



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

SAINS DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN VI
(SNSTL VI)

“Inovasi Sains dan
Teknologi Hijau untuk
Ketahanan Lingkungan
yang Berkelanjutan”

TANGGAL:
25 September 2024

ISSN (Print) : 2356-4938
ISSN (Online) : 2541-3880

Prosiding Online :
bit.ly/Prosiding_SNSTLVI_2024

DEWAN REDAKSI

Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan

Sekretariat:

Departemen Teknik Lingkungan,
Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang
Kampus UNAND Limau Manis Padang 25163
Email: snstl@eng.unand.ac.id

Pelindung:

Dr. Ir. Is Prima Nanda, S.T, M.T.

Penanggung jawab:

Prof. Shinta Indah, S.Si, M.T., Ph.D.

Ketua Panitia:

Dr. Ir. Ansiha Nur, S.T, M.T.

Reviewer:

Prof. Ir. Vera Surtia Bachtiar, Ph.D.
Prof. Shinta Indah, S.Si, M.T., Ph.D.
Prof. Ir. Denny Helard, S.T., M.T., Ph.D.
Prof. Ir. Puti Sri Komala, S.T., M.T.
Dr. Eng. Ir. Slamet Raharjo
Dr. Ir. Fadjar Goembira, S.T., M.Sc.
Dr. Eng. Shinta Silvia
Dr. Eng. Zulkarnaini, S.Si., M.T.
Dr. Eng. Alqadri Asri Putra, S.T., M.Eng.
Yenni, Ph.D.
Taufiq Ihsan, M.T., Ph.D.
Ir. Rizki Aziz, M.T., Ph.D
Ir. Yenni Ruslinda, M.T.
Ir. Tivany Edwin, M.Eng.
Budhi Primasari, M.Sc

Penyunting Pelaksana:

Budhi Primasari, M.Sc. (Koordinator)
Aulia Sabrina, M. Eng.
Atika, A.Md. Kom
Syawal Andika Putra
Muhammad Varrel Anandhito
Mutiarra Putri Ayu
Dhanil
Ilham Ramadan
Wildani Saputri Sihombing
Dicky Wahyudi Simbolon

Marcelino Pratama Damanik
Muhammad Hasbi Wardhana
Hanif Fitrah Akbar
Amanda Devita Utami
Elisabeth Sabina Hutapea
Farhan Pratama
Shafira Sari Alisya

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT bahwa Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan (SNSTL) VI ini dapat diselenggarakan secara *hybrid* oleh Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas.

Seminar Nasional Sains & Teknologi Lingkungan (SNSTL) adalah seminar nasional yang dilaksanakan setiap dua tahun oleh Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas. Seminar ini merupakan forum diskusi ilmiah antar akademisi dan profesional dari institusi pendidikan, riset, industri, pemegang kebijakan maupun dari institusi lain yang terkait dalam membahas permasalahan lingkungan. Pada seminar keempat ini, didiseminasikan hasil-hasil penelitian maupun terapan yang berkaitan dengan inovasi sains dan teknologi lingkungan untuk mendukung pencapaian *sustainable development*. Kami mengucapkan terima kasih kepada panitia dan peserta seminar yang telah menyukseskan acara seminar nasional ini.

Ketua Departemen

Teknik Lingkungan, Universitas Andalas

Prof. Shinta Indah, S.Si, M.T., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT bahwa Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan (SNSTL) VI dapat diselenggarakan secara *hybrid*. Seiring rasa syukur tersebut, kita sampaikan salawat dan salam kepada Rasulullah, Muhammad SAW.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia SNSTL VI yang telah bekerja untuk mewujudkan terlaksananya acara seminar ini secara *hybrid*. Selanjutnya, kami ucapkan terima kasih kepada seluruh peserta seminar yang ikut berperan menyukseskan acara SNSTL VI ini.

Sesuai dengan topik seminar, yaitu Inovasi Sains dan Teknologi Hijau untuk Ketahanan Lingkungan yang Berkelanjutan, SNSTL VI menampung artikel yang dengan topik yang beragam. Topik-topik tersebut terangkum dalam artikel terkait inovasi sains dan teknologi dalam bidang pengelolaan air, mencakup air minum, air limbah, banjir dan air irigasi, serta inovasi sains dan teknologi dalam bidang pengelolaan sampah, proteksi lingkungan dan SDA, masalah kebisingan dan pencemaran udara. Kami berharap seminar ini memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kita semua dalam upaya untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

Ketua Panitia

Dr. Ir. Ansiha Nur, S.T, M.T.

DAFTAR ISI

DEWAN REDAKSI	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
ID Artikel :1014 <i>Mutiara Fajar, Salwa Khairunnisa, Andika Munandar, Ilham Bayu Ramadhan</i>	1-11
Analisis Potensi Lumpur Sedimentasi IPAM sebagai Koagulan dalam Proses Koagulasi-Flokulasi	
ID Artikel :1049 <i>Harmen Gusnadi, Bintal Amin, Sofia Anita</i>	12-16
Kualitas Air pada Saluran IPAL (Studi Kasus Limbah Domestik Kota Bukittinggi)	
ID Artikel :1058 <i>Siti Siwi Wulandari, Tri Retnaningsih Soeprbowati, Kismartini</i>	17-27
Evaluasi Kualitas <i>Effluent</i> IPAL Komunal Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia	
ID Artikel : 2028 <i>Kyla Brianna Tetryan, Vera Surtia Bachtiar, Tivany Edwin, Reri Afrianita</i>	28-40
Pemetaan dan Analisis Pengaruh Paparan Kebisingan Terhadap Gangguan Pendengaran Pada PT. PLN Pekanbaru	
ID Artikel :5059 <i>Tivany Edwin, Taufiq Ihsan, Debby Dwi Chintya</i>	41-47
Analisis Penggunaan Alat Pelindung Diri Pekerja Pengangkut Sampah di Kota Padang	
ID Artikel : 7002 <i>Yusmar Mahmud, Ilani Syafira, Irwan Taslapratama</i>	48-58
Efektivitas Konsentrasi Asap Cair Kayu Karet Menekan Pertumbuhan Rigidoporus microporus di Pembibitan Karet	
ID Artikel : 7003 <i>Yusmar Mahmud, Wasilatul Hasanah, Bakhendri Solfan</i>	59-66
Uji Konsentrasi Asap Cair Pelepah Kelapa Menghambat Perkembangan Bercak Daun <i>Cercospora sp.</i>	

ID Artikel : 7004

Yusmar Mahmud, Fauziah Husna, Ahmad T

67-73

Efektivitas Beberapa Konsentrasi Asap Cair Kayu Rambutuan Menghambat
Pertumbuhan *Gonoderma obiforme* (Fr.) Ryvardeen

ID Artikel :7024

Nur Febrianti, Muhammad Fredesman, Esi Witria, Aang Abdul Gofar

74-82

Analisis Potensi Wisata di Sepanjang Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38 |



Analisis Potensi Lumpur Sedimentasi IPAM sebagai Koagulan dalam Proses Koagulasi-Flokulasi

