonomis dan praktis sehingga dapat mudah di pindah tempatkan. Selain itu alat ini juga memiliki saving power, sangat terbantu jika sewaktu-waktu terjadi mati listrik. Melalui inovasi ini, saya berharap dapat menghasilkan karya-karya kreatif lainnya di kemudian hari atau di event-event yang diselenggarakan oleh Kementerian.”

Erik Risnawan (Kepala Laboratorium)



Video 1: Mengurangi penggunaan tisu di laboratorium.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Amna, E. (2017). Laboratorium sebagai sarana pembelajaran kimia dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kerja ilmiah. *Lantanida Journal*, 5(1), 84–92.
- County, M., Service, E., Hickey, B. L., Gardener, M., & Coordinator, P. (2022). " *Solutions for Your Life* " (Vol. 34221, Issue 941).
- De Witte, F. G., Hebrard, A., Grimes, C. N., Owens, K., Schaefer, D. M., Zhu, X., & Fry, M. M. (2020). Effects of different drying methods on smears of canine blood and effusion fluid. *PeerJ*, 8, 1–9. <https://doi.org/10.7717/peerj.10092>
- Dirja, I., Jihan, M. A., Mesin, P. T., & Pendahuluan, I. (2019). Rancang Bangun Pemanas Air (Heater) Dengan Menggunakan Baterai Berbasis Arduino Pro Mini. *Infomatek*, 21(2), 91–96. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v21i2.1981>
- Iswara, A., & Wahyuni, T. (2017). Pengaruh Variasi Waktu Clearing Dengan Larutan Toluena Terhadap Kualitas Sediaan Preparat *Ctenocephalides felis*. *Jurnal Labora Medika*, 7(1), 12–15.
- Kartikasari, S. N. (2019). Peran Laboratorium Sebagai Pusat Riset Untuk Meningkatkan Mutu Dari Lembaga Pendidikan Pada Jurusan THP_FTP_UNEJ. *Jurnal Temapela*, 2(1), 17–27. <https://doi.org/10.25077/temapela.2.1.17-27.2019>
- Puspasari, F., Satya, T. P., Oktawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohyrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v16i1.5776>
- Setyawan, L. B., Susilo, D., & Wicaksono, A. V. (2015). Pemanas Listrik Menggunakan Prinsip Induksi Elektromagnetik. *Techne : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 14(02), 89–94. <https://doi.org/10.31358/techne.v14i02.127>
- Tahiru, D. D., Poekoel, V. C., Kambey, F. D., Robot, R. F., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2019). Karakteristik Performansi Suhu Ruang Pengering Hibrida Pada Proses Pengeringan Bawang Merah. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(2), 43–50.
- Wahyudi, W., Purnamasari S, W., Hidayat, A., & Fakhri, M. M. (2022). Penerapan Machine Learning Pada Mikrokontroler Arduino Mega PRO MINI ATmega2560-16AU. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 3(1), 30. <https://doi.org/10.26858/jessi.v3i1.33370>
- World Health Organization. (2003). *Techniques for a Health*. 1–398. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42295>

Lampiran:

https://drive.google.com/file/d/1o6pQB46akJxD3A8et2MB48FRekPPClpm/view?usp=drivSe_link

Penggunaan Pewarna Alami dalam Kegiatan Praktikum: Solusi Lebih Aman, Murah, Mudah, dan Ramah Lingkungan

The Use of Natural Dyes in Practicum Activities: Safer, Cheaper, Easy, and Environmentally Friendly Solutions

Dais Iswanto, Purwanto (Dosen Pendamping)

Bagian Laboratorium Terpadu mikroskopis, Universitas Cenderawasih, Jayapura.



Abstrak

Praktikum jenjang preklinik di kedokteran membutuhkan sumber daya pendukung yang memadai. Kebutuhan tersebut termasuk peralatan dan bahan-bahan praktikum yang sangat mahal. Frekuensi penggunaan bahan praktikum sehingga stok bahan sering habis. Kelemahan bahan sintesis adalah harga sangat mahal, berbahaya bagi kesehatan, sulit pengadaannya dan melalui proses birokrasi panjang dan butuh waktu yang lama sampai barang siap digunakan. Secara khusus bahan yang paling sering dibutuhkan dalam praktikum adalah bahan pewarna. Solusi yang tepat untuk mengatasi masalah kekurangan bahan pewarna untuk praktikum adalah dengan memanfaatkan pewarna alami dari Daun Suji (DS), buah wortel dan VCO/Virgin coconut oil (WV), buah Pinang (BP), kulit buah naga (BN), ekstrak Ubi Ungu (UU), dan buah Bit (BB) sebagai pewarna alami pengganti pewarna sintesis/pabrikasi. Bahan tersebut memiliki karakter mudah didapat, aman, mudah penggunaannya, mudah diproduksi, dan menghasilkan performa yang sama baik seperti bahan sintesis. Tujuan inovasi ini adalah memproduksi bahan pewarna alami untuk mendukung praktikum berbasis pewarnaan di fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih. Hasil penelitian membuktikan adanya perbedaan respons seluler pada eritrosit, sel sperma, dan bakteri batang spesies *S.typhi*. Pewarna sintesis standar Giesa 15% masih memiliki keunggulan dibandingkan keenam pewarna tersebut dari aspek ketajaman gambar, batas setiap sel, kekontrasan dan stabilitas bentuk dan ukuran seluler objek amatan. Hasil ekstrak daun suji dan biji pinang memiliki efektivitas paling optimal dibandingkan pewarna lainnya dalam mewarnai eritrosit, sel sperma dan bakteri *S.typhi*.



Kata Kunci

- Bit, Buah Naga
- Daun Suji
- Biji Pinang
- Ubi Ungu

Keywords

- Beet, Dragon Fruit
- Suji Leaves
- Betel Seeds
- Purple Sweet Potato

Abstract

*Pre-clinical laboratory practice in medical education requires adequate supporting resources, including expensive equipment and consumable materials. High usage frequency of consumables often results in stock depletion. Synthetic materials pose significant challenges due to their high costs, potential health risks, limited availability, and lengthy bureaucratic procurement processes. Specifically, staining agents are among the most frequently needed materials in practical sessions. A viable solution to address the shortage of staining agents is to utilize natural dyes derived from Pandan Leaf Extract (DS), Carrot and Virgin Coconut Oil (WV), Areca Nut (BP), Dragon Fruit Peel (BN), Purple Sweet Potato Extract (UU), and Beetroot (BB) as alternatives to synthetic or industrial dyes. These natural materials are accessible, safe, user-friendly, easy to produce, and yield performance comparable to synthetic dyes. This innovation aims to produce natural staining agents to support staining-based practical activities in the Faculty of Medicine at Universitas Cenderawasih. The research findings demonstrate significant differences in cellular responses when erythrocytes, sperm cells, and rod-shaped bacteria (*Salmonella typhi*) were stained with natural and synthetic dyes. The standard synthetic dye Giemsa 15% exhibited superior performance in terms of image sharpness, cellular boundary definition, contrast, and stability of cellular morphology and size. However, extracts from Pandan leaves and Areca nuts showed the most optimal effectiveness among natural dyes for staining erythrocytes, sperm cells, and *S.typhi* bacteria.*

Kegiatan belajar mengajar di lingkungan perguruan tinggi yang paling lazim adalah praktikum. Model pembelajar tersebut dapat dilakukan di luar atau di dalam ruangan. Praktikum sejatinya adalah kegiatan untuk menumbuhkan berbagai kompetensi baru bagi peserta didik dan tempat melakukan berbagai uji, validasi, bahkan eksperimen dari sebuah teori. Dalam literatur menerangkan bahwa praktikum merupakan hal esensial dan memiliki peran sangat penting dalam proses pembelajaran, karena peserta didik mampu mengembangkan kompetensi psikomotorik maupun kognitif. Praktikum berguna sebagai sarana untuk melakukan observasi langsung, menafsirkan data data, penggunaan berbagai peralatan, bahan bahkan penyampaian hasil penelitian penting (Suryaningsih, 2017). Praktikum dapat dipahami sebagai sebuah metode spesifik dalam rangka menumbuhkan keterampilan empiris peserta didik (Novita, 2020). Dalam penelitian lain juga disebutkan bahwa praktikum giat ilmiah untuk melakukan riset dalam rangka membuktikan sebuah hipotesis dari teori teori keilmuan (M. P. Dewi & Firman, 2023). Dengan melakukan praktikum maka peserta didik memperoleh pengalaman nyata, sikap ilmiah, minat belajar semakin meningkat, bahkan komperensi baru (Syafi *et al.*, 2021) perolehan konsep dan menumbuhkan sikap ilmiah siswa (Muliana *et al.*, 2021).

Pembelajaran di fakultas kedokteran level preklinik atau sarjana, memiliki agenda rutin untuk melakukan praktikum dasar yang menggunakan pewarnaan sebagai bahan pemeriksaan sampel. Seperti pemeriksaan fese, bakteri gram, bakteri Tuberculosis (TBC), spermatozoa, telur cacing, parasit malaria, spora, jamur, dan pewarnaan sel darah. Untuk giat praktikum tersebut dibutuhkan peralatan dan bahan bahan pewarna. Selama ini bahan pewarna yang digunakan adalah bahan pabrikan atau sintesis.

Penggunaan bahan pabrikan memiliki beberapa kelemahan dan dampak negatif yang membahayakan jika tidak tepat metode penggunaannya. Mulai dari pengadaan lama, menggunakan prosedur ketat, mahal, memiliki potensi racun bagi pengguna dan lingkungan

jika limbahnya tidak ditangani secara tepat. Selain itu, bahan kimia pabrikan membutuhkan perlakuan khusus dalam menyimpannya agar kualitas tetap terjaga. Contohnya bahan yang berasal dari pabrikan adalah larutan eosin dan giemsa. Perlu diketahui bahwa bahan tersebut memiliki efek buruk jangka panjang. Efek tersebut adalah gangguan kesehatan seperti penyebab iritasi kulit serius, disregulasi sistem kekebalan tubuh bagi penggunaannya, bahkan bersifat karsinogen atau kanker (Santa Cruz Biotechnology, 2010; EDVOTEK, 2018). Pewarna safranin juga diketahui berpotensi menimbulkan masalah pada sistem pernapasan, kekebalan tubuh, sistem reproduksi, dan mencemari lingkungan air (ChemWatch, 2010; Thermo Fisher Scientific, 2015).

Melihat persoalan itu, peneliti mengembangkan inovasi membuat pewarna alami yang dapat digunakan sebagai pengganti pewarna sintesis. Inovasi ini sangat bermanfaat untuk mendukung upaya meningkatkan keselamatan, kesehatan, dan efektivitas kegiatan praktikum yang lebih baik lagi di masa depan.

Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yakni, persiapan bahan, pembuatan bahan pewarna, dan perlakuan bahan terhadap objek amatan, serta pengukuran hasil pengamatan. Penelitian ini memberikan perlakuan objek amatan sediaan bakteri salmonella typhi, sediaan apus darah tepi/SADT, dan Morfologi Spermatozoa.

Metode pembuatan bahan pewarna masing masing sesuai mengikuti petunjuk literature sebelumnya. 1). *Proses pembuatan ekstrak Daun Suji (DS)* menurut (Aryanti *et al.*, 2016). 2). *Proses pembuatan pewarna wortel dan VCO (WV)* menurut (Dwiyati, P., R. Sri., 2010; Komang *et al.*, 2020). 3). *Proses pembuatan pewarna buah pinang (BP)* menurut (Darmakusuma *et al.*, 2022); 4). *Pembuatan proses pewarna kulit buah naga (BN)* menurut (Nizori *et al.*, 2020). 5). *Pembuatan pewarna alami dari ubi ungu (UU) modifikasi* menurut (Salnus & Arwie, 2020); dan 6). *Pembuatan pewarna buah bit (BB)* menurut (Silalahi *et al.*, 2022).

Data penelitian adalah hasil pengamatan setiap bahan pewarna alami terhadap setiap

objek amatan yang diulang sebanyak 5 kali dengan mikroskop perbesaran 1000 X menggunakan *immersion oil*. Hasil pengamatan dinilai menggunakan analisis deskriptif dengan melihat kualitas gambar hasil pengamatan

yang dihasilkan oleh foto mikroskop. Objek pengamatan terdiri dari sediaan bakteri batang *S.Thypi*, apusan darah tipis, dan morfologi spermatozoa.

Persiapan dan Penyaringan Bubuk Pinang



Gambar 1: Proses pembuatan pewarna alami dari buah pinang

Infografis

PEWARNA ALAMI UNTUK PRAKTIKUM LEBIH MURAH DAN AMAN

pengadaan dan nggunaan bahan praktikum di laboratorium membutuhkan jalur panjang yang rumit. perawatan harus lebih prosedural, spesifik dan kehati hatian tinggi. inovasi bahan peawrna alami sebagai pengganti menjadi pilihan untuk kegiatan dalam rangka penggantian bahan kimia.

The infographic details the process of creating natural pigments and their use in laboratory practice:

1. Bersihkan dan Potong Buah Naga potong dadu 1 cm (Clean and cut dragon fruit into 1 cm cubes)
2. Timbang 50 gr dan Blender 30 detik (Weigh 50g and blend for 30 seconds)
3. Maserasi Campuran 2 x 24 jam (Macerate mixture for 2 x 24 hours)
4. Saring Campuran dg kasa (Filter mixture with gauze)
5. Sentrifugasi Supernatan 4000 rpm 5 mnt saring dg whatman no 41 (Supernatant centrifugation at 4000 rpm for 5 minutes, filter with Whatman no 41)
6. Simpan Filtrat dlm refrigrator suhu 10-15 der (Store filtrate in refrigerator at 10-15°C)

Microscopic images show the results of these pigments:

- BAKTERI SALMONELLA GEMSA (Bacteria Salmonella Gemsa)
- BAKTERI SALMONELLA PINANG (Bacteria Salmonella Pinang)
- ERITROSIT GEMSA 10 % (Erythrocytes Gemsa 10%)
- ERITROSIT DAUN SUDA (Erythrocytes Daun Suda)

Dais iswanto dan Purwanto FK Uncen Jayapura, Klab 2024

Gambar 2: Infografis pembuatan pewarna alami



Dengan adanya riset ini, kegiatan praktikum berbasis pewarnaan tidak mutlak menggunakan bahan sintesis kimia yang memiliki bahaya terhadap kesehatan, namun bisa menggunakan berbagai bahan alami di sekitar kita untuk keperluan pembelajaran di laboratorium. Meskipun hasilnya belum bisa menandingi bahan sintesis, namun dengan riset semacam ini kreativitas PLP perlu ditingkatkan untuk membantu jalannya praktikum dan riset. Dengan demikian perlu riset lanjutan untuk memperoleh berbagai standarisasi tentang metode, stabilitas hasil dan lain lainnya. Semangat selalu buat PLP untuk melayani pendidikan di kedokteran.”

dr. Eka Dian A. A. Fatem, M.Epid, Sp.MK, (Kepala Laboratorium Terpadu FK Uncen)

Hasil dan Pembahasan

Praktikum berbasis pewarnaan membutuhkan bahan sintesis seperti Giemsa untuk mengetahui performa berbagai pemeriksaan seluler seperti sel eritrosit (sel darah merah), sel sperma, dan berbagai bakteri seperti salmonella typhi. Pewarna tersebut sebagai standar emas/*gold standard* pewarnaan, namun memiliki dampak negatif yang perlu diperhatikan secara serius, karena sejatinya bahan tersebut memiliki potensi mengganggu kesehatan dan merusak lingkungan. Efek bahan pewarna terbukti membuat iritasi kulit, kanker, gangguan pernafasan dan kesehatan mata jika digunakan dalam jangka panjang.

Persoalan lain larutan pewarna sintesis untuk praktikum faktanya dalam proses pengadaan bahan tersebut harus melalui proses panjang yang tidak mudah, prosedural, membutuhkan biaya tinggi, dan birokratis. Sementara itu keberadaannya wajib karena pemanfaatan rutin dalam praktikum dan kegiatan riset mahasiswa maupun dosen. Karakteristik bahan kimia sangat rentan terhadap oksidasi sehingga membutuhkan penanganan khusus dan persyaratan ketat dalam penyimpanan agar fungsinya terjaga dengan baik. Pembuangan bahan kimia yang tidak tepat akan membuat lingkungan tercemar sehingga dapat meracuni sumber air atau habitat sekitarnya.

Melihat kondisi ini maka inovasi untuk mencari pengganti bahan pewarna dari alam yang lebih murah, aman, mudah diproduksi, dan mampu menghasilkan performa pemeriksaan untuk kegiatan praktikum penting untuk dilakukan. Beberapa kajian terdahulu membuktikan bahwa bahan-bahan dari alam yang memiliki potensi saintifik untuk pewarna

yang aman. Bahan-bahan tersebut mudah ditemukan di sekitar kita seperti daun suji, wortel, kulit buah naga, buah bit, biji pinang, dan ubi ungu. Bahan-bahan tersebut memiliki karakteristik warna masing-masing sehingga produksi terbatas untuk uji coba pada beberapa objek amatan akan memberikan peluang untuk dikembangkan secara baik di masa depan. Namun demikian tetap dibutuhkan berbagai strategi untuk melakukan kajian berkelanjutan yang memiliki protokol ketat dan lebih mendalam dalam rangka produksi skala besar.

Eksplorasi pewarna alami akan memberikan berbagai keuntungan karena ketersediaan bahan yang murah dan melimpah. Maka dari itu, seharusnya fokus kajian yang perlu dikembangkan seperti protokol khusus yang terstandar tinggi, memerlukan peralatan memadai sehingga setiap bahan yang akan digunakan akan memiliki efek yang lebih baik dan konsisten. Dengan melakukan pengembangan protokol dan modifikasi yang dibutuhkan maka akan diperoleh metode baku dan produk berkualitas terstandar dari bahan-bahan alami tersebut. Jika hasil produksi terstandar terbukti mampu secara saintifik memberikan efek seperti bahan-bahan kimia maka selanjutnya dapat diprogram untuk produksi skala *massive*. Hal ini akan menciptakan inovasi lanjutan yang mengarah pada penyediaan bahan-bahan kimia yang lebih aman dan murah. Selain itu, kondisi tersebut juga akan memberi peluang untuk dilakukan kerja sama riset dengan pihak luar kampus sehingga akan menambah nilai ekonomi bahan tersebut. Pada gilirannya penyediaan bahan-bahan alami akan mampu menandingi berbagai bahan-bahan kimia sehingga tercipta suasana praktikum dan riset yang aman, ekonomis serta kontinyu.



Ubi Ungu



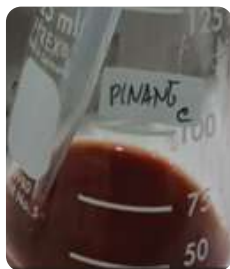
Wortel



Kulit Buah Naga



Sel Spermatozoa Tidak Terwarnai



Biji Pinang



Buah Bitt

Gambar 3: Hasil ekstraksi pewarna alami

Manfaat Penelitian

1. Penggunaan bahan-bahan alami untuk kegiatan praktikum menghindari terkena iritasi serius pada kulit, keracunan dan efek samping lainnya yang belum diketahui kemudian hari bagi penggunaannya. Selain itu, biaya produksi murah sehingga dapat menghemat jumlah uang yang akan digunakan untuk pembelian bahan-bahan kimia lebih banyak. Adanya bahan-bahan tambahan memberikan pengurangan jumlah penggunaan bahan kimia selama praktikum.
2. Membuka peluang untuk mengembangkan metode-metode penelitian produksi bahan pewarna alami. Peneliti lain dapat melihat beberapa fokus penelitian serupa dari aspek uji stabilitas, keamanan lanjutan, dan efektifitasnya ada objek amatan seluler

lainnya. Dengan demikian akan membuka jalur penelitian bidang bioteknologi yang lebih mendalam.

3. Memberikan peningkatan kapasitas penelitian secara multidisipliner. Kajian tersebut akan membuka peluang dengan bidang lain seperti biokimia, botani dan mungkin teknologi pangan. Hal ini akan memberi jalan kolaborasi serius dalam penelitian sehingga jejaring antar lembaga semakin baik untuk kerjasama penelitian di lingkungan kampus. Selain itu, membuka peluang inovasi untuk pewarnaan jaringan dan histologi sehingga fokus kajian mengarah pada stabilitas bahan pewarna dan efisiensi penetrasi kedalam objek amatan.



Video 1: Kulit buah naga jadi pewarna.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Tim peneliti menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Kepala lab Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura. Tidak lupa ucapan terima kasih kepada ibu Aliah Rusman selaku PLP Junior yang bersedia mendampingi dan membantu berbagai kegiatan proses penelitian sampai selesai. Atas rasa sabar dan telaten yang ditunjukkan tim penelitian memberikan apresiasi yang besar termasuk kesediaannya untuk melakukan pemotretan hasil pemeriksaan secara profesional.

Daftar Pustaka

- Aryanti, N., Nafiunisa, A., & Willis, F. M. (2016). Ekstraksi dan Karakterisasi Klorofil dari Daun Suji (*Pleomele Angustifolia*) sebagai Pewarna Pangan Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), 129–135. <https://doi.org/10.17728/jatp.183>
- Darmakusuma, D., Ola, P. D., Manu, A. K. A., Karyawati, A. T., & Amalo, D. (2022). PENGEMBANGAN FORMULASI DASAR SEDIAAN PRAKTIS PEWARNA ALAMI MERAH BERBASIS BIJI PINANG (*Areca catechu*). *Jurnal Biotropikal Sains*, 19; (1) (August), 20–26.
- Dwiyati, P., R. Sri., dan S. U. (2010). Pengaruh blanching terhadap aktivitas antioksidan, kadar fenol, flavonoid, dan tannin terkondensasi kunir putih (*Curcuma mangga* Val.). *Jurnal Agritech*, 30(3) ;, 141–147.
- Dewi, M. P., & Firman. (2023). Studi tentang Efek Lembar Kerja Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains pada Siswa Kelas IV SD. *Jurnal Pelita Ilmu Pendidikan (JPPI)*, 1(Agustus), 44–48.
- Komang, N., Trisna, N., Suhendra, L., Puta, G. P. G., Pertanian, F. T., Udayana, U., & Bukit, K. (2020). Pengaruh Ukuran Partikel dan Lama Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Virgin Coconut Oil Wortel (*Daucus carota* L.) sebagai Pewarna Alami . *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(3/ September), 423–434.
- Muliana, Wahyuni, S., & Erwing. (2021). Optimalisasi Fungsi Laboratorium IPAMelalui Kegiatan Praktikum Di SMP Negeri 4 Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan (JISIP)*, 5(3), 387–393. <https://doi.org/10.36312/jisip.v5i3.2182>
- Nizori, A., Sihombing, N., & Surhaini. (2020). CHARACTERISTICS OF RED DRAGON FRUIT PEEL EXTRACT (*Hylocereus polyrhizus*) WITH ADDITION OF VARIOUS CITRIC ACID CONCETRATION AS NATURAL FOOD COLORANTS. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 228–233. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.228>
- Novita, E. (2020). Pengembangan Buku Pedoman Praktikum Berbasis Keterampilan Proses Dasar Sains Kelas IV Sekolah Dasar. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, 1(1), 34–41. <https://doi.org/10.37251/jee.v1i1.38>
- Salnus, S., & Arwie, D. (2020). EKSTRAK ANTOSIANIN DARI UBI UNGU (*Ipomoea batatas* L.) SEBAGAI PEWARNA ALAMI PADA SEDIAAN APUSAN DARAH TEPI. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 11(2), 96. <https://doi.org/10.32382/mak.v11i2.1771>
- Silalahi, L. S., Muhammad, Sulhatun, Jalaluddin, & Nurlaila, R. (2022). EKSTRAKSI KULIT BUAH BIT (*BETA VULGARIS* L) SEBAGAI ZAT PEWARNA ALAMI Lina Sari Silalahi, Muhammad*, Sulhatun, Jalaluddin, Rizka Nurlaila. *Chemical Engineering Journal Storage 2:2 (Juni 2022) 102-115 EKSTRAKSI*, 2(Juni), 102–115.
- Syafi, R., Laili, A. M., & Wafa, M. A. (2021). PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM KIMIA DASAR BERBASIS SALINGTEMAS UNTUK MAHASISWA S1 PENDIDIKAN IPA UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 11 (2), 73–82. <https://doi.org/10.24929/lensa.v11i2.170>
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses sains dalam materi biologi. *Jurnal Bio Educatio*, 2(Oktober), 49–57.
- ThermoFisherScientific. (2015). Gram safranin. *MSDS Company Remel 12076 Santa Fe Drive Lenexa, KS 66215 United States*, 1, 1–8.

Pengembangan Lemari Penyimpanan Bahan Kimia Anti-Gempa Berbasis Multi Safety Feature (MSF) untuk Laboratorium

Development of Chemical Storage Cabinets Anti-Earthquake Based on Multi Safety Feature (MSF) for Laboratories

Dedi Susanto*, Lies Winarsih, Dedi Satriawan (Dosen Pendamping)

susantod007@gmail.com*

Laboratorium Biologi, Universitas Bengkulu, Bengkulu



Abstrak

Penyimpanan bahan kimia di laboratorium membutuhkan lemari penyimpanan yang stabil dan kokoh. Risiko jatuh adalah salah satu risiko mayor yang dapat berakibat fatal akibat tumpahnya bahan kimia yang mengakibatkan bahan kimia dapat bereaksi satu dengan yang lain dan menimbulkan kebakaran/ledakan. Bercecerannya bahan kimia akibat kemasan/tempat penyimpanan yang tumpah dapat mengakibatkan meluasnya area terdampak. Fakta bahwa Indonesia berada pada tiga jalur patahan geologi menjadi *concern* bahwa faktor gempa harus diperhatikan secara serius dalam penyimpanan bahan kimia karena menjadi risiko mayor tumpahnya bahan kimia cair. Atas dasar inilah penulis mengembangkan lemari penyimpanan bahan kimia yang memiliki stabilitas tinggi untuk meminimalisir resiko wadah bahan kimia jatuh akibat guncangan. Pembuatan lemari penyimpanan anti gempa ini juga dengan memperhatikan faktor keselamatan yang lain dari penyimpanan bahan kimia yaitu anti terbakar, multi kompartemen untuk memisahkan bahan reaktif, pemeliharaan suhu dingin, sirkulasi udara dan jauh dari sumber api. Karena meliputi banyak faktor keselamatan, maka lemari penyimpanan itu penulis namakan sebagai lemari penyimpanan bahan kimia anti gempa berbasis *Multi Safety Feature* (MSF).

Kata Kunci

- Anti Gempa
- Keselamatan
- Lemari Bahan Kimia

Keywords

- Anti earthquake
- Safety
- Chemical storage

Abstract

Storing chemicals in the laboratory requires a stable and sturdy storage cabinet. The risk of falling is one of the major risks which can have fatal consequences due to spilled chemicals which cause the chemicals to react with each other and cause a fire/explosion. Chemical spills due to spilled packaging/storage can cause the affected area to expand. The fact that Indonesia is located on three geological fault lines is a concern that the earthquake factor must be taken seriously when storing chemicals because it is a major risk of spilling liquid chemicals. On this basis, the author developed a chemical storage cabinet that has high stability to minimize the risk of chemical containers falling due to shocks. Making anti-earthquake storage cabinets also takes into account other safety factors for storing chemicals, namely anti-burning, multi-compartment to separate reactive materials, maintaining cool temperatures, air circulation and being away from sources of fire. Because it includes many safety factors, the author calls the storage cupboard an anti-earthquake chemical storage cupboard based on *Multi Safety Feature* (MSF).

Laboratorium adalah sebuah tempat yang menyimpan risiko besar dalam aktivitasnya. Risiko itu berasal dari berbagai bahan kimia yang tersimpan di laboratorium. Bahan-bahan kimia tersebut memiliki sifat yang berbeda-beda dan dapat bereaksi antara satu dengan yang lain apabila mengalami kontak. Kontak dapat terjadi secara langsung (sentuhan) dan dapat terjadi di udara dalam bentuk uap. Kontak secara langsung dapat terjadi ketika botol bahan kimia roboh dan cairan tumpah, sehingga beberapa cairan bahan kimia reaktif bersentuhan. Kontak di udara dapat terjadi ketika bahan kimia menghasilkan uap dimana uap ini tertahan di lemari penyimpanan sehingga terakumulasi (terkumpul) antara beberapa uap bahan kimia yang reaktif satu dengan yang lain. Reaksi antara beberapa bahan kimia dapat menyebabkan timbulnya panas tinggi, panas tinggi dapat menyebabkan sebagian bahan kimia terbakar, terbakarnya bahan kimia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan ledakan. Hal inilah yang menjadi *concern* untuk menciptakan lemari penyimpanan bahan kimia yang mencegah terjadinya dua hal di atas, yaitu bahan kimia saling bersentuhan dan berkumpul di udara dalam konsentrasi tinggi.

Beberapa kasus ledakan terjadi akibat uap gas mudah terbakar terkumpul dalam konsentrasi tinggi di satu ruang tertutup, misalnya ledakan gas di dapur, ledakan lubang septik tank dan ledakan mobil tangki yang sedang diperbaiki. Risiko serupa sangat mungkin terjadi di laboratorium karena laboratorium adalah tempat tertutup yang menyimpan sangat beragam bahan kimia mudah terbakar dalam jumlah besar. Karena itu, dirancang sebuah sistem yang dapat mencegah bahan kimia mudah terbakar/meledak ini tumpah yaitu dengan merancang agar botol bahan kimia tidak akan roboh ketika mendapat guncangan yang keras. Sistem ini juga dirancang untuk segera mengalirkan uap bahan kimia ke luar sehingga uap bahan kimia mudah terbakar/meledak selalu di titik minimal di dalam lemari bahan kimia.

Fitur keselamatan di lemari bahan ini ada dua: *Pertama*, sistem pencegah botol bahan

kimia roboh. *Kedua*, sistem pencegah uap bahan kimia terakumulasi di dalam lemari penyimpanan.

Sistem pertama didasarkan pada prinsip kestabilan benda tegar dalam fisika di mana benda-benda yang memiliki titik kestabilan yang baik akan relatif lebih bisa bertahan ketika mendapat guncangan. Prinsip untuk meningkatkan kestabilan benda tegar itu adalah : 1) titik berat benda dekat dengan lantai, 2) titik berat benda di tengah, 3) adanya fitur penahan guncangan. Sistem kedua didasarkan pada sistem sirkulasi udara. Lemari bahan kimia memiliki sistem opsional yaitu : *Pertama*, mengalirkan udara melalui jalur *exhaust* untuk mengeluarkan uap bahan kimia yang terbentuk. *Kedua*, mengalirkan bahan kimia ke filter udara yang akan menyerap dan menetralkan uap bahan kimia berbahaya.

Metode

Sistem anti guncang lemari penyimpanan bahan kimia terdiri dari tiga unsur: *Pertama*, dinding depan lemari bahan miring. Hal ini menyebabkan titik berat lemari bahan mundur ke belakang mendekati dinding. Bagian belakang lemari ditahan oleh dinding dan bagian depan lemari aman dari bahaya roboh karena titik berat bergeser ke belakang. *Kedua*, rak lemari disusun agar wadah berukuran besar diletakkan di bawah dan botol berukuran kecil diletakkan di atas. Hal ini menyebabkan titik berat lemari bahan turun sehingga jauh lebih stabil. *Ketiga*, lemari bahan dilengkapi wadah sekunder yang berperan menampung bahan kimia cair yang tumpah. Dengan demikian bahan kimia yang reaktif akan tetap terpisah di wadah sekunder yang berbeda dan tidak bercampur dan bereaksi. Keempat, wadah sekunder dilengkapi batang *stabilizer*. Batang sekunder ini menahan botol dari guncangan keras agar tidak roboh.

Sistem sirkulasi udara berupa boks di bagian atas lemari penyimpanan bahan. Di dalam boks ini ada *scrubber* (penjerat) yang berfungsi menangkap uap bahan kimia berbahaya. Setelah melewati penjerat, udara dapat dialirkan

kembali ke dalam lemari penyimpanan bahan atau dapat juga dibuang ke lingkungan melalui jalur *exhaust*. Dengan demikian udara yang dibuang ke jalur *exhaust* telah bersih dari

uap bahan kimia berbahaya dan aman bagi lingkungan. *Scrabber* secara berkala harus diganti karena efektivitasnya akan berkurang selama penggunaan.

Infografis



Gambar 1. Infografis lemari bahan kimia yang aman

Hasil dan Pembahasan

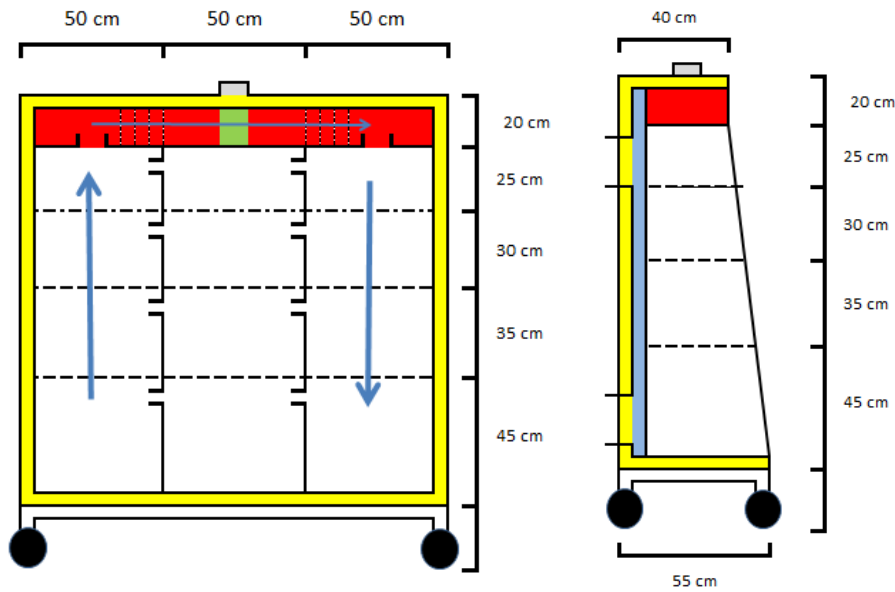
Bahan kimia yang disimpan di laboratorium pada umumnya adalah bahan-bahan yang reaktif. Bahan-bahan ini dapat bereaksi ekstrim apabila bertemu beberapa faktor: 1) bersentuhan beberapa bahan yang reaktif, 2) terkena percikan api, 3) terkena suhu tinggi. Bahan-bahan yang saling reaktif dapat saling bersentuhan apabila tumpah dari wadahnya, misalnya roboh akibat gempa. Bahan-bahan mudah terbakar akan terbakar apabila ada percikan api yang menyambar. Risiko ekstrim dari hal ini adalah timbulnya kebakaran dan ledakan akibat reaksi dari bahan mudah terbakar dan mudah meledak. Untuk mengatasi hal itu, didesain lemari penyimpanan bahan kimia yang mampu mengantisipasi botol bahan kimia roboh akibat guncangan, jauh dari sumber api, serta sirkulasi udara untuk mencegah uap bahan kimia berbahaya terakumulasi yang dapat menimbulkan ledakan.

Dalam contoh sehari-hari, terjadi beberapa kasus ledakan gas LPG. Hal ini terjadi akibat adanya kebocoran sistem sehingga gas yang mudah terbakar terkumpul di ruang tertutup yang dalam periode tertentu menghasilkan akumulasi gas dalam konsentrasi tinggi. Ketika terjadi percikan api (disebabkan oleh peralatan listrik atau kompor gas) maka gas yang sudah terkumpul terbakar. Karena gas sudah terakumulasi dalam konsentrasi tinggi, proses pembakaran mengakibatkan meningkatnya tekanan sehingga berlanjut menjadi ledakan. Hal ini mengakibatkan terjadinya dua risiko sekaligus, yaitu terbakar dan meledak. Korelasi kasus-kasus semacam ini dengan laboratorium adalah di laboratorium terdapat lebih banyak bahan-bahan mudah terbakar dan mudah meledak, sehingga risikonya juga jauh lebih besar. Karena itu penyimpanan bahan kimia

mudah terbakar dan meledak di laboratorium harus mendapatkan perhatian khusus dengan sistem antisipasi yang lebih *advance*.

Lemari penyimpanan bahan kimia yang dirancang memiliki dua sistem pokok: *Pertama*, sistem pencegah botol bahan kimia roboh. Pencegahan botol bahan kimia roboh adalah dengan menurunkan titik berat lemari dan memberikan fitur penahan botol sehingga botol tidak akan roboh meskipun mendapat guncangan keras. Fitur ini mencegah bahan kimia kontak secara fisik/langsung. *Kedua*, sistem sirkulasi udara untuk mencegah akumulasi uap bahan kimia berbahaya. Sistem sirkulasi udara berupa boks di bagian atas lemari penyimpanan bahan. Di dalam boks ini ada *scrubber* (penjerat) yang berfungsi menangkap uap bahan kimia berbahaya. Setelah melewati penjerat, udara dapat dialirkan kembali ke dalam lemari penyimpanan bahan atau dapat juga dibuang ke lingkungan melalui jalur *exhaust*. Dengan demikian udara yang dibuang ke jalur *exhaust* telah bersih dari uap bahan kimia berbahaya dan aman bagi lingkungan. *Scrubber* secara berkala harus diganti karena efektivitasnya akan berkurang selama penggunaan.

Pengembangan lemari penyimpanan bahan ini perlu ditindaklanjuti untuk menyempurnakan fitur-fitur yang telah ada untuk menjadi lebih presisi dan efisien. Salah satunya adalah sistem sirkulasi udara di sistem pendingin, hal ini karena sistem sirkulasi udara sangat mempengaruhi efektivitas pendinginan lemari bahan kimia. Sistem lain yang masih dapat dikembangkan adalah sistem sirkulasi udara serta pengembangan boks filter *portable*, di mana boks filter ini dapat dirangkai sesuai kebutuhan.



Gambar 2: Desain lemari penyimpanan bahan kimia



Gambar 3: Lemari dan wadah sekunder

Manfaat Penelitian

Lemari penyimpanan bahan kimia dengan fitur aman ini memaksimalkan faktor Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium. Pengguna laboratorium tidak perlu khawatir bahan kimia akan tumpah ketika terjadi guncangan gempa di mana hal ini dapat mengakibatkan resiko terbakar, meledak, atau terpercik. Pengguna

laboratorium juga dapat bernapas dengan tenang karena uap bahan kimia berbahaya di lemari penyimpanan telah dihisap dan dibuang keluar ruang melalui sistem sirkulasi udara. Karena itulah, pengguna laboratorium dapat bekerja dengan tenang karena beberapa risiko mayoral telah ditiadakan.



Video 1: Lab lebih aman dengan penemuan lemari anti gempa.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

"Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024."

Daftar Pustaka

---. 2018. *Buku Informasi Menyimpan Bahan Kimia dengan Aman*. Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Berbasis

Kompetensi. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian. Jakarta.

---. 2021. *Modul Matrikulasi Fisika*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Dewi Sulistiyawati. 2011. *Pengelolaan Bahan Kimia Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja di PT. Heinz ABC Indonesia Karawang, Jawa Barat*. Program Diploma III Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Diandra Dinda. 2019. *Gambaran Pengelolaan Penyimpanan Bahan Kimia di Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta Tahun 2019*. Program Studi Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Fitra Armando, et al. 2021. *Model Penyimpanan Bahan Kimia di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup*. Jurnal Ergonomi dan K3, Vol. 6, No. 1, Maret 2021. Hal.43-50.

Herry Setyawan, S.Pd., M.Si. 2020. *Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar, Fisika Kelas XI*. Modul Pembelajaran SMA : Fisika. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah, Direktorat Sekolah Menengah Atas. Jakarta.

Katrina Yanti Tumanan, et al. 2022. *Optimalisasi Penyimpanan Bahan Kimia pada Ruang Bahan di Laboratorium Pengendalian Proses*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX 2022, Vol. 1 Tahun 2022, e-ISSN 2964-1896. Hal.176-179.

M. Nurhudayah, S.Pd. 2019. *Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar*. E-Modul Fisika. Direktorat Pembinaan SMA, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.

Wandy Praginda, S.Pd., M.Si. 2019. *Keseimbangan Benda Tegar dan Elastisitas*. SMA Peminatan IPA. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.

Potensi Nilai Tambah Limbah Cair Laboratorium Pengolahan Susu sebagai Pupuk Organik Cair (POC) pada Tanaman Pakan Sorghum

Potential Added Value of Milk Processing Laboratory Liquid Waste as Liquid Organic Fertilizer (POC) in Sorghum Green Fodder

Erlin Dwi Nafulani*, Tholibah Mujtahidah (Dosen Pendamping)

erlinafaulani@untidar.ac.id*

Laboratorium Terpadu, Unit Penunjang Akademik Taman Agroteknologi, Universitas Tidar, Magelang.



Abstrak

Pelaksanaan kegiatan praktikum pada laboratorium pengolahan susu menghasilkan produk samping limbah susu cair yang mengandung bahan organik dalam jumlah cukup banyak. Alternatif untuk mengolah limbah cair laboratorium pengolahan susu adalah pembuatan pupuk organik cair (POC). Limbah cair berupa susu memiliki kandungan seperti protein, yodium, kalsium, vitamin D, riboflavin, dan fosfor yang cukup tinggi sehingga diharapkan dapat menjadi alternatif bahan baku pupuk organik cair (POC). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi nilai tambah limbah cair Laboratorium pengolahan susu sebagai pupuk organik cair pada tanaman pakan sorghum dan pengaruhnya terhadap nilai mutu bahan pakan tersebut. Bahan yang digunakan yaitu limbah susu cair, *Saccharomyces cerevisiae*, telur, molase, air kelapa, dan EM4 difermentasi selama 21 hari. Hasil analisis kandungan NPK pada POC limbah susu menunjukkan kadar Nitrogen (N) 1,92%; Fosfor (P) 0,28%; dan Kalium (K) 0,24%. Penelitian dilakukan dengan 5 perlakuan, yaitu P0 = tanpa POC; P1 = POC 5%; P2 = POC 7,5%; P3 = POC 10%, dan P4 = 12,5%. Nilai kandungan Hasil penelitian selama 14 hari menunjukkan bahwa penggunaan POC 12,5% pada pakan ternak sorgum merupakan perlakuan terbaik terhadap kandungan berat kering, bahan organik dan protein kasar



Abstract

Implementation of practical activities in the Milk Processing Laboratory produces liquid milk waste by-products which contain quite large amounts of organic material. An alternative for processing milk processing laboratory liquid waste is the manufacture of liquid organic fertilizer (POC). Liquid waste in the form of milk contains quite high levels of protein, iodine, calcium, vitamin D, riboflavin and phosphorus so it is hoped that it can be an alternative raw material for liquid organic fertilizer (POC). The aim of this research is to determine the potential added value of Milk Processing Laboratory liquid waste as liquid organic fertilizer on sorghum feed plants and its effect on the quality value of the feed ingredients. The materials used are liquid milk waste, *Saccharomyces cerevisiae*, eggs, molasses, coconut water, EM4, sorghum, PDA and distilled water. The results of the analysis of the NPK content in milk waste POC showed a Nitrogen (N) content of 1.92%; Phosphorus (P) 0.28%; and Potassium (K) 0.24%. The research was conducted with 5 treatments, namely P0 = no POC; P1 = POC 5%; P2 = POC 7.5%; P3 = POC 10%, and P4 = 12.5%. Content value: The results of the research show that the use of 12.5% POC on sorghum feed plants is the best treatment for dry matter content.

Kata Kunci

- Limbah Susu
- Pupuk Organik Cair
- Tanaman Pakan

Keywords

- Dairy Waste
- Liquid Organic Fertilizer
- Green Fodder

Limbah cair dari laboratorium pengolahan susu sering kali tidak dikelola dengan baik, yang dapat menyebabkan penumpukan limbah dan pencemaran lingkungan. Penelitian ini menawarkan solusi untuk mengolah limbah tersebut menjadi pupuk organik cair (POC), yang dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair susu mengandung komponen bernutrisi tinggi seperti protein, kalsium, dan vitamin D, yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pakan sorghum. Dengan memanfaatkan limbah ini, penelitian ini berpotensi memberikan nilai tambah baik dari segi ekonomi maupun lingkungan. Penelitian ini juga mendukung integrasi antara pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, yang merupakan salah satu misi perguruan tinggi. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran mahasiswa tentang isu-isu lingkungan dan pentingnya inovasi dalam pengelolaan limbah.

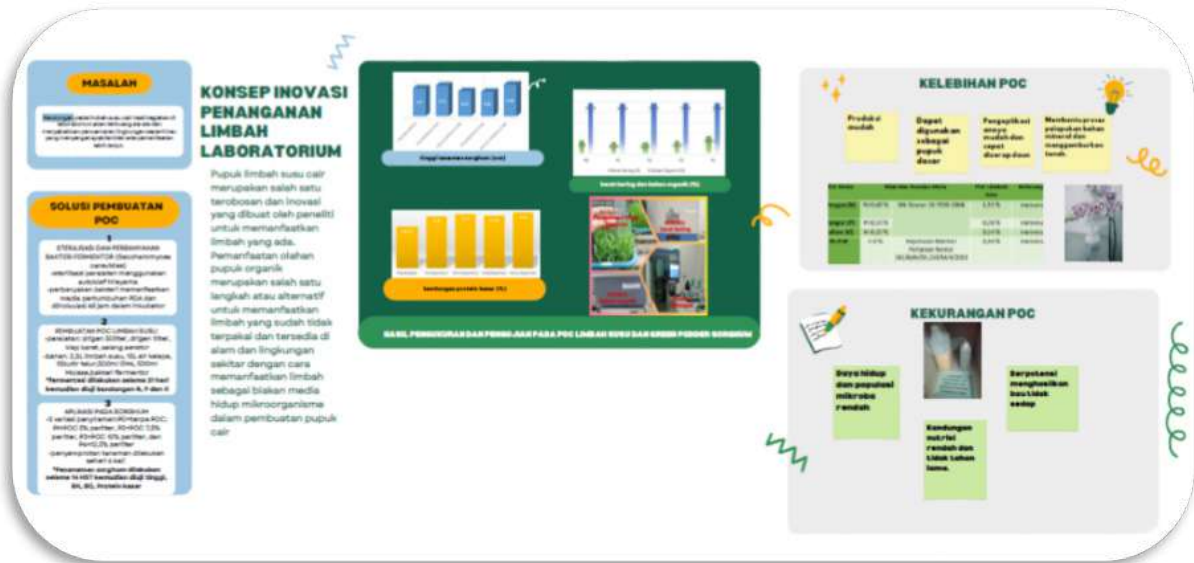
Dengan mengolah limbah cair dari laboratorium pengolahan susu menjadi pupuk organik cair (POC), maka penelitian ini akan membantu mengurangi penumpukan limbah yang selama ini menjadi masalah. Proses ini akan mengubah limbah yang berpotensi mencemari lingkungan menjadi produk yang bermanfaat, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem sekitar. Hasil penelitian ini dapat menjadi model bagi laboratorium lain dan institusi pendidikan dalam mengelola limbah mereka. Dengan menunjukkan bahwa limbah dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat, penelitian ini dapat mendorong lebih banyak inovasi dalam pengelolaan limbah di berbagai sektor. Serta penelitian ini menghasilkan pupuk organik cair yang dapat digunakan oleh petani, penelitian ini juga berpotensi memberikan dampak ekonomi positif. Petani dapat mengurangi biaya pembelian pupuk kimia dan meningkatkan hasil panen, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pendapatan mereka.

Terdapat kebutuhan untuk mengembangkan metode pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan inovasi dalam pengelolaan limbah laboratorium, yang sejalan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan dan tri dharma perguruan tinggi. Ide ini juga muncul dari kebutuhan untuk menciptakan produk yang tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, tetapi juga memiliki nilai ekonomi. Dengan mengolah limbah menjadi pupuk, diharapkan dapat memberikan manfaat ekonomi bagi petani dan masyarakat. Secara keseluruhan, ide penelitian ini berakar dari masalah nyata yang dihadapi dalam pengelolaan limbah, serta potensi untuk menciptakan solusi yang bermanfaat bagi lingkungan.

METODE

Metode atau tata laksana dari penelitian ini mencakup beberapa langkah yang sistematis untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu mengolah limbah cair laboratorium pengolahan susu menjadi pupuk organik cair (POC) dan menguji efektivitasnya terhadap tanaman pakan sorghum. Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari kegiatan pendidikan, seperti praktikum mahasiswa, penelitian, dan pengabdian masyarakat. Limbah cair akan diolah menjadi pupuk organik cair (POC) melibatkan fermentasi bakteri *Sacharomyces cereviciae*, telur, molase, air kelapa, dan EM4 atau pengolahan kimia untuk mengekstrak nutrisi yang terkandung dalam limbah susu. Setelah POC dihasilkan, pupuk ini akan diaplikasikan pada tanaman pakan sorghum. Penanaman dan aplikasi bibit dilakukan di *green house*, dengan penyemprotan POC pada tanaman. Analisis pupuk cair dan pengukuran mutu hasil tanaman pakan sorghum dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Pakan. Parameter yang diukur mungkin mencakup pertumbuhan tanaman, kandungan nutrisi, dan hasil panen.

Infografis



Gambar 1: Infografis inovasi pengolahan susu sebagai Pupuk Organik Cair (POC)

“Sebagai asisten praktikum Ilmu Tanaman Pakan, saya berkesempatan menguji penggunaan Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah cair pengolahan susu pada tanaman sorghum. Saya sangat terkesan dengan potensi POC ini dalam meningkatkan kualitas tanaman pakan, sekaligus mengurangi limbah yang dihasilkan dari industri pengolahan susu. Saya yakin POC limbah susu memiliki potensi besar untuk diterapkan lebih luas dalam praktik pertanian, khususnya dalam budidaya tanaman pakan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Terima kasih kepada tim yang telah mengembangkan dan menyediakan POC ini untuk kami gunakan dalam praktikum. Semoga ke depan, semakin banyak inovasi serupa yang mendukung pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.” **Ajeng Safitri** (Paternakan 2023)

Hasil dan Pembahasan

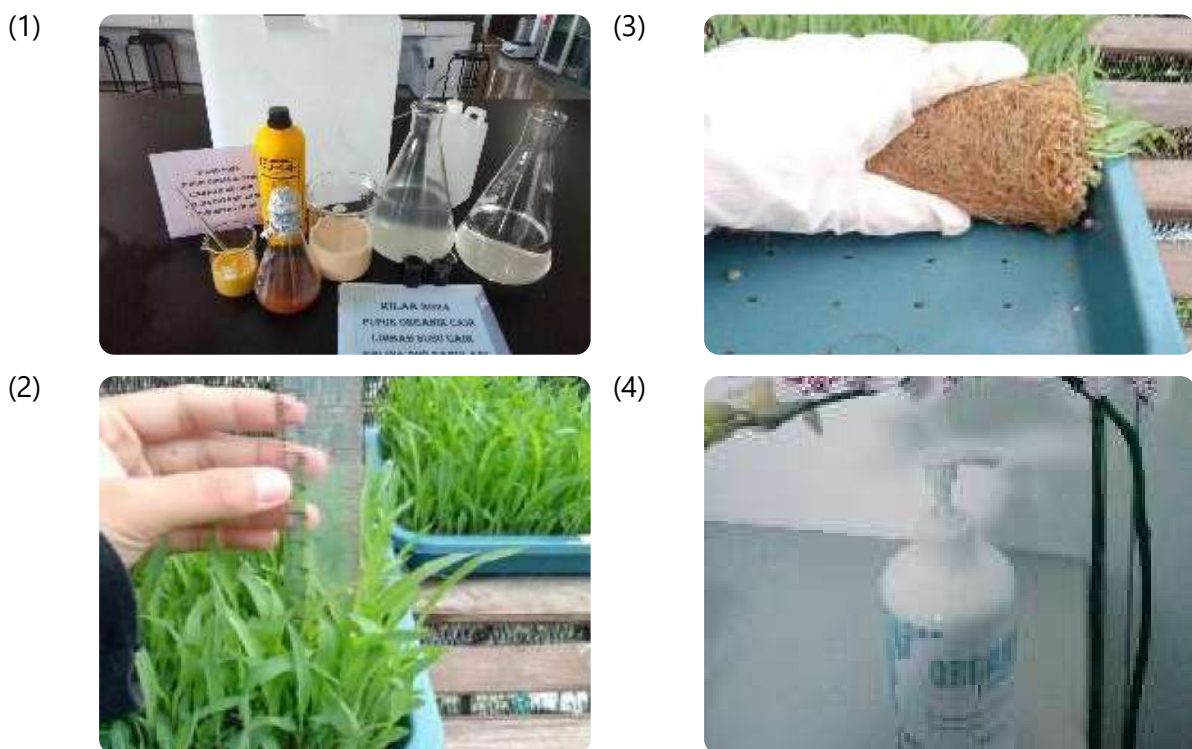
Laboratorium pengolahan susu menghasilkan limbah cair yang berasal dari praktikum mahasiswa, penelitian, dan pengabdian masyarakat. Limbah ini belum dikelola dengan baik, sehingga terjadi penumpukan yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik sering dibuang sembarangan di lahan sekitar laboratorium, yang dapat merusak ekosistem dan kesehatan lingkungan. Apabila terjadi penumpukan limbah cair dapat

menyebabkan pencemaran yang serius, yang berdampak negatif pada lingkungan sekitar dan kesehatan masyarakat. Limbah cair dari laboratorium pengolahan susu, yang memiliki kandungan nutrisi tinggi, belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga potensi untuk menjadi sumber daya yang berguna terabaikan.

Penelitian ini mengusulkan pengolahan limbah cair laboratorium pengolahan susu menjadi pupuk organik cair (POC) yang dapat

digunakan untuk tanaman pakan, seperti sorghum. Ini merupakan alternatif yang ramah lingkungan dan bermanfaat. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengintegrasikan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, sehingga mahasiswa dapat terlibat langsung dalam proses pengelolaan limbah dan inovasi produk. Penelitian ini ditargetkan untuk menghasilkan purwarupa atau prototipe POC dari limbah susu dalam waktu tiga bulan, yang akan diuji efektivitasnya terhadap pertumbuhan tanaman pakan sorghum.

Hasil penelitian diseminasikan di tingkat fakultas dan nasional untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang pengelolaan limbah dan pemanfaatan POC. Setelah pengujian dan validasi, POC yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat, khususnya oleh petani, untuk meningkatkan kualitas pertanian dan mengurangi limbah. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan penelitian ini tidak hanya menyelesaikan masalah limbah cair di laboratorium, tetapi juga memberikan manfaat yang lebih luas bagi lingkungan dan masyarakat.



Gambar 2: (1)pembuatan POC (2)pengukuran tinggi tanaman (3) pemanenan sorghum (4)POC limbah susu yang telah jadi

Manfaat Penelitian

- 1. Peningkatan Kreativitas dan Inovasi:**
Peneliti, dapat meningkatkan kreativitasnya dalam mengelola limbah laboratorium menjadi produk yang lebih bermanfaat, seperti pupuk organik cair (POC).
- 2. Kesadaran Lingkungan:**
Melalui keterlibatan dalam penelitian ini, dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan limbah

dan dampaknya terhadap lingkungan, serta belajar tentang solusi berkelanjutan.

- 3. Integrasi Tri Dharma Perguruan Tinggi:**
Penelitian ini merupakan contoh nyata dari penerapan tri dharma perguruan tinggi, yaitu pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Hal ini dapat meningkatkan citra dan reputasi kampus sebagai institusi yang peduli terhadap lingkungan dan masyarakat.

4. Kontribusi terhadap Lingkungan:

Dengan mengolah limbah menjadi POC, kampus berkontribusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan dan mempromosikan praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.



Video 1: Pupuk organik dari limbah susu.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.




Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024. Bantuan yang diberikan telah memungkinkan kami untuk menjalankan program ini dengan lancar dan sukses. Komitmen serta kerjasama yang baik dari tim Direktorat Sumber Daya sangat kami hargai dan tentunya memberikan dampak positif bagi perkembangan kegiatan ini. Semoga sinergi yang telah terjalin dapat terus berlanjut di masa mendatang.

Daftar Pustaka

- Abror M. 2017 Pengaruh Air Leri dan Limbah Susu Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Amallia, H.T. 2017. Pengaruh Cara Penyajian Dan Lamanya Waktu Pajanan Terhadap Kualitas Susu Formula Anak-Anak. Biota.
- Andrianieny, R.I.A., Yuniwati, D. and Rahayu, Y.S.R.I. 2015. Pemanfaatan Limbah Susu Cair Dan Daun Paitan (*Tithonia Diversifolia*) Menjadi Pupuk Organik Cair Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan. *Primodia*, 11 (2), 1–17.
- Bryden, W.L., Selle, P.H., Cadogan, D.J., Liu, X., Muller, N.D., Jordan, D.R., Gidley, M.J., Hamilton, W.D., 2009. A Review of the Nutritive Value of Sorghum for Broilers. RIRDC Publication No. 09/007, Rural Industries Research and Development Corporation, Barton, ACT.
- FAO. 2011. FAO Rice Market Monitor. Vol. XIV – Issue No. 4. FAO.

- 
- Maitimu, C., Legowo, A. and Al-Baarri, A. 2013. Karakteristik Mikrobiologis, Kimia, Fisik Dan Organoleptik Susu Pasteurisasi Dengan Penambahan Ekstrak Daun Aileru (*Wrightia Calycina*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2 (1), 18–29.
- Nababan, L.A., Suada, I.K. and Swacita, I.B.N. 2014 'Ketahanan Susu Segar pada Penyimpanan Suhu Ruang Ditinjau dari Uji Tingkat Keasaman, Didih, dan Waktu Reduktase. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus* 3 (4), 274–282
- Nur, T., Noor, A.R. and Elma, M. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Penambahan Bioaktivator EM4. 5 (2), 1–11.
- Sirappa M.P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian* Vol.22 (4).
- Sunarlim, R.W. 2005. The way of Heating Temperatures and Time Storage on Goat Milk 's Shelf Life', in *Teknologi Peternakan dan Veteriner* 2005.
- Swick, R.A., 2011. Global feed supply and demand. In: *Recent Advances in Animal Nutrition Australia*. University of New England, Armidale, Australia, 18.

Silika Gel Ramah Lingkungan dari Abu Daun Bambu Tali (*Gigantochloa Apus*) dalam Aplikasinya sebagai Penjerap Uap Air Desikator di Laboratorium

Eco-friendly Silica Gel from Tali Bamboo (*Gigantochloa Apus*) Leaf Ash in its Application as Laboratory Desiccator Water Vapor Absorbent

Hamza Mursandi*, Gladys Ayu PKW (Dosen Pendamping)

hamzamursandi98@gmail.com*

Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Nusa Bangsa



Abstrak

Silika gel adalah salah satu senyawa silika sintesis yang berstruktur *amorf*, yang banyak digunakan aplikasinya sebagai adsorben. Laboratorium sering menggunakan desikator untuk menyerap kelembapan suatu bahan. Silika gel dengan bahan baku organik menjadi inovasi dalam penggunaan silika gel di laboratorium. Alternatif yang dapat digunakan sebagai silika yaitu Abu Daun Bambu Tali (ADBT) (*Gigantochloa apus*). Tujuan dari penelitian ini untuk membuat silika gel yang efektif untuk penjerap air pada desikator di laboratorium. Metode penelitian ini meliputi pembuatan ADBT, ekstraksi silika ADBT, karakterisasi ADBT dan silika ADBT (FTIR dan XRF), serta uji daya jerap uap air. Hasil penelitian menunjukkan rendemen ADBT sebesar 28,28% dan silika ADBT sebesar 91,14%. Berdasarkan hasil pengujian FTIR ADBT diperoleh gugus fungsi silanol (Si-OH) pada bilangan gelombang 3392,35 dan 3391,66 cm^{-1} dan siloksan (Si-O-Si) pada 1051,40 dan 1050,63 cm^{-1} yang berperan sebagai adsorben. Selain itu, pengujian XRF menunjukkan kandungan SiO_2 pada ADBT dan silika ADBT sebesar 93% dan 91%. Aplikasi silika ADBT sebagai penjerap diperoleh efisiensi tertinggi pada waktu kontak 48 jam sebesar 11,72%.



Abstract

*Silica gel is one of the synthetic silica compounds with an amorphous structure, which is widely used as an adsorbent. Laboratories often use desiccators to absorb the moisture of a material. Silica gel with organic raw materials is an innovation in the use of silica gel in the laboratory. An alternative that can be used as silica is Tali Bamboo Leaf Ash (ADBT) (*Gigantochloa apus*). The purpose of this research is to make an effective silica gel for water absorption in desiccators in the laboratory. This research method includes the manufacture of ADBT, ADBT silica extraction, ADBT and ADBT silica characterization (FTIR and XRF), and water vapor absorption test. The results showed that the yield of ADBT was 28.28% and ADBT silica was 91.14%. Based on the results of FTIR testing, ADBT obtained silanol (Si-OH) functional groups at wave numbers 3392.35 and 3391.66 cm^{-1} and siloxane (Si-O-Si) at 1051.40 and 1050.63 cm^{-1} which act as adsorbents. In addition, XRF testing showed SiO_2 content in ADBT and ADBT silica of 93% and 91%. The application of ADBT silica as a sorbent obtained the highest efficiency at 48 hours contact time of 11.72%.*

Kata Kunci

- Abu Daun Bambu Tali
- Desikator
- *Gigantochloa apus*
- Silika Gel

Keywords

- Tali Bamboo Leaf Ash
- Desiccator
- *Gigantochloa apus*
- Gel Silica

Silika gel merupakan salah satu senyawa silika sintetis yang berstruktur amorf, memiliki gugus aktif pada permukaannya berupa gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) yang berperan dalam proses adsorpsi (Yasrin *et al.*, 2020). Silika gel dapat disintesis dengan metode sol-gel, yang banyak digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi karena memiliki beberapa kelebihan, seperti silika gel mudah diproduksi, sangat *inert*, hidrofilik, mempunyai kestabilan termal, dan mekanik yang tinggi (Sulastri & Kristianingrum, 2010). Berkembangnya teknologi saat ini, membuat aplikasi silika semakin meningkat. Pada tahun 2014 permintaan dunia akan silika naik 6,3% per tahun menjadi 2,7 juta ton terutama silika berukuran nanometer, sehingga harga mineral silika ini cukup mahal. Salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai silika dari bahan organik adalah daun bambu.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keragaman hayati, salah satu tumbuhan yang banyak dijumpai adalah tanaman bambu (Rizky *et al.*, 2022). Bambu banyak ditemukan di beberapa lokasi, bagian bambu yang sering dimanfaatkan adalah bagian batang, sedangkan bagian daun bambu belum dimanfaatkan dengan baik sehingga menjadi limbah agro dan dibuang dengan cara pembakaran terbuka sehingga menyebabkan masalah lingkungan (Hasri *et al.*, 2020). Daun bambu memiliki kandungan silika yang berpotensi pemanfaatannya menjadi produk tertentu yang bernilai guna tinggi. Abu daun bambu mengandung kadar silika yang cukup tinggi, yaitu sebesar 75,90 – 82,86% sehingga dapat diolah menjadi silika gel (Nura Diana *et al.*, 2020). Salah satu tanaman bambu yang dapat diolah menjadi produk silika gel adalah bambu tali (*Gigantochloa apus*).

Di lingkungan Universitas Nusa Bangsa tanaman bambu tali (*Gigantochloa apus*) ini tumbuh disekitar pekarangan laboratorium kimia yang pemanfaatannya belum maksimal sehingga menjadi limbah. Untuk meneliti lebih banyak terkait potensi daun bambu tali (*Gigantochloa apus*) ini, dilakukan aplikasi

penjerap air pada desikator di laboratorium untuk menggantikan penggunaan mineral silika yang cukup mahal. Selain itu, aplikasinya dalam penyimpanan bahan kimia yang higroskopis dapat dilakukan pendekatan untuk melihat efektivitas silika gel. Pemanfaatan limbah daun bambu tali (*Gigantochloa apus*) sebagai silika gel penjerap air pada desikator merupakan pendekatan yang inovatif dan berpotensi untuk mengurangi limbah agro yang menjadi masalah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini akan memberikan kontribusi penting dalam memahami potensi dan efektivitas pemanfaatan daun bambu tali (*Gigantochloa apus*) sebagai silika gel.

Berkembangnya teknologi saat ini, membuat aplikasi silika semakin meningkat dan harga mineral silika ini cukup mahal. Di Laboratorium Kimia Universitas Nusa Bangsa, sering menggunakan silika komersial yang beredar dipasaran sebagai desikan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai silika dari bahan organik adalah daun bambu. Daun bambu memiliki kandungan silika yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber silika. Pada aplikasinya sebagai adsorben, pada penelitian ini dilakukan pada penjerap uap air pada desikator di laboratorium untuk menjaga kelembapan sampel sebagai pengganti silika gel komersial yang beredar.

Silika gel ramah lingkungan dari abu daun bambu tali (*Gigantochloa apu*) adalah ide penelitian yang menarik untuk menghasilkan bahan desikan alternatif yang lebih berkelanjutan karena silika gel komersil sangat mahal. Gagasan dan inspirasi ini dilatarbelakangi oleh daun bambu tali yang memiliki kandungan silika alami yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan silika gel. Aplikasi dan efektivitasnya sebagai adsorben, silika dari abu daun bambu ini memiliki sensitivitas yang cukup baik dalam penjerapan uap air dalam desikator. Selain itu, daun bambu ini juga dapat menimbulkan masalah limbah pertanian karena pemanfaatannya belum maksimal.

Metode



Metode Penelitian Silika ADBT



Hamza Mursandi – Universitas Nusa Bangsa

Gambar 1: Metode penelitian Silika ADBT

Infografis



SILIKA GEL RAMAH LINGKUNGAN DARI ABU DAUN BAMBU TAL (*Gigantochloa apus*) DALAM APLIKASINYA SEBAGAI PENJERAP UAP AIR DESIKATOR DI LABORATORIUM

Hamza Mursandi – Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Nusa Bangsa

Silika Gel

Senyawa silika berstruktur amorf, memiliki gugus aktif berupa gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si).

Metode Sol Gel

Suatu metode dengan teknik suhu rendah dimana partikel-partikel mikroskopis terdispersi ke dalam cairan (sol) membentuk material makroskopik (gel).

Aplikasi Silika ADBT sb Penjerap Uap Air dalam Desikator

Dalam aplikasinya sebagai penjerap uap air dalam desikator diperoleh hasil efektivitas silika ADBT, yaitu pada waktu kontak 48 jam sebesar 11,72%. Jika dibandingkan dg silika gel 60 (komersil) daya jerap uap air lebih tinggi sebesar 24,27%. Hal ini disebabkan oleh masih adanya kandungan senyawa oksida lain pada silika gel ADBT, sehingga daya jerap uap air masih cukup rendah.

Daun Bambu sebagai Sumber Silika

Tanaman Bambu memiliki berbagai macam manfaat, baik dari akar, batang, maupun daun. Abu daun bambu memiliki kandungan silika sebesar 75,90-82,86%.

Daun Bambu Tali (*Gigantochloa apus*)

Di UNB tumbuhan ini tumbuh disekitar pekarangan lab kimia dan menjadi limbah pertanian.

Kandungan Silika Abu Daun Bambu Tali (ADBT)

- Penelitian sebelumnya, Abu daun bambu tali mengandung silika sebesar 67,8%.
- Dalam penelitian ini, abu daun bambu tali mengandung silika sebesar 93%.
- Selain itu, pengujian gugus fungsi menunjukkan silika ADBT mengandung gugus silanol dan gugus siloksan yang mengindikasikan adanya silika yang reaktif.

Kandungan Silika dari Silika ADBT

Silika ADBT memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu sebesar 91%.

“ Dengan adanya penelitian laboratorium kimia dalam menghasilkan silika gel dari bahan alami yang murah dapat mengurangi biaya pengadaan desikan, mengingat silika gel komersial biasanya cukup mahal.” **Rahma Hidayani, AMd.Si** (Laboran Kimia UNB)

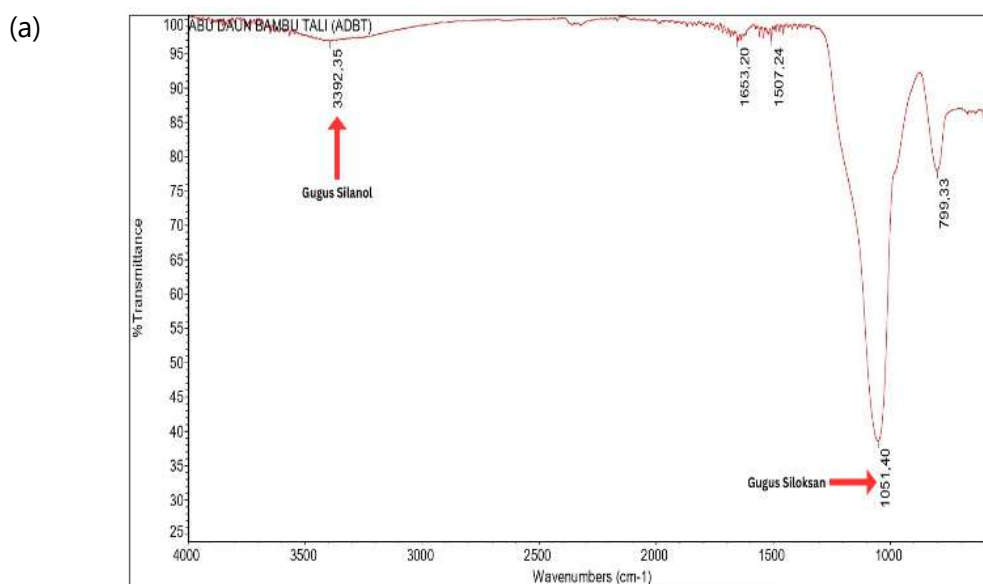
Hasil dan Pembahasan

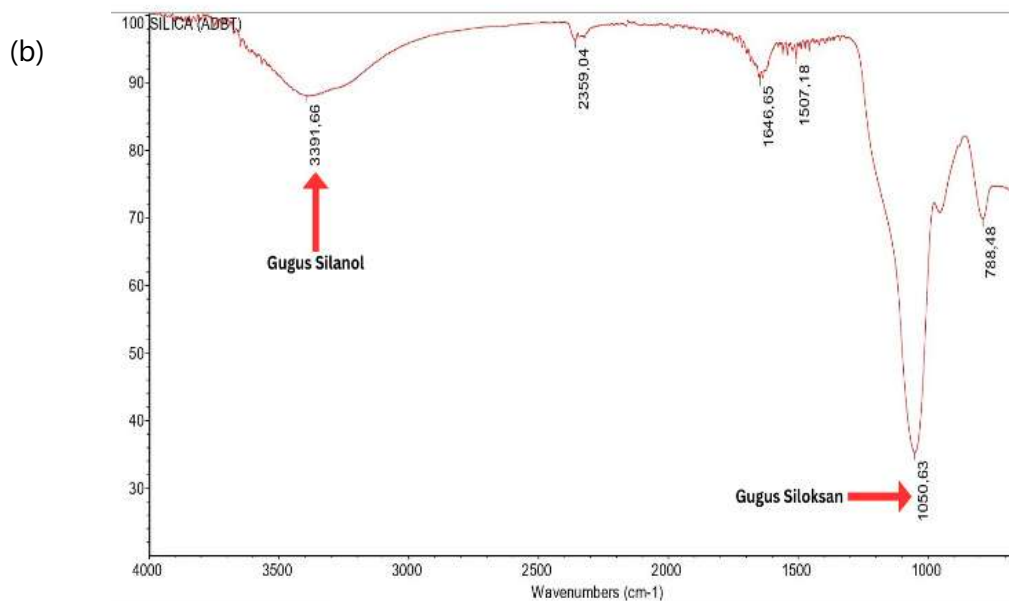
Bambu merupakan salah satu tanaman yang mampu mengakumulasi silikon dalam jumlah besar dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber silika (Hasri *et al.*, 2020). Rendemen abu daun bambu tali (ADBT) diperoleh dari proses kalsinasi pada suhu 700°C selama 3 jam yang bertujuan untuk mengabukan dan menghilangkan zat-zat organik atau pengotor yang terkandung dalam abu daun bambu tali, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kandungan silika (SiO_2) pada abu daun bambu tersebut (Yasrin *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil penelitian, abu daun bambu tali yang dihasilkan serbuk berwarna putih dengan rendemen ADBT sebesar 28,28%. Abu daun bambu tali telah melewati proses pengayakan untuk mendapatkan ukuran abu daun bambu tali yang seragam dan memperluas permukaan abu agar pencucian yang dilakukan pada tahap berikutnya lebih efektif (Ameram *et al.*, 2024).

Pembuatan silika gel pada penelitian ini menggunakan metode sol gel, yaitu suatu metode menggunakan teknik suhu rendah dimana partikel-partikel mikroskopik terdispersi ke dalam cairan (sol) membentuk material makroskopik (gel) yang mengandung cairan (Rosmiyani *et al.*, 2023). Silika (SiO_2) merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui

penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Sol ini mirip dengan agar-agar yang dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis (Meriatna *et al.*, 2015). Abu daun bambu tali yang dihasilkan kemudian dilakukan penambahan natrium hidroksida untuk membentuk natrium silikat. Selanjutnya pembentukan silika gel dilakukan dengan menetralkan hingga pH 7. Hal ini dikarenakan pada kondisi netral (pH = 7) silika gel mempunyai luas permukaan dan juga rendemen yang cukup tinggi sehingga gugus siloksan ($-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$) akan dapat berikatan dari natrium silikat dan gugus silanol yang terbentuk terpolimerasi dengan membentuk ikatan silang $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Si}\equiv$ hingga menjadi silika gel yang murni melalui proses kondensasi (Nuryono & Narsito, 2005). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil silika gel berbentuk serbuk berwarna putih dan rendemen silika gel ADBT yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebesar 91,14%.

Penentuan gugus fungsi yang terdapat pada ADBT dan silika gel ADBT dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dihasilkan spektrum dari ADBT dan silika ADBT yang berisi pita serapan dari gugus fungsi sampel tersebut. Berdasarkan hasil pengujian gugus fungsi pada ADBT dan silika gel ADBT dapat dilihat pada Gambar 3.





Gambar 3: Spektrum FTIR (a) Abu Daun Bambu Tali (ADBT); (b) Silika ADBT

Karakterisasi ADBT dan silika ADBT menggunakan FTIR memperlihatkan munculnya puncak gugus fungsi silanol (Si-OH) pada bilangan gelombang 3392,35 dan 3391,66 cm⁻¹ dan siloksan (Si-O-Si) pada 1051,40 dan 1050,63 cm⁻¹ yang berperan sebagai adsorben, yang mengindikasikan bahwa silika dari ADBT dan silika ADBT merupakan silika reaktif (Megasari *et al.*, 2019). Komposisi kimia abu bambu tali (ADBT) dan silika gel ADBT ditentukan dengan metode *X-Ray Fluorescence* yang dinyatakan dalam persentase relatif komponen logam dan senyawa oksida. Kandungan silika (SiO₂) pada ADBT dan silika gel ADBT berturut-turut adalah sebesar 93% dan 91% yang menunjukkan kandungan silika yang cukup tinggi.

Dengan adanya kandungan silika dalam abu daun bambu tali maka berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan material berbasah dasar silika, salah satunya adalah aplikasi penjerapan uap air dalam desikator. Berdasarkan hasil penelitian desikan silika gel 60 dan silika gel ADBT memiliki efektivitas tertinggi pada waktu kontak 48 jam berturut-turut sebesar 24,27% dan 11,72%. Silika yang mengandung pengotor atau senyawa oksida lainnya, memiliki daya serap uap air yang lebih

rendah karena hal ini dapat mengubah struktur permukaan dan mengurangi jumlah situs aktif yang tersedia untuk interaksi dengan molekul air. Berdasarkan hal ini, silika yang diperoleh masih memiliki tingkat adsorpsi yang cukup baik untuk menyerap uap air dalam desikator. Namun, jika dibandingkan dengan silika gel 60 komersil masih cukup rendah. Selain itu, berdasarkan hasil pengujian FTIR yang telah dilakukan keberadaan gugus fungsional pada silika gel ADBT terutama gugus silanol (Si-OH) dan struktur silika gel dapat mempengaruhi sifat silika gel sebagai adsorben (Yusuf *et al.*, 2014).

Semakin banyak gugus silanol (Si-OH) yang terdapat pada silika, maka kemampuan untuk mengikat molekul air yang terjadi melalui ikatan hidrogen juga akan semakin banyak. Kapasitas adsorpsi ini merupakan kemampuan silika gel dalam mengadsorpsi air yang terkandung dalam sampel FeCl₃ · 6H₂O dari uap air jenuh. Hal ini berkaitan juga dengan penggunaan konsentrasi asam, semakin tinggi konsentrasi asam yang diberikan maka jumlah proton yang terkandung dalam larutan akan bertambah sehingga gugus silanol akan meningkat dan memengaruhi kadar air silika.



Gambar 4: Serbuk DBT



Gambar 6: Silika ADBT



Gambar 5: ADBT



Gambar 7: Aplikasi Silika ADBT

“ Dengan dibuatnya silika gel dari daun bambu tali ini mempermudah mahasiswa dalam menjaga kelembapan sampel simplisia pada kegiatan praktikum dan sampel yang higroskopis.” **Mahesa Putra** (Mahasiswa semester 5)

Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai pembuatan silika gel ramah lingkungan dari abu daun bambu tali sebagai penyerap uap air untuk desikator laboratorium memberikan beberapa manfaat, yaitu:

1. Bagi Peneliti

Peneliti mendapatkan wawasan baru dalam pengembangan material berbasis alam yang lebih ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan sintesis. Penelitian ini dapat meningkatkan kredibilitas peneliti dalam bidang ilmu

material atau lingkungan. Hasil penelitian ini juga menghasilkan inovasi dalam pemanfaatan limbah organik daun bambu tali sebagai sumber silika yang dapat digunakan sebagai alternatif adsorben.

2. Bagi Mahasiswa

Mahasiswa memperoleh pengetahuan praktis tentang metode sintesis material dan karakterisasi fungsional dari silika berbasis alam. Mahasiswa terlibat dalam penelitian ini dapat mengembangkan keterampilan praktis dalam pengujian efisiensi bahan.

3. Bagi Kampus

Universitas Nusa Bangsa memperoleh reputasi sebagai institusi yang mendorong penelitian yang inovatif. Dengan menghasilkan silika gel dari bahan alami yang murah, UNB dapat mengurangi biaya pengadaan desikan, mengingat silika gel komersial biasanya cukup mahal. Selain itu, UNB dapat memberikan contoh pemanfaatan limbah lokal, berpotensi menjalin kerjasama dengan masyarakat

dalam pemanfaatan limbah daun bambu, terutama bagi daerah yang kaya akan tanaman bambu seperti Bambu Tali (*Gigantochloa apus*).



Video 1: Limbah daun bambu jadi silika gel.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih


1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

2. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Nusa Bangsa yang telah mendukung kegiatan KILab 2024, Dr. Lany Nurhayati, S.Si., M.Si, selaku Dekan Fakultas MIPA, Dr. Nurlela, S.Si., M.Si, selaku Kepala Laboratorium Kimia dan Fisika, dan Gladys Ayu PKW, S.Si., M.Si selaku Pembimbing KILab 2024, serta Civitas Akademika FMIPA UNB.

“Silika gel ADBT membantu saya dalam penelitian penentuan kadar air dari sampel simplisia yang sedang saya teliti. Harapannya silika ini dapat diproduksi untuk kegiatan penelitian selanjutnya, sehingga dapat membantu kegiatan penelitian di lab kimia.”
Vivi (Mahasiswa TA semester 8)

Daftar Pustaka

- Ameram, N., Fakhira Zainol, N., Hassan, S. R., Jaafar, H., Ali, A., & Julmohammad, N. (2024). Characterisation of silica derived from Bamboo Leaves Ash (*Gigantochloa albociliata*); preliminary results for moisture content test on rubber wood. *International Journal of Food*, 1(1), 11–19. <https://doi.org/10.51200/ijf.v1i1.4765>
- Hasri, Muharram, & Nadwi, F. (2020). A Synthesis Nanosilica of Bamboos Leaf (*Bambusa Sp.*) by Using Hydrothermal Method. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(2), 96–100. <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i2.56>
- Megasari, K., Herdiyanti, H., Nurliati, G., Kadarwati, A., Swantomo, D., BATAN Yogyakarta, K., Puspipetek Serpong Gedung, K., & Selatan, T. (2019). Sintesis Silika Xerogel dari Abu Daun Bambu sebagai Adsorben Uranium. In *Jurnal Forum Nuklir (JFN)* (Vol. 13, Issue 1). Bulan Mei.

- 
- Meriatna, Maulinda, L., Khalil, M., & Zulmiardi. (2015). Pengaruh Temperatur Pengeringan dan Konsentrasi Asam Sitrat pada Pembuatan Silika Gel dari Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), 78–88.
- Nura Diana, A. I., Fansuri, S., & Deshariyanto, D. (2020). Penambahan Abu Daun Bambu sebagai Substitusi Material Semen terhadap Kinerja Beton. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 172–182. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1788.172-182>
- Nuryono, & Narsito. (2005). Effect Of Acid Concentration on Characters of Silica Gel Synthesized from Sodium Silicate. *Indo. J. Chem*, 5(1), 23–30.
- Rizky, A. A., Muhammad, Ginting, Z., Nurlaila, R., & ZA, N. (2022). Pengaruh Variasi Suhu dan Lama Waktu Pembakaran terhadap Hasil Sintesis Silika dari Daun Bambu menggunakan Metode Sol-Gel. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(5), 107–116.
- Rosmiyani, T., Kumala Sari, T., Mulia, M., & Alizar. (2023). Metode Sol Gel Untuk Mengekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi. *Chemistry Journal of Universitas Negeri*, 12(3). <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- Sulastri, S., & Kristianingrum, S. (2010). Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*, 211–216.
- Yasrin, Alimuddin, & Pangabea, A. S. (2020). Pembuatan Silika Gel dari Abu Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f) Backer ex Heyne) dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Ion Cd (II). In *Jurnal Atomik* (Vol. 2020, Issue 2).
- Yusuf, M., Suhendar, D., Prabowo, E., & Kimia, H. J. (2014). *STUDI KARAKTERISTIK SILIKA GEL HASIL SINTESIS DARI ABU AMPAS TEBU DENGAN VARIASI KONSENTRASI ASAM KLOORIDA*. VIII(1).

Aplikasi Fungsi Derivative Zero Crossing untuk Menentukan Kadar Quercetin dan Rutin pada Analisis Flavonoid Ekstrak Daun Kacapiring (*Gardenia Jasminoides Ellis*)

Application of Derivative Zero Crossing Function to Determine of Quercetin and Rutin on Flavonoid Analysis of *Gardenia jasminoides Ellis* Leaf Extract

Ida Bagus Ketut Widnyana Yoga*, I Pande Putu Darmayuda, Ni Putu Diantariani (Dosen Pendamping)

anargya696@gmail.com*

Laboratorium Penelitian Terpadu, Universitas Udayana, Denpasar.



Abstrak

Fungsi *derivative zero crossing* masih minim dimanfaatkan dalam analisis kimia bahan alam, tetapi lebih banyak diaplikasikan untuk deteksi senyawa aktif produk obat, yang umumnya menggunakan HPLC. Metode ini dapat diaplikasikan dalam analisis 2 atau lebih senyawa secara simultan, dengan syarat memiliki spektrum tumpang tindih dan gugus kromofor. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kadar quercetin dan rutin pada analisis *flavonoid* dengan melakukan validasi metode *derivative* menggunakan pelarut etanol pada fraksi semi polar ekstrak daun kacapiring. Metode yang digunakan adalah melakukan *scanning* (200-1000 nm) pada fraksi semi polar, standar *quercetin* dan rutin serta membuat kurva regresi masing-masing senyawa dengan fungsi *derivative zero crossing*. Hasil *scanning* panjang gelombang dibuat 5 titik konsentrasi (4, 8, 12, 16, dan 20 ppm) untuk membuat kurva standar, dilakukan perhitungan presisi, akurasi dan persen *recovery*. Data hasil pengamatan dianalisis deskriptif (menampilkan gambar, grafik dan nilai rata-rata \pm standar deviasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang gelombang *zero crossing* Quercetin 373 nm dan Rutin 285,5 nm. R^2 kedua standar sangat baik diatas 0,998. Presisi baik dengan %CV (3,49 dan 4,86), lebih rendah dari 0,5 CV Horwitz (8,11 dan 7,5). Kadar *quercetin* dan rutin pada fraksi semi polar adalah $3,43 \pm 0,16$ dan $5,00 \pm 0,37$ ppm, di atas nilai LoD (0,857 dan 0,964), dan LoQ (2,85 dan 3,021) ppm. Akurasi baik dengan % *recovery* 93-95%, sehingga metode *zero crossing* menjadi pilihan analisis simultan 2 senyawa bioaktif fraksi semi polar ekstrak daun kacapiring.

Abstract

Derivative zero crossing is still minimally utilized in the chemical analysis of natural materials, but is more widely applied to detect active compounds of drug products, which generally use HPLC. This method can be applied in the analysis of 2 or more compounds simultaneously, provided that they have overlapping spectra and chromophore groups. The purpose of this study was to determine the levels of quercetin and rutin in flavonoid analysis by validating the derivative method using ethanol solvents on the semi-polar fraction of kacapiring leaf extract. The method used was to scan (200-1000 nm) on the semi-polar fraction, quercetin and rutin standards and create a regression curve for each compound with the derivative zero crossing function. The concentration were made at 5 points (4, 8, 12, 16, and 20 ppm) to create a standard curve, precision, accuracy and percent recovery calculations were carried out. The observation data were analyzed descriptively (displaying images, graphs and average values \pm standard deviations). The results showed that the zero crossing wavelength of Quercetin was 373 nm and Rutin 285.5 nm. R^2 of both standards was very good above 0.998. Good precision with % CV (3.49 and 4.86), lower than 0.5 CV Horwitz (8.11 and 7.5). The levels of quercetin and rutin in the semi-polar fraction were 3.43 ± 0.16 and 5.00 ± 0.37 ppm, already above the LoD value (0.857 and 0.964), and LoQ (2.85 and 3.021) ppm. Good accuracy with % recovery of 93-95%, so the zero crossing method is the choice in the simultaneous analysis of 2 bioactive compounds of the semi-polar fraction of extract of gardenia leaves

Kata Kunci

- Derivative
- Quercetin
- Kacapiring
- Rutin
- Zero Crossing

Keywords

- Derivative
- Gardenia
- Quercetin
- Rutin
- Zero Crossing

Inovasi penerapan metode fungsi derivatif UV Vis adalah sebuah metode cepat, *simple*, dan praktis, serta murah, dibandingkan menggunakan HPLC maupun LC MS. Hampir setiap laboratorium memiliki UV Vis, fitur fungsi *derivative* belum dimanfaatkan untuk tujuan praktikum maupun penelitian dibidang komponen bioaktif bahan alam, baik penelitian tugas akhir mahasiswa maupun riset dosen, sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai sebuah inovasi dengan memanfaatkan instrumen yang ada di laboratorium untuk menghasilkan sebuah temuan di bidang pengembangan metode uji yang tervalidasi dengan analisis secara simultan untuk mendeteksi dua atau lebih senyawa dalam satu kali preparasi.

Aplikasi metode ini sangat luas, dapat memecahkan masalah pada spektrum senyawa yang tumpang tindih pada analisis multikomponen menggunakan turunan pertama atau turunan yang lebih tinggi dari spektrum terhadap panjang gelombang, dengan spektrum turunan yang spesifik dan keterulangan yang baik. Metode ini sebagai teknik pemrosesan sinyal hasil scanning yang diproses dengan algoritma *Savitzky-Golay* atau transformasi *Wavelet* untuk memperoleh spektrum *derivative* yang lebih halus tanpa mengubah tendensi sinyal yang diperoleh (Redasani *et al*, 2018). Prinsip analisisnya adalah titik *zero crossing* senyawa A digunakan untuk mendeterminasi senyawa B, demikian sebaliknya, dimana 2 syarat utama senyawa target yang ingin diketahui adalah harus memiliki kriteria spektrum yang tumpang tindih, serta memiliki gugus kromofor seperti quercetin dan rutin.

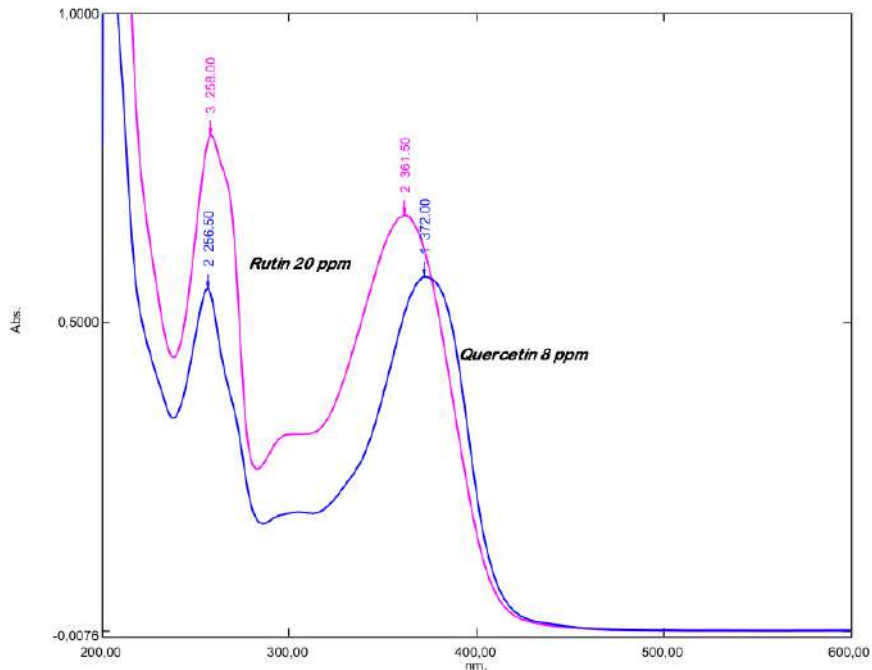
Quercetin dan Rutin merupakan senyawa golongan *flavonoid*, dimana senyawa ini tersebar luas di dalam tanaman yang memiliki potensi fisiologi salah satunya sebagai antioksidan.

Quercetin secara biologi sangat kuat aktivitas antioksidannya, yaitu 4,7 kali lebih besar dari vitamin, diyakini pula dapat melindungi tubuh dari beragam penyakit degeneratif dengan cara mencegah terjadinya proses peroksidasi lemak, dan menunjukkan kemampuannya mencegah proses oksidasi dari *Low Density Lipoprotein* (LDL) melalui penangkapan radikal bebas dan mengkelasi ion logam transisi (Muchtadi, 2012). Rutin adalah flavonoid alami yang ditemukan pada banyak tanaman. Rutin memiliki peranan di bidang kesehatan yaitu sebagai antioksidan, antimikroba, anti jamur, anti alergi dan obat antikanker, termasuk terapi untuk diabetes dan hipertensi (Shama and Patel, 2013)

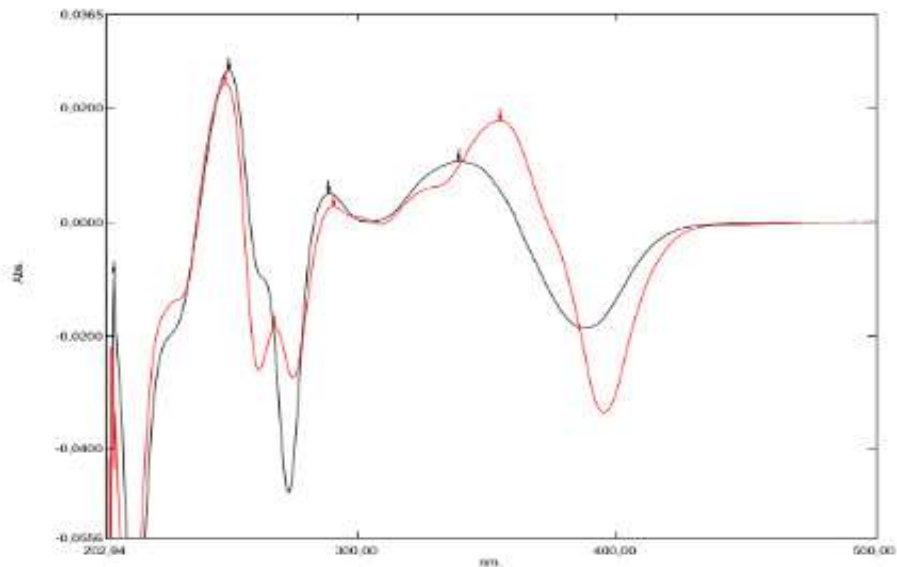
Deteksi kadar Quercetin dan Rutin selain dengan HPLC/ LC MS atau TLC dapat juga dianalisis dengan metode spektrofotometri. Umumnya pada analisis total *flavonoid* Quercetin yang sering digunakan sebagai standar, sedangkan Rutin memiliki peluang yang penting untuk dideteksi, karena Rutin merupakan salah satu senyawa aktif yang terdapat pada sediaan bahan-bahan farmasi. Analisis umumnya menggunakan standar tunggal sehingga sedikit membuat pemborosan terhadap reagen, waktu, biaya dan tenaga, sedangkan pada fitur UV Vis merk Shimadzu 1800 memiliki fungsi *derivative via zero crossing* untuk mendeteksi 2 senyawa aktif sekaligus dalam sekali preparasi, serta meningkatkan koleksi analisis dan mengembangkan fungsi layanan di laboratorium.

Metode

1. Dilarutkan 2 senyawa target (Quercetin dan Rutin) pada etanol dan dibaca pola spektrumnya (jika tumpang tindih berarti dapat dilakukan penetapan kadar dengan fungsi *derivative* (Gambar 1 dan Gambar 2)).

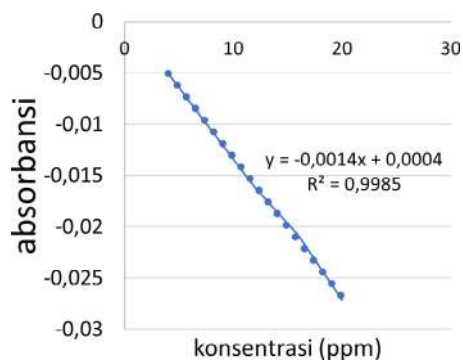


Gambar 1: Spektrum normal standar Quercetin dan Rutin pada 200-1000 nm

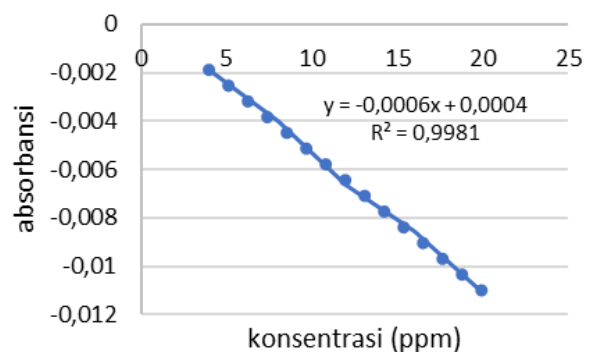


Gambar 2: Spektrum derivative Quercetin (merah) dan Rutin (biru)

2. Direaksikan masing-masing senyawa target dengan pereaksi warna untuk deteksi gugus kromofor (jika menunjukkan perubahan warna) sangat layak dilanjutkan dengan metode ini.
3. Ditentukan titik *zero crossing* senyawa Quercetin (373 nm) dan Rutin (258,5nm).
4. Dibaca spektrum Rutin pada konsentrasi (4, 8, 12, 16 dan 20 ppm) di titik *zero crossing* Quercetin, kemudian diderivatif pada orde
 1. Dikoleksi nilai absorbansinya dan dibuat persamaan regresi.
 5. Dibaca spektrum Quercetin pada berbagai konsentrasi (4, 8, 12, 16 dan 20 ppm) dititik *zero crossing* Rutin, kemudian diderivatif dan dikoleksi nilai absorbansi pada spektrum *derivative*.
 6. Dibuat persamaan regresi linier dengan R^2 mendekati 1.



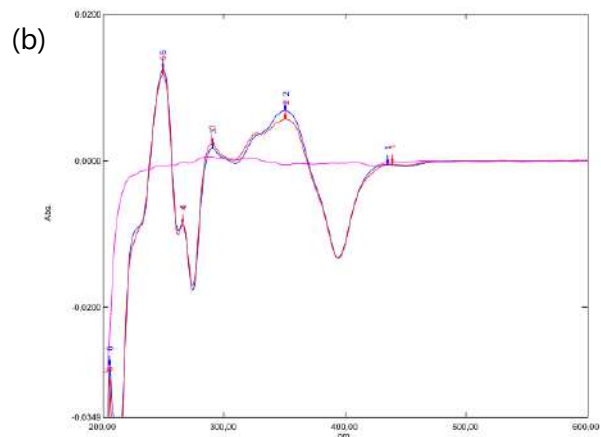
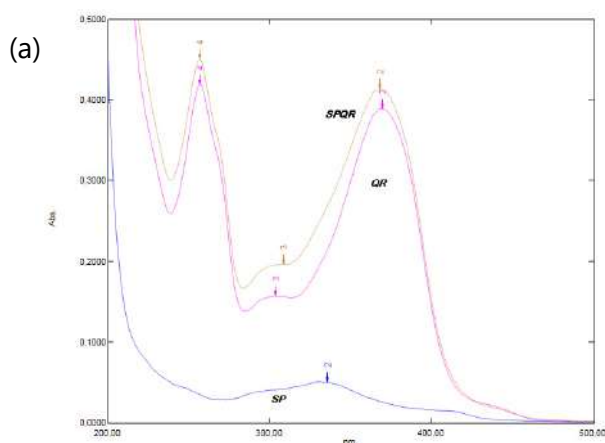
Gambar 3: Kurva kalibrasi senyawa Quercetin (4-20 ppm)



Gambar 4: Kurva kalibrasi senyawa Rutin (4-20 ppm)

Sampel *discanning* pola spektrumnya, selanjutnya diderivative, dan dihitung nilai konsentrasi (x) menggunakan nilai absorbansi

(y) pada 258,5 nm, menggunakan persamaan garis lurus Quercetin, sedangkan nilai absorbansi pada *zero crossing* 373 nm adalah senyawa Rutin.



Gambar 5: Spektrum sampel fraksi semi polar, standar Quercetin dan Rutin (a). Spektrum *derivative* fraksi semi polar, Quercetin dan Rutin (b)

Untuk memvalidasi metode dilakukan perhitungan presisi, persen *recovery*, nilai LoD dan LoQ, dengan mencampur sampel dengan standar dan dilakukan scanning serta fungsi *derivative* sehingga diperoleh hasil pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Hasil dan Pembahasan

Pendekatan analisis Quercetin dan Rutin dapat dilakukan secara cepat, mudah, dengan presisi dan akurasi yang baik. Teknik ini lebih cepat dari teknik kromatografi dengan hasil panjang gelombang *zero crossing* Quercetin adalah 373 dan Rutin 285,5 nm. Maruf and Mohammad, 2023, mendeterminasi quercetin

dan asam gentisat pada konsentrasi 2-30 ppm dalam methanol 70% memberikan titik *zero crossing* pada turunan pertama yaitu di panjang gelombang 271,57 nm dan 396,5 nm. Hasil koefisien R^2 kedua standar sangat baik diatas 0,998. Nilai Presisi baik dengan %CV lebih rendah dari 0,5 CV Horwitz. Nilai akurasi baik dengan % *recovery* 93-95%. Kadar Quercetin dan Rutin pada fraksi semi polar ekstrak daun kacapiring, yaitu 3,43 ppm Quercetin dan 5,0 ppm Rutin, sudah di atas nilai LoD dan LoQ, sehingga inovasi penemuan metode *zero crossing* menjadi pilihan dalam analisis secara simultan 2 senyawa bioaktif fraksi semi polar ekstrak etanol daun kacapiring.