Mutiara Fajar*, Salwa Khairunnisa, Andika Munandar, Ilham Bayu Ramadhan

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

*Koresponden: mutiara.fajar@tl.itera.ac.id

ABSTRACT

Perumda Way Rilau is currently facing obstacles because it does not yet have a special unit to process residual sludge from the raw water treatment process. As a result, the handling of the sludge has not been carried out effectively. One method that can be used to handle this sludge is to recycle the sludge from the sedimentation process as a coagulant in the coagulation-flocculation process. The process of obtaining recycled coagulant is carried out using the acidification method by adding strong acid, namely 4M HCl. The process includes stirring for 30 minutes with different stirring speed variations in recycled coagulants 1, 2, 3, 4, and 5, namely 360, 420, 480, 540, and 600 rpm, respectively, until the pH of the solution reaches 2.5. Evaluation of recycling results, aluminum content in sedimentation sludge was measured using the ICP-OES method, which produced a content of 334.17 mg/l. After the acidification process was carried out, the aluminum recovery efficiency was obtained with significant variations, namely recycled coagulants 1, 2, 3, 4, and 5 had efficiencies of 78%, 88%, 73%, 59%, and 33%, respectively. Evaluation of the performance of PAC coagulants, recycled coagulants and combination coagulants was carried out using the jar test method on raw water samples with variations in the doses used in PAC coagulants and recycled coagulants, namely 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm and 40 ppm, as well as combination coagulants, namely 40 ppm with varying coagulant ratios. Through this evaluation, the highest turbidity reduction efficiency was obtained, namely 93% in the 4th experiment with a coagulant dose of 40 ppm. Meanwhile, in the performance test of the combination coagulant, the highest turbidity reduction efficiency was obtained, namely 98% in the 2nd experiment with a combination of PAC coagulant and recycled coagulant having a ratio of 10:30. These results indicate that recycled coagulants, as well as combination coagulants, can function effectively in the water purification process at the Water Treatment Plant (WTP), offering a potential solution for more sustainable residual sludge management.

Keywords: residual sludge, recycled coagulant, acidification, turbidity removal

ABSTRAK

Perumda Way Rilau saat ini menghadapi kendala karena belum memiliki unit khusus untuk mengolah lumpur residu dari proses pengolahan air baku. Akibatnya, penanganan lumpur tersebut belum dilakukan secara efektif. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menangani lumpur ini adalah dengan mendaur ulang lumpur dari proses sedimentasi sebagai koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Proses untuk mendapatkan koagulan daur ulang dilakukan dengan menggunakan metode asidifikasi melalui penambahan asam kuat, yaitu HCl 4M. Proses tersebut mencakup pengadukan selama 30 menit dengan variasi kecepatan pengadukan yang berbeda-beda pada koagulan daur ulang 1, 2, 3, 4, dan 5, yaitu berturut-turut sebesar 360, 420, 480, 540, dan 600 rpm, hingga pH larutan mencapai 2,5. Evaluasi

hasil daur ulang, kadar aluminium dalam lumpur sedimentasi diukur menggunakan metode ICP-OES, yang menghasilkan kadar sebesar 334,17 mg/l. Setelah proses asidifikasi dilakukan, didapatkan efisiensi pemulihan aluminium dengan variasi yang signifikan yaitu koagulan daur ulang 1, 2, 3, 4, dan 5 memiliki efisiensi berturut-turut sebesar 78%, 88%, 73%, 59%, dan 33%. Evaluasi terhadap kinerja koagulan PAC, koagulan daur ulang dan koagulan kombinasi dilakukan melalui metode *jar test* terhadap sampel air baku dengan variasi dosis yang digunakan pada koagulan PAC dan koagulan daur ulang yaitu 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm dan 40 ppm, serta koagulan kombinasi yaitu 40 ppm dengan variasi rasio koagulan yang bervariasi. Melalui evaluasi tersebut didapatkan efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi yaitu 93% pada percobaan ke-4 dengan dosis koagulan sebesar 40 ppm. Sedangkan pada pengujian kinerja koagulan kombinasi didapatkan efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi yaitu 98% pada percobaan ke-2 dengan kombinasi antara koagulan PAC dengan koagulan daur ulang memiliki rasio sebesar 10:30. Hal tersebut menunjukkan bahwa koagulan daur ulang, serta koagulan kombinasi, dapat berfungsi secara efektif dalam proses penjernihan air di Instalasi Pengolahan Air (IPA), menawarkan solusi potensial untuk pengelolaan lumpur residu yang lebih berkelanjutan.

Kata Kunci: lumpur residu, koagulan daur ulang, asidifikasi, penyisihan kekeruhan

1. PENDAHULUAN

Setiap Instalasi Pengolahan Air Minum atau IPA menghasilkan lumpur pada proses pengolahan air baku yang dilakukan agar menjadi air minum yang aman dan layak. Lumpur yang dihasilkan berasal dari proses pembubuhan koagulan dan pembentukan flok dengan tujuan untuk menghilangkan zat tersuspensi dari air baku (Apriliantina, 2023). Lumpur yang dihasilkan dari pengolahan air pada IPA mengandung logam Al dalam bentuk Al_2O_3 (Monik, Anggrika, & Endah, 2019). Kandungan logam Aluminium pada lumpur ini diakibatkan dari pembubuhan koagulan yang mengandung senyawa Aluminium pada proses koagulasi. Koagulan yang digunakan dalam pengolahan air adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Penggunaan koagulan berbasis aluminium ini dapat menyebabkan lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan air baku mengandung sejumlah logam aluminium (Utami, F. P. 2018). Salah satu Instalasi Pengolahan Air Minum atau IPA yang menggunakan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) adalah Perumda Way Rilau. Perumda Way Rilau sampai saat ini belum melakukan pengolahan lumpur residu dari hasil pengolahan air baku. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 Pasal 9 ayat 3 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, limbah akhir dari proses pengolahan air baku menjadi air minum wajib diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sumber air baku dan daerah terbuka. Lumpur residu yang dihasilkan Perumda Way Rilau dialirkan langsung ke badan air tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu karena belum memiliki unit pengolahan lumpur.

Aktivitas pembuangan lumpur langsung ke badan air tanpa melalui pengolahan yang dilakukan oleh Perumda Way Rilau dapat menyebabkan pencemaran sungai karena lumpur memiliki berbagai macam kandungan yaitu mineral, materi organik, serta residu yang berasal dari penambahan koagulan (Elissa & Saptomo, 2020). Selain itu, jika beban pencemar yang masuk melebihi kemampuan air menerima beban tercemar maka akan menyebabkan kualitas air menurun dan membahayakan kehidupan makhluk hidup yang berada didalam maupun disekitar air tersebut (Cundari, Supriyatna, & Samhudi, 2016). Oleh karena itu, diperlukan penanganan lebih lanjut mengenai lumpur residu yang dihasilkan dari pengolahan air bersih di Perumda Way Rilau (Suhandi, 2022). Salah satu strategi pengolahan lumpur adalah dengan cara minimasi lumpur yaitu dengan cara memanfaatkan kembali lumpur sebagai koagulan daur ulang dalam proses koagulasi-flokulasi. Metode pemulihan koagulan tidak hanya untuk mengolah lumpur tetapi juga dapat mengurangi biaya pemakaian koagulan dan meminimalisir dampak ke lingkungan (Joshi & Shrivastava, 2011; Moerdiyanti, Zahara, & Jati, 2014).