Tabel 1. Lamda zero crossing, persamaan regresi, R², LoD dan LoQ standar Quercetin dan Rutin

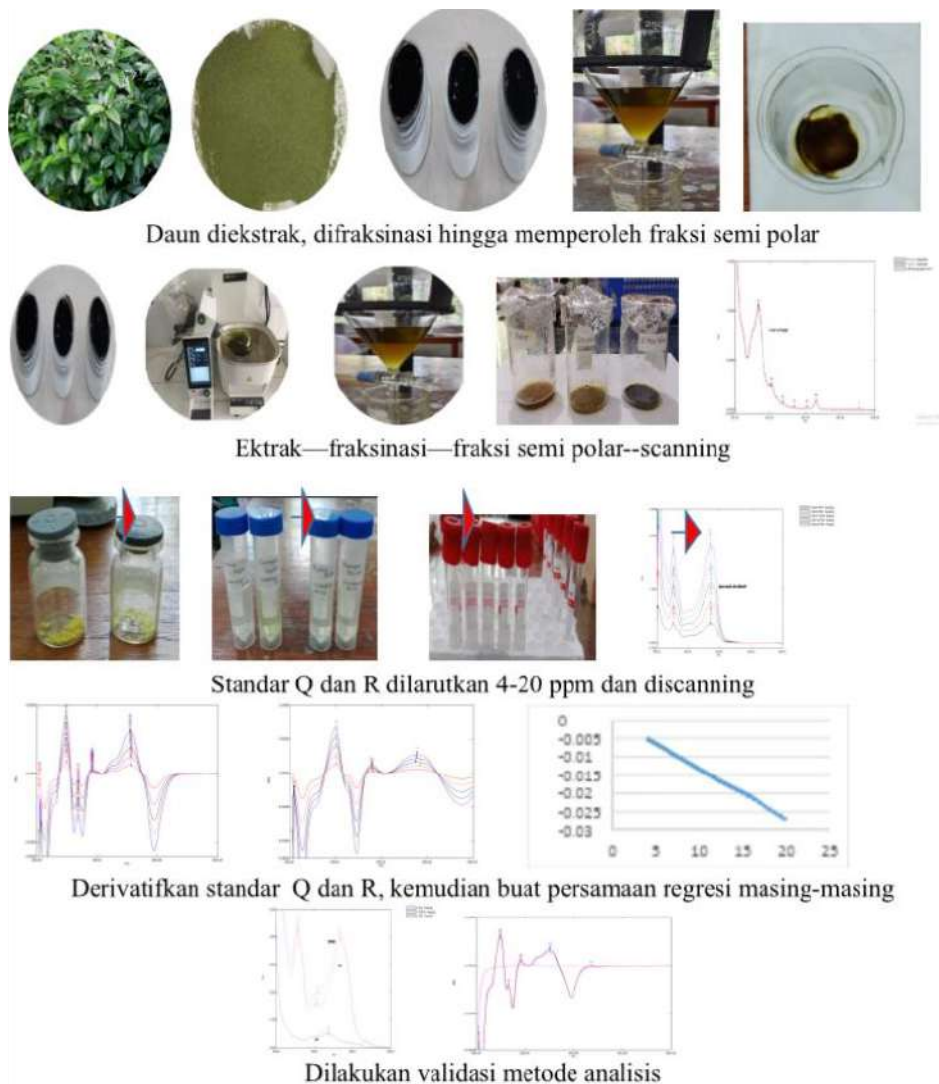
Komponen	Lamda ZC (nm)	Linieritas (ppm)	Persamaan regresi	R ²	LoD	LoQ
Quercetin	372,0	4-20	$y = -0.0014x + 0.0004$	0.9985	0.857	2.850
Rutin	258,5	4-20	$y = -0.0006x + 0.0004$	0.9981	0.964	3.021

Keterangan: ZC (zero crossing), LoD (limit of detection), LoQ (Limit of quantitation), R (koefisien determinasi)

Tabel 2. Konsentrasi sampel, persen recovery, CV dan CV Horwitz

Komponen	Metode Analisis	Konsentrasi Sampel (ppm)	Recovery %	CV (%)	0.5 CV Horwitz (%)
Quercetin	Zero crossing pada 258.5 nm	3,43 ± 0,16	95,36	3,49	8,11
Rutin	Zero crossing pada 373 nm	5,00 ± 0,37	93,33	4,86	7,50

Keterangan: CV (coefesien of varian)



Gambar 6: Proses Aplikasi Fungsi Derivative Zero Crossing



Video 1: Teknologi *zero crossing* untuk analisis pangan.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Diperoleh metode yang dimuat dalam instruksi kerja pada SOP Analisis Quercetin dan Rutin secara simultan dengan memanfaatkan fitur UV Vis yaitu derivative untuk mengembangkan analisis kimia bahan alam pada mahasiswa jurusan kimia dan farmasi

“Metode ini mengajarkan cara baru dalam analisis spektrum sehingga bisa dijadikan topik penelitian tugas akhir.”

Haidar Mursyid Sumarna (Mahasiswa Magang dari Jurusan Fisika) NIM 220852140

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristik, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024,
2. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim Kilab Dikti 2024, Prof Dra. Watiniasih, MSc. PhD, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Udayana, Prof Dr. Ir. Hery Suyanto, MT, selaku Kepala Laboratorium Penelitian Terpadu FMIPA, Rekan-Rekan laboran (Dewi Wahyuni dan Wayan Trisna), atas semua dukungan, fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai rencana

Daftar Pustaka

- Maruf Dlgash Hamad, and Mohammad Rizgar Hassan. (2023). Derivative Spectrophotometric Methods For Simultaneous Determination of Quercetin and Gentisic Acid in Capparis”. <https://dx.doi.org/10.21123/bsj.2023.86>
- Muchtadi Deddy. (2012). “Pangan Fungsional dan Senyawa Bioaktif”. Alfa Beta Bandung.
- Redasani Vivekkumar K, Patel Priyanka R, Marathe Divya Y, Chaudhari Suraj R, Shirkhedkar Atul A, and Surana Sanjay J. (2018). “A Review on Derivative UV-Spectrophotometry Analysis of Drugs in Pharmaceutical Formulations and Biological Samples”. *J Chil Chem Soc*, 63(3), 4126-4134.
- Shama Vaishali and Patel P.M. (2013). “Evaluation of antibacterial activity of methanolic extract of plant *Rivea ornata*”. *Pharmacy. Int. Res. J. Pharm.* 4.4. 233-234.

Pemanfaatan Zat Warna (Antosianin) dari Buah Jamblang (*Syzygium Cumini* L.) sebagai Pengembangan Indikator pH

Utilization of Colorant (Anthocyanin) from Jamblang Fruit (*Syzygium Cumini* L.) as Development of pH Indicator

Jaliadi*, Uswatun Hasanah (Dosen Pendamping)

Jaliadi@utu.ac.id*

Universitas Teuku Umar, Aceh.



Abstrak

Tumbuhan jamblang digunakan sebagai anti hiperglikemia, antelmintik dan antibakteri. Selain itu buah jamblang juga diketahui mengandung berbagai komponen kimia seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan minyak atsiri. Buah jamblang dapat dikembangkan sebagai alat untuk indikator pH alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah zat warna (antosianin) dari buah jamblang (*syzygium cumini* L.) dapat digunakan sebagai indikator alami sebagai pengganti indikator sintetis. Pembuatan ekstrak buah jamblang menggunakan metode maserasi kemudian buah jamblang diekstrak menggunakan alat evaporator, pengujian trayek pH. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. Warna dasar pH 5 adalah merah cerah dan setelah dicelupkan selama 2 jam terjadi perubahan warna menjadi warna, pH 5,5 menjadi warna *maroon*, pH 6 menjadi warna *maroon* pudar, pH 6,5 menjadi ungu kecoklatan, pH 7 menjadi warna ungu pH 7,5 menjadi warna ungu agak kecoklatan dan pH 8 menjadi warna hitam.



Abstract

The jamblang plant is used as an anti-hyperglycemic, anthelmintic, and antibacterial. In addition, the jamblang fruit is also known to contain various chemical components such as flavonoids, alkaloids, tannins, and essential oils. Jamblang fruit can be developed as a tool for a natural pH indicator. This research aims to determine whether the pigment (anthocyanin) from jamblang fruit (*Syzygium cumini* L.) can be used as a natural indicator to replace synthetic indicators. The extraction of jamblang fruit was carried out using the maceration method, followed by extraction using an evaporator and pH range testing. The test results were analyzed descriptively and presented in the form of tables and figures. The base color at pH 5 is bright red, and after being dipped for 2 hours, the color changes to maroon at pH 5.5, faded maroon at pH 6, brownish purple at pH 6.5, purple at pH 7, brownish purple at pH 7.5, and black at pH 8.

Kata Kunci

- Antisionin
- Buah Jamblang
- Indikator pH

Keywords

- Antocyanin
- Indicator pH
- Jamblang Fruit

Salah satu aspek penting dari proses pendidikan adalah proses belajar mengajar. Pembelajaran yang efektif akan menghasilkan sumber daya manusia yang lebih baik dan berkualitas tinggi yang unggul untuk memastikan layanan laboratorium yang memadai, memiliki kemampuan yang kuat, dan mampu bersaing dalam pasar kerja di dalam dan di luar perguruan tinggi. Bahan dan alat yang berkaitan dengan kualitas air sangat penting untuk mendukung pembelajaran di laboratorium, baik dalam praktikum maupun penelitian. Laboratorium memainkan peran penting dalam mendukung pendidikan di kampus.

Laboratorium yang bergerak di bidang perikanan dan kelautan memiliki alat untuk mengukur pH yang tahan lama dapat digunakan di mana saja. Indikator sintesis banyak digunakan dalam bentuk cairan atau kertas yang dikenal sebagai kertas lakmus. Kertas indikator asam basa adalah indikator kimia yang sering digunakan dalam praktikum atau penelitian laboratorium kimia karena dapat mengubah warna pada larutan asam atau basa. Banyaknya indikator sintesis yang digunakan di laboratorium, seperti fenoltalein (PP), metil *orange* (MO), metil merah (MM), dan fenol merah (MF). Indikator sintesis ini sangat penting dari sekolah menengah hingga perguruan tinggi. Namun, indikator sintesis memiliki beberapa masalah saat digunakan seperti tidak bisa dipakai berulang, harganya lebih mahal dan menghasilkan limbah bahan kimia yang mencemari lingkungan (Apriani, 2016). Solusi untuk masalah ini adalah dengan menggunakan bahan alami sebagai pengganti indikator sintesis

Kemajuan dalam pengembangan indikator pH yang terbuat dari bahan alami untuk mengidentifikasi tingkat asam basa. Indikator alami yang digunakan memiliki warna seperti kubis, kembang sepatu, kunyit, mawar, bunga hydrangea, bayam, ubi ungu, bit merah, dan buah jambang. Buah jambang (*Syzygium cumini* L.) dikenal dengan kata lain adalah buah duwet salah satu jenis buah lokal yang hidup sangat subur di Indonesia. Jambang memiliki warna ungu dan hitam dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Selain itu, banyak

zat kimia yang ditemukan dalam jambang, termasuk flavonoid, alkaloid, tanin, dan minyak atsiri. Karena jambang adalah buah hortikultura yang dianggap mudah busuk dan sangat tergantung pada musim, pemanfaatannya masih dianggap sedikit (Syarifah *et al.*, 2023). Bahan baku penelitian ini adalah buah jambang yang merupakan buah berwarna ungu tua. Penelitian tentang bagaimana buah jambang dapat digunakan sebagai indikator asam basa dan bagaimanakah warna yang dihasilkan.

Indikator adalah zat yang memiliki warna pada pH tertentu. Biasanya digunakan untuk mengetahui sifat larutan apakah asam, basa, atau netral, dengan menggunakan metode maserasi asam-basa sebagai penunjuk titik akhir. Indikator sintesis ini memiliki beberapa kelemahan ketika digunakan harganya lebih mahal, tidak bisa digunakan berulang dan menghasilkan limbah bahan kimia yang mencemari lingkungan. Selain itu indikator sintesis tidak selalu memberikan hasil yang akurat terutama di lingkungan dengan pH ekstrem. Indikator sintesis lebih cepat bereaksi dengan senyawa lain ketika terkena larutan sehingga dapat mengubah warna dan memberikan hasil yang tidak akurat.

Dengan demikian solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan buah jambang untuk dijadikan indikator alami sebagai pengganti indikator sintesis, maka diperlukan indikator alternatif yang aman bagi lingkungan dan relatif lebih murah, mudah diperoleh dan ramah lingkungan sehingga dapat menggantikan fungsi dari indikator sintesis tersebut. Penelitian ini terinspirasi dari beberapa artikel yang tentang pemanfaatan buah jambang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah zat warna (antosianin) dari buah jambang (*syzygium cumini* L.) dapat digunakan sebagai indikator alami sebagai pengganti indikator sintesis.

Metode

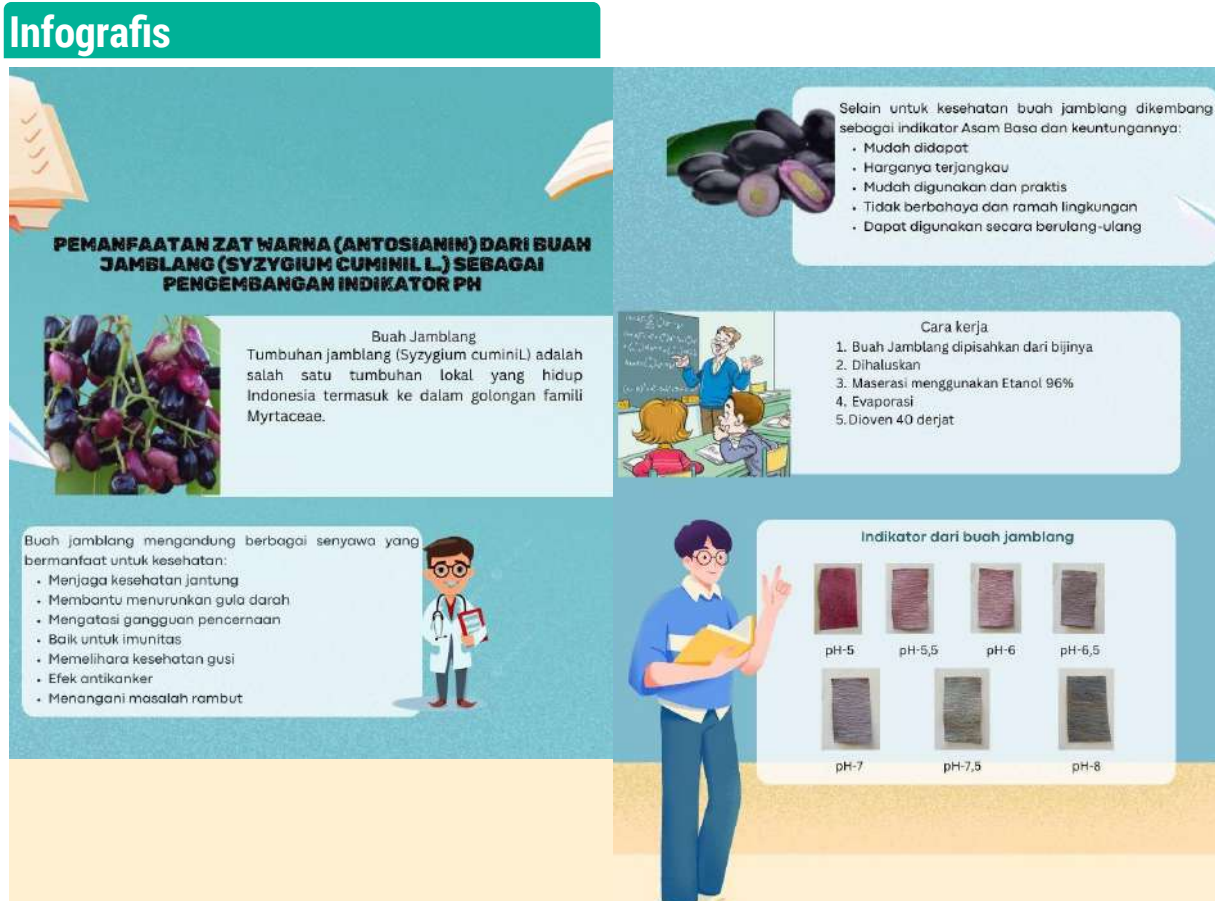
Jenis Penelitian ini adalah berupa penelitian eksperimental menggunakan metode maserasi dan tempat kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Perikanan dan laboratorium MIPA terpadu Universitas Teuku Umar, dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

Setelah disortasi buah jamblang dicuci dan dipisahkan dari daging dan bijinya. Buah jamblang yang sudah kering diambil sebanyak 300 gram dihaluskan menggunakan blender dan ditambahkan 1000 mililiter etanol 96% kemudian sampel dilakukan maserasi menggunakan etanol 96%. Metode maserasi adalah salah satu metode ekstraksi yang paling sederhana, namun membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya yaitu 24 jam dengan menggunakan suhu ruang (Oktanuri, 2014). Sampel dimasukkan ke dalam botol ditutup menggunakan aluminium foil selama satu hari. Setelah disaring dan diambil filtratnya kemudian sampel dievaporasi pada suhu 50-60°C. Setelah sampel dievaporasi kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 48

jam hingga jumlah ekstrak berkurang menjadi kental.

Pembuatan Indikator pH

Pembuatan indikator pH dilakukan untuk mengetahui kisaran derajat keasaman (pH) suatu larutan. Trayek pH untuk mengetahui perubahan warna indikator asam basa pada kondisi asam dan basa. Menurut Ayun *et al* (2022). Uji trayek adalah metode modifikasi ekstrak buah jamblang yang telah dilarutkan dengan 1 ml etanol kemudian dimasukkan dalam 5 mL larutan pH 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, kemudian diamati perubahan warna yang terjadi. Data hasil pengujian trayek pH dianalisis secara deskriptif. Kemudian data tersebut ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.



Gambar 1: Infografis manfaat zat warna dalam buah jamblang sebagai pengembangan indikator pH

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian nilai pH ekstrak antosianin buah jamblang dengan menggunakan metode maserasi memiliki rendemen rata-rata sebesar 38,36%. Penelitian yang dilakukan tentang ekstraksi antosianin menggunakan metode ultrasonik diperoleh nilai rata-rata 3,17% (Tamamy *et al*, 2018). Lanjut Agustini *et al* (2020) menyatakan bahwa ekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol 96%, memiliki nilai rendemen sebesar 21,95%. Ekstraksi antosianin buah jamblang bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman dari buah jamblang.

Pembuatan indikator asam-basa alami terlebih dahulu tanaman atau buah yang akan dijadikan sampel dibersihkan dan ditimbang. Potongan sampel yang telah halus direndam

(dilarutkan) dalam pelarut yang sudah disediakan selama beberapa waktu. Kemudian indikator dimasukkan ke dalam masing-masing larutan pH dan diamati perubahan warna yang terjadi dan trayek pH indikator tersebut (Indira, 2015).

Indikator pH dari buah jamblang (*Syzygium cumini* L) bertujuan untuk menentukan intensitas warna pigmen antosianin. Pengujian ekstrak buah jamblang dilakukan pada rentang pH 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, dan 8 untuk mengamati perubahan warna pigmen antosianin pada kondisi asam, netral, dan basa. Larutan indikator buah jamblang awalnya berwarna merah dan menunjukkan perubahan warna jika direaksikan dengan pH yang berbeda. Perubahan warna larutan indikator buah jamblang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan warna indikator buah jamblang asam basa

Larutan Buffer	Warna	Perubahan warna
pH 5	Merah cerah	Merah anggur
pH 5.5	Merah cerah	Merah muda
pH 6	Merah cerah	Merah muda keputihan
pH 6.5	Merah cerah	Ungu kecoklatan
pH 7	Merah cerah	Ungu
pH 7.5	Merah cerah	Ungu keputihan
pH 8	Merah cerah	Hitam

Hasil pengamatan indikator yang terbuat dari buah jamblang memiliki perubahan warna pada pH 5, menunjukkan warna merah, pH 5.5 berubah menjadi warna *maroon*, pH 6 berubah menjadi warna *maroon* pudar. Ph 6.5 berubah menjadi ungu kecoklatan, pH 7 berubah menjadi warna ungu, pH 7.5 berubah menjadi warna ungu agak keputihan dan pH 8 berubah menjadi warna hitam. Pembuatan larutan pH dengan rentang 5-8 setelah dicampurkan dengan ekstrak buah jamblang akan mengalami perubahan warna yang signifikan.

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman pada suatu larutan. Antosianin sangat dipengaruhi terhadap kestabilan pH dimana semakin rendah pH ekstrak maka antosianin yang dihasilkan akan semakin stabil. Menurut

Kotan (2014) yang menyatakan bahwa nilai pH mempengaruhi kestabilan antosianin dimana semakin rendah nilai pH maka pH akan semakin asam dan antosianin stabil pada suasana asam.

Menurut Sandjaja (2009) mengatakan bahwa jika pH rendah antosianin berwarna merah, sedangkan pada pH tinggi antosianin berwarna violet hingga biru. Pada pH 1-7 warna pigmen antosianin berkisar antara warna merah, orange hingga ungu. Menurut Idawati (2014) mengatakan bahwa pada pH rendah antosianin berbentuk kation flavilium berwarna merah. Buah jamblang mengandung pigmen antosianin yang dapat memberikan perubahan warna. Antosianin merupakan pigmen yang berwarna kuat dan larut dalam air dapat menyebabkan hampir semua warna merah cerah. Etanol memiliki kepolaran yang hampir sama dengan

antosianin sehingga dapat menyebabkan lebih banyak antosianin yang terekstrak. Langkah awal yang dilakukan dalam pengaplikasian indikator alami asam basa adalah menentukan karakteristik indikator tersebut seperti trayek pH, kecermatan dan keakuratannya Dayanti *et al.*, 2020); (Wasitom, *et al.*, 2017).

“ Dengan adanya kertas indikator alami dari ekstrak buah jamblang, proses pengujian pH suatu sampel menjadi lebih mudah dilakukan. Indikator pH ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan sensor optik pH yang berbasis ramah lingkungan dan dapat digunakan di kegiatan pembelajaran/ praktikum bagi mahasiswa dan dosen.”
Sari Kartika (Laboran MIPA Tepadu).

Manfaat Penelitian

Bagi mahasiswa penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan untuk tugas akhir, karya ilmiah, atau publikasi, yang memperkuat kontribusi akademik mereka. Selain itu, mahasiswa dapat mempelajari tentang cara membuat indikator alami serta penerapan sehingga mendapatkan keterampilan di laboratorium.

Mahasiswa dapat memperdalam penelitian di bidang bioteknologi dan pembuatan indikator dari bahan alami. Hasil penelitian ini juga memiliki peluang untuk dipublikasikan di jurnal ilmiah serta membuka kesempatan kolaborasi dengan industri yang mendukung pengembangan teknologi pembuatan indikator ramah lingkungan.

Penelitian ini menghasilkan publikasi dan dapat meningkatkan reputasi kampus di bidang riset dan inovasi. Kampus berperan aktif dalam mengembangkan potensi bahan alami lokal, seperti buah jamblang, dalam inovasi teknologi, mendukung prinsip keberlanjutan.



video 1: Buah jamblang untuk sensor PH alami.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Terima kasih pula penulis ucapkan pada seluruh pimpinan Universitas Teuku Umar yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.

Daftar Pustaka

- Agustini, I. Setyaningsih, Y. Harfiani, E (2020). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Duwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Seminar Nasional Riset Kedokteran (SENSORIK)* 262-271.
- Apriani, F. Nora, L.Lia, D (2016). Ekstrak metanol buah Lakum (*Cayratia trifolia* (L) Domin) sebagai indikator alami pada titrasi basa kuat asam kuat. *JKK*, 5(4):74-78.
- Ayun, Q. Khomsiyah. Ajeng, A (2022). Pengaruh Ph Larutan Terhadap Kestabilan Warna Senyawa Antosianin Yang Terdapat Pada Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus Costaricensis*) *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya* 4, (1), 1-36.
- Dayanti, N. Saputri, S.V. Arit, A. Muharini, R., & Masriani, M (2020). Natural Dyes Characterization Of Local Plants As Acid-Base Indicator. *Educhemia Jurnal Kimia Dan Pendidikan*, 5(1) 72. <https://doi.org/10.30870/Educhemia.V5i1.7512>
- Idiawati, N (2014). Ekstraksi Dan Uji Stabilitas Zat Warna Alami Dari Buah Lakum (*Cayratia Trifolia* (L.) Domin). *JKK*. 3(2) 30-37.
- Indira, S.C (2015) "Pembuatan Indikator Asam Basa Karamunting. " *Kaunia*. 11 (1). 1-10.
- Kotan, Y and Herni, K (2014). Kajian Pustaka Antosianin dari Buah Duwet Atau Jamblang (*Syzygium cumini*). *Sekol. Tinggi Farm. Bandung*.
- Sandjaja, A (2009). Kamus Gizi "Kelengkapan Kesehatan Keluarga". Gramedia, Jakarta.
- Oktanuri, S (2014). Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas Poiret*) Metode Maserasi, Soxhletasi Dan Ekstraksi Cairan Bertekanan. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Tamamy, M.M. Husna, N.E. Safriani, N (2018). Nilai pH dan Intensitas Warna Antosianin Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) yang Diekstrak dengan Metode Ultrasonik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah* 3 (4) 830-834.
- Wasito, H, Karyati, E., Vikarosa, C. D, Hafizah, I. N., & Utami, H. R (2017). Test strip pengukur pH dari bahan alam yang diimmobilisasi dalam kertas selulosa. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3), 223-229. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/15116>.
- Zahra, S.P. Satriana. Aisyah Y (2023). Potensi Buah Jamblang Sebagai Minuman Fungsional Kaya Antioksidan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian*, (3) 140-144.

Standarisasi Pembuatan Spesimen Uji dalam Pembelajaran dengan Metode Non Destructive Test (NDT) Bermaterialkan Logam

Standardisation of Test Specimen Making in Learning with Metal-based Non Destructive Test (NDT) Methods

Januar Putra Umba Kusairiawan*, Rona Ayu Maulidya,
Nur Yanu Nugorho (Dosen Pendamping)

yanuar.putra@hangtuah.ac.id*

Universitas Hang Tuah Surabaya, Surabaya.



Abstrak

Non Destructive Test (NDT) dalam memajukan dan pengembangan alat yang sudah ada. NDT yang dilakukan fokus pada metode Ultrasonic Thickness Test (UTT) dan Magnetic Particle Inspection (MPI). Metode yang akan digunakan untuk proses pembuatan standarisasi spesimen beserta rencana desain yang akan dinovasikan untuk pembuatan spesimen pengujian NDT yang lebih baik. Tujuan: karya inovasi ini adalah membuat inovasi benda uji yang memiliki standar untuk keberlangsungan proses belajar mengajar yang nantinya akan berkelanjutan. Metode: Karya inovasi ini menggunakan 2 metode Non Destructive Test (NDT) yaitu Ultrasonic Thickness Test dan Magnetic Particle Inspection dengan pertimbangan yang sering kali digunakan untuk pengujian bahan logam di bidang perkapalan. Hasil: Karya inovasi yang dihasilkan adalah 2 spesimen test piece digunakan bahan pembelajaran. Pertama adalah test piece pembuatan spesimen untuk pengujian tebal pelat dan kedua adalah test piece untuk pengujian pengelasan.



Abstract

Non Destructive Test (NDT) in advancing and developing existing tools. NDT carried out focuses on the Ultrasonic Thickness Test (UTT) and Magnetic Particle Inspection (MPI) methods. The method that will be used for the process of making specimen standardisation along with the design plan that will be innovated for making better NDT testing specimens. Purpose: This work is to make innovative test objects that have standards for the teaching and learning process which will be sustainable. Method: This innovation work uses 2 Non Destructive Test (NDT) methods, the Ultrasonic Thickness Test and Magnetic Particle Inspection with considerations that are often used for testing metal materials in the shipping field. Results: The resulting innovation work is 2 test piece specimens used as learning materials. The first is a test piece for making specimens for plate thickness testing and the second is a test piece for testing.



Kata Kunci

- Magnetic Particle Inspection
- Standarisasi
- Spesimen Uji
- Ultrasonic Thickness Test

Keywords

- Magnetic Particle Inspection
- Standardisation
- Test Specimen
- Ultrasonic Thickness Test

Siapa bilang para laboran tidak bisa berpikir keras untuk mencari solusi bagi kelancaran praktikum? Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Surabaya adalah salah satu unit yang dibawah prodi Teknik Perkapalan. Laboratorium ini melayani pengujian bahan material logam maupun non logam. Selain sebagai sarana belajar mengajar, di laboratorium ini banyak sekali alat pengujian yang digunakan untuk kepentingan skripsi, tesis, maupun penelitian untuk dosen yang sedang melaksanakannya.

Kelebihan di laboratorium kami adalah kehadiran laboran yang bersertifikasi NDT Level II. Dengan adanya tendik yang sudah berkompeten di bidangnya maka berhak untuk mengajarkan dan memberi arahan kepada mahasiswa perihal tentang penggunaan alat NDT. Sedangkan kekurangannya adalah di laboratorium struktur dan kekuatan yaitu spesimen uji untuk alat ujinya. Padahal akan sangat membuat mahasiswa menjadi terbantu apabila alat uji dan spesimen uji lengkap. Penelitian ini akan melahirkan inovasi untuk mengatasi kekurangan laboratorium kami.

Manfaat yang diharapkan bagi unit pengusul dan Universitas adalah bisa mengajarkan/membekali dasar kepada mahasiswa sebelum turun dan terjun langsung lapangan. Sehingga memudahkan proses belajar mengajar dengan spesimen uji yang sudah mewakili beberapa bagian yang ada di lapangan.

Ada permasalahan yang sering terjadi ketika menjalankan proses praktikum yang dilaksanakan oleh prodi. Dimana ketika praktikum sering sekali kebingungan dengan benda uji untuk memperlihatkan bagaimana kepada mahasiswa dengan baik dan benar. Karena selama ini kita hanya dengan menguji dengan material yang setelah mahasiswa melakukan pengelasan sendiri dan yang ada disekitar tanpa ada standarisasi yang benar. Setelah dilakukan pengujian dengan hasil pengelasan mahasiswa tersebut cacat yang terlihat sangatlah membingungkan dan ada pula hampir semua pengelasan mengalami cacat. Penggunaan pertama pada benda uji ketebalan pelat atau *Ultrasonic Thickness Test*

sangatlah sederhana. Hanya berupa balokan yang kami buat seperti tangga sehingga pengetahuan mahasiswa sangatlah minim dalam menerima pembelajaran tersebut. Maka dari itu inovasi ini membuat benda uji atau *Test Piece* untuk membuat pembelajaran ini lebih menantang kembali. Berikut contoh gambar balok yang sering kita gunakan dalam proses pembelajaran praktikum *Ultrasonic Thickness Test* atau pengujian ketebalan pelat kapal. Jadi seperti inilah bentuk dari benda uji yang sering digunakan.



Gambar 1: *Test Piece Ultrasonic Thickness Test* sebelumnya

Penggunaan kedua pada benda uji pengujian pengelasan dengan metode *Magnetic Particle Inspection*. Pada penggunaan benda uji ini kita biasanya langsung saja menggunakan material bekas pembelajaran praktikum pengelasan mahasiswa. Jadi habedan uji yang dihasilkan Nampak sekali cacatnya meskipun tanpa diuji sekalipun.



Gambar 2: *Test Piece Magnetic Particle Inspection* sebelumnya

Non-Destructive Test (NDT) ialah pengujian yang dapat mengetahui kelayakan sebuah material dengan tidak merusak. Pengujian ini bertujuan untuk pembelajaran kepada mahasiswa tentang konsep dasar NDT, prinsip-prinsip yang terlibat, serta jenis-jenis test NDT yang dapat digunakan untuk berbagai bentuk aplikasi. Dalam sesi ini, para mahasiswa akan diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar seperti jenis-jenis cacat dan kerusakan yang mungkin terjadi pada material atau struktur, pentingnya deteksi dini, dan bagaimana NDT dapat membantu dalam mendeteksi kerusakan tidak merusak material atau struktur yang diuji. NDT yang dilakukan fokus pada metode *Ultrasonic Thickness Test* (UTT) dan *Magnetic Particle Inspection* (MPI). Para mahasiswa diberikan penjelasan tentang bagaimana pengujian ini dilaksanakan, dengan prinsip kerjanya, serta kelebihan dan kekurangannya untuk mendeteksi kerusakan atau kelayakan pada material dan strukturnya. Melalui pemahaman tentang konsep dasar dan jenis pengujian NDT ini, diharapkan mahasiswa akan dapat mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam konteks inspeksi pengelasan dan dalam upaya memastikan kualitas produk yang dihasilkan (Khoirudin, K., *et al.*, 2024).

Metode

Berikut ini adalah deskripsi tentang metode yang paling umum digunakan dalam industri adalah *Ultrasonic Thickness Test* dan *Magnetic Particle Inspection* (Irwansyah, I. 2019).

A. *Ultrasonic Thickness Test*

Pengujian ultrasonik merupakan pengujian NDT yang memanfaatkan pancaran suara frekuensi tinggi untuk mendeteksi cacat dan perubahan dari material. Pengujian tersebut dapat dilaksanakan untuk mengukur ketebalan untuk jenis material logam maupun non logam dimana

cukup memeriksa dari satu sisi (Jokosisworo, S., & Yudo, H. 2007).

B. *Magnetic Particle Inspection*

Pemanfaatan teknologi pengelasan telah berkembang dan banyak digunakan dan dimanfaatkan ditengah masyarakat luas, baik untuk skala industri rumah tangga maupun untuk perbaikan peralatan di rumah. Salah satu metode pengelasan adalah pengelasan SMAW, yaitu pengelasan dengan menggunakan busur listrik, (Fachrudin, A. R., *et al.*, 2021)

Mesin bubut merupakan salah satu metal *cutting machine* dengan gerak utama berputar, tempat benda kerja dicekam dan berputar pada sumbunya, sedangkan alat potong (*cutting tool*) bergerak memotong sepanjang benda kerja, sehingga akan terbentuk geram. Prinsip kerja mesin bubut yaitu benda kerja berputar pada sumbunya dan gerakan alat potong yaitu alat potong bergerak sejajar sumbu utama disebut pembubutan memanjang, dan alat potong bergerak tegak lurus terhadap sumbu utama disebut pembubutan muka alat potong bergerak bersudut terhadap sumbu utama disebut pembubutan konis atau pembubutan tirus (Laumma, M. A., *et al.*, 2024)

Dengan penggunaan metode ini, cacat permukaan (*surface*) dan bawah permukaan (*subsurface*) suatu komponen dari bahan yang bersifat ferromagnetik dapat diketahui. Prinsipnya adalah dengan memagnetisasi bahan yang akan diuji. Adanya cacat yang tegak lurus arah medan magnet akan menyebabkan kebocoran pada kapal. Kebocoran medan magnet ini mengindikasikan adanya cacat pada material. Cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran medan magnet adalah dengan menaburkan partikel magnetik di permukaan. Partikel-partikel tersebut akan berkumpul didaerah kebocoran medan magnet.

Infografis



Gambar 3: Infografis Langkah Pembuatan dan Penggunaan Test Piece

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari Penyusunan karya ini berupa sebuah potongan untuk pengujian (*Test Piece*) untuk memudahkan bagaimana cara penggunaan alat pengujian ketebalan pelat dan mengetahui cacat pengelasan dengan *Magnetic Particle Test* agar mahasiswa dapat mempelajari secara nyata tanpa harus di tempat aslinya. Dengan adanya pembuatan *Test Piece* tersebut akan menjadikan bahan pembelajaran mahasiswa lebih mudah dan dapat mengetahui bagaimana cara kerja pengujian – pengujian tersebut secara langsung. Pengujian ketebalan pelat atau *Ultrasonic Thickness Test* dapat dilaksanakan dengan pembuatan *test piece* dengan variasi bentuk-bentuk dan ketebalan yang berbeda-beda, sehingga tidak perlu lagi membuat satu-persatu untuk mengetahui cara kerja alat pengujian ketebalan pelat. Untuk *Test Piece* pengujian *Magnetic Particle Inspection* pembuatannya secara sengaja untuk mendapatkan cacat lasa pada permukaan pengelasan agar dapat dibuat pembelajaran mahasiswa untuk mengetahui beberapa bentuk cacat pada pengelasan dan kategori seperti apa yang akan dianggap cacat dan tidak. Jika karya ini banyak dimanfaatkan oleh dosen maka akan meningkatkan pengetahuan mahasiswa dan dosen pada perguruan tinggi

pengusul memiliki kontribusi yang besar dalam perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dibidang pengujian ketebalan pelat dan inspeksi pengelasan dalam ilmu perkapalan maupun industri lainnya.

Dokumentasi



Gambar 4: Hasil Karya Inovasi

Manfaat Penelitian

Karya inovasi ini adalah membuat inovasi benda uji yang memiliki standar untuk keberlangsungan proses belajar mengajar bagi mahasiswa yang ada di Universitas Hang Tuah Surabaya, khususnya di Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, yang nantinya akan berkelanjutan untuk diusulkan memperoleh HKI dalam karya inovasi ini sehingga dapat membawa pengembangan pembelajaran dalam maupun Universitas menjadi lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Saya ucapkan terima kasih telah ditunjukkan kepada direktorat sumber daya, yang telah membuat program kilab ini, dikarenakan dengan adanya acara ini kami dapat menginspirasi inovasi kami dan mendapatkan sejumlah dana untuk mengimplementasikan secara langsung inovasi kami dalam kemajuan secara personal maupun secara perguruan tinggi kami. Semoga di tahun-tahun berikutnya saya dapat lolos kembali dengan inovasi yang lebih baik lagi yang dapat dipergunakan secara nasional maupun internasional.



Dengan dibuatnya Test Piece ini sangat mempermudah dalam proses pembelajaran inspeksi di bidang perkapalan. Dikarenakan kita tidak perlu belajar langsung dengan menggunakan bahan yang sebenarnya yaitu kapal. Kita dapat belajar dengan potongan-potongan atau perwakilan saja dari sebagian bentuk kapal tersebut. Dikarenakan lebih praktis dan lebih efisien waktu dalam memahami sebuah inspeksi pada kapal. dosen."

Ihya Faizin (Mahasiswa)




Video 1: Simulasi pembelajaran teknik pengelasan.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Fachrudin, A. R., Astuti, F. A. F., Martawati, M. E., & Hanif, A. (2021). Pelatihan Pengelasan Smaw Bagi Karang Taruna Kelurahan Temas Kecamatan Batu Kota Batu. *Jurnal Abdimas Bina Bangsa*, 2(1), 14-19.
- Irwansyah, I. (2019). Deteksi cacat pada material dengan teknik pengujian tidak merusak. *Lensa*, 2(48), 7-13.



Jokosisworo, S., & Yudo, H. (2007). Proses pengujian tidak merusak. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 4(1), 26-30.

Khoirudin, K., Sukarman, S., Mulyadi, D., Arrozzak, F., & Putra, D. W. (2024). Meningkatkan Kualitas Produk Lokal Melalui Pelatihan Visual Inspeksi Pengelasan di Desa Tegalsawah, Kecamatan Karawang Timur, Kabupaten Karawang. *Indonesian Journal of Community Dedication*, 2 (1), 56-66.

Laumma, M. A., Yunus, K., & Haslinda, H. (2024). Analisis Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada CV. Sumber Jaya Makassar. *JNSTA ADPERTISI JOURNAL*, 4(1), 19-25.

Lampiran:

https://drive.google.com/file/d/1rcWCACrsyqhMPy4B_QeCMuhyAXnCMiYh/view?usp=sharing

Sintesis Komposit Karbon Nitrida Grafit ($g-C_3N_4$) dan Hydrochar Tempurung Kelapa sebagai Fotokatalis untuk Mendegradasi Limbah Cair Sisa Praktikum di Laboratorium Kualitas Lingkungan

Synthesis of Graphitic Carbon Nitride ($g-C_3N_4$) and Coconut Shell Hydrochar Composite as a Photocatalyst for Degrading Wastewater from Environmental Quality Laboratory Practices

Khilyatul Afkar*, Muchammad Tamyiz (Dosen Pendamping)

Khilya.afkar@unusida.ac.id*

Laboratorium Kualitas Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Sidoarjo.



Abstrak

Laboratorium di perguruan tinggi, terutama di bidang sains dan teknik, menghasilkan limbah cair dari kegiatan praktikum yang berpotensi mencemari lingkungan. Limbah cair ini mengandung berbagai senyawa berbahaya seperti logam berat, bahan kimia beracun, dan senyawa organik yang bisa merusak ekosistem dan membahayakan kesehatan manusia jika dibuang sembarangan ke lingkungan. Pengelolaan limbah cair laboratorium saat ini menghadapi kendala biaya tinggi dan terbatasnya kapasitas pengangkutan oleh pihak ketiga, sehingga diperlukan solusi pengolahan yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini berfokus pada pengembangan komposit karbon nitrida grafit ($g-C_3N_4$) dan *hydrochar* dari tempurung kelapa sebagai material fotokatalis yang dapat mendekontaminasi limbah cair laboratorium secara efektif. Dengan menggabungkan teknik adsorpsi dan fotodegradasi, proses penguraian polutan dapat dioptimalkan menggunakan sinar tampak. Komposit $g-C_3N_4$ disintesis dari urea, sementara *hydrochar* dibuat dari tempurung kelapa. Karakteristik komposit diuji dengan berbagai metode, seperti FTIR, XRD, dan SEM-EDX, sementara efektivitasnya diuji melalui penyisihan parameter kualitas air, seperti pH, BOD, COD, TSS, TDS, serta kadar logam berbahaya seperti timbal (Pb^{2+}) dan kromium (Cr^{6+}).

Kata Kunci

- Fotokatalisis
- $g-C_3N_4$
- Hydrochar
- Limbah Laboratorium

Keywords

- Photocatalyst
- $g-C_3N_4$
- Hydrochar
- Laboratory Waste

Abstract

University laboratories, particularly in the fields of science and engineering, generate liquid waste from practical activities that have the potential to pollute the environment. This liquid waste contains harmful compounds such as heavy metals, toxic chemicals, and organic substances that can damage ecosystems and harm human health if discharged directly into the environment. Currently, the management of laboratory liquid waste faces challenges such as high costs and limited transport capacity by third-party services, necessitating the development of efficient and environmentally friendly self-treatment alternatives. This study focuses on developing a composite material made of graphitic carbon nitride ($g-C_3N_4$) and hydrochar from coconut shells as a photocatalyst to effectively degrade laboratory liquid waste. The method combines adsorption and photodegradation techniques to optimize the pollutant breakdown process using visible light. The $g-C_3N_4$ composite is synthesized from urea, while hydrochar is prepared from coconut shells. The composite characteristics are analyzed using FTIR, XRD, and SEM-EDX. At the same time, its effectiveness is evaluated by measuring reductions in water quality parameters, including pH, BOD, COD, TSS, TDS, and concentrations of heavy metals such as lead (Pb^{2+}) and Chromium (Cr^{6+}).

Kegiatan praktikum di laboratorium merupakan bagian yang tak terpisahkan dari proses pembelajaran di perguruan tinggi, khususnya dalam bidang sains dan teknik. Melalui praktikum, mahasiswa diberikan kesempatan untuk menerapkan konsep-konsep teoritis yang telah dipelajari di kelas, yang sangat penting untuk mempersiapkan mereka menghadapi tantangan di dunia profesional di masa depan. Namun, di balik manfaat pendidikan yang besar, kegiatan praktikum ini juga menimbulkan permasalahan yang harus segera ditangani, yaitu pengelolaan limbah cair yang dihasilkan dari berbagai eksperimen di laboratorium. Limbah cair tersebut mengandung berbagai jenis senyawa yang berpotensi membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan benar (Sari, 2019). Limbah cair laboratorium bisa mengandung senyawa organik maupun anorganik yang jika tidak ditangani dengan tepat, dapat mencemari lingkungan. Akumulasi limbah cair dalam jangka waktu yang lama, apabila langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai, dapat menyebabkan kerusakan serius (Audiana, *et al.*, 2017). Dampaknya bisa mencakup pencemaran tanah, gangguan terhadap ekosistem perairan dan daratan, serta membahayakan kesehatan manusia melalui kontaminasi air dan tanah. Oleh karena itu, pengelolaan limbah cair laboratorium sangat penting dilakukan untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan. Pengolahan yang tepat dan efisien tidak hanya akan melindungi ekosistem, tetapi juga mendukung keberlanjutan dalam proses pendidikan itu sendiri.

Limbah cair laboratorium yang terakumulasi dalam waktu lama berpotensi menimbulkan risiko besar terhadap pencemaran lingkungan karena mengandung berbagai senyawa berbahaya. Selain itu, keterbatasan kapasitas pengangkutan limbah, yang hanya sekitar 100 liter per kali angkut, menjadi hambatan utama. *Volume* limbah yang dihasilkan di laboratorium

sering kali tidak cukup untuk memenuhi kapasitas angkut yang ada, sehingga menambah kesulitan dalam pengelolaannya. Oleh karena itu, diperlukan solusi pengolahan limbah yang dapat dilakukan secara mandiri di tingkat laboratorium, dengan biaya yang efisien dan tetap memperhatikan aspek keberlanjutan serta ramah lingkungan. Solusi semacam ini tidak hanya akan mengurangi beban pengelolaan limbah, tetapi juga mendukung praktik yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan sekitar.

Penelitian ini mengembangkan metode fotokatalisis menggunakan komposit $g-C_3N_4$ yang dibuat dari urea dan *dicyandiamide*, dipadukan dengan *hydrochar* teraktivasi yang berasal dari limbah tempurung kelapa. Fotokatalisis dikenal karena kemampuannya dalam mendekontaminasi polutan, baik yang bersifat organik maupun logam berat, tanpa menghasilkan produk sampingan yang berbahaya, serta dapat digunakan dalam jangka panjang karena komposit ini dapat digunakan berulang kali. Dalam penelitian ini, beberapa parameter lingkungan digunakan untuk mengukur efektivitas komposit *hydrochar/g-C₃N₄*, di antaranya pH, COD, BOD, TDS, TSS, serta konsentrasi logam berat seperti Pb^{2+} dan Cr^{6+} . Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan bahwa metode yang digunakan dapat secara efektif mengurangi polutan dan meningkatkan kualitas air.

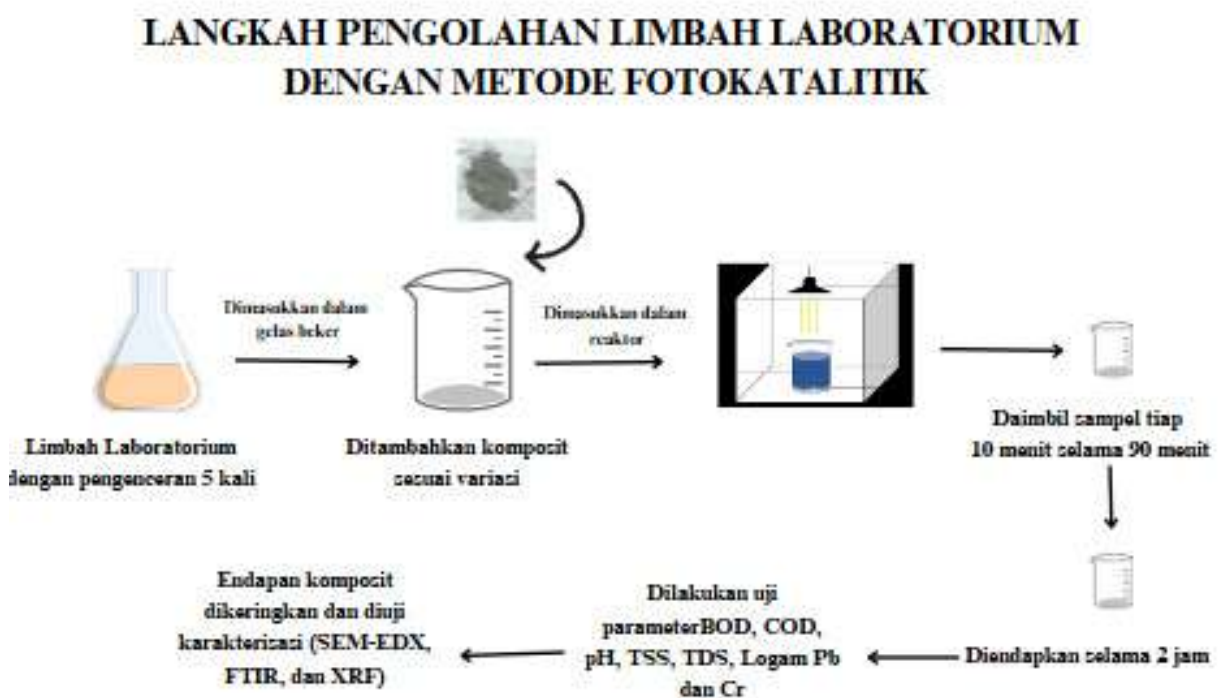
Metode

Penelitian ini dilakukan dengan mensintesis komposit $g-C_3N_4$ dan *hydrochar* sebagai bahan fotokatalis. Proses fotokatalisis dilakukan dengan menggunakan sumber cahaya sinar tampak LED *Blue* (15 watt) untuk menghasilkan radikal hidroksil yang efektif dalam mendegradasi limbah cair. Untuk memastikan efektivitas komposit, uji karakterisasi bahan dilakukan menggunakan teknik FTIR, XRF, dan SEM-EDX, yang bertujuan untuk memverifikasi kemampuan komposit dalam menurunkan

parameter kualitas air, seperti pH, COD, BOD, TDS, TSS, serta konsentrasi logam berat Pb^{2+} dan Cr^{6+} .

Komposit ini diterapkan sebagai adsorben-fotokatalitik di bawah sinar tampak LED 15 W (dengan panjang gelombang 450-495 nm) dalam sistem batch. Sebanyak 1 gram komposit dari setiap variasi perbandingan dicampurkan dengan 1 liter limbah laboratorium yang telah diencerkan dengan rasio 1:5, kemudian

diaduk pada kecepatan 120 rpm. Pada 30 menit pertama, sampel air limbah dan komposit dibiarkan dalam kondisi gelap untuk mencapai kesetimbangan antara aktivitas adsorpsi dan desorpsi. Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan variasi waktu kontak selama 30, 60, dan 90 menit, dengan sampel diambil setiap 10 menit sekali untuk memantau laju degradasi dan memplot grafik hasil penguraian polutan (Chan, *et al.*, 2014).



Gambar 1: Langkah pengolahan limbah laboratorium dengan metode fotokatalitik

“Sebagai mahasiswa yang sering melakukan praktikum di laboratorium, saya sangat mengapresiasi penelitian ini. Penanganan limbah cair laboratorium sering kali dianggap sepele, padahal dampaknya sangat besar jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini membuka wawasan baru bagi kami tentang pentingnya pengolahan limbah dan memberi inspirasi bagi kami untuk terus berinovasi dengan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan. Semoga penelitian ini menjadi langkah awal untuk solusi-solusi lainnya di bidang pengelolaan limbah.”

Sheli Juwati Anggreni (Mahasiswa Teknik Lingkungan Semester 5, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo.)

KOMPOSIT HYDROCHAR/ g-C₃N₄ (HC/CN)



Hydrochar tempurung kelapa merupakan material karbon dari tempurung kelapa yang dihasilkan melalui proses hidrotermal, yaitu pemanasan biomassa dalam media air pada suhu dan tekanan tinggi (biasanya di bawah 250°C). Proses ini disebut Hydrothermal Carbonization (HTC) dan menghasilkan material karbon yang memiliki sifat adsorptif dan porositas tinggi.

g-C₃N₄ merupakan material semikonduktor berbasis karbon dan nitrogen dengan struktur grafitik yang menyerupai lapisan. Material ini dikenal sebagai semikonduktor yang menarik untuk aplikasi fotokatalisis karena sifat elektroniknya.



1:1



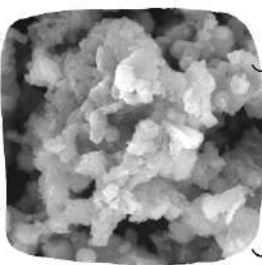
3:1



1:3

Komposit merupakan material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih komponen dengan sifat fisik atau kimia yang berbeda untuk menciptakan material baru dengan sifat gabungan yang unggul

Berdasarkan hasil penelitian, komposit 1:3 adalah komposit yang terbaik dalam mengolah limbah cair laboratorium



Komposit menunjukkan waktu efektif dalam mendegradasi pada ± menit ke-30

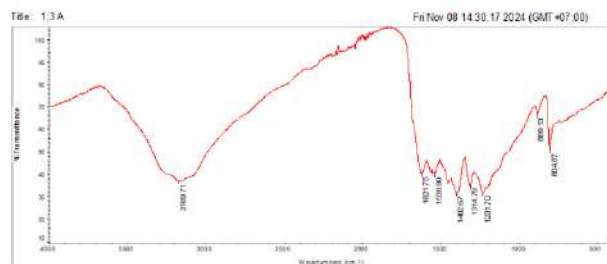
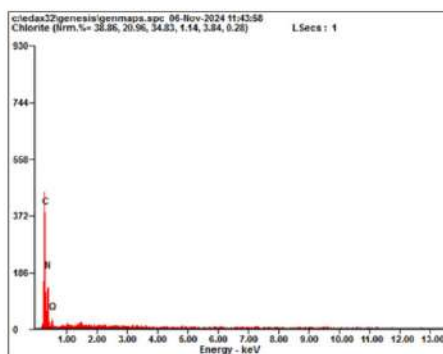
Dominasi g-C₃N₄ dapat meningkatkan kemampuan menghasilkan radikal bebas saat terpapar cahaya UV atau visible, mendukung proses degradasi senyawa organik

Elemen Teridentifikasi C = 31,27 (Wt%), 34,97 (At%), N = 61,22 (Wt%), 58,72 (At%), O = 7,52 (Wt%), 6,31 (At%)

Hasil Uji SEM dengan perbesaran 10.000 x Terdapat kluster-kluster besar yang menunjukkan aglomerasi material

Hasil uji pH = 6, TDS = 2553 ppm (efektivitas 13,95%), TSS = 0,1 mg/L (efektivitas 50%), BOD = 50 mg/L (efektivitas 10,71%), COD = 109,44 mg/L (efektivitas 52,38%), Pb²⁺ = 1,358 ppm (efektivitas 9,3%), dan Cr⁶⁺ = 0,524 ppm (efektivitas 12,37%)

Porositas dan struktur berlapis dapat meningkatkan efisiensi adsorpsi polutan dan aksesibilitas ke area aktif fotokatalis



Gambar 2: Infografis Komposit *hydrochar*/ g-C₃N₄

Hasil dan Pembahasan

Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium, jika dibiarkan menumpuk dan dibuang begitu saja ke saluran air, dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pada sistem saraf, gangguan pertumbuhan, gagal ginjal, kanker paru-paru, dan lainnya. Pengolahan limbah menggunakan metode tradisional seperti adsorpsi dan koagulasi sering kali menghadapi keterbatasan dalam hal selektivitas dan efisiensi regenerasi. Sebagai alternatif, fotokatalisis berbasis komposit *hydrochar* dari tempurung kelapa dan $g-C_3N_4$ (HC/CN) menawarkan solusi yang lebih baik, karena dapat mengurai polutan hingga mineralisasi sempurna tanpa menghasilkan produk samping yang berbahaya. Oleh karena itu, metode ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengolahan limbah cair dan menjadikannya lebih ramah lingkungan, sekaligus mengurangi beban biaya operasional laboratorium secara signifikan.

Sebagai langkah awal, dilakukan uji pendahuluan terhadap kualitas limbah untuk mengetahui kondisi awalnya, yang nantinya akan menjadi acuan dalam mengevaluasi perubahan kualitas limbah setelah pengolahan dengan komposit HC/CN. Hasil uji pendahuluan menunjukkan parameter limbah sebagai berikut: pH = 6, TDS = 2967 ppm, TSS = 0,2 mg/L, COD = 229,82 mg/L, BOD = 56 mg/L, Pb^{2+} =

1,451 ppm, dan Cr^{6+} = 0,598 ppm. Berdasarkan hasil ini, kualitas limbah laboratorium masih jauh dari standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan untuk meningkatkan kualitas limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Penelitian ini menguji variasi perbandingan massa komposit $g-C_3N_4$ dan *hydrochar* tempurung kelapa (b/b) dengan rasio 1:0, 1:1, 1:3, 3:1, dan 0:1 (Tu, *et al.*, 2021) serta variasi waktu kontak (30, 60, 90 menit) (Chan, *et al.*, 2014). Sampel limbah diambil sebanyak 1 liter dengan pengenceran 5 kali dan diletakkan dalam reaktor gelap untuk memeriksa daya adsorpsi sebelum proses fotokatalisis dimulai. Setelah itu, komposit sebanyak 1 gram ditambahkan, dan setelah 30 menit dalam kondisi gelap, sampel diambil untuk melanjutkan proses fotokatalisis dengan menyalakan lampu LED Blue. Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 menit untuk memantau laju degradasi polutan. Dilakukan uji COD sebagai pengujian yang digunakan sebagai patokan untuk melanjutkan pemilihan komposit terbaik. Komposit 1:3 menunjukkan efektivitas penyisihan limbah sebesar 52,38% sehingga menjadi komposit terbaik dalam mengolah limbah cair laboratorium. Berikut efektivitas penyisihan limbah cair laboratorium menggunakan komposit 1:3 pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi Penyisihan limbah dengan Komposit 1:3

Parameter	Kondisi Awal Limbah	Setelah Pengolahan dengan Komposit 1:3	Efektifitas Penyisihan (%)
pH	6	6	0%
TDS (ppm)	2967	2553	13,95%
TSS (mg/L)	0,2	0,1	50%
COD (mg/L)	229,82	109,44	52,38%
BOD (mg/L)	56	50	10,71%
Pb^{2+} (mg/L)	1,451	1,358	9,3%
Cr^{6+} (mg/L)	0,598	0,524	12,37%



Penelitian ini menunjukkan dedikasi yang tinggi dalam mencari solusi praktis dan ramah lingkungan untuk masalah limbah cair laboratorium. Dengan pemanfaatan fotokatalis berbahan dasar g-C₃N₄ dan hydrochar dari limbah tempurung kelapa, penelitian ini tidak hanya inovatif tetapi juga memberdayakan potensi sumber daya lokal yang berkelanjutan. Harapannya, hasil penelitian ini bisa menjadi model pengelolaan limbah yang dapat diterapkan di berbagai laboratorium lain, baik di lingkungan akademik maupun industri."

Ardhana Rahmayanti (Dosen Mata Kuliah Kimia Lingkungan 2, Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo.)

Semua variasi komposit tidak mengubah pH dari limbah, begitu juga komposit 1:3. Hal ini menunjukkan bahwa komposit bersifat netral dan penambahannya yang sedikit yaitu 1 g per 1 Liter limbah. Hasil ini menunjukkan bahwa *hydrochar* memiliki luas permukaan yang baik dan porositas tinggi, efektif menyerap polutan organik dan logam berat (seperti Pb²⁺ dan Cr⁶⁺) pada tahap awal (dalam kondisi gelap), sementara g-C₃N₄ sangat efektif dalam mendekomposisi polutan organik melalui proses fotokatalisis ketika terkena cahaya (Jiaqi, 2021), terutama sinar LED biru. Pada perbandingan 1:3, jumlah g-C₃N₄ yang lebih banyak memberikan kontribusi signifikan terhadap aktivitas fotokatalitik, sementara *hydrochar* tetap cukup efektif memberikan daya adsorpsi awal yang optimal (Cheng, *et al.*, 2021). Sinergi antara kedua bahan ini menghasilkan efisiensi yang lebih baik dalam proses degradasi limbah.

Manfaat Penelitian

Bagi Peneliti:

1. Kontribusi terhadap Pengembangan Teknologi: Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi fotokatalis berbasis material yang ramah lingkungan, dapat diaplikasikan dalam berbagai sektor, terutama dalam pengelolaan limbah cair. Hal ini membuka peluang untuk inovasi lebih lanjut dalam bidang teknologi lingkungan.

2. Langkah Awal untuk Metode Pengolahan Limbah: Penelitian ini menjadi langkah awal yang penting dalam pengembangan metode pengolahan limbah cair yang lebih efisien, inovatif, dan aplikatif, yang dapat diterapkan di berbagai laboratorium atau industri yang menghadapi permasalahan limbah cair serupa.
3. Peluang Kolaborasi: Penelitian ini membuka peluang bagi peneliti untuk menjalin kolaborasi dengan institusi lain atau industri yang fokus pada pengelolaan limbah, serta mengembangkan aplikasi praktis dari hasil penelitian ini untuk kepentingan masyarakat dan industri.

Bagi Mahasiswa:

1. Edukasi tentang Pengelolaan Limbah: Penelitian ini memberikan pemahaman yang mendalam kepada mahasiswa tentang pentingnya pengelolaan limbah cair laboratorium secara berkelanjutan, yang sangat relevan dengan isu lingkungan saat ini. Mahasiswa dapat mempelajari cara-cara mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan.
2. Referensi untuk Proyek Akademik: Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dan inspirasi bagi mahasiswa dalam mengerjakan proyek penelitian, tugas akhir, atau skripsi yang berkaitan dengan pengelolaan limbah atau pengembangan material fotokatalis. Ini juga membuka peluang bagi mereka

untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut di bidang yang sama.

3. Peningkatan Keahlian Praktikum: Melalui penelitian ini, mahasiswa berkesempatan untuk mempelajari teknik sintesis dan karakterisasi material fotokatalis, yang akan meningkatkan keterampilan praktikum mereka di laboratorium. Keahlian ini akan sangat berharga bagi karier profesional mereka di masa depan.

Bagi Kampus:

1. Efisiensi Pengelolaan Limbah: Dengan hasil penelitian ini, kampus dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah cair praktikum di laboratorium, yang berdampak positif pada upaya pengurangan pencemaran lingkungan sekitar kampus. Ini juga mengurangi dampak negatif limbah terhadap kualitas air dan tanah di sekitar kampus.
2. Peningkatan Citra sebagai *Green Campus*: Penelitian ini mendukung upaya kampus dalam mewujudkan konsep *Green Campus*, yang menekankan pada keberlanjutan lingkungan. Kampus yang berfokus pada pengelolaan limbah secara efisien akan semakin dikenal sebagai institusi yang ramah lingkungan, yang tentunya meningkatkan reputasi akademik dan sosialnya.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo yang telah mendukung kegiatan KILAB 2024, Bapak Muchammad Tamyiz, M. Si., Ph. D, selaku dosen pembimbing KILAB sekaligus Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan, Ibu Listin Fitiranah, S. P., M. Si, selaku Dekan Fakultas Teknik, serta seluruh civitas Akademika Fakultas Teknik.




Video 2: Solusi hemat untuk limbah laboratorium

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



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 Lingkungan Lahan Basah*, 5(1).
- Chan, A. A., Raman, A. A., Chom, W. L., & Buthiyappan, A. (2014). Graphene Oxide Impregnated Activated Carbon Derived from Coconut Shell Through Hydrothermal



Carbonization for Cationic Dye Removal: Adsorptive Performance, Kinetics, and Chemistry of Interaction. *Journal of Cleaner Production*, 437, 1-19.

Cheng, C., Ding, L., Guo, Q., He, Q., Gong, Y., Alexander, K. N., & Yu, G. (2022). Process Analysis and Kinetic Modeling of Coconut Shell Hydrothermal Carbonization. *Applied Elsevier*, 315, 1-10.

Jiaqi, D., Zhang, Y., Hussain, M. I., Zhou, W., Chen, Y., & Wang, L. N. (2021). g-C₃N₄: Properties, Pore Modifications and Photocatalytic Applications. *Nanomaterials*, 1-35

Sari, Y. (2019). Mengolah COD pada Limbah Laboratorium. *Jurnal Komunitas : Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 22-31.

Tu, W., Liu, Y., Xie, Z., Chen, M., Ma, L., Du, G., & Zu, M. (2021). A Novel Activation-Hydrochar Via Hydrothermal Carbonization and KOH Activation of Sewage Sludge and Coconut Shell for Biomass Wastes: Preparation, Characterization and Adsorption Properties. *Journal of Colloid and Interface Science*, 593, 390-407.

Lampiran:

https://drive.google.com/file/d/1BE7XcGfN9FU-1k--hHclNaad-oJD5biP/view?usp=drive_link

Minyak Kedelai Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Imersi

Soybean Oil As An Alternative To Immersion Oil

Lailatul Bilzil Shuvriah*, Izzatun Nailah, Tri Wahyuni Bintarti (Dosen Pendamping)

bilzil@unusa.ac.id*

Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya.



Abstrak

Mikroskop merupakan alat laboratorium yang digunakan untuk mengamati benda kecil berukuran mikro. Pengamatan objek dengan perbesaran 100x diharuskan menggunakan minyak imersi untuk memperjelas gambar objek yang akan diamati. Minyak imersi memiliki nilai indeks bias 1.5 yang mirip dengan indeks bias kaca yaitu sekitar 1.485-1.755. Namun minyak imersi mengandung klorin, parafin terklorinasi dan dibutil flatat yang bersifat teratogenik, fetotoksik dan karsinogenik yang berbahaya bagi tubuh. Minyak imersi dapat menyebabkan iritasi pada kulit, iritasi pada mata dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan. Terdapat minyak alami yang mempunyai nilai indeks bias mendekati kaca yaitu minyak kedelai. Minyak kedelai memiliki nilai indeks bias 1.473-1477. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa minyak kedelai dapat digunakan sebagai alternatif minyak imersi untuk pengamatan objek dengan perbesaran 100x. Metode yang digunakan yaitu membandingkan hasil pengamatan preparat/objek menggunakan minyak imersi dan minyak kedelai. Hasil penelitian ini berupa minyak kedelai murni yang digunakan sebagai pengganti oil imersi.

Kata Kunci

- Mikroskop
- Minyak Imersi
- Minyak Kedelai

Keywords

- *Microscope*
- *Immersion Oil*
- *Soybean Oil*

Abstract

A microscope is a laboratory tool used to observe small, micro-sized objects. Observing objects with 100x magnification is required to use immersion oil to clarify the image of the object to be observed. Immersion oil has a refractive index value of 1.5 which is similar to the refractive index of glass, which is around 1.485-1.755. However, immersion oil contains chlorine, chlorinated paraffin and dibutyl flatate which are teratogenic, fetotoxic and carcinogenic which are dangerous for the body. Immersion oil can cause skin irritation, eye irritation and can cause respiratory problems. There is a natural oil that has a refractive index value close to glass, namely soybean oil. Soybean oil has a refractive index value of 1.473-1477. This research aims to prove that soybean oil can be used as an alternative to immersion oil for observing objects at 100x magnification. The method used is to compare the results of observations of preparations/objects using immersion oil and soybean oil. The results of this research are pure soybean oil which is used as a substitute for immersion oil.

Mikroskop merupakan alat laboratorium yang digunakan untuk melihat ataupun mengamati benda kecil berukuran mikro atau benda yang tidak bisa dilihat menggunakan mata secara langsung dengan cara melakukan perbesaran bayangan objek dengan menggunakan lensa (Muqoddam, 2020). Lensa objektif pada mikroskop memiliki perbesaran 4x, 10x, 40x dan 100x. Semakin besar perbesaran maka benda yang nampak akan semakin besar (*zoom*) dan detail. Pengamatan dengan perbesaran 100x diharuskan menggunakan minyak imersi untuk memperjelas gambar objek yang akan diamati. Apabila tidak menggunakan minyak imersi maka hasil pengamatan akan terlihat kabur atau tidak jelas (Mautuka, 2016).

Minyak imersi adalah minyak transparan yang memiliki karakteristik tertentu yang diperlukan untuk digunakan dalam mikroskop. Minyak imersi memiliki nilai indeks bias 1.5 yang mirip dengan indeks bias kaca yaitu sekitar 1.485-1.755. Nilai tersebut yang menyebabkan minyak imersi dapat memperjelas objek pengamatan sehingga warna dan kecerahannya akan lebih nampak (Maharani, 2020). Namun minyak imersi mengandung klorin, parafin terklorinasi dan dibutil flatat yang bersifat teratogenik, fetotoksik dan karsinogenik yang berbahaya bagi tubuh. Minyak imersi dapat menyebabkan iritasi pada kulit, iritasi pada mata dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan (Binder, *et al.*, 2015). Selain kandungan minyak imersi bersifat karsinogenik, minyak imersi umumnya diperoleh dengan cara sintetik dengan biaya yang cukup mahal.

Minyak imersi mengandung klorin, parafin terklorinasi dan dibutil flatat yang bersifat teratogenik, fetotoksik dan karsinogenik yang berbahaya bagi tubuh. Minyak imersi dapat

menyebabkan iritasi pada kulit, iritasi pada mata dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan (Binder, *et al.*, 2015). Hal ini menyebabkan pengguna laboratorium baik itu dosen, laboran, dan mahasiswa merasa tidak safety saat menggunakan mikroskop dengan minyak imersi.

Peneliti bermaksud mencari alternatif minyak imersi dari bahan alami yang tidak berbahaya bagi tubuh. Terdapat minyak nabati yang memiliki nilai indeks bias mendekati nilai indeks bias kaca yaitu minyak kedelai. Minyak kedelai memiliki nilai indeks bias 1.473-1.477, dimana nilai indeks bias tersebut mendekati nilai indeks bias pada kaca (Anwar, 2016).

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental untuk membuktikan bahwa minyak kedelai dapat dijadikan alternatif pengganti minyak imersi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya dan Laboratorium Kimia Fakultas Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Pelaksanaan penelitian direncanakan dari bulan Juni sampai bulan Agustus 2024.

Proses pembuatan ekstrak minyak kedelai menggunakan alat sokletasi dan evaporasi selama 6-7 jam, dengan pengulangan 3 siklus. Hasil minyak kedelai murni dilakukan penentuan bilangan asam menggunakan metode titrasi. Selanjutnya pengujian minyak imersi dan minyak kedelai menggunakan mikroskop dengan pengamatan preparat hapusan darah tepi. Preparat hapusan darah tepi diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x menggunakan minyak imersi dan minyak kedelai. Hasil pengamatan pada minyak imersi dibandingkan dengan hasil pengamatan menggunakan minyak kedelai.

Minyak Kedelai Bisa Digunakan Memperjelas Benda Kecil?



MINYAK IMERSI

Karsinogenik			 Membahayakan Lingkungan
Iritasi			 Beracun

MINYAK KEDELAI

Tidak Karsinogenik			 Tidak Membahayakan Lingkungan
Tidak Menyebabkan Iritasi			 Beracun

FAKULTAS KEDOKTERAN UNUSA

Gambar 1: Infografis kelebihan minyak kedelai sebagai minyak imersi



Dengan adanya minyak kedelai sebagai alternatif pengganti minyak imersi ini sangat bermanfaat bagi kami para pengguna laboratorium terutama saat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x. minyak kedelai ini sangat aman karena minyak kedelai sendiri berasal dari bahan alami berbeda dengan minyak imersi sintetis yang mengandung bahan karsinogenik. Inovasi ini sangat membantu dan menjadikan kami merasa lebih safety. Meskipun penggunaan minyak imersi sintetis sangat sedikit, tapi justru hal tersebut yang sering kita anggap sepele padahal berbahaya bagi tubuh.”

dr. Lysa Veterini, Sp.PA (Dosen Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya dan Dokter Spesialis Patologi Anatomi RSI Jemursari Surabaya)

Hasil dan Pembahasan

Minyak imersi adalah minyak transparan yang memiliki karakteristik tertentu yang diperlukan untuk digunakan dalam mikroskop. Minyak imersi memiliki nilai indeks bias 1.5 yang mirip dengan indeks bias kaca yaitu sekitar 1.485-1.755. Nilai tersebut yang menyebabkan minyak imersi dapat memperjelas objek pengamatan sehingga warna dan kecerahannya akan lebih nampak (Maharani, 2020). Namun minyak imersi mengandung klorin, parafin terklorinasi, dan dibutil flatat yang bersifat teratogenik, fetotoksik dan karsinogenik yang berbahaya bagi tubuh. Minyak imersi dapat menyebabkan iritasi pada kulit, iritasi pada mata dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan (Binder, *et al.*, 2015). Kandungan berbahaya pada minyak imersi membuat pengguna laboratorium (dosen, laboran dan mahasiswa) merasa resah dan merasa kurang safety saat menggunakan minyak imersi. Kami bermaksud mencari alternatif minyak imersi dari bahan alami yang tidak berbahaya bagi tubuh. Terdapat minyak nabati yang memiliki nilai indeks bias mendekati nilai indeks bias kaca yaitu minyak kedelai. Minyak kedelai memiliki nilai indeks bias 1.473-1.477, dimana nilai indeks bias tersebut mendekati nilai indeks bias pada kaca (Anwar, 2016). Hal tersebut membuat kami memutuskan untuk mencoba minyak kedelai sebagai pengganti minyak imersi karena nilai indeks bias minyak kedelai mirip dengan kaca.



Video 1: Minyak kedelai untuk penggunaan mikroskop.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Kami melakukan ekstraksi kedelai di laboratorium kimia fakultas kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya dengan menggunakan alat sokletasi yang berfungsi untuk mendapatkan ekstrak minyak kedelai

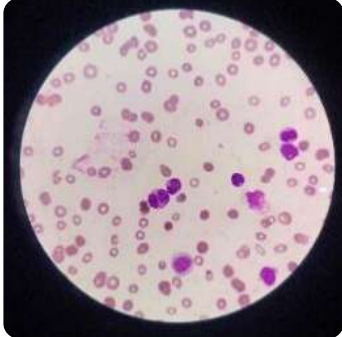
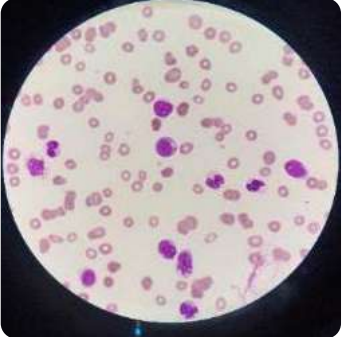
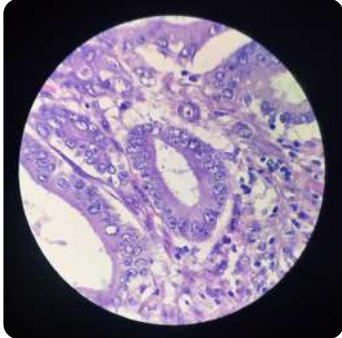
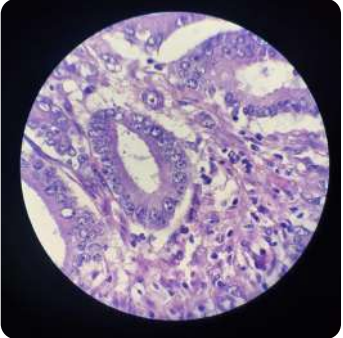
secara kasar. Dalam 1x ekstraksi dengan alat soxhlet kami memerlukan waktu 6-7 jam untuk mendapatkan minyak kasar yang masih bercampur dengan pelarut organik yaitu n-hexan. Minyak hasil ekstraksi dengan alat soxhlet selanjutnya dimurnikan dari pelarut organiknya menggunakan alat evaporasi sampai tidak terlihat lagi tetesan pelarut hasil kondensasi dan diperoleh minyak kedelai kasar. Untuk mendapatkan minyak kedelai yang murni bebas dari getah, lendir dan kotoran lain seperti fosfotida, protein, residu karbohidrat, air dan resin pada minyak dilakukan penyaringan dan sentrifugasi berulang kali.

Setelah mendapatkan minyak kedelai yang murni, dilakukan titrasi untuk mengetahui bilangan asam pada minyak kedelai. Dari hasil titrasi dan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh % kadar asam minyak kedelai sebesar 0,045% dan % kadar asam pada oil imersi sebesar 0,071%. Hasil persen (%) kadar asam pada minyak kedelai lebih rendah dibandingkan dengan minyak imersi. Kami melakukan penentuan bilangan asam karena

sebelum pengembangan minyak imersi sintetis pada tahun 1940an, minyak pohon cedar banyak digunakan untuk memperjelas gambar objek yang diamati pada perbesaran tinggi. Minyak cedar memiliki indeks bias sekitar 1,516. Namun minyak cedar memiliki tingkat keasaman yang cukup tinggi sehingga berpotensi merusak lensa jika digunakan berulang kali sehingga digantikan oleh minyak imersi sintetis (Fankhauser, 2004). Oleh karena itu, peneliti membandingkan nilai bilangan asam pada minyak kedelai dan minyak imersi.

Setelah dilakukan penentuan bilangan asam, selanjutnya dilakukan pengamatan pada preparat hapusan darah tepi dengan menggunakan minyak imersi dan minyak kedelai. Hasil pengamatan menunjukkan kejelasan gambar yang diperoleh menggunakan minyak imersi tidak jauh berbeda dengan gambar pada minyak kedelai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa minyak kedelai dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti minyak imersi.

Tabel 1: Perbandingan hasil pengamatan dengan minyak imersi biasa dan minyak kedelai

No.	Hasil Pengamatan Minyak Imersi	Hasil Pengamatan Minyak Kedelai
1		
2		

Dari hasil dari perbandingan di atas, terlihat bahwa hasil dari minyak imersi dan minyak kedelai tidak jauh berbeda dari pengamatan hapusan darah pada mikroskop.

Manfaat Penelitian

Kebermanfaatannya dari penelitian ini untuk kami sebagai peneliti, kami dapat mengetahui jika hasil dari perbandingan minyak imersi dan minyak kedelai tidak jauh berbeda hasil dari pengamatan hapusan darah pada mikroskop. Mahasiswa juga mendapatkan kebermanfaatannya dari penelitian ini berupa rasa aman atau *safety* saat praktikum jika menggunakan mikroskop dengan minyak kedelai saat pengamatan preparat dengan perbesaran 100x. Sedangkan dari perguruan tinggi mendapatkan kebermanfaatannya dengan memiliki produk sendiri berupa minyak kedelai dan dapat menghemat anggaran praktikum untuk praktikum yang menggunakan minyak imersi.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024. Program KILab ini sangat bermanfaat bagi kami para laboran dalam menuangkan ide kreatif dan inovatif untuk mengatasi permasalahan yang terdapat di laboratorium.
2. Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung kami, terutama kepada direktorat sumber daya sehingga Karya Inovasi Laboran dengan judul "Minyak Kedelai Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Imersi" dapat terselesaikan.
3. Kami menyampaikan terima kasih kepada Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya atas dukungan dari segi materil dan imateril demi kelancaran penelitian, diseminasi internal maupun desiminasi eksternal. Semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan bapak ibu.

Daftar Pustaka

- Anwar, F., Kamal, G. M., Nadeem, F., & Shabir, G. (2016). Variations of quality characteristics among oils of different soybean varieties. *Journal of King Saud University - Science*, 28(4), 332–338. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2015.10.001>
- Binder, M., Kittler, H., Pehamberger, H., Wolff, K., & Bernhard, J. D. (2015). Possible hazard to patients from immersion oil used for epilluminescence microscopy Therapeutic failure of high-dose intravenous immunoglobulin in pemphigus vulgaris. *Lancet, The*, 40(3), 499–500.
- David Fankhauser. (2004). Immersion Oil Microscopy. *University of Cincinnati, Clermont College*.
- David R. Bickers, Julie Eiseman, Attallah Kappas, A. P. A. (1975). Microscope immersion oils: effects of skin application on cutaneous and hepatic drug-metabolizing enzymes. *Biochemical Pharmacology*, 24(7).
- Hasna, N. (2017). *Pabrik Minyak Goreng Dari Kedelai Dengan Proses Solvent Extraction*. 268.
- Maghreza, D. Y. (2022). Daya Saing Crude Palm Oil (Cpo) Indonesia Di Pasar Minyak Nabati India Periode 2010–2020.
- Maharani, R. I., Mustikaningtyas, D., & Widyaningrum, K. (2020). Vegetable Oil Sebagai Alternatif Pengganti Immersion Oil. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 3(2), 37–43. <https://doi.org/10.30743/best.v3i2.2804>
- Mautuka, Z. A. (2016). Screening Minyak Nabati Untuk Minyak Imersi Mikroskop Optik. *Jurnal Kimia*, 3(4), 1,2.
- Muqoddam, M., Kartika, W., & Wibowo, S. A. (2020). Modul Digitalisasi Mikroskop. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.18196/mt.020113>
- Setiawan, S. Y., Soetjipto, H., & Kristijanto, A. I. (2017). Karakterisasi dan Identifikasi Komponen Kimiawi Minyak Tempe Selama Proses Pembersukan. *Universitas Kristen Satya Wacana, 2011*, 32.
- Wiwindasari, Zainal, & Syarifudin, A. (2022). Pengaruh Jenis Minyak dan Penggorengan Berulang Menggunakan Penggorengan Vakum Terhadap Kualitas Minyak Goreng Pada Pembuatan Keripik Pisang Kepok (Musa acuminate balbisiana Colla). *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 809–820.
- Yoan Ayu Puspita. (2016). Proses Pengambilan Minyak Kedelai (Glycine max) Menggunakan Alat Press Hidrolik Dengan Variabel Suhu Pemanasan Awal dan Tekanan Pengepresan. Universitas Diponegoro.

Inovasi Purwarupa Chemical Reaction Chamber dengan Sistem Lemari Asam Sederhana untuk Uji Kualitatif Skrining Fitokimia

Prototype Innovation of Chemical Reaction Chamber with Modest Fume Hood System Applied for Phytochemical Screening Qualitative Analysis

Lidya Linda Nilatari*, Agus Sarwono, Verry Andre Fabiani (Dosen Pendamping)

lidyalinita@gmail.com*

Laboratorium Dasar Terpadu, Bengkel Teknik (Bidang Teknik Mesin), Universitas Bangka, Belitung



Abstrak

Dalam mendukung kegiatan tridharma perguruan tinggi, laboran dituntut untuk meningkatkan kompetensi dan menghasilkan inovasi yang berdampak positif bagi institusi dan civitas akademis. Dalam konteks laboratorium kimia, penggunaan bahan kimia berbahaya sering kali menimbulkan risiko keselamatan bagi pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Purwarupa *Chemical Reaction Chamber* (CRC) dengan sistem lemari asam sederhana yang dapat meningkatkan fasilitas dalam melakukan Uji Kualitatif Skrining Fitokimia. Inovasi CRC ini diharapkan dapat meningkatkan mutu layanan laboratorium, mencapai penghematan anggaran, serta mempermudah pelaksanaan pengujian sambil meningkatkan keamanan dan kenyamanan di Laboratorium Dasar UBB. Penelitian ini dilaksanakan pada September-November 2024 di Laboratorium Dasar dan Laboratorium Teknik Mesin UBB, dengan mengadaptasi enam langkah awal dalam metode *Research & Development* (R&D): (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, dan (6) uji coba produk. Data dikumpulkan melalui kuesioner dan dianalisis secara statistik. Analisis data dilakukan menggunakan t-test berkorelasi untuk mengukur perbedaan antara kondisi tanpa dan dengan penggunaan CRC. Temuan ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan terhadap praktik laboratorium dan menjadi referensi pengembangan alat serupa di masa depan.

Abstract

To support the tridharma activities at the university, it is essential for laborants to enhance their competencies, particularly in producing innovations that positively impact both the institution and the academic community. In chemical laboratories, the use of hazardous chemicals poses safety risks for users. Therefore, the development of safer and more efficient tools is essential. This research aims to develop a prototype of the *Chemical Reaction Chamber* (CRC) with a modest fume hood system to improve qualitative phytochemical screening tests. This CRC innovation is expected to enhance the quality of laboratory services, achieve budget savings, facilitate phytochemical screening tests, and improve safety and comfort in the Basic Laboratory. The research was conducted from September to November 2024 in the Basic Laboratory and the Mechanical Engineering Laboratory at Universitas Bangka Belitung, following the first six steps of the *Research & Development* (R&D) method: (1) identifying potential and problems, (2) data collection, (3) product design, (4) design validation, (5) design revision, and (6) product testing. Data were collected through questionnaires and statistically analyzed to support report preparation. Data analysis was conducted using related t-tests to measure the differences between conditions with and without the CRC. This innovation is expected to provide significant contributions to laboratory practices and serve as a reference for the development of similar tools in the future.

Kata Kunci

- *Chemical Reaction Chamber*
- Keamanan Laboratorium
- Skrining Fitokimia

Keywords

- *Chemical Reaction Chamber*
- *Laboratory Safety*
- *Phytochemical Screening*

Laboran di perguruan tinggi perlu meningkatkan kompetensi dan inovasi untuk mendukung kegiatan laboratorium. Oleh karena itu, laboran tidak hanya mampu menganalisis kebutuhan pengguna laboratorium namun juga berkompeten dalam membentuk dan mengembangkan inovasi untuk meningkatkan mutu layanan laboratorium. Di Laboratorium Dasar Terpadu Universitas Bangka Belitung, uji skrining fitokimia melibatkan bahan kimia berbahaya yang memerlukan tindakan pengamanan dalam bekerja. Di Laboratorium Dasar Universitas Bangka Belitung, uji kualitatif skrining fitokimia, yang melibatkan analisis metabolit sekunder, antibakteri, dan antioksidan, menjadi salah satu kegiatan penelitian yang esensial di bidang kimia organik ataupun farmasi. Namun, proses ini juga melibatkan penggunaan berbagai bahan kimia berbahaya, seperti asam klorida, asam sulfat, dan *chloroform*, yang jika tidak dikelola dengan hati-hati dapat menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi praktikan dan peneliti. Untuk itu, kami berinovasi dengan *Chemical Reaction Chamber*, sebuah *chamber* dengan sistem *duct* yang menyerupai lemari asam, namun lebih sederhana dan dirancang untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi selama uji skrining. Alat ini dilengkapi dengan rak observasi akrilik, *QR catalogue*, dan kabinet penyimpanan reagen. Inovasi ini diharapkan meningkatkan keselamatan, efisiensi biaya, dan kenyamanan praktikan di laboratorium.

Banyak tantangan yang dihadapi sehingga penelitian ini hadir, di antaranya:

1. Tantangan pengelolaan laboratorium yang optimal di mana laboran tidak hanya diharapkan untuk mampu menganalisis kebutuhan pengguna laboratorium, tapi juga mampu menciptakan inovasi yang bisa meningkatkan mutu layanan laboratorium.

2. Kebutuhan pengguna laboratorium akan alat yang mampu memberikan keamanan dalam bekerja menggunakan bahan kimia khusus/berbahaya.
3. Intensitas uji skrining fitokimia di Laboratorium Dasar Terpadu terus meningkat, memerlukan alat yang aman dan efisien.
4. Diperlukan alat yang dapat memberikan efisiensi kerja, ruang, dan biaya, sebagai alternatif lemari asam yang lebih mahal dan memakan ruang.

Gagasan ini muncul dari pengamatan terhadap keterbatasan alat yang ada, merujuk pada hasil analisis kondisi eksisting di Laboratorium Dasar Universitas Bangka Belitung, yang mengidentifikasi adanya ketidaksesuaian antara kebutuhan laboratorium dan alat yang tersedia. Meskipun penggunaan lemari asam merupakan prosedur yang tepat untuk menangani bahan kimia berbahaya, alat yang ada sering kali tidak cukup memadai untuk kebutuhan skala kecil atau untuk kegiatan yang tidak memerlukan ruang atau perlindungan sebesar lemari asam.

Sehingga muncul beberapa masalah di laboratorium seperti muncul risiko paparan bahan kimia karena pengguna laboratorium kekurangan aksesibilitas dalam menggunakan lemari asam sedangkan lemari asam akan membutuhkan biaya dan ruangan.

Metode

Penelitian ini mengadaptasi enam langkah pada metode penelitian *Research & Development* (R&D) untuk produk yang masih dalam tahap *prototype* atau purwarupa. Enam tahap itu antara lain: (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, dan (6) uji coba produk.

1. Analisis Potensi & Masalah dan Pengumpulan data

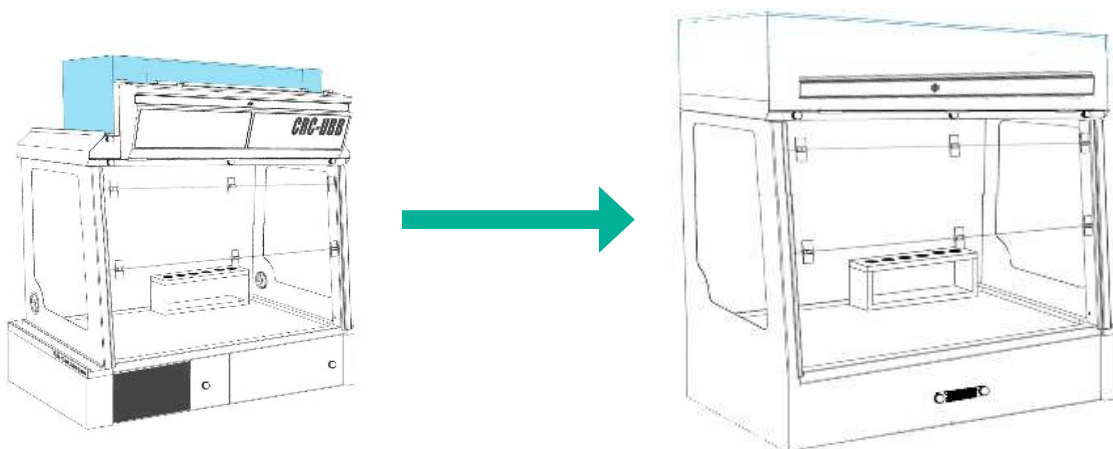


Gambar 1: Observasi Praktikan skrining fitokimia tanpa lemari asam



Gambar 2: Wawancara peneliti di Laboratorium Dasar Terpadu, FST.

2. Desain, Validasi dan Revisi Produk



Gambar 3: Desain alat awal dan dan desain alat yang sudah direvisi

Desain yang sudah dibuat divalidasi bersama tim dan dosen pendamping, kemudian dilakukan pengecekan dan kesesuaian dengan kebutuhan pemakaian alat. Revisi dilakukan untuk mempermudah proses pembuatan namun tidak mengurangi fungsi dan kebermanfaatan alat.

3. Pembuatan dan Uji Coba Prototipe

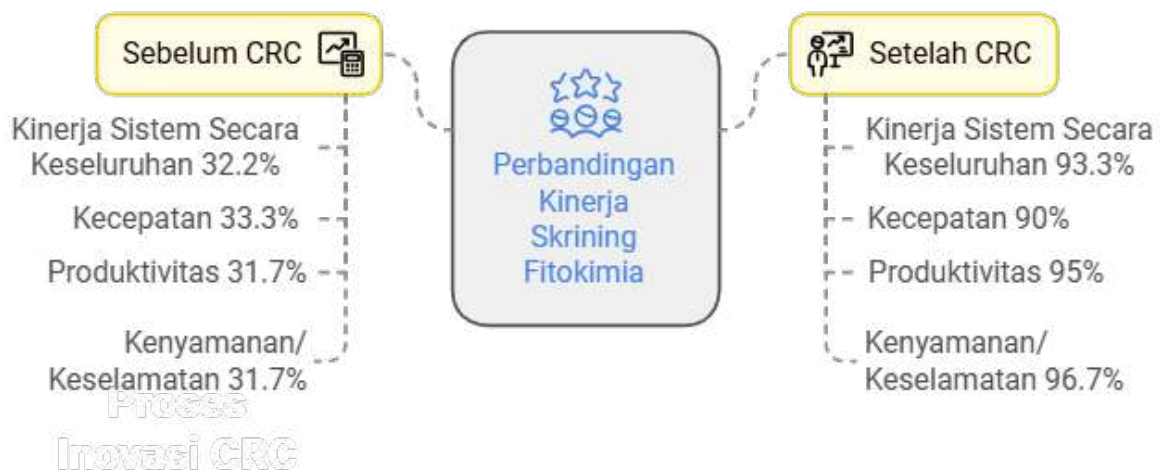


Gambar 4: Prototipe alat CRC



Gambar 5: Ujicoba Skrining fitokimia dengan alat *Chemical Reaction Chamber*(CRC)

4. Analisis Data



Gambar 6: bagan hasil analisis data kinerja sistem sebelum dan sesudah implementasi CRC



Gambar 7: Bagan hasil analisa data kuesioner dengan *T-Test Paired Sample with SPSS analytic Method*

Hasil dan Pembahasan

Masalah utama yang dihadapi adalah tingginya risiko keselamatan yang dialami oleh praktikan dan peneliti selama uji skrining fitokimia di Laboratorium Dasar Terpadu Universitas Bangka Belitung. Uji skrining fitokimia sering melibatkan bahan kimia berbahaya. Potensi bahaya bisa dikarenakan beberapa hal berikut ini:

1. Kesulitan akses ke lemari asam: Banyak praktikan dan peneliti merasa kesulitan untuk mengakses lemari asam karena sering digunakan oleh banyak orang.
2. Persepsi bahan kimia yang sedikit: Beberapa praktikan merasa bahwa penggunaan bahan kimia yang sedikit tidak memerlukan penggunaan lemari asam.

3. Preferensi praktikan: Beberapa praktikan lebih memilih melakukan pengamatan di luar lemari asam karena menganggapnya lebih praktis, meskipun itu meningkatkan risiko paparan bahan berbahaya.

Masalah ini berdampak pada keamanan dan kenyamanan selama proses pengujian. Selain itu, proses eksperimen yang tidak efisien juga menjadi tantangan bagi peningkatan kualitas layanan laboratorium. Keresahan juga muncul dari kebutuhan untuk menciptakan alat yang lebih efisien, hemat biaya, dan tetap mengedepankan keselamatan, tanpa mengorbankan efektivitas eksperimen.

Oleh sebab itu, inovasi yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan merancang *Chemical Reaction Chamber*, sebuah alat dengan desain sederhana yang berfungsi mirip lemari asam, tetapi lebih kecil dan lebih efisien.

Beberapa langkah tindak lanjut yang dilakukan untuk memastikan solusi ini efektif antara lain:

1. Evaluasi dan pengumpulan data mengenai efektivitas alat, termasuk kecepatan kerja, kenyamanan, dan keselamatan pengguna saat menggunakan *Chemical Reaction Chamber* dibandingkan dengan penggunaan lemari asam konvensional.
2. Pengembangan fitur, fasilitas guna meningkatkan kebermanfaatan alat.
3. Pengembangan alat untuk menambah fungsi alat menjadi reaktor fotokatalisator limbah dengan sinar UV.

Proses pembuatan dilakukan di Bengkel Teknik Bidang Mesin, FST, Universitas Bangka Belitung. Sedangkan proses pelaksanaan uji coba dilakukan di Laboratorium Dasar Terpadu, FST, Universitas Bangka Belitung.

Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti:

- a. Keamanan lebih tinggi dalam melakukan pengujian.
- b. Efisiensi kerja yang lebih baik dengan fasilitas yang lebih terorganisir.
- c. Kemudahan dokumentasi hasil penelitian menggunakan fitur *QR catalogue*.

2. Bagi Mahasiswa:

- a. Praktikum lebih aman dengan mengurangi risiko paparan bahan kimia berbahaya.
- b. Kualitas pembelajaran meningkat
- c. Pengalaman praktikum yang lebih baik

3. Bagi Kampus:

- a. Peningkatan reputasi akademik sebagai institusi yang mendukung inovasi.
- b. Efisiensi biaya dan ruang di laboratorium.

Secara keseluruhan, CRC memberikan keamanan, efisiensi, dan peningkatan kualitas yang bermanfaat bagi peneliti, mahasiswa, dan kampus secara menyeluruh.



*Sebagai pengelola laboratorium, menurut saya ada dampak positif dengan adanya *Chemical Reaction Chamber* (CRC) dalam meningkatkan mutu layanan laboratorium. Selain meminimalkan risiko kecelakaan, CRC dapat membantu mengoptimalkan penggunaan ruang laboratorium dengan desain yang lebih ringkas dan efisien. Kami juga tidak perlu menambah tempat dan biaya bila harus menambah unit lemari asam, karena CRC sudah bisa memenuhi kebutuhan pengujian bahan kimia dalam skala kecil. Ini tentunya memberikan efisiensi biaya dan mempercepat proses penelitian di laboratorium. Kami bangga bisa mendukung mahasiswa dan dosen dengan fasilitas yang lebih baik dan lebih aman.”* **Herman Aldila, M. Si** (Kalab Laboratorium Dasar Terpadu, Universitas Bangka Belitung)

Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam pembuatan inovasi *Chemical Reaction Chamber* (CRC) di Universitas Bangka Belitung secara khusus kepada kepada:

1. Ditdya Kemdikbudristek yang memberikan kepercayaan dan kesempatan laboran berinovasi ,
2. Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan dan Fakultas Sains dan Teknologi, yang berkontribusi dalam memfasilitasi kegiatan ini,
3. Kepala Laboratorium Dasar Terpadu yang memberikan dukungan dan kemudahan bagi kami,
4. Dosen Pendamping yang memberikan koreksi dan saran perbaikan bagi inovasi kami,
5. Bitread Digital Publishing yang membantu proses luaran kami,
6. Tim peneliti yang telah bekerja keras untuk merancang dan merealisasikan CRC, dan
7. Semua dosen dan mahasiswa yang telah memberikan umpan balik dan kontribusi dalam proses pengembangan dan pengujian purwarupa CRC.

Semoga inovasi ini dapat membawa dampak positif dalam meningkatkan keamanan, efisiensi, dan mutu layanan di laboratorium, serta mendukung kegiatan tridharma perguruan tinggi secara optimal. Semoga inovasi ini dapat berkontribusi untuk kemajuan bersama.



Video 1: Aman dari paparan bahan kimia saat pembelajaran.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- D. Parks, James. (1985). "Laboratory Fume Hood." Lab Ronco.
- Darmawan, Sapta Satria. (2020). "Perancangan dan Pembuatan Lemari Asam (Fume Hood) Portable pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau Pekanbaru." (Tugas Akhir, Universitas Islam Riau) <https://repository.uir.ac.id/8667/1/153310862.pdf>
- Deepublish. (2023, 6 Februari). "Cara menulis Daftar Pustaka APA Style Edisi Terbaru (7th Edition)" <https://penerbitdeepublish.com/daftar-pustaka-apa-style/>
- Hurria. (2023). Fitokimia. Eureka Media Aksara. <https://repository.penerbiteureka.com/publications/565321/fitokimia>
- Imamkhasani, Soemanto. (2007). "Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Laboratorium Kimia." Binalab Bandung.
- Imamkhasani, Soemanto. (2008). "Keselamatan dalam Penyimpanan Bahan Kimia Berbahaya." Binalab Bandung.
- Julianto, T. S. (2019). "Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining fitokimia." Penerbit buku kedokteran EGC.
- Kartikasari, S. N. (2019). "Peran laboratorium sebagai pusat riset untuk meningkatkan mutu dari lembaga pendidikan pada jurusan THP_FTP_UNEJ." Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela), 2(1), 17-27. <https://doi.org/10.25077/temapela.2.1.17-27.2019>
- Manurung, B. H. (2012). "Sistem pemeliharaan dan cara kerja peralatan blower di pabrik mini plan PTKI Medan." (Tugas Akhir, Program Diploma IV Teknologi Instrumentasi Pabrik Institut Universitas Sumatra Utara).
- Putri, W. S., Warditiani, N. K., dan Larasanty, L. P. F. (2013). "Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L)." Journal Pharmacon, 09 (4), 56–59.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta Bandung.
- Zaki, Abdul Kadir. (2020). "Pengembangan Lemari Asam (Fume Hood) dengan 3 Variasi Kecepatan Menggunakan Sistem Otomatis Pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau." (Tugas Akhir, Universitas Islam Riau). <https://repository.uir.ac.id/17522/1/153310535.pdf>

Modifikasi Cabinet UV Lamp Terintegrasi Smart Kamera Sebagai Alat Penampak Bercak Pada Metode Analisa Kromatografi Lapis Tipis Sebagai Penunjang Praktikum Fitokimia

Modification of UV lamp cabinet with smart camera system for visualization of thin layer chromatography analysis to support phytochemical practices

Missya Putri Kurnia Pradani^{1*}, Sofyan Kurniawan², Muji Setiyo³ (Dosen Pendamping)

missyaputri@unimma.ac.id*

^{1,3}Laboratorium Farmasi, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang.

²Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang.



Abstrak

Cabinet UV Lamp merupakan instrumen pendukung penting dalam visualisasi metode analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Namun, instrumen yang tersedia di laboratorium saat ini masih tergolong sederhana dan kurang ergonomis dalam penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja instrumen laboratorium farmasi melalui modifikasi *Cabinet UV Lamp* yang sudah ada. Penelitian ini merupakan kolaborasi antara tim laboran Farmasi dan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Magelang. Modifikasi dilakukan dengan mengintegrasikan kamera pintar "*UV Cam TLC Viewer*" pada *Cabinet UV Lamp*, sehingga dapat digunakan sebagai alat visualisasi bercak pada analisis KLT yang menunjang kegiatan praktikum. Prototipe hasil inovasi ini dirancang untuk meningkatkan fungsi dan kinerja instrumen serupa, memberikan hasil analisis yang lebih maksimal, serta menjamin aspek keamanan dan ergonomi dalam penggunaannya. *UV Cam TLC Viewer* mampu memberikan hasil visualisasi pada panjang gelombang UV 254 nm dan 366 nm. Hasil visual yang diperoleh dapat langsung didokumentasikan, sekaligus dihitung nilai Rf untuk analisis semi-kuantitatif. Berdasarkan evaluasi pengguna, tingkat keamanan, kenyamanan, dan kemudahan penggunaan instrumen ini dinilai dalam kategori baik dengan skor kualitas sebesar 78%.



Abstract

The UV Lamp Cabinet is a crucial supporting instrument for visualization in Thin Layer Chromatography (TLC) analysis. However, the existing UV Lamp Cabinets in the laboratory are simple devices with limited ergonomic design, making them less efficient in practical use. This study aims to enhance laboratory equipment performance in the Pharmacy Laboratory by modifying the existing UV Lamp Cabinet. This research is a collaborative effort between the Pharmacy Laboratory team and the Mechanical Engineering department at Universitas Muhammadiyah Magelang. The modification involves integrating a smart camera system, the "*UV Cam TLC Viewer*," into the UV Lamp Cabinet to visualize spots in TLC analysis, supporting practical laboratory sessions. The resulting prototype demonstrates improved functionality and performance compared to similar instruments while ensuring enhanced safety, ergonomic design, and more optimal analytical results. The UV Cam TLC Viewer effectively visualizes at UV wavelengths of 254 nm and 366 nm. The captured visual results can be directly documented, and Rf values for semi-quantitative analysis can be calculated. User evaluations indicate that the instrument's safety, convenience, and ease of use are rated as good, with a quality score of 78%.