Proses daur ulang koagulan dilakukan dengan mengekstrak koagulan (aluminium atau besi) dari aliran lumpur residu. Terdapat empat metode untuk mengekstrak koagulan pada pengolahan air yaitu pertukaran ion, reaktor membran, pelarutan dengan basa (*basification*), dan pelarutan dengan asam (*acidification*) (Siaivi & Wisnu, 2015). Metode yang dilakukan untuk mengekstrak koagulan yaitu metode asidifikasi dikarenakan metode tersebut memiliki efisiensi daur ulang yang tinggi dan biaya yang rendah dibandingkan

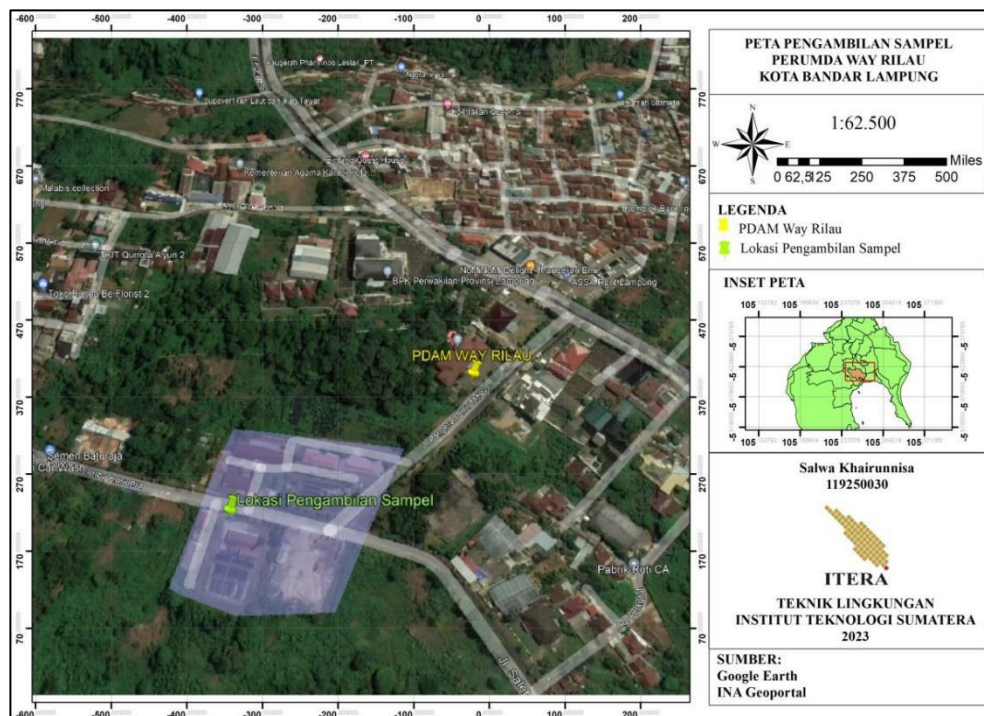
metode lainnya (Prakash, Hoskins, & SenGupta, 2004; Xu, Yan, Wang, & Wang, 2009; Evuti & Lawal, 2011). Metode asidifikasi dilakukan pada proses ekstraksi dimana pengadukan sampel lumpur yang ditambahkan larutan asam kemudian diendapkan untuk memisahkan supernatan yang mengandung aluminium dari padatan lumpur sehingga dapat dimanfaatkan kembali sebagai koagulan dalam proses koagulasi (Ruziqna, 2019).

Berdasarkan penelitian Vaditasari (2013), dapat disimpulkan bahwa lumpur hasil sedimentasi merupakan lumpur yang paling cocok dan tepat untuk digunakan sebagai koagulan pendukung dibandingkan dengan lumpur yang berasal dari unit flokulasi dan filtrasi. Melalui penelitian tersebut, didapatkan bahwa lumpur hasil sedimentasi memiliki kandungan alumina tertinggi yaitu sebesar 27,6% (Vaditasari, 2013). Berdasarkan uraian latar belakang, dibutuhkan suatu kajian pemanfaatan lumpur hasil sedimentasi dengan metode asidifikasi yaitu metode yang memiliki efisiensi tinggi dan biaya lebih rendah dibandingkan dengan metode lainnya untuk mendaur ulang kogulan sehingga lumpur tidak langsung dibuang ke badan air.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di IPA I, Perumda Way Rilau yang berlokasi di Jl. P. Emir Moh. Noer No.11a, Sumur Putri, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung, Lampung. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera yang berlokasi di Jalan Terusan Ryacudu, Desa Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan. Waktu Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2023 sampai bulan Juli 2023. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder, percobaan penelitian, pengolahan dan analisis data. Adapun tahapan utama penelitian dapat dilihat pada langkah-langkah berikut.

1. Pengambilan Sampel Air Baku

Sumber air baku yang digunakan dalam pengolahan air bersih di Perumda Way Rilau berasal dari sungai Way Kuripan dengan sistem pompa dan Sungai Way Betung dengan sistem gravitasi. Pengambilan sampel air baku dilakukan di pompa bak koagulasi IPA 1 Perumda Way Rilau yang sudah melewati intake dengan volume sampel yang diambil kurang lebih 20 Liter. Pengambilan sampel air baku bertujuan untuk digunakan dalam simulasi proses koagulasi-flokulasi dengan metode jar test. Pengambilan sampel air baku menggunakan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sample*) yang mengacu pada SNI 6989.57:2008.

2. Pengambilan Sampel Lumpur Unit Sedimentasi

Sampel lumpur yang diambil berasal dari unit sedimentasi dikarenakan presentase alumina yang lebih besar dibandingkan unit flokulasi dan filtrasi yaitu sebesar 27,6 % (Vaditasari, 2013). Pengambilan sampel lumpur dilakukan pada pipa buangan unit sedimentasi IPA I Perumda Way Rilau dengan volume sampel yang diambil sebesar kurang lebih 2,5 Liter.

3. Pengambilan Sampel Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC)

Pengambilan sampel koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dilakukan di Perumda Way Rilau agar sampel yang diambil sesuai dengan yang biasa digunakan pada instalasi tersebut. Sampel tersebut akan digunakan pada tahapan simulasi koagulasi-flokulasi untuk mengetahui kinerja koagulan PAC dan koagulan kombinasi.

4. Pengujian Kadar Aluminium

Pengujian aluminium pada lumpur dilakukan sebelum dan sesudah proses asidifikasi dengan teknik *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) yaitu teknik analisis yang digunakan untuk mendeteksi elemen kimia unsur logam.