Kata Kunci

- Analisis
- Kromatografi
- Visualisasi

Keywords

- Analysis
- Chromatography
- Visualization



Cabinet UV Lamp merupakan salah satu instrumen penunjang dalam visualisasi hasil metode analisa Kromatografi Lapis Tipis. Meskipun metode ini merupakan metode analisis sederhana, namun berdasarkan hasil pencarian melalui Google scholar diperoleh 2430 artikel penelitian dengan berbagai macam topik analisis menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis dengan deteksi pada *UV Lamp* (Google scholar, 2024). Hasil visualisasi yang ditampilkan seringkali kurang memberikan hasil gambar yang tidak jelas dan kurang presisi hal tersebut disebabkan oleh dimensi alat yang tersedia kurang ergonomis, *user* hanya dapat mendokumentasikan hasil dari luar. Selain itu hasil visual yang diperoleh tidak dapat memberikan hasil analisa semi kuantitatifnya. Modifikasi *Cabinet UV Lamp* dengan penambahan fitur kamera dan alat ukur dapat memberikan hasil visualisasi yang lebih baik sekaligus dapat memberikan representasi hasil kualitatif dan semikuantitatif.

Kromatografi Lapis Tipis (KLT) merupakan salah satu metode analisis kromatografi sederhana, cepat, dan mudah digunakan. Interpretasi hasil analisis metode KLT bercak senyawa pada lempeng KLT hasil elusi dengan fase gerak dan nilai R_f sebagai hasil semi kuantitatif. Hasil tersebut dapat divisualisasikan dengan penyinaran lampu UV pada permukaan lempeng KLT. Bercak tersebut akan berfluoresensi pada UV lamp 254 dan akan meredam UV lamp 366 (Rosamah, 2019; Rubiyanto, 2016).

Namun demikian, hasil visualisasi yang ditampilkan seringkali kurang memberikan hasil yang tidak jelas, kurang presisi. Hal tersebut dikarenakan oleh beberapa faktor antara lain kondisi alat yang kurang ergonomis, kondisi lingkungan ruangan yang terpapar dengan cahaya yang terlalu terang sehingga mengganggu pengamatan. Selain itu instrumen kabinet yang tersedia tidak memiliki fitur alat

ukur untuk dapat melakukan analisa semi kuantitatifnya, selama ini *user/pengguna* melakukan analisa semi kuantitatif dengan melakukan penandaan manual pada lempeng KLT pada saat kondisi lampu UV menyala, hal ini berisiko adanya paparan uv pada kulit yang dapat menyebabkan kerusakan kulit dalam (Fitraneti *et al.*, 2024).

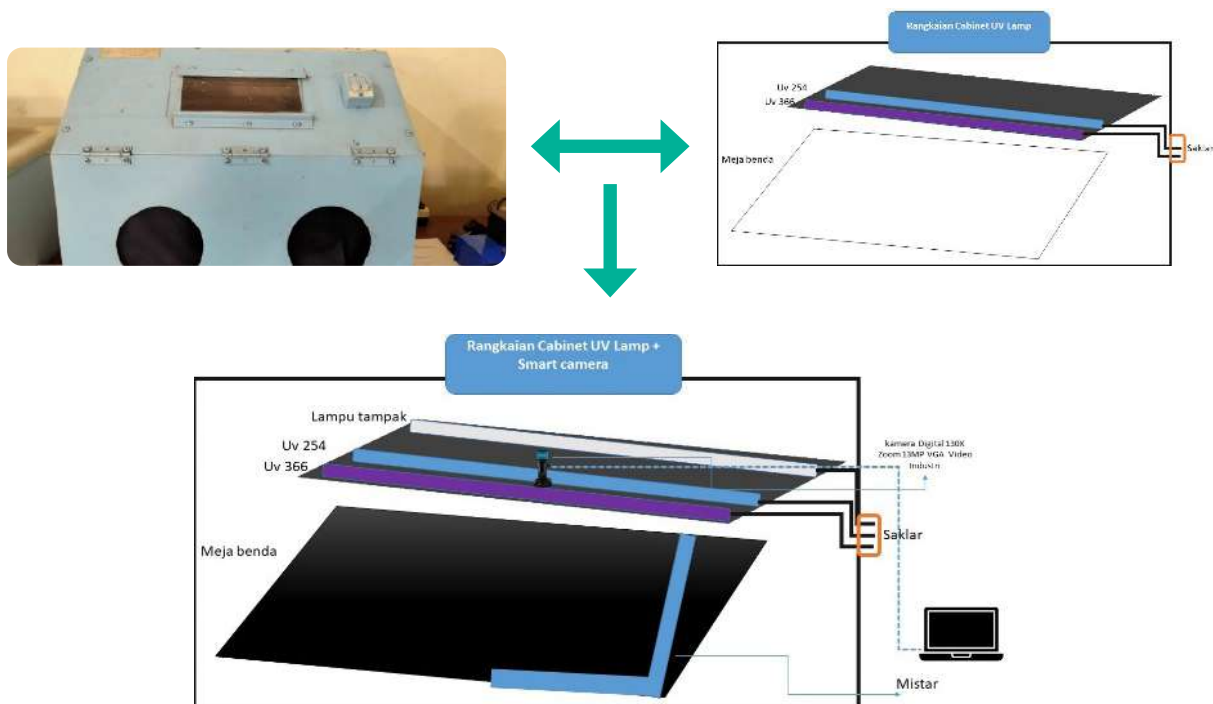
Selain faktor-faktor tersebut, sampai saat ini *cabinet UV Lamp* di laboratorium hanya memberikan visual pada lempeng KLT dan tidak terhubung dengan instrumen yang dapat mendokumentasikan hasil visualisasinya.

Inovasi dalam penelitian ini memodifikasi instrumen *cabinet UV Lamp* yang sudah ada di laboratorium dengan penambahan fitur *smart* kamera yang terintegrasi sehingga menjadi inovasi yang relevan dan dibutuhkan sebagai alat penunjang kegiatan praktikum fitokimia. Hasil karya ini merupakan kolaborasi penelitian antara laboran farmasi dan laboran teknik mesin untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di Laboratorium Farmasi dengan melibatkan laboran teknik mesin sebagai laboratorium yang memfasilitasi pembuatan rancangan instrumen. Dengan demikian, diharapkan inovasi ini dapat memberikan solusi terhadap problem dan kekurangan dari fungsi peralatan yang sudah ada serta dapat meningkatkan kinerja fungsi alat sebagai penunjang kegiatan praktikum di Laboratorium Farmasi Universitas Muhammadiyah Magelang.

Metode

A. Perencanaan Desain Modifikasi Instrumen

Tahap awal penelitian dalam pembuatan rancangan modifikasi instrumen *Cabinet UV Lamp* terintegrasi *smart* kamera. Rancangan desain instrumen merupakan pengembangan dari instrument yang telah tersedia di laboratorium. Adapun modifikasi yang dilakukan disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1: Desain Modifikasi Cabinet UV Lamp

B. Pengumpulan Alat dan Bahan

Tahap pengumpulan alat dan bahan penelitian dilakukan analisis kebutuhan peralatan dan bahan sesuai dengan spesifikasi desain instrumen yang akan dimodifikasi. Adapun alat dan bahan penunjang penelitian ini antara lain : *Light Tube Long Uv Lamp 254 nm*, *Light Tube Long-Wave Uv 366 nm*; *Light Tube Long*; kamera Digital 130X Zoom 13MP VGA; *uv lamp holder*; *Stand Aluminium kamera Digital 130X Zoom 13MP VGA Video Industri*; mistar; serta *cabinet* dan *meja benda* yang dibuat *costum* dengan dimensi ukuran peralatan penunjang yang tersedia.

C. Pembuatan Instrumen

1. Dilakukan perakitan main instrumen berupa rangkaian lampu penampak lampu cahaya tampak : *Light Tube Long Uv Lamp 254 nm*, *Light Tube Long-Wave Uv 366 nm*.
2. Selanjutnya ditambahkan rangkaian kamera Digital 130X Zoom 13MP VGA dengan letak presisi.
3. Dibuat alas meja benda yang rakit dengan mistar router.
4. Dibuat rangka kabinet dengan dimensi ukuran yang sesuai dengan rangkaian instrumen.

5. Dilakukan instalasi listrik dan kamera dengan aplikasi kamera video *recorder*.
6. Dilakukan penggabungan rangkaian alat masing-masing komponen ke dalam rangka kabinet dan dilakukan uji fungsi.

D. Uji Fungsi Instrument

Uji fungsi modifikasi instrument *cabinet UV Lamp* meliputi :

1. Pengecekan fungsi saluran kelistrikan dan fungsi saklar telah sesuai.
2. Pengecekan pada fungsi kamera terhadap penangkapan objek pada meja benda.
3. Pengecekan fungsi geser pada mistar router.
4. Dilakukan uji coba pengamatan dan pengambilan gambar dengan *smart camera* penampang Lempeng Kromatografi Lapis Tipis yang telah di elusi baik pada cahaya tampak, UV 254, dan UV 366.

E. Evaluasi Penilaian Kualitas Instrumen

Modifikasi Cabinet UV lamp terintegrasi *smart camera* dilakukan uji coba terhadap kualitas dan fungsi instrument sebelumnya menggunakan kuesioner kepada user pengguna antara lain mahasiswa, dosen, dan laboran.

Infografis

MODIFIKASI CABINET UV LAMP TERINTEGRASI SMART KAMERA SEBAGAI ALAT PENAMPAK BERCAK PADA METODE ANALISA KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM FITOKIMIA

UV CAM TLC VIEWER

SMART CAMERA
penambahan fitur camera

MEJA BENDA YANG ERGONOMIS
DILENGKAPI MEJA BENDA DAN ALAT UKUR MISTAR UNTUK ANALISA SEMI KUANTITATIF

TERINTEGRASI
hasil dapat diamati langsung pada Laptop atau PC

VISUALISASI
Hasil analisa kualitatif dan semi kuantitatif dapat langsung diamati tanpa pendandaan manual

MISSYA PUTRI K.P.S.FARM
SOFIAN KURNIAWAN S.PD

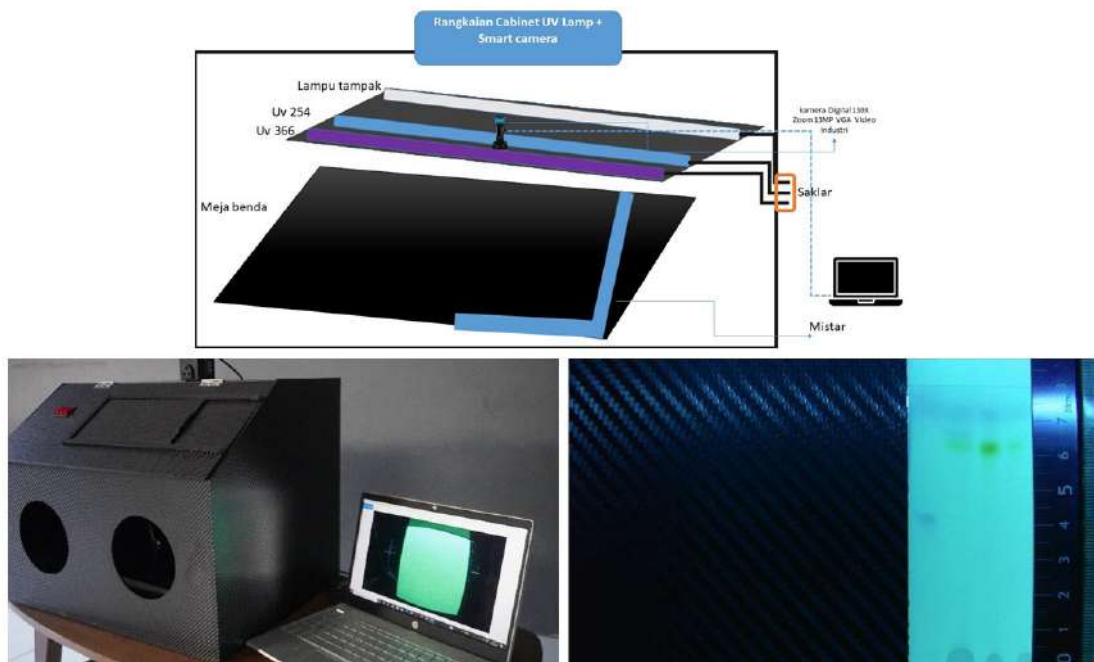
Gambar 2: Infografis *UV cam TLC Viewer*

Hasil dan Pembahasan

Lampu UV telah menjadi alat yang sangat penting dalam berbagai bidang penelitian sains, mulai dari biologi molekuler hingga ilmu lingkungan. Cahaya yang dihasilkan lampu UV yang memiliki energi tinggi memungkinkan berbagai reaksi kimia yang dapat dimanfaatkan dalam bidang analisis sains, mensterilkan peralatan, dan dapat membunuh mikroorganisme. Penggunaan lampu UV di laboratorium dalam bidang sains antara lain untuk visualisasi senyawa kimia tertentu berupa fluorescent yang timbul karena adanya reaksi kimia tertentu dengan cahaya UV yang dipaparkan.

Namun demikian dibalik manfaatnya yang besar, paparan radiasi sinar UV juga membawa sejumlah risiko bagi kesehatan. Mulai dari kerusakan kulit ringan, iritasi, hingga potensi bahaya mulai dari kerusakan kulit ringan, iritasi, hingga potensi bahaya karsinogenik dalam jangka panjang.

Sebagai pengguna langsung alat-alat laboratorium yang memanfaatkan lampu UV perlu adanya upaya preventif yang dapat dilakukan untuk menjaga keamanan dalam penggunaannya. Antara lain penggunaan alat pelindung diri (APD), serta modifikasi untuk dapat mengurangi waktu paparan langsung dengan peralatan lampu UV.



Gambar 3: Dokumentasi Hasil Inovasi

“Alat UV Cam TLC Viewer yang baru lebih jelas untuk melihat spot/bercak yang timbul, tidak memerlukan foto secara manual sehingga hasil dokumentasi lebih rapi daripada alat sebelumnya dan terlihat dari bentuknya lebih kokoh untuk alat yang baru ini.”

Ayu Retnoningrum (Mahasiswa Farmasi Semester 5)

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini telah digunakan oleh mahasiswa, peneliti dosen, dan telah diaplikasikan dalam praktikum analisa metode

kromatografi lapis tipis (KLT) pada mata kuliah Instrumen analisis, analisa obat tradisional makanan kosmetika, dan Fitokimia khususnya di laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Magelang.



"Visualisasi KLT Lebih Baik dengan Cabinet UV Berteknologi Smart Kamera"

Video 1: Cabinet UV dengan teknologi kamera cerdas

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Dikti Ristek, Kemdikbud Ristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Magelang, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Fakultas Teknik, serta kepala Laboratorium Farmasi dan Laboratorium Teknik Mesin atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan dalam program ini. Terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Muji Setiyo, ST., MT selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Fitraneti, E., Rizal, Y., Riska Nafiah, S., Primawati, I., & Ayu Hamama, D. (2024). Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet terhadap Kesehatan Kulit dan Upaya Pencegahannya : Tinjauan Literatur. *Scientific Journal*, 3(3), 185–194. <https://doi.org/10.56260/sciena.v3i3.147>
- Nurdiani, D. (2018). *Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan berbasis kompetensi: buku informasi melaksanakan analisis secara kromatografi konvensional mengikuti prosedur*. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Rosamah, E. (2019). Kromatografi Lapis Tipis Metode Sederhana Dalam Analisis Kimia Tumbuhan Berkayu. In *Mulawarman University Press* (Vol. 5, Issue 2).
- Rubiyanto, D. (2016). *Teknik Dasar Kromatografi*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=DNcvDwAAQBAJ>
- Salamah, N., & Guntarti, A. (2023). *Analisis Instrumen: Kromatografi dan Elektroforesis*.

Lampiran:

https://drive.google.com/file/d/1QEf6fA3Uu4zXn51Tkd59ZLFllXion21/view?usp=drive_link

Double Net Spawning: Metode Pemijahan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Menggunakan Jaring Ganda

Double Net Spawing: *Oreochromis niloticus* Spawning Method using Double Net

Mochamad Haikal^{1*}, Syane Triwulandari^{2*}, Ramlan Munawar^{3*},
Ujang Dindin⁴ (Dosen Pendamping)

haikal@ummi.ac.id, syane@ummi.ac.id*,ramlan_munawar@ummi.ac.id*,ujangdindin@ummi.ac.id*

Laboratorium Akuakultur¹, Laboratorium Biologi², Laboratorium Kimia³, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi.



Abstrak

Teknik pembenihan sangat penting untuk menghasilkan ikan nila berkualitas. Proses ini mencakup pemeliharaan induk, seleksi, pemijahan, pemeliharaan telur dan larva, serta pengelolaan kualitas air. Kesalahan dalam pembenihan dapat mengakibatkan kegagalan, terutama pada tahap pemijahan dan pemanenan. Pada pemijahan, induk harus berada dalam kondisi optimal terkait kematangan gonad, kualitas air, dan tempat pemijahan. Selama pemanenan, penyurutan air dapat menyebabkan kematian induk dan benih akibat air yang keruh. Inovasi *Double Net Spawning*, alat dari jaring halus dan pipa PVC, menawarkan solusi dengan harga terjangkau, paparan sinar matahari optimal, mengurangi risiko cedera, dapat digunakan berulang, dan mempercepat pemanenan tanpa mengeruhkan air. Alat ini ramah lingkungan dan diharapkan dapat mengoptimalkan proses pemijahan ikan nila sebagai alternatif alat praktikum.



Abstract

The breeding technique is crucial for producing high-quality Nile tilapia. This process includes broodstock maintenance, selection, spawning, egg and larval care, and water quality management. Errors in the breeding process can lead to failure, particularly during the spawning and harvesting stages. In spawning, the broodstock must be in optimal condition regarding gonadal maturity, water quality, and spawning area. During harvesting, water depletion can lead to the death of broodstock and fry due to murky water. The Double Net Spawning innovation, made from fine netting and PVC pipes, provides an affordable solution with optimal sunlight exposure, reduces injury risk, is reusable, accelerates harvesting, and prevents water turbidity. This environmentally friendly tool is expected to optimize Nile tilapia spawning processes and serve as an alternative for practical breeding tools.

Kata Kunci

- Jaring Ikan
- Pemanenan
- Pemijahan

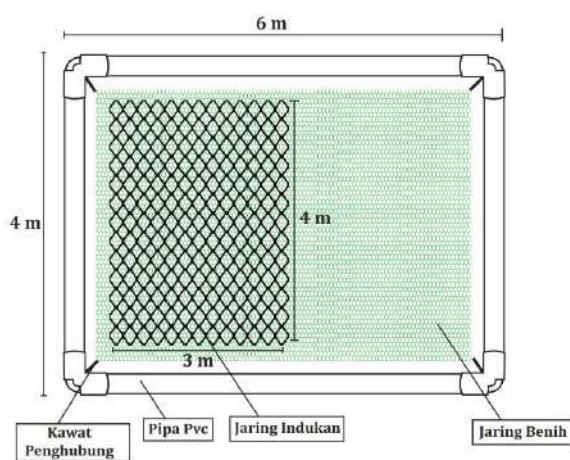
Keywords

- Fish net
- Harvest
- Spawning

Salah satu pencetus keberhasilan dalam budidaya ikan nila adalah teknik pemijahan. Hasil pemijahan yang baik akan menghasilkan pembenihan ikan nila berkualitas, yang dapat dilakukan baik secara alami maupun buatan. Pengembangan metode pemijahan yang efektif dapat mempengaruhi kualitas pembenihan ikan nila.

Praktikum pembenihan ikan di Laboratorium Akuakultur yang dilakukan masih tradisional yaitu pemijahan dan pemanenan menggunakan kolam tanah yang terbuka dengan kamalir/kobakan. Beberapa kajian tentang permasalahan pembenihan konvensional diantaranya sarana pembenihan terbatas, pengelolaan/perawatan kolam memerlukan biaya yang cukup besar, selain itu proses pengelolaan kolam membutuhkan waktu yang cukup lama. Proses ini dapat memberikan efek negatif yaitu stres ataupun mati terhadap indukan dan juga benih ikan.

Inovasi pembuatan *double net spawning* ini merupakan pengembangan dari studi literatur konsep Keramba Jaring Apung (KJA) yang ditempatkan secara terapung di perairan danau, waduk, sungai, atau teluk. Hal ini menjadi dasar untuk diterapkan pada metode pembenihan di perairan tertutup seperti kolam menggunakan jaring ganda.



Gambar 1: Visualisasi *double net spawning*

Metode

Double Net Spawning terbuat dari bahan PVC dan jaring polyethylene.

A. Tahapan Pembuatan Alat

1. Persiapkan bahan yang dibutuhkan terdiri dari pipa PVC, lem PVC, knee L, kawat, jaring benih, dan jaring indukan.
2. Penyambungan pipa PVC untuk bagian panjang sampai berukuran 4 m dan bagian lebar sampai berukuran 2 m.
3. Penyambungan pipa PVC dengan knee L/ sambungan pipa dengan menggunakan lem PVC.
4. Kaitkan jaring benih bagian atas pada pipa PVC dengan kawat/pengait.
5. Kaitkan pula jaring indukan bagian atas pada pipa PVC dengan kawat/pengait sesuai ukuran jaring.
6. Terakhir tempatkan alat *Double Net Spawning* pada kolam pemijahan.

B. Tahapan Kegiatan

1. Persiapan Kolam

Jenis kolam yang digunakan untuk kegiatan praktikum dan penelitian Laboratorium Lapangan Akuakultur UMMI adalah menggunakan kolam tanah. Kegiatan yang dilakukan dalam proses persiapan kolam pemijahan induk meliputi pengeringan air sampai tekstur tanah menjadi kering, kemudian pemberian saponin untuk membasmi hama dengan dosis 5 kg/ha, perbaikan dasar dan dinding kolam untuk mencegah adanya kebocoran kolam dan pembalikan tanah, serta pemberian kapur sebanyak 5 kg/ha serta pengisian air. Air yang digunakan berasal dari sungai dan dilakukan pemberian pupuk, kemudian kolam pemijahan dibiarkan selama 2-3 hari untuk menumbuhkan pakan alami, setelah pakan alami sudah tumbuh kita bisa mengetahuinya dengan berubahnya warna air kolam menjadi kehijauan. Selanjutnya memasukan *Double Net Spawning* ke dalam kolam pemijahan.

2. Seleksi Induk

Induk ikan Nila yang dipijahkan diambil dari kolam induk, calon induk ikan nila ditangkap satu persatu dengan menggunakan tangan untuk dilihat ciri-ciri calon induk yang siap untuk dipijahkan dan dilakukan pengecekan secara teratur. Hal ini dilakukan untuk menghindari agar induk ikan yang tertangkap tidak terlalu lama di jaring.

3. Pemijahan Ikan Nila Secara Massal

Proses pemijahan dilakukan secara alami yang dilakukan dengan cara masal pada satu kolam. Pemijahan dilakukan secara

alami dengan cara mencampurkan induk jantan dan betina ke dalam jaring *Double Net Spawning* kolam pemijahan. Penyebaran induk dilakukan pada pagi hari untuk menghindari suhu terlalu tinggi yang akan mengakibatkan stres pada induk (Sumarni, 2018). Perbandingan induk jantan dan betina pada proses pemijahan 1:3.

4. Pemberian Pakan

Pemberian pakan dilakukan kepada indukan dan benih selama proses pemijahan dengan sistem terjadwal yaitu pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali per hari.

Infografis

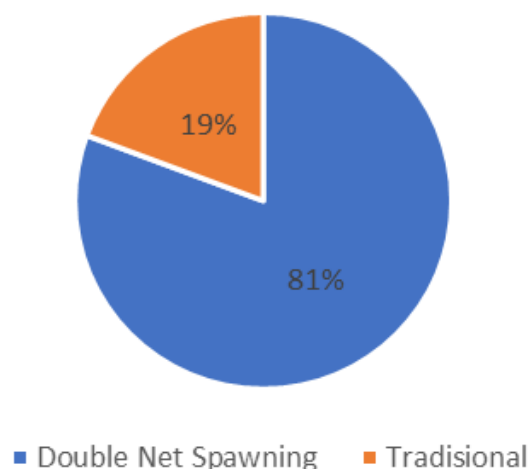
Tabel 1. Perbandingan Pemijahan Ikan Nila pada Kolam Tradisional dengan *Double Net Spawning*

Jenis Kolam	Jumlah Indukan (ekor)	Jumlah Anakan (L)	Waktu Pengurasan (menit)	Luasan (m ²)	Jumlah Pekerja (orang)
<i>Double Net Spawning</i>	30	1	30	8	1
Tradisional	400	12	360	400	2

Tabel 2. Produktivitas Anakan per m² pada Kolam Tradisional dan *Double Net Spawning*

Jenis Kolam	Produktivitas /m ² (Jumlah Anakan/Luas Kolam)
<i>Double Net Spawning</i>	1250
Tradisional	300

Produktivitas Anakan /m²



Gambar 2: Grafik Produktivitas Anakan/m² pada Kolam Tradisional dan *Double Net Spawning*

Hasil dan Pembahasan

Inovasi metode peralatan *Double Net Spawning* (DNS) merupakan teknik yang dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pemijahan ikan nila (*Oreochromis niloticus*), terutama di laboratorium pembenihan konvensional. Pemijahan ikan merupakan tahap krusial dalam pembenihan, dimana kondisi lingkungan dan teknik pemeliharaan sangat mempengaruhi keberhasilan reproduksi. Hasil uji pemijahan ikan nila, menggunakan metode peralatan DNS menunjukkan produktivitas nyata dibandingkan dengan metode tradisional. Pada metode DNS menghasilkan anakan ikan nila sebanyak 1250 ekor/m² sedangkan metode tradisional sebanyak 300 ekor/m². dengan rasio perbandingan produktivitas DNS 4 (empat) kali lipat lebih produktif bila dibandingkan dengan cara tradisional (4:1).

Metode DNS hanya membutuhkan waktu sekitar 30 menit atau 12 kali lebih hemat bila dibandingkan dengan metode tradisional dimana membutuhkan waktu sekitar 6 jam, karena proses tradisional memerlukan pengurasan kolam terlebih dahulu, sedangkan metode DNS cukup menyapu anakan ke sudut jaring dan mengangkatnya. Kemudahan penanganan pada proses panen anakan ikan nila metode DNS pula memiliki keunggulan terhadap penurunan stres pada anakan dan indukan serta menurunkan risiko kematian ikan. Pada metode tradisional, pengurasan kolam menyebabkan stres akibat campuran lumpur pada saat pengurasan dan pada saat pemilahan dimana gerakan antara indukan dan anakan yang menyebabkan kematian anakan sehingga menurunkan produktivitas.

Pada saat proses pemijahan dari awal hingga akhir, mahasiswa dapat memantau dengan mudah. Karena terdapat jaring pemisah antara indukan dan anakan untuk mengetahui kondisi keduanya, sehingga pemantauan dapat dilakukan bersamaan. Pemanenan yang mudah dan efektif pada metode DNS mampu mengurangi jumlah pekerja, cukup

dilakukan satu orang saat pemanenan, hal ini berbeda dengan cara tradisional, karena tenaga yang diperlukan 2 orang, hal tersebut mengurangi biaya tenaga bila di aplikasikan oleh pembudidaya ikan di masyarakat.

Manfaat praktis dari metode peralatan DNS tidak hanya dirasakan oleh peneliti dan mahasiswa yang menggunakan alat ini dalam praktikum, tetapi juga memberikan implikasi positif bagi konservasi dan keberlanjutan perikanan. Konsep ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa agregasi pemijahan multispesies, seperti yang terjadi di sekitar teluk dan tanjung yang terlindungi, dapat meningkatkan keberhasilan reproduksi melalui peningkatan keragaman genetik dan pengurangan risiko predasi (Karnauskas *et al.*, 2011).

Secara keseluruhan, inovasi DNS memberikan solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi pemijahan, pemeliharaan, dan pemanenan ikan nila, sekaligus menunjukkan potensi adaptasi teknik pemijahan untuk berbagai spesies dan kondisi lingkungan yang berbeda. Pemahaman mendalam tentang dinamika teknik pemijahan ini penting untuk mengembangkan pengelolaan perikanan dan konservasi yang berkelanjutan, guna mendukung keberlanjutan populasi ikan di habitat aslinya. Pengembangan dari penelitian DNS dapat dilakukan dengan program pengabdian kepada masyarakat bagi pembudidaya ikan di Kabupaten Sukabumi dalam implementasi alat ini.

Dokumentasi



Gambar 3: Penanaman Indukan Nila dalam *Double Net Spawning*



Gambar 4: Kontrol proses pemijahan

“ Dengan dibuatnya alat ini sangat mempermudah praktikum pemijahan ikan nila, karena sangat praktis dan mudah saat pemantauan terhadap indukan dan hasil benih dibandingkan dengan cara pemanenan di kolam tradisional”

Willy, Abdul, dan Hamzah
(Mahasiswa Akuakultur)

Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat nyata bagi peneliti, mahasiswa, dan institusi kampus. Peneliti mendapatkan wawasan lebih dalam tentang teknik pembenihan yang efisien, sementara mahasiswa dapat belajar dan berlatih langsung dengan menggunakan inovasi terbaru dalam proses pembenihan ikan.

Kampus juga diuntungkan dengan adanya inovasi ini, yang dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas praktikum serta memperkaya sarana pembelajaran yang lebih modern dan ramah lingkungan. Inovasi *Double Net Spawning* memungkinkan proses pemijahan ikan Nila dilakukan dengan efisien, menghasilkan benih ikan berkualitas tinggi. Alat ini memudahkan pemanenan benih tanpa perlu menguras kolam, sehingga mempercepat dan menyederhanakan penanganan bibit dan benih ikan setelah pemijahan. Dengan demikian, proses pemantauan menjadi lebih mudah dan waktu yang diperlukan untuk pemijahan

hingga pemanenan dapat diminimalkan. Alat ini juga dapat digunakan berulang kali, sehingga mengurangi biaya operasional serta memperpanjang umur alat di laboratorium.



Video 1: Stres ikan berkurang, hasil panen meningkat

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
3. Laboratorium Akuakultur Universitas Muhammadiyah Sukabumi yang telah memfasilitasi kegiatan.

Daftar Pustaka

- Aliah RS. 2017. Rekayasa Produksi Ikan Nila Salin untuk Perairan Payau di Wilayah Pesisir. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 10 (1): 17 – 24
- Angriani R, Halid I, Baso HS. 2020. Analisis pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*, linn) dengan dosis pakan yang berbeda. *Fisheries of Wallacea Journal* 1(2): 84-92.
- Borthakur, D. M. K. (2018). Study of Gonadosomatic Index and Fecundity of Fresh Water Fish *Xenontedon cancila*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3), 42–46.
- Budiman, Eka J. H. Winaruddin dan Dwinna A. 2013. Pengaruh Kepadatan Populasi Terhadap Gambaran Patologi Anatomi Dan Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. Vol. 7 (1) : 253
- Crane, D. P., and Farrell, J. M. (2013). Spawning substrate size, shape, and siltation influence walleye egg retention. *N. Am. J. Fish Manag.* 33, 329–337.
- Dean, M., Hoffman, W., & Armstrong, M. (2012). Disruption of an Atlantic cod spawning aggregation resulting from the opening of a directed gill-net fishery. *North American Journal of Fisheries Management*, 32(1), 124-134. <https://doi.org/10.1080/02755947.2012.663457>
- Godinho, A., Lamas, I., & Godinho, H. (2009). Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Journal of Applied Phycology*, 87(2), 143-162. <https://doi.org/10.1007/s10641-009-9574-4>
- Hui, W., Xiaowen, Z., Haizhen, W., Jun, Q., Pao, X., & Ruiwei, L. (2014). Joint Effect of Temperature, Salinity and pH on the Percentage Fertilization and Hatching of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 45(2), 259 –269.
- Karnauskas, M., Chérubin, L., & Paris, C. (2011). Adaptive significance of the formation of multi-species fish spawning aggregations near submerged capes. *PLoS ONE*, 6(7), e22067.
- Karim, E., Hasan, J., & Hoq, E. (2016). Reproductive patterns of migratory fish species. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(1).
- Kawarazuka N & Béné C. 2010. Linking small scale fisheries and aquaculture to household nutritional security: an overview. *Food Security* 2: 343–357.
- Malinovskyi, O., Veselý, L., Blecha, M., Kříšťan, J., and Policar, T. (2018). The substrate selection and spawning behaviour of pikeperch *Sander lucioperca* L. broodstock under pond conditions. *Aquac. Res.* 49, 3541–3547. doi: 10.1111/are.13819
- Murtidjo BA. 2001. Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Polonia H. 2015. Teknik pembenihan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) [Tugas Akhir]. Sorong (ID): Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong
- Septiandoko K, Mukti MAA, Nindarwi DD. 2021. Optimalisasi kegiatan pembenihan secara alami melalui pengamatan fekunditas, fertilization rate, hatching rate dan survival rate ikan karper (*Cyprinus carpio*). *NEKTON: Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan* 1(2): 9-20.
- Shiraishi, T., Ketkar, S., Katoh, Y., Nyuji, M., Yamaguchi, A., & Matsuyama, M. (2009). Spawning frequency of the Tsushima current subpopulation of chub mackerel *Scomber japonicus* off Kyushu, Japan. *Fisheries Science*, 75(3), 649-655.
- Smith, C. S., Paxton, A. B., Donaher, S. E., Kochan, D. P., Neylan, I. P., Pfeifer, T., *et al.* (2021). Acoustic camera and net surveys reveal that nursery enhancement at living shorelines may be restricted to the marsh platform. *Ecol. Eng.* 166:106232
- Sucipto Adi dan Prihartono R E. 2005. Pembesaran Nila Merah Bangkok. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sumarni S. 2018. Penerapan fungsi manajemen perencanaan pembenihan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) untuk menghasilkan benih ikan yang berkualitas. *Jurnal Galung Tropika* 7(3): 175–183.
- Suyanto. 2010. Pembenihan dan Pembesaran Nila. Penebar Swadaya. Jakarta.

Pemanfaatan Ekstrak Mawar Merah sebagai Senyawa Antioksidasi Krim Tabir Surya dan Pewarna Jaringan pada Praktikum Morfologi Tanaman

The Application of Red Rose Extract as an Antioxidative Sunscreen Cream and Tissue Dye in Plant Morphology Practices

Ni Luh Putu Ariwathi, Ida Ayu Made Ratna Dewi, Ida Bagus Gede Darmayasa (Dosen Pendamping)

ariwathiputu@yahoo.co.id

Laboratorium Biologi, Universitas Udayana, Denpasar.



Abstrak

Ekstrak mawar merah mengandung senyawa aktif antosianin, dimana senyawa ini memiliki proteksi sebagai senyawa antioksidasi, sehingga sangat tepat diaplikasikan sebagai penangkal radiasi sinar UV yang aman dan mampu melindungi kulit, di samping itu peranan antosianin dapat digunakan sebagai pewarna preparat untuk memperjelas morfologi tanaman dengan mengurangi penggunaan zat kimia yang toksik pada kegiatan praktikum. Tujuan penelitian ini adalah melakukan uji SPF pada krim tabir surya dengan penambahan ekstrak bunga mawar merah pada konsentrasi (0;0.25;0.50; 0.75;dan 1%) serta aplikasi ekstrak digunakan untuk melihat profil preparat irisan bawang yang ditetesi ekstrak dan safranin sebagai kontrol. Metode penelitian diawali dengan pengeringan sampel bunga dan pembuatan ekstrak etanol bunga mawar. Ekstrak kasar diuji kadar antosianin, flavonoid dan IC_{50} dengan 3 kali ulangan, selanjutnya diaplikasikan pada produk krim dengan formulasi 0; 0,25; 0,5; 0,75 dan 1%), parameter pengamatan meliputi total fenol, kapasitas antioksidan, flavonoid, tanin, SPF dan pH, serta uji organoleptik (kesukaan terhadap warna, tekstur, aroma dan penerimaan keseluruhan). Ekstrak juga dimanfaatkan untuk pewarnaan preparat jaringan kulit bawang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak mengandung flavonoid ($4,75 \pm 0,000\%$ QE), antosianin ($3,05 \pm 0,003\%$) dan IC_{50} ($19,88 \pm 0,013$ ppm). Formula terbaik yang paling disukai panelis adalah P1 (penambahan ekstrak 0,25%), dengan kadar total fenol ($530,90 \pm 0,20$ mg GAE/100g), tanin ($700,83 \pm 1,77$ mgTAE/100g), kapasitas antioksidan ($222,38 \pm 0,00$ mg GAEAC/ 100g), pH ($6,87 \pm 0,006$), SPF ($33,82 \pm 0,02$), serta kekuatan proteksi terhadap sinar UV sebesar 97,04%. Pewarnaan terbaik terhadap preparat jaringan bawang pada konsentrasi ekstrak 10%.

Kata Kunci

- Antioksidasi
- Krim Tabir Surya
- Mawar Merah
- Preparat
- SPF

Keywords

- Antioxidation
- Preparat
- Red Rose
- Sunscreen Cream
- SPF

Abstract

Red rose extract contains the active compound anthocyanin, where this compound has protection as an anti-oxidation compound, so it is very appropriate to be applied as an antidote to UV radiation that is safe and able to protect the skin, besides the role of anthocyanin can be used as a coloring prepartate to clarify plant morphology by reducing the use of substances toxic chemicals in practical activities. The aim of this research is to carry out an SPF test on sunscreen cream with the addition of red rose flower extract at concentrations (0; 0.25; 0.50; 0.75; and 1%) and the application of the extract is used to see the profile of onion slice prepartate dripped with extract and safranin as control. The method was begins with drying flower and was made the rose ethanol crude extract. The crude extract was determined for anthocyanin, flavonoid and IC_{50} with 3 repetitions, then applied to cream products with formulations 0; 0.25; 0.5; 0.75 and 1%), the parameters analysis including total phenol, antioxidants capacity, flavonoids, tannins, SPF and pH. The sensory test on cream is a hedonic preference test (color, texture, flavor and overall acceptability). The extract is also used for coloring onion skin tissue. The results showed that the extract contained flavonoids ($4.75 \pm 0.000\%$ QE), anthocyanins ($3.05 \pm 0.003\%$) and IC_{50} (19.88 ± 0.013 ppm). The best formula most liked by panelists was P1 (0.25% extract addition), with total phenol content (530.90 ± 0.20 mg GAE/100 g), tannin (700.83 ± 1.77 mgTAE/100g), antioxidant capacity (222.38 ± 0.00 mg GAEAC/ 100g), pH (6.87 ± 0.006), SPF (33.82 ± 0.02), and protection against UV rays of 97.04%. The best staining of onion tissue prepartate was at an extract concentration of 10%.

Ekstrak mawar merah mengandung senyawa aktif antosianin, dimana senyawa ini memiliki proteksi sebagai senyawa antioksidasi, sehingga sangat tepat diaplikasikan sebagai penangkal radiasi sinar UV yang aman dan mampu melindungi kulit, di samping itu peranan antosianin dapat digunakan sebagai pewarna preparat untuk memperjelas morfologi tanaman dengan mengurangi penggunaan zat kimia yang toksik pada kegiatan praktikum. Salah satu parameter uji yang ingin diterapkan pada mahasiswa praktikum adalah analisis *Sun Protection Factor* (SPF) pada sampel krim tabir surya yang ditambah bahan aktif ekstrak mawar merah.

Krim tabir surya mampu menyaring (*sunscreen*) ataupun menahan (*sunblock*) intensitas sinar *ultraviolet* (UV), terutama sinar UV B yang paling berbahaya dan paparannya dalam intensitas berlebih pada siang hari jam 10 hingga jam 3 sore, akan menyebabkan kulit tidak normal sampai kanker kulit. Sebagian besar sinar UV B diabsorpsi oleh epidermis dan mestimulasi melanogenesis (Purwaningsih, *et al.*, 2015). Indonesia sebagai negara beriklim tropis dengan sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun, sehingga meningkatkan resiko kerusakan kulit (Rahmawati, *et al.*, 2018). Penggunaan krim tabir surya dapat mencegah bahaya yang ditimbulkan oleh sinar UV, sehingga dapat menurunkan probabilitas terjadinya kanker kulit. Bahan aktif dari krim tabir surya akan melindungi kulit dari efek negatif sinar UV, dan produk krim dipasaran lebih dominan mengandung bahan aktif sintetis yang memberikan efek iritasi dalam jangka panjang pada kulit serta mempengaruhi sensitivitas kulit, sehingga konsumen dewasa ini sudah semakin menyadari terapi kesehatan kembali ke alam, memanfaatkan potensi alam dalam membuat produk kosmetika. Bahan aktif yang mampu melindungi laju reaksi oksidasi dari sinar UV adalah senyawa yang berperan sebagai fotosensitizer, yang mampu menangkap atau menyerap cahaya dengan mekanisme mencegah rantai oksidasi berlanjut oleh paparan radikal bebas dari sinar UV. Bahan aktif yang mampu

berperan sebagai fotoprotektif seperti flavonoid, tanin, antrakuinon, sinamat dan glikosida, berupa senyawa fenolik tepatnya flavonoid sebagai senyawa antioksidan aktif (Prasiddha, *et al.*, 2016), dan senyawa pereduksi yang menghambat banyak reaksi oksidasi (Hamzah, *et al.*, 2014). Salah satu sumber tanaman yang mengandung flavonoid termasuk antosianidin dan tanin adalah bunga mawar merah.

Flavonoid menghambat beberapa kinerja enzim oksidator (xantin oksidase), serta mengkelat logam (Akhlaghi And Bandy, (2009). Hagerman *et al.*, (1998), menyatakan bahwa tanin efektif sebagai pendonor elektron/atom hidrogen dan pengkelat logam, senyawa ini memiliki gugus hidroksil dan ikatan rangkap terkonjugasi yang memungkinkan terjadinya delokalisasi elektron. Mekanisme antioksidasi senyawa aktif dapat berupa mengikat radikal, mencegah reaksi oksidasi lipid, mereduksi radikal, mengkelat logam atau memiliki aktivitas sinergisme mencegah reaksi oksidasi akibat paparan sinar UV, yang dapat diketahui kemampuannya melalui uji SPF pada sediaan krim tabir surya. Krim tabir surya dapat menyerap sedikitnya 85% sinar matahari pada panjang gelombang 290-320 nm (Pratama dan Zulkarnain, (2015).

Ekstrak bunga mawar yang berwarna merah karena mengandung antosianin dapat dimanfaatkan sebagai sumber pewarna alami dalam kegiatan pewarnaan preparat jaringan pada kegiatan praktikum morfologi tanaman, hal ini untuk meminimalisir penggunaan zat pewarna kimia yang bersifat toksik dengan memanfaatkan sumber pewarna dari bahan alam.

Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan kosmetika yang aman dari bahan alami memberikan peluang bagi penggunaan bahan alam sebagai bahan baku kosmetika. Krim tabir surya dapat digunakan untuk mencegah bahaya yang ditimbulkan oleh sinar UV terutama menurunkan risiko kanker pada kulit. Stabilitas bahan aktif akan mempengaruhi efektivitas krim tabir surya. Mekanisme bahan aktif

sebagai antioksidasi berupa pem blokkkan fisik, memantulkan atau membelokkan radiasi. Penelitian Puspitasari dan Herlina, (2018) pada penambahan 3% ekstrak daun kersen mampu memberikan nilai SPF pada krim sebesar 19,08. Krim tabir surya berbasis ekstrak kulit avokad 10% mengandung SPF sebesar 6,81, yang diduga karena *flavonoid* sebagai salah satu senyawa antioksidan dengan mekanisme mengkelasi logam. SPF menggambarkan kemampuan krim tabir surya dalam mencegah eritema.

Pemanfaatan senyawa aktif berupa pigmen antosianin yang berwarna merah pada ekstrak mawar merah dapat dijadikan pewarna preparat yang umumnya menggunakan bahan kimia yaitu safranin. Safranin merupakan zat warna merah sintetis memiliki warna kontras pada preparat bakteri, selain safranin beberapa pewarna yang sering digunakan adalah kristal Video violet, metilen biru, karbol fuchsin basa, dan hijau malakit. Zat warna sintetis memiliki efek toksik terhadap kesehatan terutama pada mata, mulut, kerongkongan dan pernapasan, sehingga dalam jangka panjang menyebabkan bahaya

bagi pekerja di laboratorium dan peneliti. Antosianin sebagai pigmen alami tumbuhan dengan visual karakter warna biru, ungu, atau merah dan memiliki sifat yang stabil pada pH rendah, serta terindikasi menghasilkan warna merah pekat yang memiliki panjang gelombang maksimum pada 510 nm, Nollet *et al*, (2004) .

Pentingnya menjaga kesehatan kulit dari efek sinar matahari terutama UV B yang dapat dicegah dengan penggunaan krim tabir surya yang mengandung bahan aktif yang aman dari bahan sintetis, juga pewarnaan pada preparat jaringan yang selama ini menggunakan bahan kimia safranin perlu dicarikan bahan alternatif yang aman dari pewarna bahan alam.

Metode

Teknik pengumpulan data berupa eksperimen, membuat ekstrak etanol bunga mawar merah segar dengan maserasi menggunakan alkohol 96%, selama 24 jam, dan disaring. Filtrat dievaporasi pada suhu 40°C, kecepatan putar 100 rpm dan tekanan vakum 50 mbar. Ekstrak kasar yang diperoleh ditimbang dan dipersiapkan untuk diformulasikan ke produk krim.

Tabel 1. Formulasi krim

Fase Minyak (g)		Fase Air (g)	
Asam stearat	11	Aquades	72
Minyak nabati VCO	4	Trietanolamin	1,5
Cetyl alkohol	1	Gliserol	2,5
		Sorbitol	2,5
		Propilen Glycol	5,5

Prosedur pembuatan krim adalah, fase air dan fase minyak dipanaskan suhu 60°C, sambil diaduk hingga homogen, selanjutnya fase minyak dituang ke fase air, diaduk hingga merata dan terbentuk padatan krim.

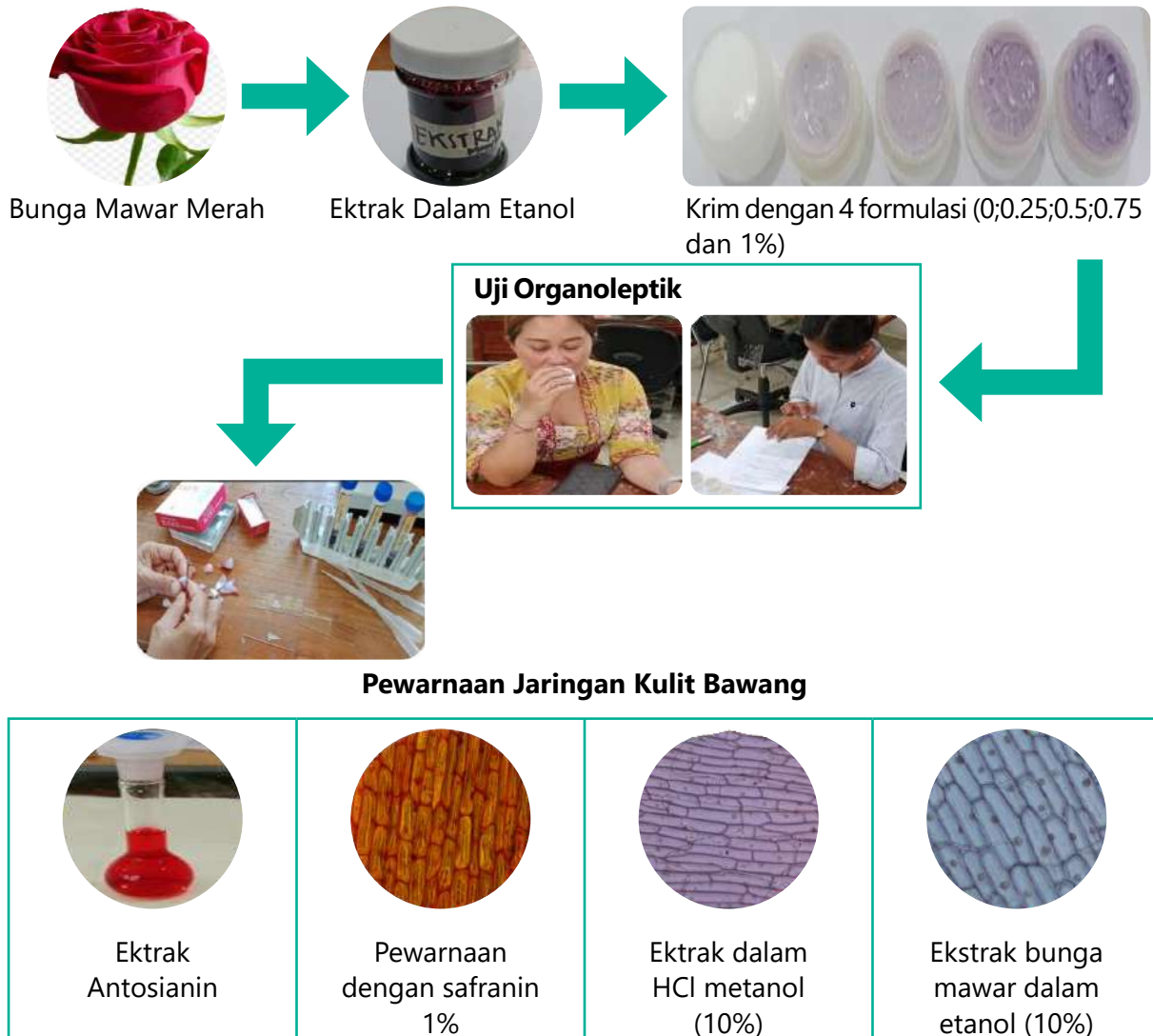
Tabel 2. Formula penambahan ekstrak pada krim

Perlakuan	Ekstrak Bunga mawar merah	Krim
Kontrol (K)	0,00 gram	100,0 g
Perlakuan 1(P1)	0,25 gram	100,0 g
Perlakuan 2 (P2)	0,50 gram	100,0 g
Perlakuan 3 (P3)	0,75 gram	100,0 g
Perlakuan 4 (P4)	1 gram	100,0 g

Pengujian

1. Ekstrak kasar diuji kadar antosianin, flavonoid dan IC_{50} .
2. Krim diuji senyawa aktifnya seperti antioksidan, flavonoid, total fenol, dan tanin.
3. Pengujian krim dilakukan dengan uji organoleptik (warna, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan), uji pH dan uji SPF.
4. Pewarnaan preparat menggunakan ekstrak dan safranin sebagai kontrol positif.

Infografis



Gambar 1: Proses pengestrakan bunga mawar merah

“Pewarnaan menjadi lebih aman mudah serta jika tidak ada safranin, dapat memanfaatkan ekstrak bunga mawar dalam kegiatan praktikum.”

Cahyani Safira (Mahasiswa Magang)

Hasil dan Pembahasan

Ekstrak etanol mengandung senyawa aktif yang berperan sebagai senyawa antioksidan yang sangat kuat ($IC_{50} < 50\text{ppm}$) dari kelompok flavonoid, tepatnya antosianin dengan kadar diatas 2% berpotensi dikembangkan sebagai nutraceutical maupun farmaceutikal. Pembuatan

ekstrak dari kelopak segar akan menghemat waktu dan biaya pengeringan serta sudah memperoleh kadar senyawa aktif diatas ketentuan umum, sehingga dapat dengan mudah diaplikasikan ke dalam krim dan pewarnaan.

Tabel 3. Komposisi senyawa aktif dan antioksidan ekstrak etanol bunga mawar merah

No	Parameter	Satuan	Kadar
1	Flavonoid	% b/b	$4,75 \pm 0,000$
2	Antosianin	% b/b	$3,05 \pm 0,003$
3	$IC_{50\%}$	ppm	$19,88 \pm 0,013$

Tabel 4. Komposisi senyawa aktif, antioksidan, pH dan nilai SPF krim tabir surya

No	Perlakuan	Total Fenol mg GAE/100 g	Total Tanin mg TAE/100 g	Kapasitas Antioksidan mg GAEAC/ 100 g	pH	SPF	Kekuatan Proteksi (%)
1	P0 (0,00%)	$475,83 \pm 0,12$	$638,91 \pm 1,03$	$85,44 \pm 0,13$	$6,95 \pm 0,010$	$23,77 \pm 0,01$	95,79
2	P1 (0,25%)	$530,90 \pm 0,20$	$700,83 \pm 1,77$	$222,38 \pm 0,00$	$6,87 \pm 0,006$	$33,82 \pm 0,02$	97,04
3	P2 (0,50%)	$571,26 \pm 0,18$	$731,41 \pm 0,61$	$372,09 \pm 0,07$	$6,69 \pm 0,007$	$39,58 \pm 0,07$	97,47
4	P3 (0,75%)	$616,36 \pm 0,14$	$900,90 \pm 0,85$	$473,27 \pm 0,07$	$6,67 \pm 0,006$	$46,83 \pm 0,03$	97,86
5	P4 (1,00%)	$685,05 \pm 0,34$	$906,09 \pm 0,82$	$514,73 \pm 0,27$	$6,59 \pm 0,006$	$57,06 \pm 0,06$	98,25

Peranan ekstrak mawar sebagai pengganti safranin dalam mewarnai jaringan kulit bawang yang alami dan aman, dengan konsentrasi 10% menghasilkan pewarnaan yang jelas batas antar sel, inti sel, dan epidermis.

pewarnaan dalam memperjelas bagian jaringan kulit bawang yaitu bagian inti sel, batas antar sel, dan jaringan epidermis.

Manfaat Penelitian

1. Sebagai produk aplikasi bahan alam yang dapat diterapkan pada kegiatan pengabdian masyarakat dan mengajarkan ke mahasiswa cara membuat krim dan analisis komponen aktif serta analisis SPF.
2. Manfaat untuk praktikum bisa digunakan dalam pelaksanaan praktikum untuk



Cara membuat krim cukup mudah dan sangat baik bisa produksi sendiri krim tabir surya dengan penambahan ekstrak yang mampu mendongkrak nilai SPF di atas 30.”

Ni Made Arini (KTU panelis krim)



Video 1: Sunscreen anti iritasi dari ekstrak mawar merah.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Tim Kilab Dikti 2024. Prof. Dra. Watiniasih, M.Sc, PhD, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Udayana. Dr. Drs. Ida Bagus Gede Darmayas, M.Si, selaku Kepala Laboratorium Mikrobiologi, Prodi Biologi FMIPA dan Pembimbing KILAB 2024

Daftar Pustaka

Akhlaghi Masoumeh And Brian Bandy. (2009). "Mechanism of flavonoid protection against myocardial ischemia reperfusion injury." J.

Molec. And Cellul. Cardiology, 46 (1): 309-317

Hagerman Ann E, Riedl Ken M, G. Alexander Jones, Sovik Kara N, Ritchard Nicole T, Hartzfeld Paul W, and Riechel Thomas L. (1998). "High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants", J Agr Food Chem, 46 (5), 1887-1892.

Hamzah Nursalam, Isriany Ismail. Andi Dian Aulia Sandi. (2014). "Pengaruh Emulgator terhadap Aktivitas Antioksidan Krim Ekstrak Etanol Kelopak Bunga Rosella (Hibiscus sabdariffa Linn)." Jurnal Kesehatan Vol 7 (2).

Nollet, L.M.L. 2004. Handbook of Food Analysis Vol.1. Second Edition, Revised and Expanded. Physical Characterization and Nutrient Analysis. New York. Marcel Dekker. Inc

Prasiddha Ismizana Jati, Laeliocattleya Rosalina Ariesta, Estiasih Teti. dan Maligan, Jaya Mahar (2016)." Potensi senyawa bioaktif rambut jagung (Zea mays l.) untuk tabir surya alami. Jurnal Pangan dan Agroindustri.

Pratama Wiweka Adi dan Zulkarnain A.Karim. (2015). "Uji Spf In Vitro dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya yang Beredar di Pasaran." Majalah Farmaseutik, Vol. 11 No. 1.

Purwaningsih Sri., Salamah Ella., Adnin M. Nur., (2015). "Efek Fotoprotektif Krim Tabir Surya Dengan Penambahan Karaginan dan Buah Bakau Hitam (Rhizopora mucronata Lamk.)". Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 7, No. 1, Hlm. 1-14. Puspitasari, A.D. Mulangsri, D.A. dan Herlina. 2018. Formulasi Krim Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Kersen (Muntingia calabura L.) untuk Kesehatan Kulit. Media Litbangkes, Vol. 28 No. 4, 263 – 270.

Puspitasari, A.D. Mulangsri, D.A. dan Herlina. 2018. Formulasi Krim Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Kersen (Muntingia calabura L.) untuk Kesehatan Kulit. Media Litbangkes, Vol. 28 No. 4, 263 – 270.

Rahmawati, Muflihunna A, Amalia Meigita, (2018). "Analisis aktivitas perlindungan sinar uv sari buah sirsak (annona muricata l.) berdasarkan nilai Sun Protection Factor (SPF) secara spektrofotometri UV-VIS." Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 5(2), pp. 284-288.

Pemanfaatan Oli Bekas atau Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar dalam Proses Pemanasan Pembuatan Akuades

Utilization of Used Oil or Used Cooking Oil as Fuel in the Heating Process of Making Distilled Water

Rahma Hidayani*, Amri Yahya (Dosen Pendamping)

rahmahidayani77@gmail.com*

Laboratorium Kimia, Universitas Nusa Bangsa, Bogor.



Abstrak

Konsumsi minyak pelumas (oli) di Indonesia semakin meningkat sehingga menghasilkan limbah oli bekas yang tergolong kedalam limbah B3. Minyak jelantah merupakan minyak yang sudah digunakan untuk dipanaskan secara berulang, sehingga dapat menimbulkan dampak buruk jika digunakan terus menerus. Hal ini perlu dilakukan upaya untuk mendaur ulang limbah tersebut sehingga dapat bermanfaat. Salah satu upaya yang dilakukan adalah menjadikannya bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan oli bekas atau minyak jelantah sebagai bahan bakar dalam proses pemanasan pembuatan akuades. Metode penelitian meliputi pengumpulan bahan, perancangan sistem pemanas, dan penyusunan sistem distilasi untuk menghasilkan akuades. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dihasilkan mampu memproduksi akuades dengan kualitas sesuai parameter, seperti suhu, bau, warna, pH, TDS, TSS, dan kandungan logam berat (Ag, Hg, Pb, Cu, As) yang sesuai standar, serta memberikan efisiensi penghematan biaya dengan penggunaan bahan bakar minyak jelantah dan oli bekas sebesar 99,16% dan 99,43%.



Abstract

The consumption of lubricating oil (oil) in Indonesia is increasing, resulting in used oil waste which is classified as hazardous waste. Used cooking oil is oil that has been used to be heated repeatedly, so it can have a bad impact if used continuously. It is necessary to make efforts to recycle this waste so that it can be useful. One of the efforts made is to make it a fuel. This research aims to utilize used oil or used cooking oil as fuel in the heating process of making distilled water. The research method includes collecting materials, designing a heating system, and preparing a distillation system to produce distilled water. The results showed that the resulting device was able to produce distilled water with quality according to parameters, such as temperature, odor, color, pH, TDS, TSS, and heavy metal content (Ag, Hg, Pb, Cu, As) according to standards, and provided cost-saving efficiency with the use of used cooking oil and used oil fuel by 99.16% and 99.43%.

Kata Kunci

- Akuades
- Destilasi
- Minyak Jelantah
- Oli Bekas

Keywords

- Distilled Water
- Distillation
- Used Cooking Oil
- Used Oil

Konsumsi minyak pelumas (oli) di Indonesia untuk otomotif maupun mesin-mesin pada industri mencapai kurang lebih 650 juta liter per tahun dengan peningkatan sekitar 7 sampai 10% per tahun, dengan asumsi oli yang terbakar atau terbuang dalam pemakaian mencapai 20%, sehingga dalam satu tahun diperoleh suplai oli bekas sebesar 520 juta liter per tahun atau 1.420 kilo liter perhari [1]. Oli yang telah digunakan untuk perawatan mesin akan menghasilkan limbah oli bekas. Limbah ini mengandung zat-zat yang mengotori udara, air, dan tanah. Pencemaran tersebut akan sangat membahayakan lingkungan jika tidak didaur ulang [2]. Minyak jelantah merupakan minyak yang sudah digunakan untuk dipanaskan secara berulang ulang [3] dan temperturnya sangat panas sehingga dapat merekatkan ikatan dan menjadi rusak menurunkan kualitas minyak [4] dan berbahaya bagi kehidupan manusia bila digunakan memasak berulang-ulang [5], sehingga perlu dilakukan upaya mendaur ulang minyak jelantah sebagai bahan bakar *biofuel* yaitu bahan bakar yang berasal dari bahan-bahan organik [6].

Laboratorium kimia UNB sampai saat ini untuk memenuhi kebutuhan akuades yaitu dengan membeli kepada penyuplai bahan kimia. Biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan akuades tidak murah. Oleh karena itu, pada

penelitian kali ini penulis akan memanfaatkan oli bekas atau minyak jelantah sebagai bahan bakar dalam proses destilasi pembuatan akuades. Air umpan yang digunakan dalam pembuatan akuades yaitu air keran laboratorium yang berasal dari air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Melalui penelitian ini dapat menunjukkan bahwa penggunaan oli bekas atau minyak jelantah sebagai bahan bakar dalam alat distilasi laboratorium dapat memberikan solusi praktis dan berkelanjutan. Akuades yang dihasilkan diharapkan memenuhi standar mutu air demineral yaitu SNI 6241-2015 dan PP No.22 Tahun 2021.

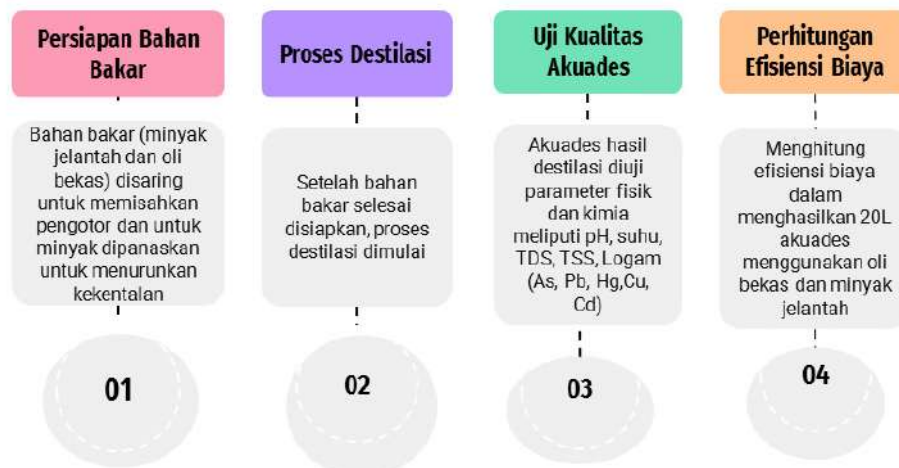
Penelitian ini tercetus persoalan berikut :

1. Laboratorium kimia UNB belum mampu menghasilkan sendiri atau memenuhi kebutuhan akuades untuk kegiatan praktikum dan penelitian.
2. Biaya yang dibutuhkan untuk membeli akuades cukup mahal yaitu 120.000 untuk 20 L akuades.
3. Limbah oli bekas dan minyak jelantah yang belum dimanfaatkan oleh banyak orang, sehingga penulis memiliki ide untuk menampung Oli bekas/ minyak jelantah dari karyawan UNB dan akan digunakan sebagai bahan bakar dalam pembuatan akuades.

Metode



Pembuatan Akuades dengan Pemanfaatan Oli Bekas dan Minyak Jelantah

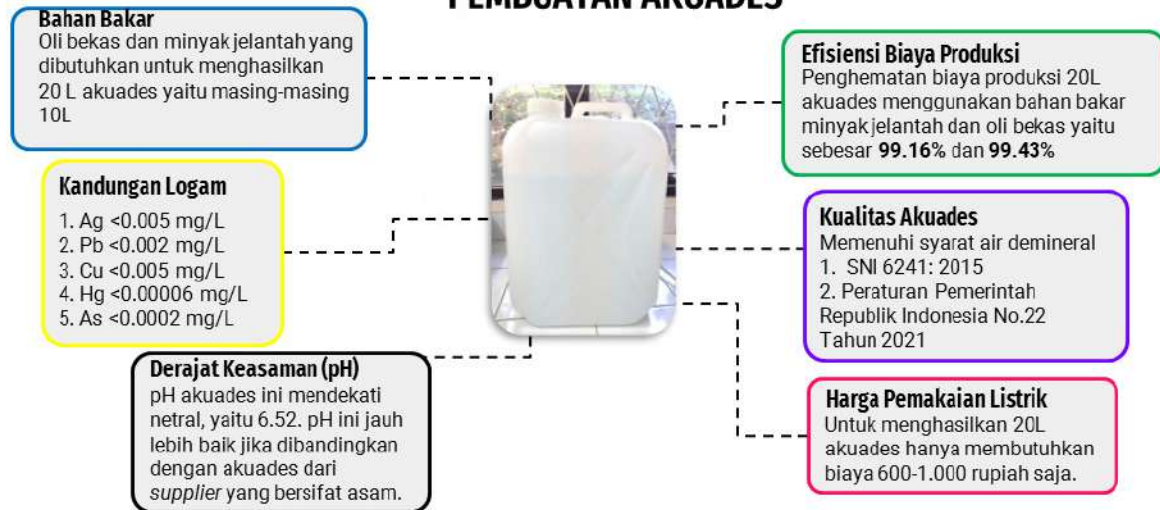


Gambar 1: Metode pembuatan akuades menggunakan oli bekas dan minyak jelantah

Infografis



OLI BEKAS DAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKAR DALAM PEMBUATAN AKUADES



Gambar 2: Hasil pengujian oli bekas dan minyak jelantah sebagai bahan bakar akuades

Hasil dan Pembahasan

Menurut penelitian [7], oli bekas mengandung logam berat seperti Fe, Zn, Cu, Mn, dan Al sehingga digolongkan ke dalam limbah B3. Masyarakat pada umumnya memanfaatkan oli bekas sebagai penghilang karat pada knalpot, pengawet kayu maupun pelumas rantai dengan pemakaian yang sangat sedikit, sedangkan sisanya terbuang percuma sehingga belum optimal pemanfaatan limbah tersebut [8]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi limbah oli bekas yaitu dengan memanfaatkan energi panas yang dihasilkan dari pembakaran oli bekas sebagai bahan bakar kompor [9].

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang sudah digunakan beberapa kali pemakaian oleh konsumen. Pemanfaatan kembali jelantah menjadi suatu bahan yang bermanfaat juga merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan [10]. Salah satu pemanfaatan minyak jelantah adalah dapat digunakan sebagai bahan bakar [11].

Kompor yang digunakan pada penelitian ini berbahan dasar besi, memiliki kapasitas daya

tampung bahan bakar 1 L, terdiri dari 1 buah adaptor dan 1 buah kipas blower. Kompor ini dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar oli bekas dan minyak jelantah sebagai sumber pembakarannya yang didorong dengan tekanan yang bersumber dari kipas blower kecil yang digerakkan oleh tenaga listrik. Cara kerja akudestilator ini diawali dengan bahan bakar yang dialirkan dari atas menggunakan pipa menuju tungku pembakaran, kemudian sumbu berupa kertas atau serpihan kayu di tungku pembakaran dibakar sampai api menyala, dan fungsi kipas blower adalah untuk memperbesar api pada tungku pembakaran.

Berdasarkan hasil penelitian akuades yang dihasilkan dari proses destilasi dengan menggunakan bahan bakar oli bekas dan minyak jelantah telah memenuhi baku mutu air demineral yaitu [12] dan [13] untuk parameter bau, warna, derajat keasaman (pH), total padatan terlarut (*Total Dissolved Solid / TDS*), total padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid / TSS*) dan cemaran logam berat (Ag, Pb, Hg, Cu, dan As).

Pada penelitian ini, akudestilator yang digunakan menggunakan bantuan kompor berbahan bakar minyak dengan kipas blower

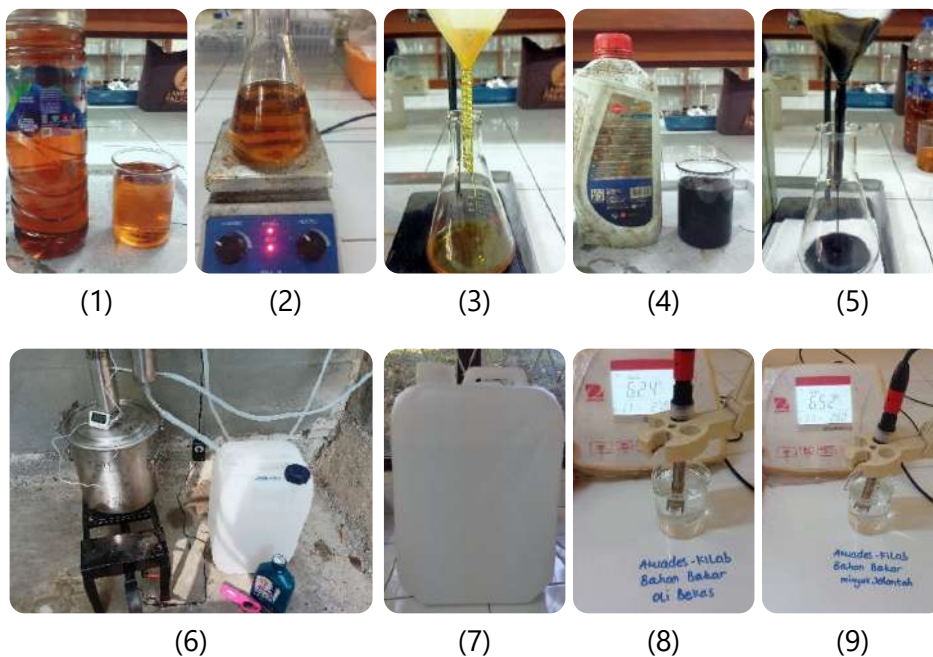
dengan daya 0,03528 kWh dalam system operasinya. Universitas Nusa bangsa memiliki daya sebesar 530 kVA. Universitas termasuk kategori S-2/TM dengan daya diatas 200 kVA, yaitu pelanggan yang termasuk dalam golongan tarif sosial adalah pelanggan badan sosial yang tenaga listriknya digunakan untuk kegiatan sosial dengan tarif 925/kWh.

Berdasarkan hasil penelitian, pemakaian energi dan biaya listrik akuadestilator (**Tabel**

1) dengan bahan bakar oli bekas dan minyak jelantah masih di bawah standar yang ditentukan oleh Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral dan sudah termasuk dalam kategori efisien. Hal ini dapat dilihat dari biaya operasional untuk menghasilkan 20 L akuades dengan biaya Rp 685,- dengan perbandingan harga akuades di pasaran yaitu sebesar Rp 6.000,-/L akan menghemat biaya sebanyak 99,43%.

Tabel 1 pemakaian energi dan biaya listrik akuadestilator

No	Bahan Bakar	Jumlah Produk (L)	Kebutuhan BB (L)	Durasi (jam)	Energi (kWh)	Biaya (Rp)
1	Oli Bekas	20	10	21	0,74088	685
2	Minyak Jelantah	20	10	31	1,09368	1.012



Keterangan :
 1-3 = proses penyaringan dan pemanasan minyak jelantah
 4-5 = proses penyaringan oli bekas
 6-7 = proses destilasi air kran menjadi akuades
 8-9 = dokumentasi pengecekan pH

Gambar 3: Proses pembuatan

“Penelitian ini sangat membantu ketersediaan akuades di lab kimia dan sangat menghemat biaya, sehingga biaya yang seharusnya dikeluarkan untuk membeli akuades ke supplier dapat dialihkan untuk membeli kebutuhan lab lainnya”

Hamza Mursandi, S.Si.,M.T (Kepala laboratorium kimia)



Dengan dibuatnya akuades ini sangat membantu mahasiswa dalam penelitian karena pH nya yang netral sehingga tidak perlu lagi untuk pembelian bahan ke luar"

Ayu Harmiza (Mahasiswa semester akhir sedang melakukan penelitian di Lab, dan ikut menggunakan akuades hasil dari penelitian ini)

Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

- Peneliti dapat mengembangkan teknologi baru dalam mengelola limbah oli bekas atau minyak jelantah yang selama ini cenderung dibuang begitu saja yang berdampak buruk bagi lingkungan. Penelitian ini dapat menciptakan solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.
- Peneliti dapat memperoleh pengalaman berharga dalam metodologi penelitian yang melibatkan analisis kualitas bahan bakar, emisi, dan efisiensi energi dari sumber alternatif.

2. Bagi Mahasiswa

- Mahasiswa dapat langsung menerapkan ilmu yang mereka pelajari dalam konteks dunia nyata. Penelitian ini memberikan pengalaman praktis dalam bidang teknik kimia, teknik mesin, atau ilmu lingkungan.
- Mahasiswa dapat berkolaborasi dengan industri atau pihak terkait lainnya, membuka peluang magang atau kerja sama yang lebih luas di bidang energi terbarukan dan pengelolaan limbah.

3. Bagi Kampus

- Kampus dapat meningkatkan reputasi sebagai lembaga yang berkontribusi pada solusi lingkungan yang inovatif. Penelitian yang menghasilkan teknologi ramah lingkungan dan dapat diimplementasikan secara praktis akan meningkatkan citra kampus.

- Kampus dapat mengintegrasikan penelitian ini dalam pengelolaan energi di lingkungan kampus, seperti mengurangi ketergantungan pada energi konvensional dan memanfaatkan limbah sebagai sumber daya baru, yang mendukung prinsip keberlanjutan.
- Kampus yang aktif melakukan riset dengan dampak langsung terhadap isu-isu sosial dan lingkungan dapat menarik lebih banyak mahasiswa yang tertarik untuk terlibat dalam penelitian yang relevan dan bermanfaat.



Video 1: Oli bekas dan minyak jelantah untuk mengendalikan limbah.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Nusa Bangsa yang telah mendukung kegiatan KILab 2024, Dr. Lany Nurhayati, S.Si., M.Si, selaku Dekan Fakultas MIPA, Dr. Nurlela, S.Si., M.Si, selaku Kepala Laboratorium Kimia dan Fisika, dan Amri Yahya, S.Si., M.Si selaku Pembimbing KILab 2024, serta seluruh Civitas Akademika FMIPA UNB.



Penelitian ini sangat bagus untuk mengurangi jumlah limbah minyak jelantah dan oli bekas”

Mahesa Putra (mahasiswa semester 5)

Daftar Pustaka

- W. P. Raharjo, “Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Salah Satu Alternatif Solusi Untuk Mengurangi Kebutuhan Minyak Bakar,” *Mekanika*, vol. 3, no. 1, 2004.
- N. Saleh, Nelvidawati, S. Hartuti, and V. Azatri, “Pengaruh Penambahan Katalis Pada Hasil Pengolahan Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair (Bbc),” *Ensiklopedia of Journal*, vol. 6, no. 2, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- S. Roy *et al.*, “Effective utilisation of waste cooking oil in a single-cylinder diesel engine using alumina nanoparticles,” *Sustain Energy Fuels*, vol. 4, no. 2, pp. 571–581, 2020, doi: 10.1039/c9se00393b.
- F. Damayanti, T. Supriyatin, and T. Supriyatin, “Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Sebagai Upaya Peningkatan Kepedulian Masyarakat Terhadap Lingkungan,” *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 5, no. 1, Nov. 2020, doi: 10.31849/dinamisia.v5i1.4434.
- L. Fereidooni, K. Tahvildari, and M. Mehrpooya, “Trans-esterification of waste cooking oil with methanol by electrolysis process using KOH,” *Renew Energy*, vol. 116, pp. 183–193, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.renene.2017.08.067.
- J. Harahap and Y. Yullia, “Potensi Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Kota Banda Aceh Sebagai Sumber Energi Alternatif (Biodiesel),” *Elkawanie*, vol. 4, no. 2, Dec. 2018, doi: 10.22373/ekw.v4i2.3514.
- M. H. Dahlan, A. Setiawan, and A. Rosyada, “Pemisahan Oli Bekas Dengan Menggunakan Kolom Filtrasi Dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit Dan Lempung,” *Teknik Kimia No. 1*, vol. 20, 2014.
- M. Algusri and D. Redantan, “Thermoelectric Untuk Daya Blower Pemanas Kandang Ayam Oli Bekas,” *Sigma Teknika*, vol. 2, no. 1, pp. 106–114, 2019, [Online]. Available: <https://www.engineeringtoolbox.com/fuel-oil>
- W. Rahmadani, P. Lumban Toruan, and Jumingin, “Pemanfaatan Oli Bekas Untuk Bahan Bakar Kompor Sebagai Energi Listrik Alternatif Dengan Prinsip Termoelektrik,” *Jurnal Redoks*, vol. 8, no. 2, 2023.
- M. Bachtiar, I. Irbah, D. Fadhilah Islamiah, C. Devarantika, A. Novia, and A. Badzliana, “Pemanfaatan Minyak Jelantah untuk Pembuatan Lilin Aromaterapi sebagai Ide Bisnis di Kelurahan Kedung Badak,” *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, vol. 4, no. 2, pp. 210–217, 2022.
- R. Afriyani, “Efisiensi Termal Kompor Tekan Minyak Jelantah (Pengaruh Rasio Optimal Campuran Minyak Jelantah dan Kerosin),” Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2014.
- B. S. Nasional, “Air demineral,” 2015 [Online]. Available: www.bsn.go.id
- “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.”

Potensi Ekstrak Kulit Kayu Pelawan (*Tristaniopsis Merguensis*) yang Diekstraksi Menggunakan Limbah Etanol sebagai Alternatif Pengganti Safranin dalam Pewarnaan Bakteri

Potential of Pelawan Bark Wood Extract (*Tristaniaopsis Merguensis Griff.*) Extracted Using Ethanol Waste as an Alternative Substitute for Safranin in Bacteriial Staining

Siti Aminah*, Royalaitani, Jemi Ferizal, Henny Helmi (Dosen Pendamping)

sitiaminah.yunus2021@gmail.com*

Laboratorium Dasar Terpadu Fakultas Sains dan Teknik, Laboratorium Universitas Bangka Belitung, Belitung.



Abstrak

Safranin merupakan bahan yang berbahaya beracun (B3) yang digunakan sebagai pewarna bakteri, dan apabila limbahnya tidak ditangani dengan baik bisa mencemari lingkungan. Kulit kayu pelawan (*Tristaniopsis merguensis*) merupakan tumbuhan lokal yang berpotensi sebagai pengganti safranin. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan 2 faktor: faktor pertama adalah waktu perendaman (10 menit, 30 menit, 50 menit, dan 70 menit) dan faktor kedua adalah 2 jenis bakteri yaitu *E.coli* dan *S. aureus* serta sebagai kontrol yaitu safranin dan ekstrak etanol kulit kayu pelawan. Hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif non statistik yang meliputi kekontrasan warna dan kejelasan morfologi bakteri. Hasil pewarnaan bakteri *S. aureus* menggunakan ekstrak kulit kayu pelawan dengan pelarut limbah pada semua perlakuan waktu menghasilkan kontras warna yang baik dan morfologi bakteri terlihat jelas, sedangkan hasil pewarnaan *E.coli* menghasilkan kontras warna yang baik dan morfologi bakteri tidak terlalu jelas jika dibandingkan dengan kontrol. Ekstrak kulit kayu pelawan yang diekstraksi menggunakan pelarut limbah etanol dapat digunakan sebagai alternatif pewarna pada pewarnaan bakteri namun masih memerlukan penelitian lanjutan untuk menyempurnakan formulasinya.

Kata Kunci

- Kulit Kayu Pelawan
- Limbah Etanol
- *Tristaniaopsis Merguensis*, Griff
- Pewarna Alternatif

Keywords

- Tree Bark Pelawan
- *Tristaniopsis Merguensis*
- Alternative Dyes
- Ethanol Waste

Abstract

Safranin is a hazardous toxic material (B3) used as a bacterial stain, and if its waste is not properly managed, it can pollute the environment. The bark of the Pelawan tree (*Tristaniopsis merguensis*) is a local plant with potential to be an alternative to safranin. This study was conducted using an experimental method with two factors: immersion time (10 minutes, 30 minutes, 50 minutes, and 70 minutes) and two types of bacteria, *E. coli* and *S. aureus*, with controls being safranin and ethanol extract of Pelawan tree bark. The research results were analyzed using a descriptive qualitative non-statistical method, including color contrast and bacterial morphology clarity. The staining results for *S. aureus* using the Pelawan tree bark extract with waste solvent at all immersion time treatments resulted in good color contrast and clear bacterial morphology. Meanwhile, the staining results for *E. coli* showed good color contrast but the bacterial morphology was less clear compared to the control. The Pelawan tree bark extract, which was extracted using ethanol waste solvent, can be used as an alternative bacterial stain; however, further research is needed to refine its formulation.

Secara umum, bakteri tidak berwarna maka pewarnaan bakteri sangat diperlukan untuk mempermudah pengamatan morfologi bakteri dengan menggunakan bantuan mikroskop. Safranin merupakan pewarna sintetis yang harganya tergolong mahal dan susah didapatkan di Bangka Belitung. Selain itu, berdasarkan *Material Safety Data Sheet* (MSDS), Safranin merupakan pewarna sintetis yang berbahaya dan beracun (B3). Apabila limbahnya tidak ditangani dengan baik bisa mencemari lingkungan dan membahayakan kehidupan perairan dengan efek jangka panjang. Indonesia khususnya Bangka Belitung memiliki keanekaragaman tumbuhan lokal yang berpotensi untuk dijadikan pewarna alternatif yang murah, ramah lingkungan, dan mudah terdegradasi. Salah satunya yaitu tumbuhan pelawan (*Tristaniopsis merguensis*). Tumbuhan pelawan (*Tristaniopsis merguensis*) merupakan salah satu tumbuhan yang menjadi prioritas untuk dikembangkan dan dikonservasi di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (bappeda.babelprov.go.id, 2017). Kulit kayu pelawan yang belum dimanfaatkan dan berwarna merah memiliki potensi untuk dijadikan pewarna alami karena berdasarkan penelitian Kusuma (2022) kayu pelawan mengandung fenol dan flavonoid. Flavonoid merupakan salah satu golongan pigmen penimbul warna pada tumbuhan yang berpotensi untuk dijadikan pewarna pengganti safranin. Untuk mendapatkan senyawa yang diinginkan kulit kayu pelawan harus diekstraksi menggunakan pelarut yang sesuai. Flavonoid merupakan salah satu senyawa organik yang mudah larut dalam etanol. Waktu perendaman etanol yang digunakan sebagai pelarut ekstrak kulit kayu pelawan sebesar yaitu 10 menit, 30 menit, 50 menit, dan 70 menit. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.85 tahun 1999, limbah pelarut bekas tersebut dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sehingga pembuangannya harus dilakukan dengan prosedur yang ketat agar tidak mencemari lingkungan. Di laboratorium biologi belum adanya pengelolaan dan pengolahan limbah yang memadai, sedangkan beberapa praktikum dan penelitian menghasilkan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3) dengan

kategori pelarut organik, seperti limbah etanol. Penelitian tentang pemanfaatan limbah etanol sebagai pelarut untuk ekstraksi kulit kayu pelawan (*Tristaniopsis merguensis*) sebagai pewarna alternatif pengganti safranin belum dilaporkan,

Penelitian ini muncul ketika melihat kondisi lingkungan laboratorium yang berisiko terhadap kesehatan dan keselamatan kerja pengguna sedangkan sistem pengelolaan, pengolahan limbah B3 dan K3 di laboratorium belum memadai sedangkan penggunaan pewarna sintetis safranin banyak digunakan untuk praktikum dalam mewarnai bakteri dan limbah yang dihasilkan semakin hari semakin bertambah selain itu safranin merupakan bahan B3 yang berdampak buruk terhadap kesehatan.

Oleh sebab itu, perlu adanya pewarna alternatif pengganti safranin yang mudah terdegradasi dan ramah lingkungan serta pemanfaatan limbah yang ada. Kulit kayu pelawan yang merupakan bagian yang sering terkelupas pada kayu pelawan belum dimanfaatkan oleh masyarakat.

“ Dengan adanya penelitian ini memberikan informasi baru bahwa ekstrak kulit kayu pelawan berpotensi dijadikan sebagai zat warna sehingga kedepan dapat dikembangkan agar hasilnya lebih optimal”.

Heman Aldila, S.Pd., M.Si. (Kepala Laboratorium Dasar Terpadu).

Metode

A. Pengolahan Limbah

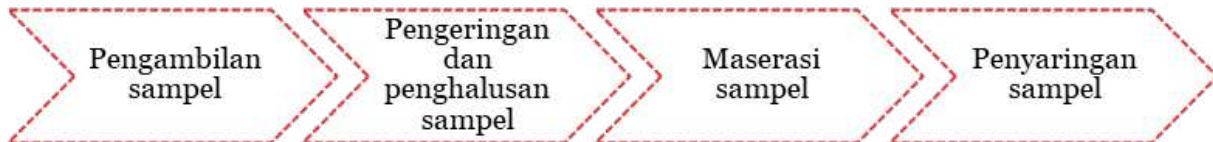
Limbah yang digunakan adalah limbah etanol bekas praktikum dan penelitian bidang Mikroteknik dari Laboratorium Dasar Terpadu, FST, Universitas Bangka Belitung. Kategori limbah etanol yang akan digunakan untuk ekstraksi adalah limbah etanol yang bercampur dengan pewarna sintetis dengan komposisi sebagai berikut yaitu etanol absolute +fast green+safranin.



Gambar 1: Rangkaian proses pengolahan limbah

B. Pengolahan Sampel

Kulit kayu pelawan diambil dari Desa Namang, Kabupaten Bangka Tengah, Kepulauan Bangka Belitung, sampel kemudian dikeringkan, dihaluskan dan disaring.



Gambar 2: Rangkaian proses pengolahan sampel

C. Ekstraksi

Sampel yang sudah dihaluskan dilakukan ekstraksi menggunakan metode maserasi. Sebanyak 20 gr kulit kayu pelawan yang sudah dihaluskan direndam ke dalam limbah etanol dengan perbandingan 1:10 selama 48 jam pada suhu ruang. Kemudian sampel disaring menggunakan kertas saring whatman, setelah itu pelarut diuapkan dengan menggunakan *vaccum rotary evaporator*.

D. Pewarnaan Bakteri

Bakteri uji *E. coli* dan *S. aureus* difiksasi di kaca preparat kemudian diteteskan ekstrak kulit kayu pelawan pelarut limbah etanol dan dibiarkan/direndam dengan variasi waktu perendaman 10 menit, 30 menit, 50 menit, dan 70 menit, setelah itu dibilas dengan aquades dan penambahan 100 µl larutan mordant (lugol) pada *S. aureus* dan *E. coli*. Preparat dikeringkan dan dilakukan pengamatan dengan mikroskop binokuler perbesaran 1000 kali dan diambil gambarnya. Sebagai kontrol bakteri uji ditetesi ekstrak kayu pelawan pelarut etanol dan safranin. Hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif non statistik yang meliputi kekontrasan warna dan kejelasan morfologi bakteri.

E. Uji Fitokimia

1. Uji flavonoid dengan NaOH 10%

Tabung reaksi yang berisi ekstrak kulit kayu pelawan (1 mL) ditambahkan NaOH

10% (2 tetes), selanjutnya dikocok dengan kuat agar homogen. Indikator yang menunjukkan ekstrak kulit kayu pelawan positif mengandung flavonoid adalah dengan adanya salah satu perubahan dari segi warna menjadi kuning, hijau, merah ataupun coklat (Mailuhu *et al.*, 2017).

2. Uji flavonoid dengan H₂SO₄ 2N

Tabung reaksi yang berisi ekstrak kulit kayu pelawan (1 mL) ditambahkan H₂SO₄ 2N (2 tetes). Indikator yang menunjukkan kulit kayu pelawan positif mengandung flavonoid adalah dengan adanya salah satu perubahan warna menjadi kuning, merah atau coklat (Mailuhu *et al.*, 2017)

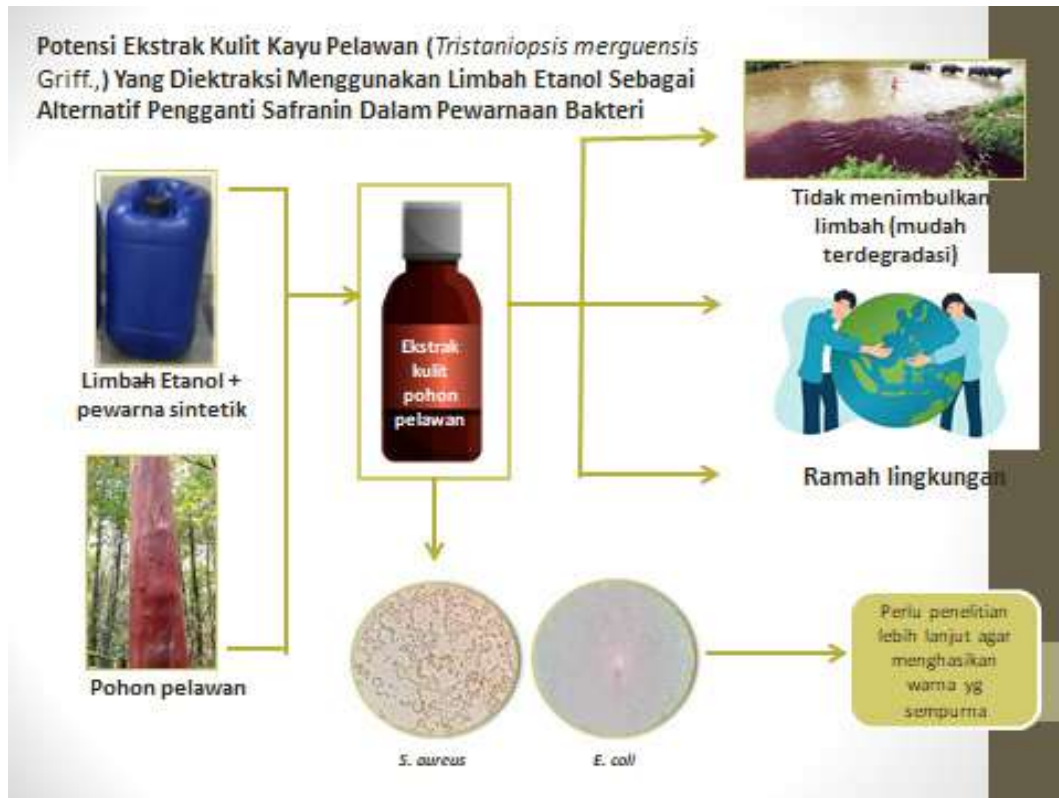
3. Uji fenolik

Tabung reaksi yang berisi ekstrak kulit kayu pelawan (1 mL) ditambahkan FeCl₃ 1% (2 tetes). Indikator yang menunjukkan ekstrak kulit kayu pelawan positif mengandung fenolik adalah dengan adanya perubahan warna menjadi biru kehitaman (Mailuhu *et al.*, 2017).

4. Uji tanin

Tabung reaksi yang berisi ekstrak kulit kayu pelawan (1 mL) ditambahkan FeCl₃ 1% (10 tetes). Indikator yang menunjukkan ekstrak kulit kayu pelawan positif mengandung tanin adalah dengan adanya perubahan warna menjadi hijau kehitaman (Harborne, 1987).

Infografis



Gambar 3: Infografis potensi ekstrak kayu pelawan

Hasil dan Pembahasan

Limah etanol + pewarna sintesis merupakan limbah berbahaya dan beracun (B3). Apabila tidak ditangani dengan baik limbah pewarna sintesis dapat mencemari air sungai dan merusak ekosistem perairan, ekosistem tanah, seperti mengubah warna, bau, dan rasa air, serta menghambat aktivitas biologi perairan (Rehm, J., *et al.*, 2009). Di Laboratorium Dasar Terpadu belum adanya sistem pengelolaan dan pengolahan limbah sehingga limbah pelarut etanol + pewarna sintetik bekas praktikum dan penelitian masih ditampung di dalam ruang laboratorium. Pelarut organik etanol merupakan bahan yang mudah menguap dan apabila terlalu lama disimpan di laboratorium sangat berbahaya dan berisiko terhadap kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di Laboratorium. Selain sifatnya yang mudah terbakar. Menurut (Sani, M. A., *et al.*, 2017) limbah pelarut etanol dapat berdampak buruk bagi kesehatan seperti menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan,

mata, kulit, saluran napas, serta gangguan saraf. Sedangkan pewarna sintesis dapat menyebabkan iritasi kulit, nyeri sendi, pusing, alergi, asma, dermatitis, gangguan sistem saraf pusat dan kanker kulit, sehingga berisiko terhadap pengguna/praktikan yang praktikum menggunakan pewarna sintetik atau safranin. Penggunaan pewarna sintetik untuk mewarnai bakteri secara terus menerus di lingkungan laboratorium tanpa pengelolaan dan pengolahan juga akan menyebabkan *volume* limbah semakin hari semakin bertambah.

Maka dari itu untuk menghindari dampak negatif dan penambahan volume dari limbah etanol+pewarna sintesis, limbah tersebut harus diolah, salah satunya dengan cara evaporasi menggunakan alat evaporator dan kemudian limbah dimanfaatkan kembali sebagai pelarut untuk mengekstraksi kulit kayu pelawan (*Tristaniopsis merguensis*) yang berpotensi sebagai pewarna alternatif pengganti safranin dalam mewarnai bakteri. Sehingga dengan adanya pewarna alternatif dari ekstrak kulit

kayu pelawan yang mudah terdegradasi dan ramah lingkungan praktikum lebih efektif, efisien anggaran dan waktu karena selain harganya yang mahal safranin juga susah didapatkan karena pembeliannya dari luar Bangka Belitung sedangkan bahan tersebut dibutuhkan dan harus ada saat kegiatan praktikum.

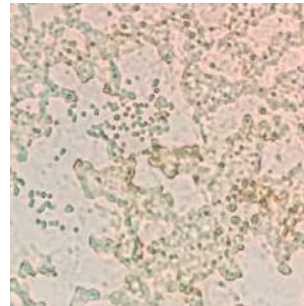
Selain itu, adanya inovasi ini secara langsung dapat mengurangi limbah pelarut etanol yang ada dengan cara *Reuse* dan mengurangi penggunaan bahan yang menghasilkan limbah dimasa yang akan datang *Reduce*. Namun perlu adanya penelitian lebih lanjut seperti:

1. Analisis kuantitatif limbah etanol menggunakan GCMS atau HPLS untuk melihat karakteristik limbah yang sudah dievaporasi sehingga kemudian ditemukan metode yang tepat dalam mengolah limbah dan mampu menghasilkan kualitas limbah yang hampir setara dengan etanol absolut.
2. Perlu dilakukan skrining fitokimia ekstrak kulit kayu pelawan secara kuantitatif sehingga ditemukan senyawa apa yang paling dominan dalam memberikan warna terhadap bakteri sehingga menemukan metode ekstraksi yang paling efektif dalam mengekstrak kulit kayu pelawan.
3. Melakukan optimasi metode atau formulasi ekstrak agar ekstrak yang dihasilkan lebih baik lagi dalam mewarnai bakteri secara sempurna.

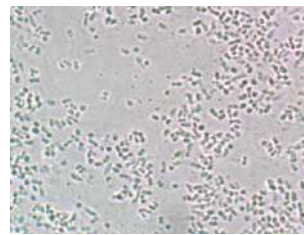
Sehingga dengan penelitian lebih lanjut potensi zat warna alami dari ekstrak kulit kayu pelawan yang diekstraksi menggunakan pelarut limbah etanol sebagai alternatif pengganti safranin dalam mewarnai bakteri bisa diterapkan tidak hanya dalam pendidikan, tetapi juga dalam penelitian dan pengabdian perguruan tinggi.



Gambar 4: Ekstrak Kulit Kayu Pelawan



Gambar 5: *S. aureus* yg diwarnai menggunakan Ekstrak kulit kayu pelawan pelarut limbah etanol



Gambar 6: *E. coli* yg diwarnai menggunakan Ekstrak kulit kayu pelawan pelarut limbah etanol

Manfaat Penelitian

Dengan menggunakan ekstrak kulit kayu pelawan untuk mewarnai bakteri selain meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan laboratorium, staf laboratorium dan pengguna tidak perlu memikirkan cara untuk menampung atau menyimpan limbah pewarna sintetik karena pewarna alami yang digunakan bersifat mudah terdegradasi dan ramah lingkungan, praktikum lebih efektif dan efisien karena bahan yang digunakan dalam mewarnai bakteri tidak berisiko terhadap kesehatan, serta dapat mengefisiensi anggaran praktikum karena harga safranin dan biaya pengiriman cukup mahal jika dibandingkan ekstrak kulit kayu pelawan.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024."
2. Serta kepada Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, serta Fakultas Sains dan Teknologi, yang telah berkontribusi dalam penyediaan ruang dan fasilitas laboratorium untuk pengujian ini.

3. Kepala Laboratorium Dasar Terpadu yang memberikan dukungan serta masukan dalam pembuatan inovasi ini.
4. Dosen Pendamping yang turut memberikan koreksi dan saran perbaikan metode dan laporan.
5. Semua dosen dan mahasiswa yang telah memberikan umpan balik dan kontribusi berharga dalam proses penelitian ini.
6. Tim peneliti yang telah bekerja keras dalam optimasi.



Video 1: Penemuan pewarna bakteri dari pohon pelawan

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- BAPPENAS [Badan Perencanaan Pembangunan Nasional], Indonesian Biodiversity Strategy And Action Plan 2015-2020. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS. 2016
- Bappeda.babelprov.go.id.2017. Pengembangan dan Konservasi Gaharu dan Pelawan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Musrenbang RPJMD Provinsi Kepulauan Bangka Belitung 2017- 2022.2017
- Farida, Rita, "Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode Microwave Assisted Extraction (Lama Ekstraksi dan Rasio Bahan: Pelarut)" *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3, No 2, p.362-373, April 2015.
- Isminingsih. *Pengantar Kimia Zat Warna*. Bandung : STTT Press, 1978.
- Kusuma G, Mahardika R, Sari P, 2022. "Ekstrak Batang Pelawan (*Tristaniopsis merguensis*.)", sebagai Antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Jurnal sains dan terapan kimia*, Vol 4, Desember 2022.
- Lemmens, R.H.M.J. dan I.Soerianegara. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara Pohon Penghasil Kayu Perdagangan Utama*. Bogor: PT Balai Pustaka Prosesa Indonesia.2022
- Malekbala, M.R., S.M. Soltani, S. Kazemi, & S. Hosseini, Equilibrium and Kinetic Studies of Safranin Adsorption on Alkali-Treated Mango Seed Integuments", *International Journal of Chemical Engineering and Application*. 3: 160-166, 2012
- Rosianty Y, Sukaryanto A, Febriyani, "Potensi Pohon Pelawan (*Tristaniopsis merguensis*) di Desa Namang, Kecamatan Namang, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Bangka Belitung", *Jurnal Penelitian Ilmu Kehutanan*. Vol. 1, Juli 2022.
- Yarli, N. 2011. Ekologi Pohon Pelawan (*Tristaniopsis Merguensis* Griff.) Sebagai Inang Jamur Pelawan Di Kabupaten Bangka Tengah. (Tesis). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Rehm, J., et al. (2009). The Global Burden of Disease Attributable to Alcohol Use and Alcohol-Use Disorders. *Lancet*, 373(9682), 2223-2233.
- Sani, M. A., et al. (2017). Effects of Synthetic Dye Pollution on the Environment and Human Health: A Review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7), 6479-6490. 3

Penyediaan Selulosa Bakteri/Polianilin sebagai Adsorben

Preparation of Bacterial Cellulose/Polyaniline as Adsorbent

Sri Rahayu^{1*}, Sabarmin Perangin-angin², Edi Suratno³, Saharman Gea⁴ (Dosen Pembimbing)

sriahayu3213@usu.ac.id*

^{1,2}Laboratorium Kimia Dasar, Laboratorium Ilmu Dasar, Universitas Sumatera Utara

^{3,4}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara



Abstrak

Tartrazin merupakan kelompok senyawa azo pewarna makanan yang paling umum digunakan. Namun, penggunaan azo tartrazin dapat merugikan kesehatan. Oleh sebab itu, kombinasi selulosa bakteri dan polianilin (SB/PAni) sebagai salah satu material yang dapat digunakan dalam pembuatan adsorben. Metode adsorpsi merupakan salah satu alternatif dalam mengurangi jumlah kontaminan dengan prinsip penyerapan oleh adsorben. Penelitian ini bertujuan menginkorporasi polianilin ke permukaan selulosa bakteri menggunakan teknik polimerisasi secara *ex-situ* dan mengaplikasikannya sebagai adsorben terhadap pewarna azo tartrazin. Penambahan inisiator amonium persulfat (APS) pada campuran selulosa bakteri dan anilin dalam larutan asam klorida (HCl) menyebabkan monomer anilin mengalami polimerisasi dan menutupi permukaan selulosa bakteri. Analisa struktur dilakukan menggunakan FTIR dan RAMAN untuk menunjukkan adanya gugus aktif amina, imina (-NH-), C=N, dan kerangka cincin benzen yang merupakan karakteristik dari struktur polianilin. Hasil analisis UV-*visible* menunjukkan pengurangan signifikan jumlah tartrazin oleh kehadiran polianilin pada selulosa bakteri. Hasil ini membuktikan bahwa selulosa bakteri terinkorporasi anilin berpotensi menjadi adsorben terhadap pewarna azo tartrazin.