5. Pengujian Karakteristik Lumpur Sedimentasi dan Air Baku

Pengujian parameter dari air baku dan lumpur sedimentasi menggunakan acuan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pengujian Sampel Lumpur dan Air Baku

Parameter	Sampel	Metode Uji	Keterangan
Suhu	Air	SNI 06-6989.23-2005	<i>In-situ</i> menggunakan <i>thermometer</i>
pH	Air dan lumpur	SNI 6989.11:2019	<i>In-situ</i> menggunakan pH meter
Kekeruhan	Air	SNI 06-6989.25-2005	<i>In-situ</i> menggunakan turbidimeter
TS	Lumpur	SNI 6989.26:2019	Laboratorium secara Gravimetri
TSS	Lumpur	SNI 6989.3:2019	Laboratorium secara Gravimetri
Aluminium	Lumpur, koagulan daur ulang	ICP-OES	UPT LTSIT, Universitas Lampung

Kemudian, setelah didapatkan hasil dari pengujian sampel lumpur tersebut dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (1).

$$\text{mg/L} = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{V} \quad (1)$$

Keterangan:

W_0 = berat tetap cawan kosong setelah pemanasan 103 °C sampai dengan 105 °C (mg)

W_1 = berat tetap cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 103 °C sampai dengan 105 °C (mg) berat senyawa CO

V = volume contoh uji dalam satuan ml konstanta gas universal (0,0821)

1000 = konversi dari mililiter ke liter)

6. Daur Ulang Koagulan dengan Proses Asidifikasi

Proses asidifikasi dilakukan untuk mengekstraksi aluminium dalam lumpur sedimentasi agar menghasilkan koagulan daur ulang yang dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu dilakukan perhitungan rasio produksi koagulan dari lumpur sedimentasi dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Rasio produksi koagulan} = \frac{V \text{ koagulan terbentuk}}{V \text{ total lumpur digunakan}} \quad (2)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap volume lumpur untuk kebutuhan asidifikasi (m^3/hari) menggunakan rumus berikut.

$$V_{LA} (\text{m}^3/\text{hari}) = \text{kebutuhan koagulan} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right) \times \text{rasio produksi koagulan} \quad (3)$$

Kemudian, dilakukan perhitungan terhadap massa lumpur untuk kebutuhan asidifikasi dengan rumus berikut.

$$m_{LA} = \text{Volume umpur asidifikasi} (\text{m}^3/\text{hari}) \times \text{Densitas lumpur} (\text{kg}/\text{m}^3)$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka percobaan asidifikasi dapat dilakukan dengan tahapan yaitu pemisahan lumpur sedimentasi dengan air, penambahan asam klorida (HCl) 4M ke dalam 5 beaker glass yang masing-masing berisi 500 ml sampel lumpur hingga sampel mencapai pH yang ditentukan yaitu 2,5 (Utami, F. P. 2018), kelima sampel kemudian dihomogenisasi dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit dengan variasi kecepatan pengadukan pada koagulan daur ulang 1; 2; 3; 4; dan 5 berturut-turut sebesar 360; 420; 480; 540; dan 600 rpm, kemudian dilakukan pengendapan selama 30 menit untuk memisahkan endapan dan supernatan lumpur, selanjutnya supernatan diambil menggunakan vacuum filtrasi untuk kemudian diukur kandungan aluminiumnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Al Daur ulang} (\%) = \frac{\text{Kandungan Al pada supernatan setelah asidifikasi}}{\text{Kandungan Al pada Aluminium lumpur awal}} \quad (4)$$

7. Penetapan Dosis Optimum Koagulan PAC, Koagulan Daur ulang dan Koagulan Kombinasi

Penetapan dosis optimum koagulan PAC dan koagulan daur ulang didapatkan dengan metode *jar test* (Nuryani & Endah, 2016). Pada percobaan ini variasi dosis yang digunakan pada koagulan PAC dan koagulan daur ulang yaitu 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm dan 40 ppm. Sedangkan pada koagulan kombinasi yaitu 40 ppm dengan berbagai variasi rasio koagulan (koagulan PAC : koagulan daur ulang) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variasi Rasio Koagulan Kombinasi

Rasio	Dosis Koagulan Kombinasi (ppm)	
	Koagulan PAC	Koagulan daur ulang
100:0	40	0
75:25	30	10
50:50	20	20
25:75	10	30
0:100	0	40

8. Uji Efisiensi Penurunan Kekeruhan Air Baku menggunakan Koagulan PAC, Koagulan Daur ulang dan Koagulan Kombinasi (koagulan PAC: Koagulan Daur ulang) dengan Metode Jar Test

Pengujian efisiensi penurunan kekeruhan menggunakan koagulan PAC, daur ulang, dan kombinasi dilakukan dengan beberapa tahap yaitu, dilakukan pengujian parameter air baku, dimasukkan sampel air baku yang digunakan untuk satu percobaan *jar test* sebanyak 500 ml ke masing-masing beaker glass ukuran 1000 ml, dimasukkan koagulan dengan dosis yang telah ditentukan, dilakukan pengadukan untuk proses koagulasi dengan kecepatan 200 rpm selama 60 detik dan untuk proses flokulasi dengan kecepatan 20 rpm selama 20 menit, kemudian larutan diendapkan selama 30 menit, dilakukan pengujian parameter kekeruhan, serta dilakukan perhitungan efisiensi penurunan kekeruhan menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{ Penurunan kekeruhan} = \frac{NTU_0 - NTU_1}{NTU_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

NTU_0 = kekeruhan awal

NTU_1 = kekeruhan akhir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Air Baku IPA 1

Pengujian karakteristik air baku dilakukan pada parameter pH, suhu, kekeruhan dan Total Suspended Solid (TSS) yang dapat dilihat pada Tabel 3. Karakteristik air baku harus sesuai dengan standar baku mutu kelas

1 berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.2 Tahun 2023 sehingga didapatkan keterangan sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Air Baku

Sampel	Parameter	Hasil	Satuan	Standar Baku Mutu (PMK No 2 tahun 2023)	Keterangan
Air Baku	pH	7,63	-	6,5-8,5	Memenuhi
	Suhu	25	°C	±3	Memenuhi
	TSS	300	mg/L	50	Tidak Memenuhi
	Kekeruhan	23	NTU	<3	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil uji, didapatkan pH sebesar 7,63 yang memenuhi baku mutu yang menunjukkan adanya keseimbangan proporsi kandungan antara karbon dioksida, karbonat, dan bikarbonat dapat dikontrol oleh pH (Chapman, 2000). Dengan pH lebih dari 6,5, maka air tidak akan terlalu korosif terhadap benda-benda logam (Sutrisno, 2006). Selain itu, berdasarkan Tabel 4. didapatkan hasil pengujian untuk suhu air baku sebesar 25°C, yang telah memenuhi standar baku mutu yaitu antara 20°C hingga 30°C. Namun, suhu air dapat mengalami flustuasi secara signifikan seiring dengan kondisi atau situasi dari lingkungan sekitar saat akan melakukan pengujian lanjutan (Agustiningasih, 2012). Kekeruhan yang cukup tinggi mencapai 23 NTU dapat terjadi akibat adanya unsur-unsur organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut seperti lumpur, pasir halus, dan kotoran, serta bahan organik berupa plankton (Effendi, 2003).