Kata Kunci

- Adsorben
- Polianilin
- Selulosa bakteri
- Tartrazin

Keywords

- Adsorbent
- Bacterial cellulose
- Polyaniline
- Tartrazine

Abstract

Tartrazine is a widely used azo dye in food, but its consumption poses health risks. This study investigates the combination of bacterial cellulose and polyaniline (BC/PAni) as an effective adsorbent for tartrazine. Adsorption method is one of the alternative ways to reduce the amount of contaminants with the principle of absorption by adsorbents. We employed an ex-situ polymerization method, where ammonium persulfate (APS) was added to a mixture of bacterial cellulose and aniline in hydrochloric acid, initiating the polymerization of aniline on the cellulose surface. Structural analysis via FTIR and Raman spectroscopy confirmed the presence of characteristic polyaniline features, including active amine and imine groups (-NH-), C=N groups, and benzene ring skeletons. Additionally, scanning electron microscopy (SEM) revealed a rough and folded surface morphology, enhancing adsorption capacity. UV-visible spectrophotometry demonstrated a significant reduction in tartrazine concentration upon interaction with the BC/PAni composite. These results prove that aniline-incorporated bacterial cellulose has the potential to be an adsorbent for the azo dye tartrazine.

Industri makanan dan minuman dengan warna yang menarik dan variatif merupakan salah satu industri yang paling berkembang pesat saat ini. Namun, tidak diikuti dengan sistem pengolahan limbah yang memadai untuk menangani limbah zat pewarna tersebut, sehingga menyebabkan air terkontaminasi zat pewarna yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata dan hidung, gangguan pencernaan dan reaksi alergi (Singh *et al.*, 2024). Beberapa metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pewarna makanan salah satunya adalah adsorpsi. Selulosa bakteri (SB) merupakan salah satu material yang dapat digunakan dalam pembuatan adsorben. Hal ini disebabkan SB memiliki tingkat kemurnian yang tinggi mendekati 100%, memiliki kekuatan tarik yang baik, kemampuan mengikat air dan mempertahankan bentuk yang sangat baik, menjadikannya alternatif yang menjanjikan dalam proses penghilangan zat warna makanan dalam air (Ahmed *et al.*, 2020).

Di samping itu, SB masih memiliki keterbatasan dalam mengadsorpsi polutan, berupa kapasitas adsorpsi dan selektivitas yang masih rendah untuk beberapa polutan. Hal ini disebabkan gugus fungsi pada permukaannya tidak spesifik terhadap polutan tertentu sehingga kemampuan selektifitasnya masih rendah. Salah satu solusi terbaik dalam mengatasi keterbatasan tersebut adalah dengan memodifikasi gugus fungsi SB menggunakan polianilin (PAni). PAni merupakan salah satu polimer konduktif terbaik karena adanya gugus aktif amina dan imina ($-NH-$) yang berinteraksi dengan molekul berbagai kontaminan yang ada dalam air yang tercemar (Nasar & Mashkoo, 2019). Interaksi yang ditimbulkan yaitu interaksi $\pi-\pi$ antara gugus aromatik dengan zat pewarna, juga interaksi elektrostatis dan ikatan hidrogen (Minisy *et al.*, 2021). Sifat PAni yang selektif terhadap zat warna tertentu menjadikan PAni material terbaik untuk dikombinasikan dengan SB. Selain itu, keunggulan PAni memiliki kestabilan lingkungan yang baik, biaya rendah, dapat disintesis dengan mudah (Betlej *et al.*, 2021), memiliki luas permukaan efektif yang sangat besar, efisiensi adsorpsi yang tinggi, selektivitas yang tinggi, ukuran dan volume

pori yang sesuai, kompatibilitas, ramah lingkungan, dapat digunakan kembali, serta stabilitas mekanik, kimia, dan termal yang tinggi (Nasar & Mashkoo, 2019), sehingga sangat cocok dijadikan adsorben dengan biaya yang ekonomis.

Berbagai masalah yang timbul mengenai dampak kesehatan masyarakat yang disebabkan banyaknya zat pewarna sintetis pada makanan dan minuman, khususnya zat pewarna azo tartrazin yang menyebabkan gangguan kesehatan seperti alergi, perubahan perilaku pada anak-anak seperti hiperaktif dan kanker. Sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada zat pewarna sintetis, pemanfaatan limbah air kelapa dalam pembuatan selulosa bakteri menawarkan solusi inovatif dalam penyediaan adsorben, khususnya di laboratorium kimia dasar LIDA USU.

Sebuah studi kasus yang diterbitkan dalam jurnal *Allergology International* melaporkan bahwa makanan manis berwarna-warni memicu gejala alergi. *Food Standards Agency (FSA)* yang setara dengan *Food and Drug Administration (FDA)* Amerika Serikat, mengeluarkan peringatan bahwa tartrazin bisa menyebabkan perubahan perilaku, termasuk kehilangan konsentrasi dan keaktifan yang sulit dikendalikan.

Adapun gagasan penelitian ini terinspirasi dari pengalaman Laboran di lingkungan bekerja yaitu Laboratorium Kimia Dasar LIDA USU, dimana modul praktikum tentang adsorpsi larutan menggunakan adsorben untuk menyerap zat warna yang terdapat pada bahan makanan dan minuman berwarna.

Metode

1. Sintesis Selulosa Bakteri

Sebanyak 2L air kelapa dimasukkan ke dalam *beaker glass* ukuran 5L. Selanjutnya 20g glukosa dan 10g urea ditambahkan ke dalam air kelapa lalu dihomogenkan. Setelah itu, *beaker glass* ditutup dengan aluminium foil dan dipanaskan di atas *hotplate* hingga mendidih. Setelah mendidih, larutan didinginkan kemudian ditambahkan asam asetat glasial (CH_3COOH) hingga pH 4. Setelah pH mencapai 4, diinokulasi dengan penambahan 100 ml starter *Acetobacter*

xylinum lalu diinkubasi selama 7 hari pada suhu kamar.

2. Purifikasi Selulosa Bakteri

Lembaran SB yang diperoleh sebelumnya kemudian dipisahkan dari larutannya, lalu dicuci dengan aquades hingga pH netral. Selanjutnya, SB direndam dalam larutan NaOH 2,5% selama 24 jam. Setelah 24 jam SB dicuci dengan aquades hingga pH netral. Setelah netral, SB direndam kembali dalam larutan NaOCl 2,5% selama 24 jam. Setelah 24 jam SB dicuci kembali dengan aquades hingga pH netral, kemudian diperoleh SB murni.

3. Sintesis SB/Pani

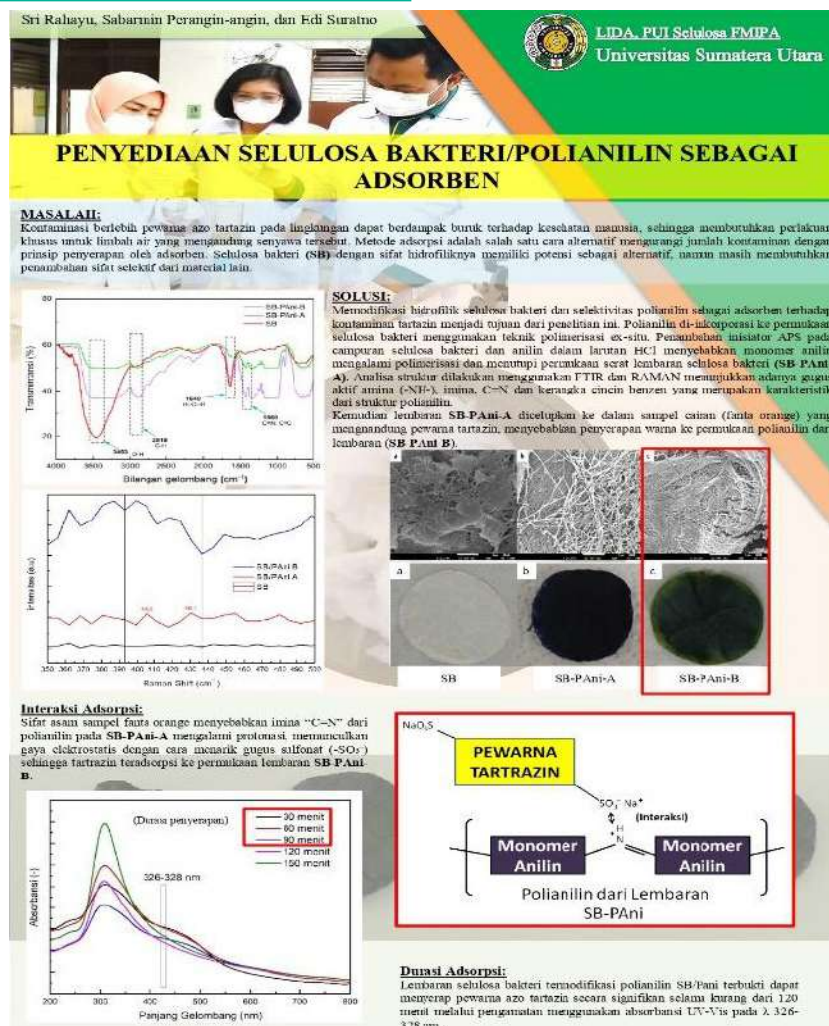
SB/PAni disintesis dengan oksidatif *ex-situ* polimerisasi anilin dengan adanya SB. Sebanyak 20 SB ditambah dengan 10 ml anilin, dilarutkan dalam 20 ml HCl 1 M dan disonikasi selama

30 menit. Kemudian, 5ml larutan APS 0,5% ditambahkan secara perlahan-lahan ke dalam campuran SB anilin dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar. Campuran reaksi disaring dan dicuci dengan HCl 0,5 M. Selanjutnya ditambahkan air deionisasi hingga pH netral. Hasil yang diperoleh dikeringkan pada suhu 45°C selama 24 jam menggunakan oven. Kemudian, hasil lembaran SB/PAni dikarakterisasi dengan FTIR, spektroskopi RAMAN, dan SEM.

4. Perlakuan Adsorpsi Tartrazin

Sampel yang digunakan adalah Fanta orange yang mengandung tartrazin. Masing-masing sebanyak 0,1g adsorben (SB/PAni) dalam 20ml sampel *dishaker* menggunakan inkubator *shaker* dengan variasi waktu selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit pada suhu kamar. Kemudian disaring, lalu filtrat yang dihasilkan diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Infografis



Gambar 1: Infografis Penyediaan Selulosa Bakteri/Polianilin sebagai Adsorben



Produk ini dapat digunakan sebagai alternatif adsorben dalam praktikum, khususnya praktikum di Laboratorium Kimia Dasar LIDA USU dengan modul adsorpsi larutan”.

Salwa Aqilah Luthfiyah (Mahasiswa S1 Kimia USU)

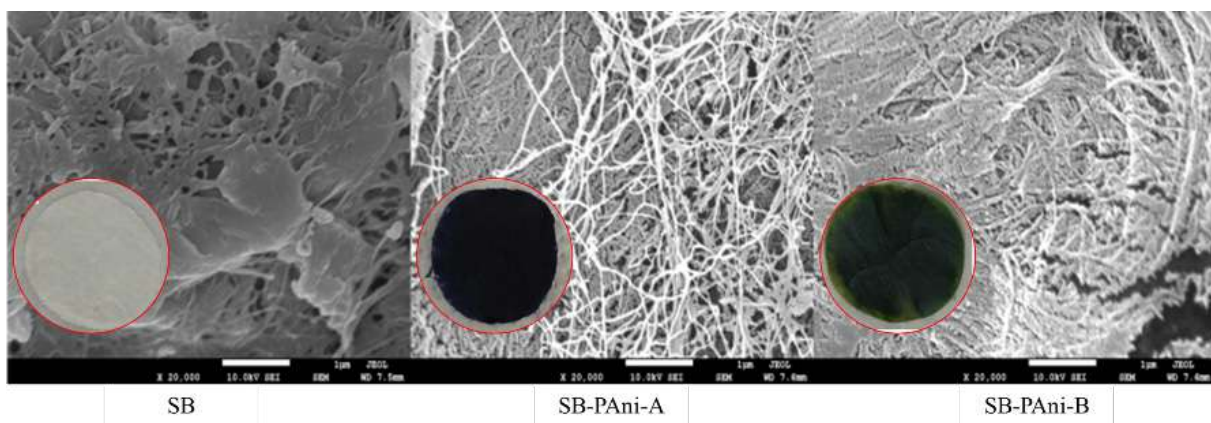
Hasil dan Pembahasan

Zat pewarna sintesis pada makanan dan minuman, khususnya zat pewarna azo tartrazin yang menyebabkan beberapa gangguan kesehatan seperti alergi, perubahan perilaku pada anak-anak seperti hiperaktif dan kanker. Sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada zat pewarna sintesis, pemanfaatan limbah air kelapa dalam pembuatan selulosa bakteri menawarkan solusi inovatif dalam penyediaan adsorben, khususnya di laboratorium kimia dasar LIDA USU. Namun penggunaan selulosa bakteri masih memiliki keterbatasan dalam mengadsorpsi beberapa polutan. Salah satu solusi terbaik dalam mengatasi keterbatasan tersebut adalah dengan memodifikasi selulosa bakteri dengan polianilin (SB/PAni). PAni merupakan salah satu polimer konduktif terbaik karena adanya gugus aktif amina dan imina ($-NH-$) yang berinteraksi dengan molekul berbagai kontaminan yang ada dalam air yang tercemar. Dalam karya studi ini kami berinovasi mengkombinasikan SB dengan PAni (SB/PAni) untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dan

efisiensi penghilangan zat pewarna makanan dalam fanta orange yang mengandung tartrazin.

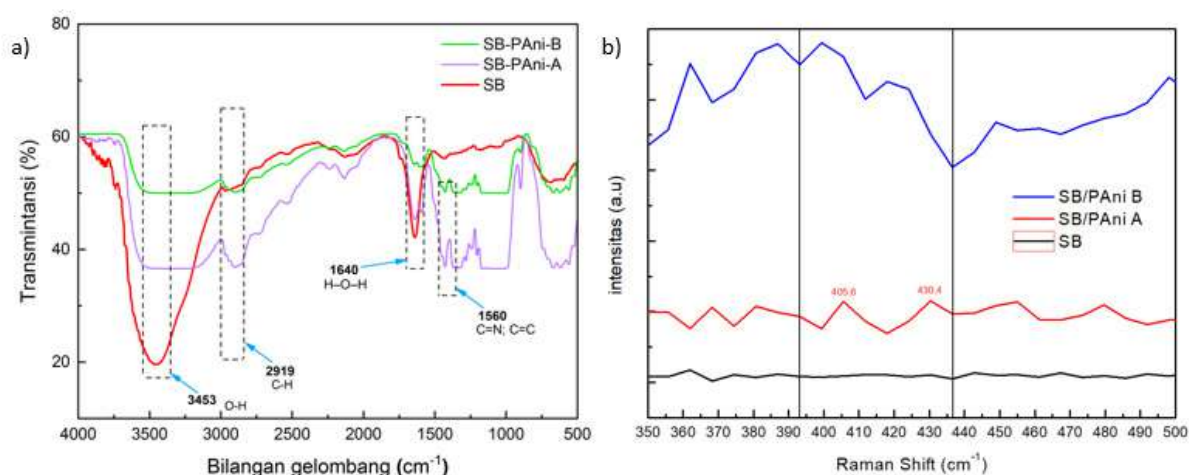
1. Analisis morfologi menggunakan SEM

Pada Gambar 2 menampilkan gambar morfologi dari SB, SB yang terinkorporasi polianilin (SB/PAni A) dan SB terinkorporasi polianilin setelah direndam pada sampel fanta orange (SB/PAni B). Hasil analisis dilakukan perbesaran 20.000 kali. Mikrograf SB menunjukkan permukaan struktur jaringan dengan rasio permukaan serat dan ruang kosong yang terlihat jelas (Fatima *et al.*, 2022). Namun, struktur permukaan serat SB (Gambar 2a) yang dihasilkan masih terdapat gumpalan, disebabkan oleh perlakuan purifikasi yang kurang optimal. Di samping itu, SB/PAni A (Gambar 2b) menampilkan struktur permukaan serat dan ruang kosong yang terlihat jelas. Hal ini disebabkan adanya interaksi antara SB dan polianilin yang menyebabkan perubahan morfologi serat. Pada (Gambar 2c) terlihat bahwa ruang kosong pada permukaan serat terisi dan permukaan lebih padat disebabkan tartrazin teradsorpsi ke permukaan polianilin sehingga terjadi perubahan struktur dari SB (Sahnoun & Boutahala, 2018).



Gambar 2: Mikrograf SEM dari (a) SB; (b) SB/PAni A; (c) SB/PAni B

2. Analisis struktur lembaran SB, SB/Pani A dan SB/Pani B



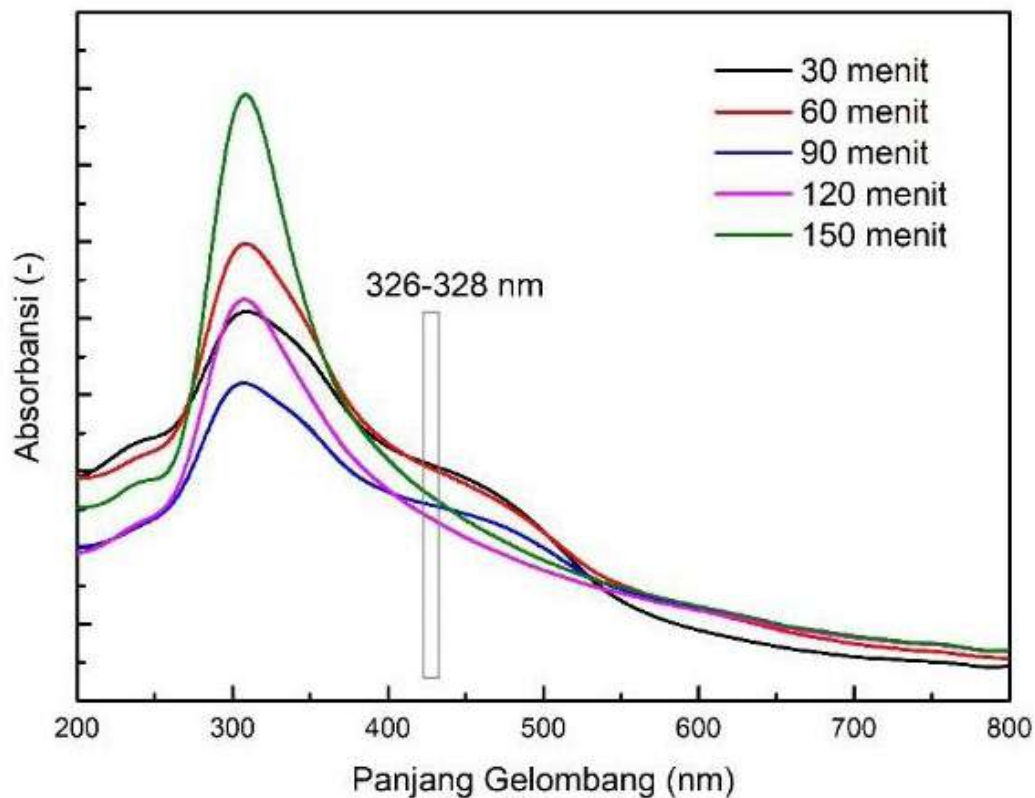
Gambar 3: a) Spektrum FTIR dan b) analisis RAMAN dari SB, SB/Pani A dan SB/Pani B

Spektrum SB menunjukkan puncak-puncak karakteristik SB pada umumnya. Posisi bilangan gelombang SB relatif tidak mengalami pergeseran, menunjukkan bahwa kerangka karbon selulosa secara umum masih terjaga setelah proses inkorporasi. Puncak yang awalnya tajam dan lebar mengalami reduksi dan berubah menjadi lebih lebar, mengindikasikan kehadiran gugus N-H amina anilin berinteraksi dengan gugus hidroksil SB, diketahui pita regangan (*stretching*) N-H gugus amina primer muncul pada kisaran 3600-3200 cm^{-1} . Kemunculan puncak baru pada bilangan gelombang 1600-1350 cm^{-1} mengindikasikan kehadiran ikatan dalam cincin "benzenoid dan quinoid (C=N & C=C) dan puncak baru rentang 1350-1312 cm^{-1} mengindikasikan kehadiran ikatan aromatik amina (C-N) (Zengin *et al.*, 2019), merupakan karakteristik dari struktur polianilin. Kemudian, setelah lembaran SB berlapis polianilin tersebut direndam ke dalam larutan sampel fanta orange (SB/Pani B) mengakibatkan penurunan nilai transmitansi pada keempat puncak karakteristik utama lembaran SB/Pani A (Gambar 3a). Penurunan ini disebabkan oleh gugus amina dari polianilin berinteraksi dengan gugus anionik tartrazin dari sampel fanta orange. Sifat asam dari larutan sampel fanta orange menyebabkan imina (C=N) dari polianilin mengalami protonasi,

mengakibatkan gaya elektrostatik dengan cara menarik gugus sulfonat ($-\text{SO}_3^-$) sehingga tartrazin teradsorpsi ke permukaan polianilin (Sahnoun & Boutahala, 2018). Fenomena inkorporasi SB dan PAni serta interaksi sorben SB/Pani A terhadap sorbat tartrazin juga diperkuat oleh data RAMAN (Gambar 3b). Kehadiran puncak 405,6 cm^{-1} dan 430,4 cm^{-1} mengindikasikan perubahan formasi cincin benzene dari PAni akibat konformasi dengan molekul SB. Kemudian kedua puncak tersebut juga mengalami perubahan signifikan pada intensitas, pergeseran puncak, dan bentuk puncak akibat menyesuaikan dengan kehadiran tartrazin di permukaan SB/Pani B (Okajima *et al.*, 2018).

3. Analisis Spektroskopi UV-visible

Penentuan proses adsorpsi pewarna tartrazin oleh SB/PAni ditentukan oleh spektroskopi UV-visible dengan hasil tertera pada Gambar 5. Spektrum UV-visible menunjukkan puncak maksimum panjang gelombang λ dari pewarna tartrazin pada kurva 30 menit, 60 menit, dan 90 menit, dengan rentang sekitar 326 hingga 328 nm (Gobara & Baraka, 2014). Durasi perendaman larutan sampel terhadap SB/PAni menunjukkan perubahan konsentrasi tartrazin secara signifikan. Hasil perendaman SB/Pani selama 120 menit mengadsorpsi zat pewarna tartrazine secara optimum.



Gambar 4: Perbandingan spektrum UV-Vis dari larutan sampel yang merendam SB/Pani selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit

Kesimpulan: Preparasi lembaran selulosa bakteri terinkorporasi polianilin (SB/PANI) telah berhasil dilakukan menggunakan teknik polimerisasi *ex-situ* yang dibuktikan dengan munculnya ikatan aromatik imina (-NH-), gugus fungsi C=N dan adanya cincin benzen anilin yang merupakan karakteristik dari struktur polianilin. SB/PANI terbukti dapat mengadsorpsi pewarna tartrazin secara signifikan dalam rentang waktu 120 menit. Hasil karakterisasi UV-vis ini juga membuktikan bahwa SB/PANI mampu mengadsorpsi pewarna tartrazin secara optimal.

Manfaat Penelitian

Karya inovasi ini akan sangat bermanfaat bagi peneliti dalam pengembangan material baru ramah lingkungan yang dapat digunakan pada berbagai aplikasi. Hasil penelitian ini dapat dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional sehingga meningkatkan kepercayaan diri dan reputasi

peneliti. Karya inovasi ini juga bermanfaat bagi mahasiswa karena dapat terlibat langsung dalam eksperimen dan penelitian sehingga meningkatkan keterampilan laboratorium, pengetahuan teknis dan daya saing mahasiswa di industri kerja. Penelitian yang inovatif juga dapat meningkatkan reputasi akademik kampus khususnya Universitas Sumatera Utara dan hasil penelitian ini dapat membuka peluang kolaborasi dengan industri atau institusi lain sehingga meningkatkan jaringan akademik yang lebih luas.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Kami mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Ilmu Dasar (LIDA USU) dan Laboratorium Pusat Unggulan IPTEK (PUI

Selulosa) FMIPA USU atas penyediaan fasilitas laboratorium yang memungkinkan kami melaksanakan penelitian dengan mudah dan cepat.



Video 1: Inovasi pewarna ramah lingkungan.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Ahmed, J., Gultekinoglu, M., & Edirisinghe, M. (2020). Bacterial cellulose micro-nano fibres for wound healing applications. *Biotechnology Advances*, 41, 107549.
- Betlej, I., Krajewski, K. J., Boruszewski, P., & Zakaria, S. (2021). Bacterial cellulose-

properties and its potential application. *Sains Malaysiana*, 50(2), 493–505. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5002-20>

Fatima, A., Yasir, S., Ul-Islam, M., Kamal, T., Ahmad, M. W., Abbas, Y., Manan, S., Ullah, M. W., & Yang, G. (2022). Ex situ development and characterization of green antibacterial bacterial cellulose-based composites for potential biomedical applications. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 5(1), 307–321. <https://doi.org/10.1007/s42114-021-00369-z>


Gobara, M., & Baraka, A. (2014). Tartrazine Solution as Dosimeter for Gamma Radiation Measurement. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 33(1), 106–117. <https://doi.org/10.56431/p-b52d76>

Minisy, I. M., Salahuddin, N. A., & Ayad, M. M. (2021). Adsorption of methylene blue onto chitosan–montmorillonite/polyaniline nanocomposite. *Applied Clay Science*, 203(September 2020), 105993. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2021.105993>

Nasar, A., & Mashkoor, F. (2019). Application of polyaniline-based adsorbents for dye removal from water and wastewater—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6), 5333–5356. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3990-y>

Okajima, H., Shinmyozu, T., & Sakamoto, A. (2018). Selective resonance Raman enhancement of large amplitude inter-ring vibrations of [34](1,2,4,5)cyclophane radical cation; A model of π -stacked dimer radical ions. *Physical Chemistry Chemical Physics*. <https://doi.org/10.1039/c7cp06720h>

Sahnoun, S., & Boutahala, M. (2018). Adsorption removal of tartrazine by chitosan/polyaniline composite: Kinetics and equilibrium studies. *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.02.146>



Singh, V., Pandit, C., Roy, A., Pandit, S., Rai, A. K., Rani, A., Ranjan, N., Rustagi, S., & Malik, S. (2024). Degradation of food dyes via biological methods: A state-of-the-art review. *Bioresource Technology Reports*, 25(December 2023). <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2024.101780>

Zengin, H., Aksin, G., Zengin, G., Kahraman, M., & Kilic, I. H. (2019). Preparation and Characterization of Conductive Polyaniline/Silver Nanocomposite Films and Their Antimicrobial Studies. *Polymer Engineering and Science*. <https://doi.org/10.1002/pen.24902>

Pembuatan Alat Perangkap Nyamuk dan Telurnya dengan Menggunakan Atraktran Gula Merah dan Lampu UV

Development of a Mosquito and Egg Trap Using Brown Sugar Attractant and UV Light

Suprihatin, Kuswati, Fathrrahman (Dosen Pendamping)

Laboratorium Parasitologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



Abstrak

Alat perangkap nyamuk dan telurnya merupakan instrumen laboratorium yang dibutuhkan untuk menyediakan *vector* nyamuk sebagai bahan praktikum mahasiswa. Pada penelitian mahasiswa beberapa alat yang digunakan antara lain aspirator bag, *panel trap*, atraktran untuk mencari nyamuk dewasa sedangkan ovitrep digunakan sebagai perangkap telur untuk koleksi telur dari lapangan. Pemakaian alat-alat tersebut digunakan secara terpisah sesuai dengan kebutuhan masing-masing mahasiswa melakukan riset. Karena masalah tersebut diperlukan adanya karya inovasi yang dapat dengan mudah diaplikasikan di laboratorium, salah satunya dengan membuat alat sederhana yang dimodifikasi sebagai alat multiguna. Dari alat ini akan diperoleh *vector* nyamuk dewasa dan telurnya, sehingga sekali memasang perangkap akan diperoleh nyamuk dan telurnya. Untuk melihat kualitas alat tersebut akan dihitung dengan mencari kepadatan nyamuk yaitu dengan membandingkan alat photocatalyst mosquito & Fly Trap dengan alat multiguna antara kombinasi *panel trap*, aktratan, dan *ovitrap*. Jenis penelitian ini secara kualitatif dengan melihat jumlah nyamuk yang berhasil masuk ke dalam perangkap. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan saintifikasi baru bagi para laboran dan pranata laboratorium pendidikan bahwa alat multiguna ini dapat digunakan sebagai alat alternatif yang mudah dibuat dan sehingga untuk koleksi nyamuk *vector* dan telurnya lebih efektif dan lebih praktis.



Abstract

The mosquito and egg trap is a laboratory instrument needed to provide mosquito vectors as materials for student practicum. In student research, several tools used include aspirator bags, panel traps, and attractants for capturing adult mosquitoes, while ovitraps are used as egg traps to collect eggs from the field. These tools are used separately according to the specific needs of each student conducting research. To address this issue, there is a need for innovative equipment that is easily applicable in laboratories, one of which involves developing a simple modified tool as a multifunctional device. This device enables the simultaneous collection of adult mosquito vectors and their eggs, making it more efficient with a single trap setup. The quality of the device will be evaluated by measuring mosquito density, comparing the performance of the photocatalyst mosquito & fly trap with the multifunctional device, which combines a panel trap, attractant, and ovitrap. This research employs a qualitative approach by assessing the number of mosquitoes captured in the traps. The results of this study are expected to provide new scientific insights for laboratory assistants and educational laboratory staff, demonstrating that this multifunctional tool can serve as an alternative device that is easy to create, making mosquito vector and egg collection more effective and practical.

Kata Kunci

- Atraktran
- Alat Multiguna
- Panel Trap

Keywords

- Attractant
- Multifunctional Tool
- Panel Trap

Pelaksanaan penelitian dan praktikum di Departemen Parasitologi banyak menggunakan nyamuk dan larva vektor untuk uji resisten terhadap suatu vektor dengan teknik biokemis, bioassay, dan biologi molekuler. Hasil uji tersebut bisa diketahui larva yang sudah resistensi dan kandungan virus dari nyamuk dewasanya. Uji resistensi menggunakan larva dan uji transovarial dengan nyamuk dewasa dibutuhkan telur dan nyamuk langsung dari alam. Untuk mendapatkan larva beserta nyamuknya diperlukan alat yang mudah digunakan efisien dan efektif. Alat *panel trap* adalah alat penjebak telur *aedes aegypti* sedang untuk mencari nyamuk dewasa yang menempel pada tempat-tempat yang dihinggapi digunakan alat aspirator. Dua alat tersebut saat ini masih digunakan untuk penelitian di lapangan.

Kendala menggunakan aspirator adalah sarang nyamuk di alam atau di rumah sulit dicari. Dalam penelitian mahasiswa sering menjumpai tidak diperoleh nyamuk yang dikehendaki sedangkan alat aspirator sangat berat dan mahal harganya serta untuk menghisap nyamuk masih diperlukan baterai untuk tenaga penghisapnya. Harga yang mahal dan beratnya alat aspirator membuat peneliti enggan untuk menggunakannya. Beberapa peneliti berusaha membuat alat bantu untuk menangkap nyamuk tanpa melukai atau membunuh nyamuk tersebut, sehingga nyamuk masih tetap bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya. Pemakaian atraktan lebih mudah dan murah karena tidak diperlukan alat berat. Nyamuk akan datang terpancing oleh bau uap karbon yang dihasilkan oleh campuran gula dan ragi roti, sehingga uap yang dihasilkan akan mengundang serangga untuk datang ke jebakan. Kendala dari metode ini seringkali nyamuk akan mati terjebak dicampuran larutan gula dan ragi roti.

Penelitian ini dibuat untuk mendapatkan alat yang multiguna yaitu bisa mendapatkan telur beserta nyamuk dewasanya dan mudah cara pakainya. Dengan demikian hasil telur dan nyamuk dewasa bisa tetap hidup dan bisa digunakan sebagai bahan penelitian atau sebagai bahan untuk praktikum mahasiswa.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat perangkap telur dan nyamuk dewasanya dengan memanfaatkan Led UV untuk mengundang nyamuk datang serta memanfaatkan air bersih untuk mengundang nyamuk datang ke dalam perangkap telur. Adapun sasaran dari penelitian ini adalah para mahasiswa, para laboran, dan PLP.

Metode

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah secara kualitatif dengan melakukan penelitian di tiga lokasi di daerah perumahan yang banyak dijumpai sarang nyamuk, sedangkan untuk identifikasi nyamuk dan larva dilakukan di Laboratorium Departemen Parasitologi FK-KMK Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

B. Persiapan pembuatan alat penjebak telur dan nyamuk

Bahan kaca/lodong digunakan sebagai wadah penampung atraktan dan kain kasa serta penjebak telur, kain kasa sintesis untuk perangkap nyamuk dewasa, kayu mahoni almari, kawat, *cup ice cream* untuk tempat kertas saring perangkap telur, corong sebagai alat masuknya serangga, air untuk media bertelur nyamuk *aedes aegypti*. Mikroskope cahaya untuk melihat telur yang dihasilkan oleh nyamuk.

C. Proses pembuatan tempat penjebak telur

Proses pemanfaat *cup* minuman atau *cup ice cream* dengan dipasangi kertas saring. Kertas saring lebar dan tingginya disesuaikan dengan wadah cupnya. Pasangi kertas saring yang dipasang pada wadah yang digenangi 1/3 air untuk menjaga kelembaban kertas.

D. Proses pembuatan penampang telur

Dibuat dari bahan acrylic supaya yang bisa diduduki kelambu dan tempat telur.

E. Proses Pemasangan Lampu UV

Bahan Acrylic berwarna hitam dibuat untuk dipasangi lampu UV dan dihubungkan pada aliran listrik. Warna cahaya biru

yang dihasilkan oleh lampu tersebut akan menarik nyamuk *vector* dan nyamuk akan mendekat.

F. Proses pengujian

Proses pembuatan kelambu yaitu kain kasa sintetis dijahit bulat sesuai wadah kaleng setinggi 15 cm tinggi 20 cm. Pasang kawat sehingga akan membentuk ruangan. Sisakan atasnya untuk dihubungkan dengan corong sebagai jalan masuknya nyamuk yang tertarik karena adanya atraktan. Nyamuk yang sudah masuk tidak bisa

keluar kembali karena tidak bisa melalui ujung corong sehingga akan terperangkap di dalam kelambu perangkap nyamuk. Kemudian nyamuk dewasa akan bertelur dalam cup yang sudah diberi kertas saring sedikit air (lembap) dan diletakkan di dalam kelambu. Nyamuk *aedes aegypti* akan bertelur pada kertas saring yang lembap. Hasil telur yang diperoleh akan menjadi Larva instar-0. Sedangkan nyamuk dewasa yang terperangkap sebagai Fo. (Adrianto, 2020).

Infografis



Gambar 1: Infografis perangkap nyamuk dan telurnya

Hasil dan Pembahasan

Alat perangkap nyamuk dan telurnya dimasukkan dalam chamber kaca untuk melihat kualitas alat tersebut yaitu dengan memasukkan 100 nyamuk jantan betina. Nyamuk betina digigitkan ke mencit untuk menghisap darah mencit yaitu dengan memasukkan nyamuk ke dalam sangkar. Mencit sehat sebelumnya dikerok bulunya dan dimasukkan dalam keranjang kawat. Nyamuk

betina dilepaskan jadi satu dengan mencit untuk menghisap darah mencit selama 4 jam. Nyamuk yang sudah menggigit darah mencit didiamkan 3 hari kemudian dipindah dalam chamber. Pada dasarnya nyamuk betina yang akan bertelur akan mencari air atau tempat yang lembap untuk bertelur. Nyamuk yang sudah menggigit darah setelah kawin dengan nyamuk jantan

dilihat tiap hari jumlah yang masuk ke dalam alat perangkap. perangkap dilengkapi dengan tutup berwarna hitam. Hal ini bertujuan supaya nyamuk akan hinggap dan mencium bau air didalam wadah. Nyamuk masuk kedalam melalui corong dan terperangkap dalam kelambu. Dalam kelambu disiapkan perangkap telur dan air gula sebagai makanan nyamuk sehingga nyamuk tetap bisa bertahan hidup selama seminggu. Nyamuk mulai bertelur sehari setelah menggigit darah. Nyamuk yang masuk ke dalam kelambu bertelur diatas kertas saring. Hasil pengamatan nyamuk yang masuk kedalam alat perangkap

3 hari nyamuk di dalam perangkap dan sudah bertelur, perangkap telur dikeluarkan kemudian kertas saring dikeringkan dan diliring untuk melihat kualitas telur yang menetas.

Dari hasil alat yang dipasang ke 2 rumah hanya diperoleh nyamuk dan yang bertelur. Rumah pertama mendapat 2 ekor Rumah ke 2 mendapat 4 nyamuk dan bertelur. Setelah dilakukan pengujian di laboratorium. Hasil telur yang diperoleh liring dan bisa menetas semua, kemudian digunakan sebagai koleksi di laboratorium untuk bahan penelitian.



Gambar 2: Alat Perangkap Nyamuk dan Telurnya Dengan Menggunakan Atraktran Gula Merah dan Lampu UV.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari alat ini adalah dapat memberikan kemudahan bagi para mahasiswa atau para peneliti untuk mencari *vector* sebagai bahan penelitian.

Bagi para laboran dan Pranata laboratorium pendidikan dengan adanya alat tersebut bisa juga digunakan untuk mencari atau mengoleksi nyamuk *vector* yang berguna sebagai bahan praktikum dan sebagai stock nyamuk atau telur yang digunakan sebagai bahan persiapan untuk penelitian mahasiswa. Alat ini dilengkapi kelambu sehingga memudahkan memindahkan nyamuk/serangga yang terperangkap di dalamnya. Selain untuk sebagai perangkap nyamuk *aedes aegypti*, alat ini bisa digunakan sebagai perangkap serangga lainnya untuk kepentingan koleksi bahan praktikum dan penelitian mahasiswa.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi anugerah rahmat dan Hidayah-Nya sehingga kami bisa menyelesaikan Program Hibah Karya Inovasi Laboran (KILab 2024) . Tidak lupa saya ucapkan Kepada Ibu Kepala Laboratorium Departemen Parasitologi, Bapak Dekan FK-KMK UGM atas dukungannya serta teman-teman yang turut memberi kontribusi dalam menyusun laporan ini. Sebagai Penyusun, kami menyadari banyak terdapat kekurangan, baik dari penyusunan maupun tata bahasa penyampaian dalam karya tulis ini. Karena hal tersebut kami dengan rendah hati menerima saran kritik sari pembaca agar kami dapat memperbaiki karya ilmiah ini.

3. Kami berharap semua karya ilmiah ini memberi manfaat bagi PLP/Laboran serta pembaca yang melakukan penelitian. Demikian terimakasih.




Video 1: Lampu UV untuk senjata baru tangkap nyamuk.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Ambiya, Z., Martini, Pradani, F. Y. [2020]. Nyamuk Dewasa yang Terperangkap pada Jenis Atraktan Berbeda di Kelurahan Tembalang Kota Semarang. 115 – 122



Adrianto, H. 2020. Atlas Diagnostik Nyamuk *Aedes aegypti*. Jendela Sastra Indonesia Press. Gresik

Jerry, D.C.T., Mohammed, T. and Mohammed, A. 2017. Yeast-generated CO₂: A Convenient Source of Carbon Dioxide for Mosquito Trapping Using The BGSentinel Traps. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 7: 896-900.

Sazali, M.S.S. and Amin, S. L. 2014. Attractiveness Test of Attractants toward Dengue Virus Vector (*Aedes aegypti*) into Lethal MosquiTrap Modifications (LMM). *International Journal of Mosquito Research* 1: 47-49.

Pengembangan Metode Pengukuran Gelatin Ikan Menggunakan Viskometer sebagai Alternatif Gelatin Mamalia dalam Teknologi Pangan Modern

Development of Fish Gelatin Measurement Method using Viscometer as an Alternative to Mammalian Gelatin in Modern Food Technology

Ummu Kultsum*, Surjani Wonorahardjo (Dosen Pendamping)

kultsum@um.ac.id*

Laboratorium Mineral dan Material Maju, Universitas Negeri Malang, Malang.



Abstrak

Gelatin banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk farmasi, pangan, fotografi, dan kosmetika. Dalam industri pangan, gelatin banyak ditemukan dalam produk seperti permen, selai, susu olahan, sosis, es krim, dan coklat. Produksi gelatin dunia mencapai 326.000 ton per tahun, menunjukkan tingginya permintaan terhadap produk ini. Gelatin umumnya diproduksi dari bahan baku kulit babi (44%), kulit sapi (28%), tulang sapi (26,5%), dan sumber lainnya (1,5%). Namun, di Indonesia dengan keberagaman agama, sebagian masyarakat khususnya yang beragama Islam dan Hindu tidak diperbolehkan mengkonsumsi gelatin dari babi dan sapi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan gelatin dari tulang ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) sebagai alternatif gelatin mamalia. Tulang ikan tongkol diekstraksi dengan suhu dan kecepatan pengadukan konstan, menggunakan variasi waktu ekstraksi 1, 2, dan 3 jam. Hasil terbaik diperoleh pada waktu ekstraksi 3 jam, dengan karakteristik gelatin yang memiliki kadar air 10,43%, kadar abu 1,2%, dan viskositas 6,2 cP. Karakteristik gelatin ini mirip dengan gelatin sapi dan babi komersial, dan didukung dengan hasil karakterisasi XRD dan FTIR yang menunjukkan spektra amorfus dan gugus fungsi khas milik gelatin yang teridentifikasi seperti Amida A, Amida B, Amida I, Amida II, dan Amida III.



Abstract

*Gelatin is widely used in various industries, including pharmaceuticals, food, photography, and cosmetics. In the food industry, gelatin is commonly used in candies, jams, dairy, sausages, ice cream, and chocolate. Global gelatin production reaches 326,000 tons per year, which shows the high demand for this product. Typically, gelatin is produced from raw materials such as pig skin (44%), cow skin (28%), cow bones (26.5%), and other sources (1.5%). In Indonesia, however, with its diverse religious population, some communities—particularly those practicing Islam and Hinduism—are prohibited from consuming pigs and cows. Therefore, this research aims to develop gelatin from the bones of tuna fish (*Euthynnus affinis*) as an alternative to mammalian gelatin. The extraction process involves constant temperature and stirring speed, with varying extraction times of 1, 2, and 3 hours. The best results were achieved with a 3-hour extraction time, yielding gelatin with characteristics of 10.43% moisture content, 1.2% ash content, and a viscosity of 6.2 cP. These properties are comparable to commercial gelatin derived from cows and pigs, supported by FTIR analysis showing functional groups typical of gelatin, such as Amide A, Amide B, Amide I, Amide II, and Amide III.*

Kata Kunci

- Gelatin
- Gelatin Ikan
- Gelatin Mamalia
- Lingkungan
- Viskositas

Keywords

- Gelatin
- Fish Gelatin
- Mammalian Gelatine
- Environment
- Viscosity



elatin memiliki peran penting dalam industri pangan (Miskiyah & Kamsiati, 2019). Penggunaan gelatin banyak dijumpai dalam produk seperti permen, selai, susu olahan, sosis, es krim, dan coklat (GMIA, 2012) karena fungsinya yang luas sebagai penstabil, pembentuk gel, pengikat, pengental, pengemulsi, perekat, serta pembungkus makanan (Wahyuni, 2021). Permintaan gelatin yang meningkat secara global juga dipengaruhi oleh fungsi-fungsi penting ini, sehingga produksi gelatin secara global mencapai 326.000 ton per tahun (Gunawan *et al.*, 2017). Salah satu tantangan dalam produksi gelatin dari bahan seperti kulit atau tulang sapi dan babi adalah waktu produksi yang panjang. Saat ini, gelatin di dunia diproduksi dari kulit babi (44%), kulit sapi (28%), tulang sapi (26,5%), dan sumber lainnya (1,5%) (Núñez-Flores *et al.*, 2012).

Sebagai negara dengan keberagaman agama, Indonesia memiliki kebutuhan khusus terkait konsumsi produk yang halal. Bagi mayoritas penduduk yang beragama Islam, gelatin dari babi tidak diperbolehkan, dan bagi masyarakat beragama Hindu gelatin dari sapi juga dilarang untuk dikonsumsi (Budiyati & Haningtyas, 2021). Produksi gelatin dari sapi sendiri memerlukan waktu yang panjang dan biaya tinggi karena membutuhkan banyak larutan untuk mengubahnya menjadi gelatin. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber gelatin alternatif yang halal dan lebih ekonomis, seperti dari ikan.

Ikan berpotensi menjadi sumber gelatin alternatif yang baik karena proteinnya mengandung asam amino seperti glisin, prolin, dan hidroksprolin (Rahmawati *et al.*, 2019) yang merupakan komponen utama pada semua gelatin. Selain itu, gelatin ikan memiliki potensi untuk menghasilkan kekuatan gel dan viskositas yang cukup tinggi (Chen *et al.*, 2018). Pemanfaatan limbah ikan yang belum dikelola dengan baik, seperti tulang dan kulit ikan dari industri perikanan juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan ekosistem. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi gelatin dari berbagai sumber

ikan, termasuk sisik ikan Kadal (Chen *et al.*, 2018), kulit ikan Tuna (Haddar *et al.*, 2012), kulit ikan Mola (Zhang *et al.*, 2018), kulit ikan air dingin (Temofeew *et al.*, 2017), sisik ikan Gabus (*Channa Argus*) (Wulandari *et al.*, 2013), ikan Nila Hitam (Jamilah & Harvinder, 2002), ikan Salmon (Neves *et al.*, 2017), ikan Hiu Biru (*Prionace Glauca*) (Pan *et al.*, 2023), dan ikan Bandeng (Huang *et al.*, 2018). Dengan mempertimbangkan potensi tersebut, penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan limbah ikan untuk menghasilkan gelatin berkualitas tinggi sebagai alternatif gelatin mamalia. Selain itu, penelitian ini juga berupaya memberikan kontribusi dalam bidang pangan dan lingkungan, sekaligus meningkatkan layanan pengujian di Laboratorium Mineral dan Material Maju FMIPA UM melalui pengembangan metode ini.

Permintaan global terhadap gelatin terus meningkat, namun ketersediaan sumber gelatin yang halal dan ramah bagi semua kalangan masih terbatas, terutama di negara-negara dengan beragam latar belakang agama seperti Indonesia. Sebagian besar gelatin komersial dihasilkan dari bahan baku kulit dan tulang mamalia, khususnya sapi dan babi yang tidak dapat dikonsumsi oleh masyarakat Muslim dan Hindu. Selain itu, produksi gelatin dari bahan baku mamalia membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi. Di sisi lain, limbah ikan seperti tulang dan kulit ikan seringkali mencemari lingkungan. Permasalahan ini mendorong penelitian untuk mengembangkan gelatin alternatif dari tulang ikan yang dapat menjadi solusi lebih ekonomis, terjangkau, ramah lingkungan, dan sesuai dengan kebutuhan pasar yang lebih luas.

Dari persoalan-persoalan itu, penelitian ini muncul dari kebutuhan akan gelatin halal yang terjangkau di pasar global dan lokal, khususnya di Indonesia, dimana sebagian besar gelatin komersial tidak dapat dikonsumsi oleh masyarakat Muslim dan Hindu. Selain itu, meningkatnya permintaan gelatin yang digunakan secara luas dalam berbagai industri mendorong perlunya sumber alternatif selain dari kulit dan tulang mamalia yang terbatas dan sering kali mahal.

Inspirasi penelitian ini juga berakar dari perhatian terhadap isu lingkungan, di mana limbah ikan dari industri perikanan, terutama tulang dan kulit ikan kerap mencemari ekosistem jika tidak dikelola dengan baik. Melihat bahwa tulang dan kulit ikan memiliki kandungan kolagen yang dapat diekstraksi menjadi gelatin, pemanfaatan limbah ini tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan pasar akan gelatin yang halal dan ramah bagi semua kalangan, tetapi juga menawarkan solusi berkelanjutan dalam mengurangi limbah industri perikanan.

Penelitian sebelumnya tentang gelatin yang dihasilkan dari berbagai jenis ikan, seperti ikan Nila, Bandeng, Salmon, dan Hiu Biru juga menjadi sumber inspirasi. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa gelatin dari ikan memiliki karakteristik yang mendekati gelatin dari mamalia, baik dalam kekuatan gel maupun viskositas. Dengan memanfaatkan metode ekstraksi yang disesuaikan, penelitian ini mencoba menghasilkan gelatin dari tulang ikan tongkol (*Euthynnus affinis*), yang diharapkan memiliki kualitas yang setara dengan gelatin komersial dan dapat diterima oleh berbagai kelompok konsumen.



“Sebagai nelayan dan pedagang ikan, saya senang mendengar bahwa tulang ikan yang biasanya terbuang dan menjadi limbah sekarang bisa diolah menjadi gelatin ikan. Ini bukan hanya mengurangi limbah, tapi juga membuka peluang pendapatan baru bagi masyarakat dan industri. Saya berharap lebih banyak usaha seperti ini yang bisa memberikan manfaat bagi kami.” **Ahmad Mahfud** (Nelayan)

Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang ikan tongkol (*Euthynnus Affinis*) yang diperoleh dari pengolahan limbah

perikanan, asam asetat (*glasial*), dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain corong kaca, gelas beker, gelas ukur, cawan petri, mortar, kertas saring, loyang, *magnetic stirrer*, oven, dan pH meter. Beberapa alat karakterisasi yang digunakan seperti oven untuk mengetahui kadar air, furnace untuk mengetahui kadar abu, viskometer untuk mengetahui kekentalan gelatin, XRD dan FTIR untuk mengetahui karakteristik khas yang dimiliki gelatin.