3.2. Karakteristik Lumpur Sedimentasi IPA 1

Pengujian parameter pada sampel lumpur sedimentasi meliputi pH, Total Solids (TS) dan Total suspended solid (TSS) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Lumpur Sedimentasi IPA I

Sampel	Parameter	Hasil	Satuan	Standar Baku Mutu (Permen LH No.5 th 2014)	Keterangan
Lumpur	pH	7,27	-	6-9	Memenuhi
	TS	43.936	mg/l	-	-
	TSS	5.584	mg/l	200	Tidak Memenuhi
	Aluminium	334,17	mg/l	-	-

Berdasarkan Tabel 5., didapatkan pH lumpur sebesar 7,27 yang masih memenuhi standar baku sehingga pH yang ada masih aman bagi lingkungan. Namun, pada hasil pengujian karakteristik lainnya, terdapat parameter yang melebihi baku mutu yaitu parameter Total Suspended Solid (TSS) dan Total Solid (TS) dengan kandungan berturut-turut sebesar 5.584 mg/l dan 43.936 mg/l. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengendapan dari flok pada unit sedimentasi yang berasal dari proses pembentukan flok di unit flokulasi sehingga nilai total kandungan zat padatan pada lumpur sedimentasi menghasilkan nilai yang tinggi (Joshi & Shrivastava, 2011; Moerdiyanti, Zahara, & Jati, 2014).

Parameter aluminium memiliki nilai kadar sebesar 334,17 mg/l. Hal tersebut disebabkan oleh adanya koagulan yang digunakan pada unit koagulasi, hasil pengolahan tersebut selanjutnya terendap dan menghasilkan lumpur pada unit sedimentasi. Koagulan *Poly Aluminium Klorida* (PAC) yang digunakan pada proses tersebut dapat menghasilkan residu aluminium dalam air sehingga lumpur yang dihasilkan pada unit sedimentasi akan mengandung logam aluminium konsentrasi tinggi (Malhotra. S, 1994).

3.3 Daur Ulang Auminium

Hasil pengujian daur ulang aluminium dengan metode asidifikasi dapat dilihat pada Tabel 5. berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Daur Ulang Aluminium

Parameter	Sampel				
	Lumpur Sedimentasi	K. Daur Ulang 1 (360 rpm)	K. Daur Ulang 2 (420 rpm)	K. Daur Ulang 3 (480 rpm)	K. Daur Ulang 4 (540 rpm)

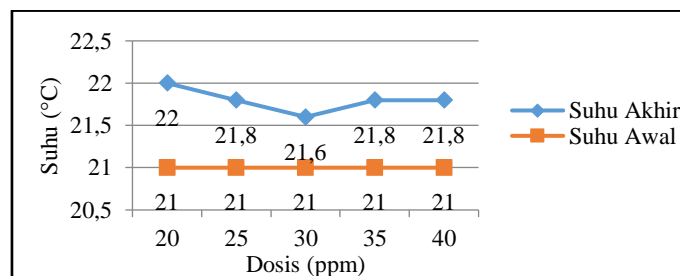
Parameter	Sampel					
	Lumpur Sedimentasi	K. Daur Ulang 1 (360 rpm)	K. Daur Ulang 2 (420 rpm)	K. Daur Ulang 3 (480 rpm)	K. Daur Ulang 4 (540 rpm)	K. Daur Ulang 5 (600 rpm)
HCl yang ditambahkan (ml)	-	7,0	7,25	6,0	5,5	5,25
pH Kadar	7,27	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Aluminium mg/L	334,17	259,80	293,94	244,48	195,59	111,74
Efisiensi Pemulihan Aluminium (%)	-	78%	88%	73%	59%	33%

Melalui proses asidifikasi didapatkan koagulan daur ulang dengan kadar alumina terbesar berasal dari koagulan daur ulang 2 dengan kecepatan pegadukan 420 rpm dan penambahan HCL 4M sebanyak 7,25 ml. Hal tersebut menandakan bahwa semakin banyak HCL yang ditambahkan maka akan semakin banyak kandungan aluminium yang dapat terekstraksi pada koagulan daur ulang yang dihasilkan. Pemulihan aluminium dengan proses asidifikasi terjadi karena ion H^+ menggantikan posisi kation Al^{3+} dalam ikatan senyawa aluminium sehingga mengurangi kapasitas pertukaran kation dan meningkatkan konsentrasi kation Al^{3+} dalam sistem sehingga semakin banyak HCL yang ditambahkan maka semakin banyak kandungan aluminium yang dapat diekstrak (Ling, D. J,dkk, 2007).

Selain proses asidifikasi, dilakukan pula perhitungan terhadap presentase hasil reaksi atau yield sehingga didapatkan %yield sebesar 43,05%. Yield merupakan perbandingan massa hasil reaksi dengan massa teoritis sehingga melalui perhitungan yield dapat diketahui efisiensi reaksi daur ulang aluminium memiliki nilai yang cukup tinggi sehingga koagulan dapat digunakan untuk percobaan koagulasi-flokulasi pada sampel air baku (Utami, F. P. 2018).

3.4 Kinerja Koagulan Daur Ulang, PAC dan Kombinasi

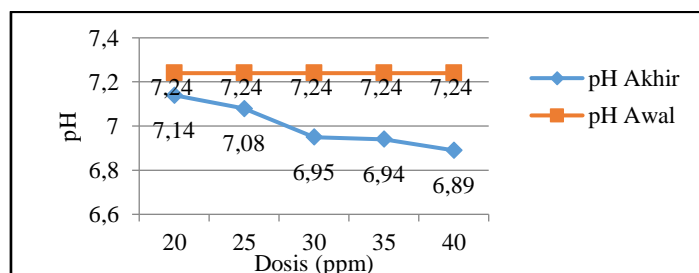
Hasil pengujian suhu pada air olahan dengan menggunakan koagulan PAC dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Suhu pada Air Olahan Menggunakan Koagulan PAC

Berdasarkan Gambar 1., didapatkan hasil pengujian suhu sebesar 21.6°C-22°C yang memenuhi standar baku mutu. Suhu mengalami peningkatan sebelum dan sesudah dilakukannya pengadukan pada pengujian, hal ini menandakan bahwa pengadukan yang dilakukan pada pengujian dapat menyebabkan peningkatan suhu akibat adanya tabrakan dan gesekan antar partikel maupun senyawa yang terdapat pada hasil uji (Iwan, dkk., 2022).

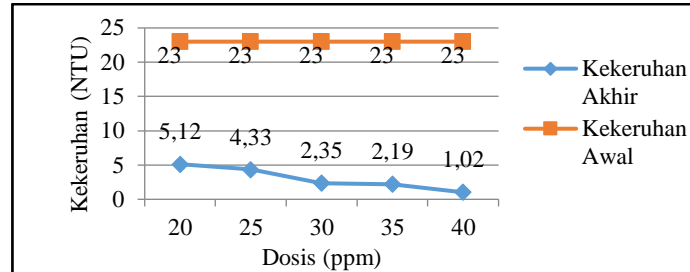
Selanjutnya, dilakukan pengujian pH pada air olahan yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. pH pada Air Olahan Menggunakan Koagulan PAC

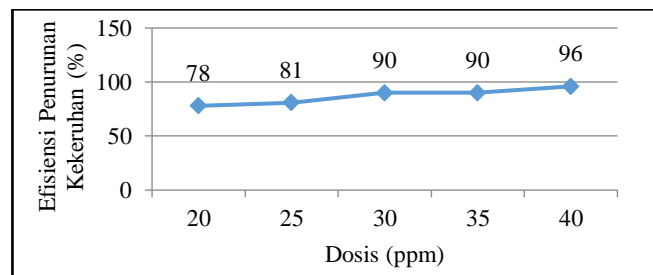
Berdasarkan Gambar 2., didapatkan hasil pengujian pH air olahan dengan pH paling rendah pada dosis 40 ppm yaitu 6,89. Penurunan pH pada pembubuhan koagulan maksimal dapat terjadi akibat pembubuhan koagulan PAC yang berpengaruh terhadap meningkatnya kandungan ion H⁺ dalam larutan akibat proses hidrolisis (Rusdi & Pratama, 2014). Reaksi hidrolisis terjadi akibat reaksi antara air dengan ion-ion yang berasal dari asam lemah atau basa lemah. Sehingga, ketika konsentrasi ion H⁺ meningkat, pH larutan akan menurun (Ling, D. J,dkk, 2007).

Pengujian yang dilakukan pada tingkat kekeruhan air olahan dapat dilihat pada Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Kekeruhan Air Olahan Menggunakan Koagulan PAC

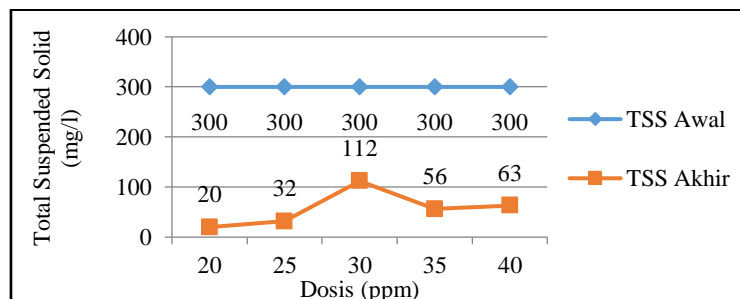
Berdasarkan Gambar 3., dapat diketahui dosis optimal dalam menurunkan kekeruhan yaitu pada dosis 40 ppm dengan nilai kekeruhan sebesar 1,02 NTU. Hal tersebut, menandakan bahwa semakin banyak koagulan PAC yang ditambahkan maka nilai kekeruhan akan semakin kecil sehingga menandakan semakin jernih air yang dihasilkan. Penurunan kekeruhan hasil pengujian telah memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No.2 Tahun 2023 yaitu <3 NTU.



Gambar 5. Efisiensi Penurunan Kekeruhan Air Olahan Menggunakan Koagulan PAC.

Rentang efisiensi penurunan kekeruhan memiliki nilai pada rentang 78%-96% yang ditunjukkan pada Gambar 5. Efisiensi penurunan kekeruhan terbesar terjadi pada pembubuhan koagulan maksimal yaitu 40 ppm yaitu sebesar 96%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis koagulan yang diberikan maka semakin tinggi pula kemampuan ion dalam menghasilkan muatan positif untuk menarik partikel koloid sehingga nilai kekeruhan akan ikut menurun (Mose, 2014).

Pengujian total suspended solid (TSS) pada air olahan dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



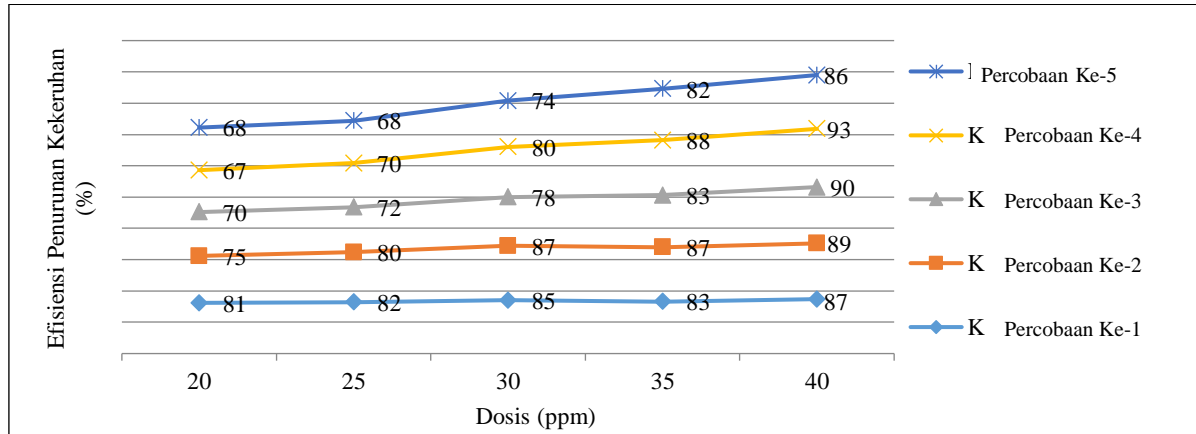
Gambar 6. TSS pada Air Olahan Menggunakan Koagulan PAC

Berdasarkan Gambar 5., didapatkan hasil pengujian TSS dengan rata-rata nilai yang masih kurang dari baku mutu yaitu 50 mg/l. Selain itu, pada perbandingan pola nilai TSS dengan kekeruhan didapatkan perbedaan dimana nilai kekeruhan yang menurun tidak diimbangi dengan penurunan nilai pada TSS. Hal tersebut disebabkan oleh adanya bahan-bahan penyebab kekeruhan air yang terdiri dari berbagai macam bahan dengan sifat dan berat yang bervariasi sehingga penurunan kekeruhan tidak sepenuhnya tercermin

pada penurunan atau peningkatan nilai TSS yang dihasilkan. Hal tersebut juga terkait dengan fakta bahwa kekeruhan dan TSS diukur menggunakan prinsip yang berbeda (Widigdo, 2001).

3.5 Koagulan Daur Ulang

Berikut ini adalah hasil dari penyisihan kekeruhan dengan menggunakan variasi koagulan daur ulang yang dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.