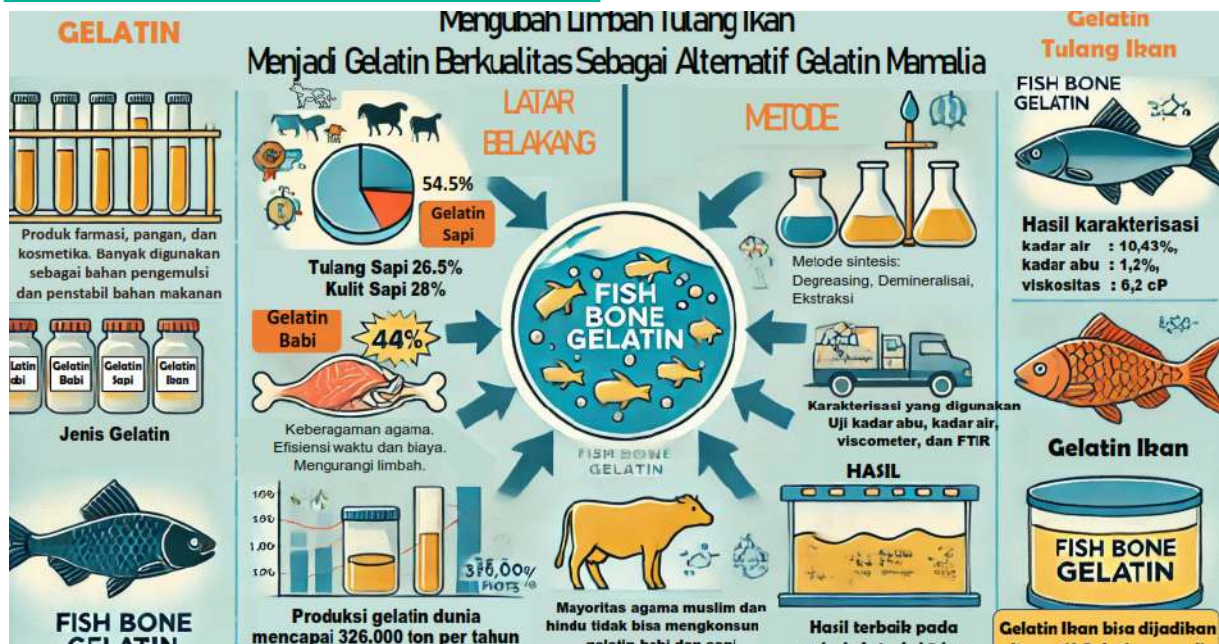
Langkah pertama yaitu tahap *degreasing* yaitu tulang ikan dibersihkan, direndam dalam air suhu 70°C selama 0,5 jam. Kemudian tulang ikan dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering. Tulang yang sudah kering dipotong dengan ukuran kecil sekitar 2 cm yang bertujuan mempermudah tujuan demineralisasi.

Langkah selanjutnya yaitu tahap *demineralisasi*. Tulang ikan sebanyak 100 gram dimasukkan kedalam larutan asam asetat dengan kadar 15%. Proses perendaman menggunakan larutan asam ini dilakukan selama 48 jam hingga tulang berubah menjadi tulang lunak (*Ossein*). Setelah itu, tulang lunak disaring dan dicuci berulang kali menggunakan aquades sampai tercapai pH netral.

Langkah terakhir yaitu tahap ekstraksi yaitu tulang lunak dimasukkan ke dalam gelas beker dan diekstraksi menggunakan pelarut aquades. Pengadukan dilakukan pada suhu konstan dengan kecepatan 500 rpm dengan variasi waktu pada 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Selanjutnya larutan disaring, filtrat yang dihasilkan dipanaskan pada suhu 80°C selama 18 jam sampai menjadi gelatin kering. Kemudian digerus sampai menjadi serbuk gelatin.

Serbuk gelatin yang sudah terbentuk selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan oven untuk mengetahui kadar air, furnace untuk mengetahui kadar abu, viskometer untuk mengetahui kekentalan gelatin, dan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang dimiliki gelatin.

Infografis



Gambar 1: Ringkasan Inovasi

Hasil dan Pembahasan

Permintaan terhadap gelatin sebagai bahan tambahan dalam industri makanan, farmasi dan kosmetik terus mengalami peningkatan. Namun, mayoritas gelatin yang digunakan di pasaran berasal dari mamalia yaitu sapi dan babi. Hal ini memunculkan beberapa masalah, yaitu di Indonesia dengan keberagaman beragama terutama Islam yang tidak bisa mengonsumsi bahan yang mengandung babi dan agama Hindu yang tidak bisa mengonsumsi sapi. Aspek kehalalan saat ini juga sedang menjadi perhatian utama secara global. Disisi lain, potensi sumberdaya perikanan di Indonesia sangat melimpah, namun limbah ikan yang dihasilkan menjadi penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Padahal limbah ikan tersebut mengandung kolagen tinggi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan gelatin.

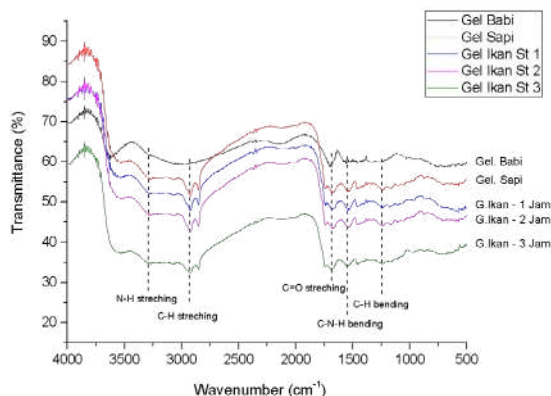
Penelitian ini mengungkapkan potensi besar bahwa tulang ikan bisa digunakan sebagai sumber alternatif gelatin mamalia dengan

kualitas tinggi, ramah lingkungan dan halal. Langkah yang dilakukan yaitu dengan melakukan ekstraksi limbah tulang ikan sehingga terbentuk menjadi gelatin. Metode uji menggunakan viskometer dilakukan dan menghasilkan nilai gelatin tulang ikan yang sebanding dengan gelatin babi dan sapi komersial, sehingga menjadikannya kandidat ideal untuk berbagai aplikasi, mulai dari industri pangan hingga farmasi. Metode viskometer ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai standar uji untuk mengukur gelatin.

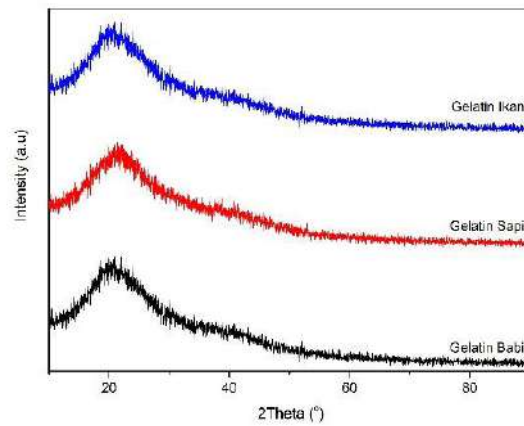
Serangkaian uji lanjutan dilakukan untuk mengetahui kualitas gelatin, diantaranya yaitu uji kadar abu, kadar air, FTIR, dan XRD. Hasil beberapa uji diatas ditunjukkan pada Tabel 1 dan gambar 2, yang menunjukkan bahwa hasil karakterisasi tersebut dapat dilihat bahwa nilai dan hasil dari gelatin tulang ikan dan gelatin mamalia (babi dan sapi) komersial memiliki kemiripan dan hasil yang sama.

Tabel 1. Hasil Uji Gelatin Mamalia dan Gelatin Tulang Ikan

	Kadar Air	Kadar Abu	Viskositas	Aroma	Warna
Gelatin Babi	11,81%	1.21%	5,8 cP	Tidak amis	Kuning
Gelatin Sapi	10,57%	1.47%	6,4 cP	Tidak amis	Kuning
Gelatin Ikan St 1 Jam	11,68%	1.31%	6,8 cP	Agak amis	Kuning
Gelatin Ikan St 2 Jam	11,23%	1.33%	5,6 cP	Agak amis	Kuning
Gelatin Ikan St 3 Jam	10,43%	1.21%	6,2 cP	Agak amis	Kuning
SNI No.6-3735	Max. 16%	Max. 3,25%	1,5-7 cP	Tidak amis	Tidak berwarna -kekuningan
GMIA	10.5-12.5%	0.2-2%	1,5-7,5 cP	Tidak amis	Tidak berwarna -kekuningan



(a)



(b)

Gambar 2: (a) Grafik Hasil Uji FTIR

(b) Grafik Hasil Uji XRD Sampel Gelatin Mamalia dan Gelatin Tulang Ikan

Hasil penelitian ini tidak hanya menunjukkan bahwa gelatin dari tulang ikan dapat bersaing dengan gelatin mamalia karena memenuhi persyaratan gelatin sesuai dengan SNI dan GMIA, tetapi juga membuka peluang baru dalam pemanfaatan limbah ikan. Selain mendukung keberlanjutan lingkungan, temuan ini juga memberikan solusi yang relevan bagi industri yang membutuhkan bahan baku halal dan berkualitas, memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan teknologi pangan dan pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan.

Untuk selanjutnya, inovasi yang dapat dikembangkan adalah pengujian lanjutan terkait sifat-sifat biologi seperti bioaktivitas, biodegradabilitas, sitotoksitas pada gelatin tulang ikan. Penelitian selanjutnya juga dapat

dilakukan dengan melihat efektivitas gelatin yang dihasilkan jika menggunakan limbah tulang ikan campuran.



Gambar 3: Hasil Gelatin Tulang Ikan



Gambar 4 Gelatin mamalia dan gelatin tulang ikan setelah dilarutkan dalam air,

“Sebagai mahasiswa yang sering menggunakan laboratorium, saya sangat terbantu dengan adanya penelitian tentang pengolahan tulang ikan menjadi gelatin. Ini memberikan kesempatan untuk mempelajari inovasi baru di bidang material dan pangan. Proses ini sangat menarik dan membuka peluang penelitian yang bermanfaat di masa depan.”

Asraful Anam (Mahasiswa)

Manfaat Penelitian

1. Peneliti dapat mengembangkan metode yang berkelanjutan dalam menghasilkan gelatin, membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang bioteknologi atau teknologi pangan modern;
2. Penambahan parameter pengujian di Laboratorium berpotensi untuk meningkatkan *income generating* di Perguruan Tinggi;
3. Modul/SOP yang sudah dibuat dapat diterapkan untuk skrining awal seperti praktikum dan pembelajaran lainnya;
4. Meningkatkan indikator kerja Perguruan tinggi dengan adanya kesempatan kolaborasi kerja/penelitian dengan pihak eksternal atau industri gelatin;

5. Menciptakan solusi berbasis penelitian yang memberikan dampak positif bagi masyarakat, seperti pengolahan limbah yang lebih efisien dan pengembangan produk yang ramah lingkungan.



Video 1: Gelatin dari limbah ikan, solusi inovatif untuk industri pangan.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.




Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

- Universitas Negeri Malang khususnya Laboratorium Mineral dan Material Maju FMIPA, yang telah menyediakan fasilitas laboratorium yang memadai selama proses penelitian.

Daftar Pustaka

- Budiyati, E., & Haningtyas, V. (2021). Optimasi Suhu Dan Waktu Proses Pada Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*). *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(1), 29.
- Chen, J., Liu, Y., Wang, G., Sun, S., Liu, R., Hong, B., Gao, R., & Bai, K. (2018). Processing optimization and characterization of angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides from lizardfish (*Synodus macrops*) scale gelatin. *Marine Drugs*, 16(7), 228.
- GMIA, G. H. (2012). Gelatin Manufacturers Institute of America. *New York*.
- Gunawan, F., Suptijah, P., & Uju, U. (2017). Extraction and Characterization Gelatin of Skin Mackerel (*Scomberomorus commersonii*) From Province Bangka Belitung Island. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 568–581.
- Haddar, A., Sellimi, S., Ghannouchi, R., Alvarez, O. M., Nasri, M., & Bougatef, A. (2012). Functional, antioxidant and film-forming properties of tuna-skin gelatin with a brown algae extract. *International Journal of Biological Macromolecules*, 51(4), 477–483.
- Huang, C.-Y., Tsai, Y.-H., Hong, Y.-H., Hsieh, S.-L., & Huang, R.-H. (2018). Characterization and antioxidant and angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activities of gelatin hydrolysates prepared from extrusion-pretreated milkfish (*Chanos chanos*) scale. *Marine Drugs*, 16(10), 346.
- Jamilah, B., & Harvinder, K. G. (2002). Properties of gelatins from skins of fish—Black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chemistry*, 77(1), 81–84.
- Miskiyah, J., & Kamsiati, E. (2019). Pengaruh penggunaan pelarut dan teknik ekstraksi terhadap mutu gelatin kaki ayam. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 16(1), 10–18.
- Neves, A. C., Harnedy, P. A., O’Keeffe, M. B., Alashi, M. A., Aluko, R. E., & FitzGerald, R. J. (2017). Peptide identification in a salmon gelatin hydrolysate with antihypertensive, dipeptidyl peptidase IV inhibitory and antioxidant activities. *Food Research International*, 100, 112–120.
- Núñez-Flores, R., Giménez, B., Fernández-Martín, F., López-Caballero, M. E., Montero, M. P., & Gómez-Guillén, M. C. (2012). Role of lignosulphonate in properties of fish gelatin films. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 60–71.
- Pan, Z., Ge, B., Wei, M., Elango, J., & Wu, W. (2023). Isolation and biochemical properties of type II collagen from blue shark (*Prionace glauca*) cartilage. *Marine Drugs*, 21(5), 260.
- Rahmawati, D., Setyadewi, N. M., & Sugihartono. (2019). Extraction and characterization of gelatin from skin trimming pickled waste of tannery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 306, 012022.
- Temofeew, N. A., Hixon, K. R., McBride-Gagy, S. H., & Sell, S. A. (2017). The fabrication of cryogel scaffolds incorporated with poloxamer 407 for potential use in the regeneration of the nucleus pulposus. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 28, 1–11.
- Wahyuni, T. (2021). Measurement of fish gelatin using rotational viscometer: An alternative to conventional pipette method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 715(1), 012056.

- 
- Wulandari, W., Supriadi, A., & Purwanto, B. (2013). Pengaruh defatting dan suhu ekstraksi terhadap karakteristik fisik gelatin tulang ikan gabus. *Jurnal Fishtech*, 2(1), 38–45.
- Zhang, L., Zhang, S., Song, H., & Li, B. (2018). Effect of collagen hydrolysates from silver carp skin (*Hypophthalmichthys molitrix*) on osteoporosis in chronologically aged mice: Increasing bone remodeling. *Nutrients*, 10(10), 1434.

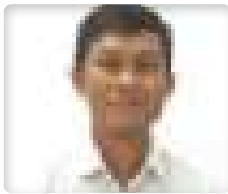
Rancang Bangun Timer Sprayer Berbasis Arduino Uno pada Alat Spray Dryer untuk Meningkatkan Mutu dan Hasil Praktikum Fortifikasi Garam

Design of a Timer Sprayer Using Arduino Uno on a Spray Dryer to Improve The Quality and Results of Salt Fortification Practical

Yudi Hermawan*, Moch. Syaifullah, Eko Kanti Sih Prastiwi, Wiwit Sri Werdi Pratiwi (Dosen Pendamping)

yudi.hermawan@trunojoyo.ac.id*

Universitas Trunojoyo Madura, Madura



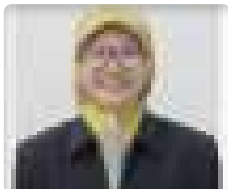
Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan fungsi alat *spray dryer* dengan menambahkan sistem *timer sprayer* berbasis arduino uno dengan menggunakan atomizer nozzle dan filter osmosis. Adanya pengotor pada serbuk padatan hasil dari proses pengeringan bittern dengan menggunakan alat *spray dryer* pada praktikum fortifikasi garam membuat hasil serbuk padatan tidak bisa dianalisa lebih lanjut dan perlu dilakukan pengeringan ulang. Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian yang mencakup studi pustaka, rancang bangun yang dibuat mengacu pada referensi yang telah ada. Penelitian ini menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler yang mengatur *timer spray* secara otomatis pada *atomizer nozzle* serta filter osmosis yang berfungsi sebagai penyaring bittern. Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan hasil serbuk padatan *spray dryer* tanpa timer dan hasil serbuk padatan dengan timer dan filter osmosis. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja alat *spray dryer* yang dapat menghasilkan serbuk padatan dengan kualitas yang optimal dan bersih.



Abstract

This study aims to improve the functionality of a spray dryer by adding an Arduino Uno-based timer system for the sprayer, using an atomizer nozzle and an osmosis filter. The presence of contaminants in the solid powder produced from the drying process of bittern with the spray dryer in the salt fortification practical makes the solid powder unsuitable for further analysis and requires re-drying. This research employs a methodology that includes literature review and design development, which is based on existing references. The study utilizes an Arduino Uno microcontroller to automatically control the spray timer on the atomizer nozzle, along with an osmosis filter that functions as a bittern filter. The analysis was conducted by comparing the solid powder produced by the spray dryer without a timer to the solid powder produced with a timer and osmosis filter. This research is expected to improve the performance of the spray dryer, producing solid powder with optimal quality and cleanliness.



Kata Kunci

- Timer Spray
- Spray Dryer
- Arduino Uno

Keywords

- Timer spray
- Spray dryer
- Arduino Uno

Penelitian ini berfokus pada peningkatan kinerja alat *spray dryer* di Laboratorium Kelautan dan Perikanan Universitas Trunojoyo Madura. Alat ini digunakan untuk mengubah bahan cair menjadi bubuk kering dalam praktikum fortifikasi. Alat yang ada saat ini masih sederhana dan menghasilkan bubuk dengan kualitas kurang baik.

Masalah utama yang ditemukan adalah adanya pengotor pada bubuk hasil produksi dan kuantitas yang tidak optimal. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti berencana menambahkan fitur *timer sprayer* berbasis Arduino Uno dan filter pada alat. Dengan adanya fitur ini, diharapkan waktu penyemprotan bahan cair dapat diatur secara otomatis dan pengotor dapat disaring sebelum diproses. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah menghasilkan bubuk kering dengan kualitas lebih baik dan kuantitas yang lebih banyak. Penelitian ini ingin meningkatkan kualitas dan kuantitas produk bubuk kering yang dihasilkan oleh alat *spray dryer* melalui penambahan teknologi sederhana namun efektif.

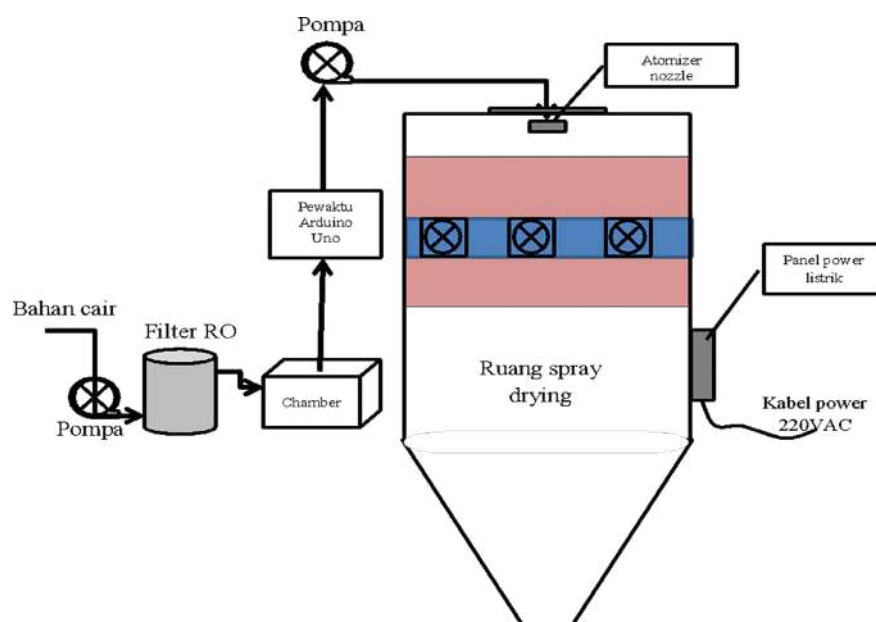
Masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah bubuk kering yang dihasilkan memiliki kualitas yang rendah (berwarna coklat) yang disebabkan oleh pengotor pada *bittern* dan kuantitas hasil yang belum optimal. Hal tersebut disebabkan karena alat *spray dryer* belum memiliki fitur penunjang seperti filter.

Oleh sebab itu, laboratorium perlu akan alat *spray dryer* yang lebih efisien dan menghasilkan produk berkualitas. Dengan merancang sistem *timer sprayer* berbasis Arduino Uno dan menambahkan filter, diharapkan dapat mengatasi permasalahan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter proses pengeringan dan mengevaluasi kinerja alat yang telah dimodifikasi.

Metode

Adapun tahap persiapan sebelum dilakukan pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem *timer sprayer* dengan menggunakan Arduino Uno.
2. Pemrograman dilakukan dengan *software* Arduino IDE.
3. Menghubungkan sistem elektronik Arduino uno ke pompa bahan cair dan *sprayer*.
4. Pembuatan kotak ukuran 80cmx70cmx75cm untuk sistem filter, pompa, dan sistem *sprayer*.
5. Pemasangan filter air dan *reverse osmosis* pada penampung bahan bahan cair
6. Melakukan cek koneksi kabel konektor untuk memastikan semua terhubung dengan baik. Melakukan uji coba fungsi filter dan timer pada *sprayer*.



Gambar 1: Desain alat

MENINGKATKAN KUALITAS GARAM DENGAN TIMER SPRAYER DAN FILTER PADA SPRAY DRYER PRAKTIKUM FORTIFIKASI GARAM

INTRO

Penelitian ini berfokus pada peningkatan kinerja alat spray dryer di Laboratorium Kelautan dan Perikanan Universitas Trunojoyo Madura. Alat ini digunakan untuk mengubah bitter menjadi bubuk garam dalam praktikum fortifikasi. Alat yang ada saat ini masih sederhana dan menghasilkan bubuk garam dengan kualitas kurang baik.

Masalah utama yang ditemukan adalah adanya pengotor pada bubuk garam hasil produksi dan kuantitas yang tidak optimal. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti berencana menambahkan fitur timer sprayer berbasis Arduino Uno dan filter pada alat. Dengan adanya fitur ini, diharapkan waktu penyemprotan bahan cair dapat diatur secara otomatis dan pengotor dapat disaring sebelum diproses. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah menghasilkan bubuk garam dengan kualitas lebih baik dan kuantitas yang lebih banyak. Penelitian ini ingin meningkatkan kualitas dan kuantitas produk bubuk garam yang dihasilkan oleh alat spray dryer melalui penambahan teknologi sederhana namun efektif.

MASALAH YANG DIHADAPI

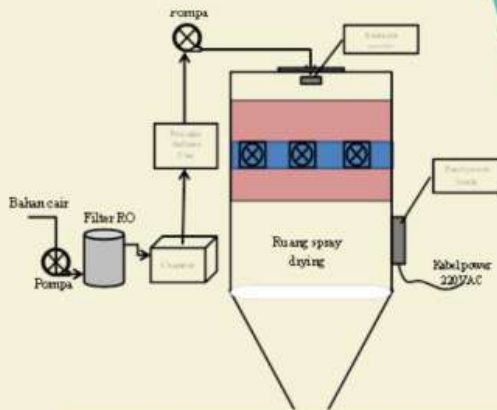
- o Kualitas garam tidak optimal (warna coklat, banyak pengotor)
- o Kuantitas produksi rendah
- o Proses manual, rawan kesalahan



SOLUSI

Ide dan inspirasi penelitian ini karena adanya kebutuhan laboratorium akan alat spray dryer yang lebih efisien dan menghasilkan produk berkualitas. Dengan merancang sistem timer sprayer berbasis Arduino Uno dan menambahkan filter, diharapkan dapat mengatasi permasalahan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter proses pengeringan dan mengevaluasi kinerja alat yang telah dimodifikasi.

DESAIN ALAT



HASIL PENELITIAN

- o Peningkatan kualitas garam (warna lebih cerah, lebih bersih)
- o Peningkatan kuantitas produksi
- o Proses produksi lebih efisien



MANFAAT DAN IMPLIKASI

- o Meningkatnya kualitas garam
- o Meningkatkan nilai hasil produk garam
- o Peningkatan kuantitas produksi
- o Proses produksi lebih efisien
- o dapat dimanfaatkan dalam pengembangan teknologi pengolahan pangan yang lain.



Gambar 2: Infografis rancang bangun timer sprayer berbasis arduino uno pada alat spray dryer



Garam yang dihasilkan lebih bersih, tidak perlu dibersihkan ulang, bisa langsung proses fortifikasi”

Dias (Mahasiswa IKL)

Hasil dan Pembahasan

Proses pengeringan *bittern* menggunakan *spray dryer* di Laboratorium Jurusan Kelautan dan Perikanan Universitas Trunojoyo, Madura menghasilkan garam dengan warna kecoklatan, hal tersebut disebabkan karena adanya pengotor dalam *bittern* yang tidak terfilter dengan baik. Dalam proses fortifikasi, garam yang kotor perlu dibersihkan lagi untuk menghilangkan pengotornya. Kondisi ini dapat menghambat kegiatan praktikum/penelitian, karena kualitas produk yang rendah akan mempengaruhi hasil akhir serta durasi waktu kegiatan yang akan semakin panjang dan menjadi tidak efisien.

Untuk mengatasi hal tersebut alat *spray dryer* perlu dilakukan modifikasi guna optimalisasi hasil dan efisiensi. Penambahan filter dan *timer spray* pada alat *spray dryer* dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja alat dalam mengatasi

permasalahan. Peningkatan kinerja alat *spray drier* dilakukan dengan menambahkan *timer sprayer* dan filter osmosis. Penambahan filter bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang ada pada air *bittern*, sedangkan *timer sprayer* dengan otomatisasi untuk mengoptimalkan laju aliran spray dan waktu pengeringan sehingga efisiensi proses dapat ditingkatkan.

Dengan permasalahan dan solusi tersebut, maka perancangan sistem kontrol otomatis *timer spray* berbasis Arduino Uno dan penambahan filter osmosis mampu untuk mengatur proses penyaringan dan pengeringan *bittern*. Prototype *timer spray* dan filter osmosis selanjutnya dipasang pada alat *spray dryer* menjadi satu sistem kerja. Selanjutnya dilakukan uji coba terhadap fungsi dan kinerja *prototype timer spray* dan filter osmosis, menganalisis mengevaluasi efektivitas dan melakukan optimasi terhadap parameter proses untuk mencapai hasil yang terbaik. Produk garam yang dihasilkan oleh alat *spray drier* selanjutnya dilakukan analisa untuk mengetahui kandungan NaCl dan kadar air sebelum ditingkatkan kinerja dan setelah ditingkatkan kinerjanya.

Dokumentasi



Gambar 3: Pemasangan alat dan uji coba



Gambar 4: Bentuk alat keseluruhan

“ Dengan penggunaan alat tersebut, mempercepat produksi pembuatan garam skala laboratorium dan tidak tergantung pada musim”

Kanti (PLPKP)

Manfaat Penelitian

Alat *spray dryer* dapat dimanfaatkan untuk praktikum fortifikasi garam serta penelitian untuk hasil uji yang optimal. Selain itu sebagai alat produksi garam bersih skala laboratorium.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiriset Kemdikbudristek melalui program hibah Karya Inovasi Laboratorium (KILab) 2024.
2. Terima kasih pula pada pendamping selama kegiatan Kepala UPA Laboratorium Terpadu dan Kepala Laboratorium Kelautan dan Perikanan (sekaligus sebagai dosen

pendamping), anggota tim penulis yang sudah bekerjasama dalam penyelesaian kegiatan program KILab 2024.



“Spray Dryer Canggih: Rahasia Garam Beryodium Bersih di Laboratorium!”


Video 1: Penemuan *Spray Dryer* mempermudah praktikum lab.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Cornel Amariei, 2015, *Arduino Development Cookbook*, United Kingdom (UK), Packt Publishing Ltd.
- Bonita Gabriella Putri, Ayu Cahyarani Heksa, Siti Nurkhamidah, dan Yeni Rahmawati, 2022, *Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Air*



Laut dengan Metode Reverse Osmosis.
JURNAL TEKNIK ITS Vol. 11, No. 3, ISSN:
2337-3539.

Oktavian,R., 2013, Teknologi Produksi Garam Pada Lahan Tanah Di PT.Garam (Persero) Kabupaten Sampang, Laporan PKL, Jurusan Ilmu Kelautan. Universitas Trunojoyo Madura. Bangkalan.

Zuhra, Sofyana, Cut Erlina., 2012, Pengaruh Kondisi Operasi Alat Peningering Semprot

Terhadap Kualitas Susu Bubuk Jagung.
Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol.
9, No. 1, hal. 36- 44.

Zuhra, Sofyana, Cut Erlina., 2012, Pengaruh Kondisi Operasi Alat Peningering Semprot Terhadap Kualitas Susu Bubuk Jagung.
Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol.
9, No. 1, hal. 36- 44.

Liquid Smoke dari Limbah Padat Bunga Lawang sebagai Deodorizing Agent pada Proses Pengolahan Limbah Biohazard

Liquid Smoke from Solid Lawang Flower Waste as a Deodorizing Agent in the Biohazard Waste Treatment Process

Yuli Handayani Yudhaningrum*, Tokok Adiarto (Dosen pembimbing)

yudhaningrum74@gmail.com*

Laboratorium Kimia Fisik, Universitas Airlangga, Surabaya.



Abstrak

Proses pemusnahan limbah *biohazard* di laboratorium biokimia yang menggunakan alat autoklaf menimbulkan bau tidak sedap, menyengat di dalam ruangan, berpotensi mengganggu pernafasan pengguna laboratorium. Sementara di laboratorium kimia organik, residu bahan alam dari praktikum dan penelitian menumpuk sebagai limbah padat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan membuat *liquid smoke* (asap cair) dari limbah bunga lawang sebagai *deodorizing agent* dan meningkatkan kinerja alat autoklaf pada proses pengolahan limbah *biohazard*. Bunga lawang dijadikan asap cair melalui tahapan pirolisis suhu 400°C selama 3 jam dan 2x destilasi. Hasil uji produk diketahui pH 2,6, asam asetat 8,3%, fenolik 0,3% dan berat jenis 1,0051 g/cm³. Keefektifan pengaplikasian asap cair sebagai *deodorizing agent* menggunakan metode pengujian organoleptik bau dengan skala 1-5. Dari analisis data menggunakan spss didapatkan nilai F hitung > F tabel pada taraf sig. 0.01. Sehingga terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan sebelum dan sesudah diaplikasikannya asap cair. Maka dapat disimpulkan asap cair efektif mereduksi bau pada proses pengolahan limbah *biohazard* dengan alat autoklaf.

Abstract

The process of destroying *biohazard* waste in a biochemical laboratory using an autoclave creates an unpleasant, pungent odor in the room, potentially disrupting the breathing of laboratory users. Meanwhile in the organic chemistry laboratory, natural material residues from practical work and research accumulate as solid waste. Therefore, this research was carried out with the aim of making *liquid smoke* from star anise waste as a *deodorizing agent* and improving the performance of autoclaves in the *biohazard* waste processing process. Star anise is made into *liquid smoke* through a pyrolysis stage at 400°C for 3 hours and 2x distillation. The product test results showed that the pH was 2.6, acetic acid 8.3%, phenolics 0.3% and specific gravity 1.0051 g/cm³. The effectiveness of applying *liquid smoke* as a *deodorizing agent* using the organoleptic odor testing method on a scale of 1-5. From data analysis using SPSS, it was found that the calculated F value > F table at the sig level. 0.01. So there is a very real difference between the treatment before and after the application of *liquid smoke*. So it can be concluded that *liquid smoke* is effective in reducing odors in the *biohazard* waste processing process using an autoclave.

Kata Kunci

- Asap Cair
- Deodorizing Agent
- Limbah *Biohazard*
- Pirolisis

Keywords

- *Liquid Smoke*
- *Deodorizing Agent*
- *Biohazard Waste*
- *Pyrolysis*

Pada pengolahan limbah *biohazard* di laboratorium biokimia diproses menggunakan alat autoklaf, yaitu mesin steam dengan suhu 121°C yang mempunyai prinsip pemanasan dan peningkatan tekanan dalam ruang tertutup yang mampu membunuh semua mikroba yang terdiri dari bakteri, jamur, parasit, virus. Namun proses ini menghasilkan bau yang menyengat disebabkan karena sejumlah besar bahan media dan mikroorganisme merupakan protein bahan organik. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kinerja alat autoklaf dengan penambahan bahan *liquid smoke* atau asap cair pada alat steam autoklaf sebelum alat dipanaskan untuk proses del atau pemusnahan limbah biohazard.

Aroma tidak sedap menyengat yang dihasilkan dari proses pemusnahan limbah *biohazard* sangat mengganggu para mahasiswa pengguna laboratorium dalam bekerja di laboratorium biokimia. Begitupun dengan banyaknya limbah padat bahan alam yang menumpuk dan tidak dimanfaatkan yang berasal dari residu praktikum dan penelitian di laboratorium kimia organik dapat menyebabkan ruangan menjadi kotor dan tidak sehat.

Dari permasalahan yang ada pada laboratorium kimia organik dan biokimia tersebut kemudian tercetus gagasan pengolahan limbah padat dengan prinsip *recycle* atau daur ulang untuk mendapatkan produk baru yang bermanfaat dengan membuat asap cair dari limbah bunga lawang menggunakan metode pirolisis yang digunakan untuk mereduksi bau yang menyengat saat proses pemusnahan/del limbah *biohazard*.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini ada 4 tahapan, di antaranya:

1. Persiapan alat dan bahan

Bahan baku yang dipakai adalah limbah bunga lawang (*illicium verum*) yang telah dikeringkan. Alat yang dipakai dalam penelitian ini satu set pirolisator yang terdiri dari tangki pembakar dan kondensor pendingin.

2. Pembuatan *liquid smoke* atau asap cair

Memasukkan limbah bunga lawang kering

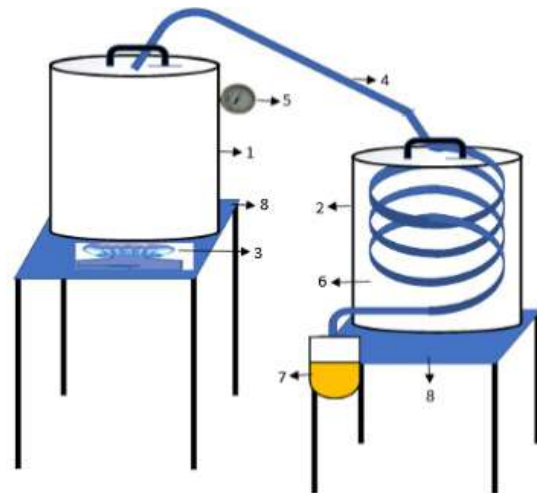
ke dalam tangki pembakar dan memasukkan air ke dalam kondensor pendingin, kemudian alat dipanaskan pada kisaran suhu 400-500°C selama 3 jam. Asap yang keluar akan masuk dalam pipa dan melewati tangki kondensor sehingga berubah menjadi cairan. Asap cair yang dihasilkan berwarna hitam dan mengandung tar dan bahan terapung. Untuk itu dilakukan proses destilasi sebanyak 2 kali hingga dihasilkan produk asap cair yang kuning dan jernih.

3. Pengujian parameter produk sesuai uji

Persyaratan mutu 1 SNI 8985:2021, kadar asam, pH, fenolik, berat jenis.

4. Pengaplikasian

Pengaplikasian asap cair dilakukan pada saat proses pemusnahan limbah *biohazard* dengan menambahkan asap cair pada tangki autoklaf dengan perbandingan 1:1000. Untuk menguji keefektifan pengaplikasian asap cair ini, dengan cara uji organoleptik bau, skala 1-5, dimana 1= tidak bau, 2= agak bau, 3= bau, 4= menyengat, 5= sangat menyengat, kemudian pernyataan 6= ya, 7= tidak, pada 30 panelis pengguna laboratorium. Selanjutnya dilakukan analisa data menggunakan spss.



Gambar 1: Design Alat Pirolisator

Alat Pirolisis:

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Reaktor | 5. Termometer |
| 2. Kondensor | 6. Air pendingin |
| 3. Heater (kompor) | 7. Botol Produk |
| 4. Pipa aliran asap | 8. Rak Penyangga |

Infografis

Laboratorium Kimia Risk
Departemen Kimia FST
Universitas Airlangga

Yuli Handayani Yudhaningrum, A.Md
yudhaningrum74@gmail.com

Drs. Takok Adhianto, M.Si
Takokadhianto@gmail.com

LIQUID SMOKE DARI LIMBAH PADAT BUNGA LAWANG SEBAGAI DEODORIZING AGENT PADA PROSES PENGOLAHAN LIMBAH BIO HAZARD

KEUNGGULAN

- ASAP CAIR BUNGA LAWANG SANGAT EFEKTIF SEBAGAI DEODORIZING AGENT PENGOLAHAN LIMBAH BIOHAZARD LABORATORIUM
- BAHAN BAKU BUNGA LAWANG BERSIFAT AROMATIS DAN ANTI BAKTERI SEHINGGA DAPAT MENGHASILKAN ASAP CAIR BERKUALITAS DENGAN AROMA KUAT.
- MAMPU MEREDUKSI BAU LIMBAH BIOHAZARD HINGGA PROSES SELESAI.
- SUMBER ENERGI BIOMASSA TERBARUKAN

PENDAHULUAN

Proses pemusnahan limbah biohazard di lab biokimia dengan menggunakan alat stean autoklaf. Namun proses ini menimbulkan bau tidak sedap, menyengat di dalam ruangan, berpotensi mengganggu penerfasan pengguna laboratorium. Sementara di laboratorium kimia organik, residu bahan alon hasil samping praktikum dan penelitian kerap sebagai limbah padat dan tidak terasfaatkan. Tujuan penelitian adalah membuat liquid smoke (asap cair) dari limbah bunga lawang dengan metode pirilisis sebagai deodorizing agent serta meningkatkan kinerja alat autoklaf pada proses pengolahan limbah biohazard.

ANALISIS

uji organoleptik bau / aroma dengan skor 1 – 5. Dimana 1 = tidak bau, 2 = agak bau, 3 = bau, 4 = menyengat, 5 = sangat menyengat, sedangkan pilihan pernyataan, 6 = ya, 7 = tidak, dengan panelis sebanyak 30 orang melalui pengisian kuisioner. Hasil pengisian kuisioner ditunjukkan pada grafik

Dari data hasil kuisioner uji organoleptik dilakukan analisis statistik SPSS menggunakan one way anova. Dari hasil analisis one way anova di dapat nilai Fhitung > Ftable pada taraf nilai signifikan 0.01. Hal ini menunjukan bahwa adanya perbedaan sangat nyata antar perlakuan sebelum dan sesudah dilakukan pengaplikasi asap cair pada pengolahan limbah

METODE PENELITIAN

HASIL PENELITIAN

Parameter	Satuan	Hasil	Persyaratan mutu SNI 8985:2021
pH	-	2,6	1,50 – 2,75
Warna	-	Kuning kecoklatan	Kuning Sampal Coklat
Bahan Terapung	-	Tidak ada	Tidak ada
Bobot Jenis	gr/cm ³	1,0051	1,005 – 1,0500
Asam Asetat	%	8,3	8,00 – 15,00
Fenol	%	0,3	2

KESIMPULAN

Liquid smoke (asap cair) dari limbah bunga lawang mempunyai pH 2,6; fenolik 0,5 %; asam asetat 8,3 %

Dari hasil data kuisioner organoleptik bau, dengan one way anova didapatkan F hitung > F tabel pada taraf sig 0.01. Sehingga terdapat perbedaan yang sangat nyata, maka asap cair terbukti efektif mereduksi bau tidak sedap pada proses pemusnahan limbah biohazard

REFERENSI

1. Titiek Pujiestani, 2011., Pengurangan Bau dan Mikroba Di Industri Peternakan Ayam Dengan Menggunakan Asap Cair., Jurnal Riset Teknologi Industri, Vol.5 no 3.
2. Rosyidi Ridho M., M.Sabiq Inas., Eko Muli., Mislan., 2021. Utilization of liquid Smokefor Ddar Control at the Final Disposal Site Kalibaru, Banyuwangi., GANDRUNG:Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat ISSN: 2721-6136 vol 2 no 1.

GALERI PENELITIAN

Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia

2024

Gambar 2: Infografis Pengolahan Limbah

“ Menurut saya asap cair bunga lawang tersebut dapat menghilangkan bau yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah biohazard di lab biokimia. saat itu saya mencobanya langsung dengan menambahkan beberapa tetes asap cair dan biasanya begitu 15 menit proses del (pemusnahan) berjalan aroma tidak enak sudah mulai tercium, yang dimana itu mengganggu pernapasan kami setiap ada proses pemusnahan. Namun ini tidak tercium lagi. Jadi saya rasa asap cair bunga lawang ini efektif untuk menangani aroma yang tidak sedap dalam proses pengolahan limbah biohazard. Sehingga setelah selesai proses pengolahan limbah biohazard tersebut dapat dihasilkan limbah yang tidak bau lagi”.
Faradini Putri, S.Si (Mahasiswa pasca sarjana kimia)

Hasil dan Pembahasan

Dari berbagai limbah bahan alam yang ada di laboratorium, bunga lawang dipakai sebagai bahan baku asap cair karena rutin dipakai untuk kegiatan praktikum atau penelitian. Rendemen yang didapat dari proses pirolisis ini sebesar

18,5%. Hasil pengujian asap cair bunga lawang dengan parameter pH, warna, bahan terapung, bobot jenis, asam asetat dan fenol ditunjukkan pada tabel 1 dengan mutu 1 SNI 8985:202.

Tabel 1: Hasil Uji Asap Cair bunga lawang parameter SNI 8985:2021

Parameter	Satuan	Hasil	Persyaratan mutu 1 SNI 8985:2021
pH	-	2.6	1.50 – 2.75
Warna	-	Kuning kecoklatan	Kuning Sampai Coklat
Bahan Terapung	-	Tidak ada	Tidak Ada
Bobot Jenis	gr/cm ³	1.0051	1.005 – 1.0500
Asam Asetat	%	8.3	8.00 – 15.00
Fenol	%	0,3	2

Senyawa yang berperan sebagai anti mikroba dalam asap cair bunga lawang adalah asam asetat dan fenolik. Asap cair yang didapat dengan proses pirolisis pada suhu 400°C selama 3 jam ini kemudian diaplikasikan pada proses pengolahan limbah biohazard di laboratorium biokimia. Prosedur pengaplikasiannya cukup mudah, dengan cara menambahkan asap cair bunga lawang ke dalam autoklaf dengan perbandingan asap cair: air, 1: 1000. Untuk

mengetahui keefektifan penggunaan asap cair bunga lawang pada proses pengolahan limbah dengan autoklaf ini, menggunakan uji organoleptik bau/aroma dengan skor 1-5. Dimana 1= tidak bau, 2= agak bau, 3= bau, 4= menyengat, 5= sangat menyengat, sedangkan pilihan pernyataan, 6= ya, 7= tidak, dengan panelis sebanyak 30 orang melalui pengisian kuesioner. Hasil pengisian kuesioner ditunjukkan pada grafik dibawah ini:



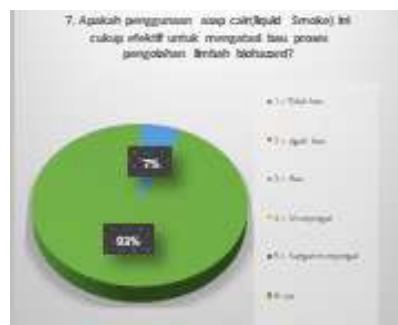
Grafik 1



Grafik 2



Grafik 3



Grafik 4

1. Pada grafik 1, jawaban dari responden sebelum dilakukan pengaplikasian asap cair pada autoklaf mengidentifikasi timbulnya bau tidak sedap dengan prosentase 43% sangat menyengat, 27% menyengat, 17% bau.
2. Pada grafik 2, jawaban responden mengenai bau proses pemusnahan limbah berdampak gangguan pernafasan menunjukkan 80% menjawab ya.
3. Pada grafik 3, jawaban dari responden setelah dilakukan pengaplikasian asap cair pada autoklaf saat proses pemusnahan/ del menunjukkan 93% menjawab tidak bau.
4. Pada grafik 4, jawaban responden penggunaan asap cair cukup efektif untuk mengatasi bau proses pengolahan limbah biohazard , 93% menjawab ya.

Untuk analisa data hasil kuesioner menggunakan SPSS yaitu *one way anova*. Hasil yang didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf signifikan 0,01. Yang berarti terdapat perbedaan sangat nyata antar perlakuan (pertanyaan kuesioner). Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sebelum diaplikasikan asap cair dan setelah diaplikasikan asap cair pada proses pemusnahan ada perbedaan. Sehingga penggunaan asap cair bunga lawang tersebut sangat efektif sebagai deodorizing agent untuk mengurangi/mereduksi bau yang menyengat pada proses pemusnahan/ del limbah *biohazard*.



Gambar 3: Asap cair bunga lawang



Video 1: Asap cair bunga lawang penghilang bau.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Bagi peneliti, manfaat yang didapatkan dari karya inovasi ini adalah meningkatnya kemampuan dan kompetensi sebagai seorang PLP dalam menjalankan tupoksi serta dapat mempublikasikan artikel dalam jurnal nasional terakreditasi. Untuk mahasiswa pengguna laboratorium hasil karya inovasi ini bermanfaat dalam proses pemusnahan bakteri-jamur tanpa menimbulkan bau yang tidak sedap, menyengat di dalam ruangan, sehingga terhindar dari bahaya gangguan pernafasan, lebih sehat, dan nyaman dalam melakukan penelitian dan beraktivitas. Dengan pengolahan limbah yang baik pada laboratorium dapat meningkatkan mutu layanan laboratorium departemen kimia dan mendukung kualitas penelitian serta publikasi.

Ucapan Terima Kasih

"Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024."

Daftar Pustaka

- Aisyah, I., Juli, N., dan Pari, G. 2013. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan Cendawan penyebab penyakit Antraknosa dan Layu Fusarium pada ketimun. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*.31(2): 170-178.
- Yusnaini, Indah Rodinawati, 2014. Produksi dan Kualitas Asap Cair dari Berbagai Jenis Bahan Baku. *Prosiding SNaPP Sains, Teknologi, dan Kesehatan*, ISSN 2089 – 3582.
- Siswanto, 2020, Optimasi Pembuatan Asap Cair Berkualitas dari Bahan Batok Kelapa dan Sabut Kelapa Sebagai Pestisida Organik Menggunakan Metode Taguchi, Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, ISSN: 2579-6429.
- Abdul Gani Haji, 2013, Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol.9, no.3, hal. 109 – 116, ISSN 1412-5064 109.
- Fitrahuddin assidiq., Tina Dewi Rosahdi., Baiq Vera El Viera., 2018, Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Dalam Pengawetan Daging api., *al-Kimiya* Vol 5 No 1 (33-41).
- Titiek Pujilestari., 2011., Pengurangan Bau dan Mikroba Di Industri Peternakan Ayam Dengan Menggunakan Asap Cair., *Jurnal Riset Teknologi Industri.*, Vol.5 no 9.
- Rosyid Ridho M., M.Sabiq Irwan., Eko Malis., Mislan., 2021. *Utilization of liquid Smokefor Odor Control at the Final Disposal Site Kalibaru*, Banyuwangi., GANDRUNG; *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, ISSN: 2721-6136 vol 2 no 1.
- Juniaty Towaha, Asif Aunillah, Eko Heri Purwanto, 2013, Pemanfaatan Asap Cair Kayu Karet Dan Tempurung Kelapa untuk Penanganan Polusi Udara pada Lump., *Buletin RISTR* 4 (1) :71-80
- Meircurius Dwi Condro Surboyo., Ira Arundina, 2019., Manfaat Lain Dari Asap Cair (*Liquid Smoke*) sebagai Obat Sariawan., *BERANDA UNAIR*, <https://unair.ac.id>.
- Alfi RM Korah, Jan Assa., Teltje Koapaha., 2019, Pemanfaatan Asap Cair Arang Tempurung Sebagai Bahan Pengawet pada Bakso Ikan Tuna, *Jurnal Teknologi Pertanian* Volume 10 no 2.
- Kemas Ridhuan., Tri Cahyo Wahyudi., Danang Sulistiyo., Bahtera Anggara., 2021, Karakteristik Proses Destilasi Asap Cair Grade 3., *TURBO* Vol. 10 No. 2., p-ISSN: 2477-250x
- Bazlina D. Afrah, Muhammad I Riady, Lia Cundari, Muhammad A. Rizan, Agung D, Aryansyah, 2020, Rancang Bangun Alat Produksi Asap Cair dengan Metode Pirolisis Menggunakan Software Fusion 360, *Jurnal Teknik Kimia* No. 3. Vol. 26.
- Sari, P.M., Lisa,O., Chairudin, C., Andriani, D., Weihsan, R.A., dan Siregar, M.P.A., 2003, Penerapan Asap Cair Tempurung Kelapa (*Liquid Smoke*) sebagai Bio-Insektisida pada Tanaman Kedelai di Aceh Barat, *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 3(5), 1293-1296
- Haris Fadilah., Alivia Alfarty., 2015., *The Influence Of pyrolysis Temperature And Time To The Yield And Quality Of Rubber Fruit (Hevea Brasiliensis) Shell Liquid*, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, ISSN 1693 – 4393.
- Ari Setya Cahya Pratama, Khalimatus Sa'diyah., 2021., Pengaruh Jenis Biomassa Terhadap Karakteristik Asap Cair Melalui Metode Pirolisis, *Distilat* 8(1), 36-44 p-ISSN: 1978-8789, e-ISSN: 2714-7649, <http://distilat.polinema.ac.id>
- Muhamad Ibnu Fajaar., Nadiroh, Muzani, Kebijakan Pengelolaan Limbah Padat Bukan Berasal dari Bahan Berbahaya dan Beracun Melalui *Re-Use* atau *Re-Cycling* untuk Kelestarian Lingkungan Hidup, *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan* Vol. 7. No2.
- Tim CNN Indonesia, 2022., 7 Manfaat Bunga Lawang untuk Kesehatan, Tanggal Virus Flu., <https://www.cnnindonesia.com>
- Anoname, 2022, Bencana Biologi, *Ensiklopedia Penanggulangan Bencana Indonesia.*, <https://bencanapedia.id>
- Lies Winarsih., Aprira., Dedi Susanto., Edwar., 2020, Mencari Media Pemanas Autoclave yang Murah dan Bersih, *Indonesian Journal of Laboratory.*, ISSN: 26554887.



Buku ini merupakan kumpulan karya inovasi laboran dari seluruh Indonesia di bidang sains laboratorium dalam program Karya Inovasi Laboran 2024 yang diselenggarakan oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek (Kemdiktisaintek).

Dengan penuh semangat, para laboran berinovasi menghasilkan karya yang memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan mutu layanan laboratorium di perguruan tinggi. Hal ini membuktikan bahwa mereka lebih dari sekadar tenaga kependidikan; mereka juga pilar penting dalam mendukung Tri Dharma Perguruan Tinggi.

Buku ini memberikan inspirasi tentang bagaimana keahlian laboran memperkuat pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat, menjadikan mereka bagian tak tergantikan dalam perjalanan ilmu pengetahuan, sains, dan teknologi di Indonesia.