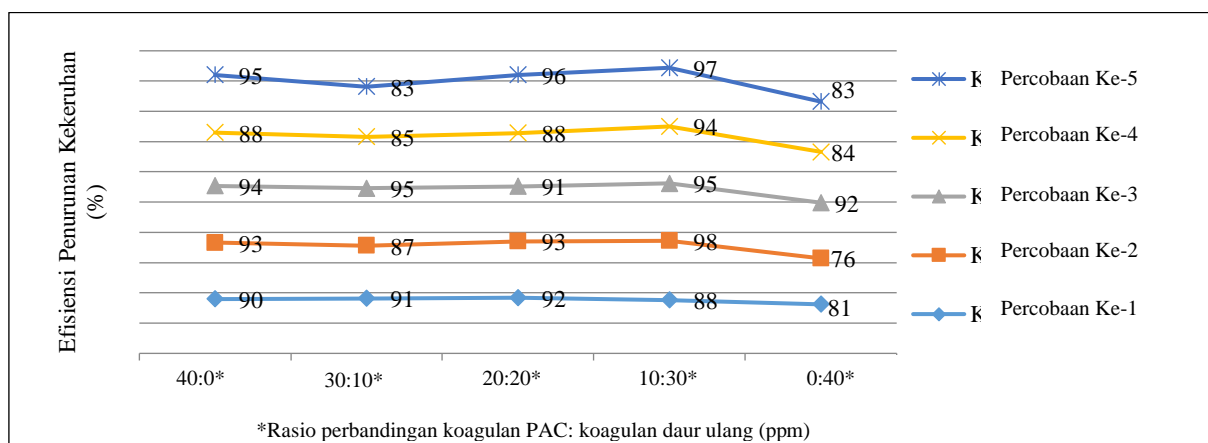


Gambar 7. Efisiensi Penurunan Kekeruhan Air Olahan Menggunakan Variasi Koagulan Daur Ulang

Berdasarkan Gambar 7., didapatkan rentang efisiensi penurunan kekeruhan dari setiap percobaan ke- 1, 2, 3, 4, dan 5 berturut-turut sebesar 67%-86%, 75%-89%, 70%-90%, 67%-93% dan 68%-86%. Secara keseluruhan efisiensi penurunan kekeruhan tidak jauh berbeda, namun pada percobaan ke- 4 didapatkan nilai efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi dari variasi koagulan daur ulang lainnya dengan dosis koagulan 40 ppm yaitu efisiensi sebesar sebesar 93%. Tingginya kandungan aluminium seiring dengan peningkatan kandungan koagulan yang dimasukkan pada percobaan akan menyebabkan terjadinya pengikatan pada koloid-koloid secara lebih efektif pada air baku sehingga menurunkan kekeruhan seperti percobaan ke-4 (Mirwan. A, 2012). Hal tersebut juga dapat terlihat dari percobaan lainnya dengan penambahan dosis koagulan maksimal yaitu 40 ppm yang memiliki efisiensi penurunan kekeruhan yang paling besar diantara dosis koagulan lainnya.

3.6 Koagulan Kombinasi

Koagulan kombinasi merupakan gabungan dari koagulan PAC dan koagulan daur ulang dengan rasio tertentu yang memiliki total dosis koagulan sebesar 40 ppm. Pengukuran kekeruhan pada hasil pengujian menggunakan koagulan kombinasi dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Efisiensi Penurunan Kekeruhan Air Olahan Menggunakan Variasi Koagulan Kombinasi

Berdasarkan Gambar 7, diketahui bahwa efisiensi penurunan kekeruhan pada percobaan ke- 1, 2, 3, 4, dan 5 berturut-turut berada pada rentang 81%-92%, 76%-98%, 91%-95%, 84%-94%, dan 83%-97%. Secara keseluruhan efisiensi penurunan kekeruhan tidak jauh berbeda, namun pada percobaan ke- 2 didapatkan nilai efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi dari variasi koagulan kombinasi lainnya dengan dosis rasio koagulan PAC dibanding koagulan daur ulang 10:30 ppm yaitu efisiensi sebesar sebesar 98%. Dosis

optimum dalam menurunkan kekeruhan pada air baku yaitu 10:30 ppm sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana efisiensi yang dihasilkan melalui percobaan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan penambahan dosis lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan alumina yang terdapat pada koagulan daur ulang memiliki kemungkinan dalam menggantikan penggunaan koagulan PAC pada pengolahan. Namun, tentu saja pengolahan akan lebih efektif jika dilakukan pencampuran koagulan yaitu menjadi koagulan kombinasi agar kandungan alumina menjadi lebih seimbang (Utami, F. P. 2018).

4. KESIMPULAN

Lumpur sedimentasi memiliki kandungan aluminium yang dapat dimanfaatkan kembali menjadi koagulan daur ulang. Kandungan aluminium pada lumpur sedimentasi diuji dengan menggunakan metode ICP-OES sehingga diketahui kadar aluminium sebesar 334,17 mg/l. Pada proses daur ulang lumpur sedimentasi menggunakan metode asidifikasi didapatkan kadar aluminium terbesar pada koagulan daur ulang 2 yaitu sebesar 293,94 mg/l, dengan efisiensi pemulihan aluminium sebesar 88%.

Persentase hasil reaksi kimia dari proses daur ulang aluminium didapatkan %yield sebesar 43,05%. Dalam pengujian kinerja koagulan daur ulang didapatkan efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi yaitu 93% pada percobaan ke-4 dengan dosis koagulan sebesar 40 ppm. Sedangkan pada pengujian kinerja koagulan kombinasi didapatkan efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi yaitu 98% pada percobaan ke-2 dengan kombinasi antara koagulan PAC dengan koagulan daur ulang memiliki rasio sebesar 10:30. Hal tersebut menunjukkan bahwa koagulan daur ulang, serta koagulan kombinasi, dapat berfungsi secara efektif dalam proses penjernihan air di Instalasi Pengolahan Air (IPA), menawarkan solusi potensial untuk pengelolaan lumpur residu yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D. (2012). *Kajian kualitas air sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam upaya pengendalian pencemaran air sungai* (Unpublished master's thesis). Universitas Diponegoro, Semarang.
- Chapman, D. (2000). *Water quality assessment: A guide to the use of biota, sediments, and water in environmental monitoring*. Cambridge University Press.
- Cundari, L., Supriyatna, E., & Samhudi, H. (2016). Pengaruh waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap daur ulang aluminium pada asidifikasi sludge keluaran water treatment. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(2).
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air: Bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Elissa, A., & Saptomo, S. K. (2020). Analisis timbulan lumpur dan kualitas lumpur hasil proses pengolahan air bersih di WTP Kampus IPB Dramaga Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(1), 31–40.
- Evuti, A. M., & Lawal, M. (2011). Daur ulang of coagulants from water works sludge: A review. *Advances in Applied Science Research*, 2(6), 410–417.
- Joshi, S., & Shrivastava, K. (2011). Daur ulang alum coagulant from water treatment plant sludge: A greener approach for water purification. *International Journal of Advanced Computer Research*.
- Ling, D. J., Zhang, J. E., Huang, Q. C., Han, W. D., & Ouyang, Y. (2007). Influences of simulated acid rain on leaching and release of base ions in latosol (in Chinese). *ACTA Pedologica SINICA*, 44, 444–450.
- Malhotra, S. (1994). Poly aluminium chloride as an alternative coagulant. In J. Pickford et al. (Eds.), *Affordable water supply and sanitation: Proceedings of the 20th WEDC International Conference* (pp. 289-291). Colombo, Sri Lanka.
- Mirwan, A. (2012). Penjernihan air sungai Martapura Kalimantan Selatan menggunakan limbah padat lumpur PDAM. *Jurnal Purifikasi*, 12(3), 17–24.
- Mose, Y. (2014). Penerapan model pembelajaran predict-observe-explain (POE) pada materi koloid untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan proses sains siswa (Unpublished doctoral dissertation). Universitas Pendidikan Indonesia. <http://repository.upi.edu/7289/>

- Monik, K., Anggrika, R., & Endah, K. E. (2019). Fitoremediasi logam aluminium (Al) pada lumpur instalasi pengolahan air menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*). *Jurnal Daur Lingkungan*, Universitas Batanghari.
- Nuryani, & Endah, E. (2016). Optimalisasi penggunaan poly aluminium chloride dan aquaklor pada proses koagulasi dan flokulasi dalam pengolahan air limbah penambangan di PT Cibaliung Sumberdaya (Skripsi). Universitas Islam Bandung.
- Prakash, P., Hoskins, D., & SenGupta, A. K. (2004). Application of homogeneous and heterogeneous cation-exchange membranes in coagulant daur ulang from water treatment plant residuals using Donnan membrane process. *Journal of Membrane Science*, 237, 131–144.
- Ruziqna, P. D. (2019). Pemulihan aluminium dari lumpur IPAM sebagai koagulan dengan menggunakan metode asidifikasi: Studi kasus: Unit IPAM dengan jenis koagulan alum, Unit IPAM Citayam, PDAM Tirta Asasta Kota Depok (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Siaivi, B., & Wisnu. (2015). Eksperimen proses ekstraksi aluminium dari limbah lumpur PDAM di dalam tangki pengaduk. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sutrisno, T. (2006). *Teknologi penyediaan air bersih*. Rineka Cipta.
- Utami, F. P. (2018). Pemulihan koagulan pada lumpur residu pengolahan air minum sebagai koagulan pendukung dalam proses koagulasi di instalasi pengolahan air minum. Studi kasus: PDAM Tirta Asasta Kota Depok, Unit IPAM Legong (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Vaditasari, Y. (2013). *Pemanfaatan lumpur instalasi pengolahan air minum (IPAM) sebagai koagulan pendukung dalam proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi* (Tesis). Depok: Universitas Indonesia.
- Widigdo, B. (2001). *Manajemen sumberdaya perairan*. Bahan kuliah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Xu, G. R., Yan, Z. C., Wang, Y. C., & Wang, N. (2009). Recycle of alum recovered from water treatment sludge in chemically enhanced primary treatment. *Journal of Hazardous Materials*, 596–603.



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Kualitas Air pada Saluran IPAL (Studi Kasus Limbah Domestik Kota Bukittinggi)

Harmen Gusnadi*, Bintal Amin, Sofia Anita

Program Studi Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Riau, Pekanbaru-Riau, Indonesia

*Koresponden: jonioh.kolek@gmail.com

ABSTRACT

Serious attention is needed from all parties to the management of domestic wastewater originating from residential areas (kitchens and bathrooms) in Bukittinggi City. To avoid environmental degradation and a decrease in the quality of river water which is the final disposal site in Bukittinggi City, efforts are needed to manage waste water before it enters water bodies in addition to monitoring and controlling the growth of settlements in Bukittinggi City. Water quality analysis is carried out in drainage channels. mains before domestic waste is discharged into the environment. The laboratory tests carried out aim to determine whether the quality of the Domestic Wastewater produced is in accordance with the quality standards stipulated in PP No. 22 of 2021 concerning the Implementation of Environmental Protection and Management. For water quality measurement methods, refer to the Indonesian National Standards (SNI). Water quality measurement sampling points were carried out at the rice field divider inlet, upper inlet and outlet. The results of water quality measurements that have been tested have obtained values below the quality standards stipulated in PP No.22 of 2021.

Keyword: Domestic waste, Bukittinggi, water quality, rivers

ABSTRAK

Diperlukan perhatian serius semua pihak terhadap pengelolaan air limbah domestik yang berasal dari pemukiman penduduk (dapur dan kamar mandi) yang ada di Kota Bukittinggi. Untuk menghindari terjadinya degradasi lingkungan serta penurunan kualitas air sungai yang menjadi tempat pembuangan akhir di Kota Bukittinggi, maka diperlukan upaya pengelolaan air limbah sebelum masuk ke badan air di samping melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap pertumbuhan permukiman di Kota Bukittinggi. Analisis kualitas air dilakukan di saluran pembuangan induk sebelum limbah domestik dibuang ke lingkungan. Uji laboratorium yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas Air Limbah Domestik yang dihasilkan apakah sudah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan didalam PP No.22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Untuk metode pengukuran kualitas air mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Titik sampling pengukuran kualitas air mencakup pada beberapa bagian, diantaranya yaitu: inlet pembagi sawah, inlet atas dan outlet. Hasil pengukuran kualitas air yang telah diuji memperoleh nilai dibawah baku mutu ketetapan PP No.22 tahun 2021.

Kata Kunci: Limbah domestik, Bukittinggi, Kualitas Air, Sungai

1. PENDAHULUAN

Purwanto (2004) menyatakan bahwa volume air limbah yang dihasilkan oleh setiap orang mulai dari mandi, cuci dan lain-lain mencapai 100 liter/hari. Volume limbah domestik sangat bervariasi dan umumnya sangat berkaitan erat dengan standar hidup masyarakat (Djajaningrat dan Harsono, 1991).

Lebih rinci lagi Metcalf dan Eddy dalam Sugiharto (2005) menyatakan bahwa rata-rata air limbah dari daerah permukiman sekitar 262 liter/orang/hari yang bersumber dari limbah apartemen, hotel dan tempat tinggal keluarga.

Sementara jika dihitung berdasarkan volume limbah per orang per hari, sebagaimana data tersebut di atas, maka air buangan domestik yang dihasilkan oleh penduduk di permukiman Kota Bukittinggi, yang rata-rata perumahan biasa atau rumah pada umumnya adalah 121.028 jiwa (jumlah penduduk Kota Bukittinggi) x 100 liter/jiwa/hari maka air limbahnya bisa mencapai minimal 12.102.800 liter/hari.

Pengelolaan limbah cair rumah tangga di Kota Bukittinggi hingga saat ini masih bersifat individual dengan sistem setempat (*on site system*) menggunakan cubluk dan septik tank yang secara periodik perlu dilakukan penyedotan lumpurnya. Pengelolaan limbah tinja belum dilakukan karena kota bukittinggi belum memiliki IPLT (Instalasi Pengolah Lumpur Tinja), oleh sebab itu penyedotan tinja dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Payakumbuh. Kebiasaan masyarakat tidak memperhatikan tangki septik dikhawatirkan akan menyebabkan kondisi air tanah di Kota Bukittinggi akan tercemar kedepannya.

Kondisi diatas sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Tidri (2018) tentang Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Guguk Panjang, Bukittinggi dimana Air limbah domestik di Kecamatan Guguk Panjang belum dikelola dengan baik, grey water dibuang langsung ke drainase tanpa pengolahan. Black water diolah menggunakan tangki septik. Namun permintaan pengurasan tangki septik dalam satu hari hanya satu kali dengan kapasitas tangki 2000 L. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tangki septik banyak yang tidak kedap air sehingga mencemari air tanah sekitar. Grey water langsung dibuang ke saluran drainase di belakang rumah.

Berdasarkan informasi yang berhasil diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Bukittinggi, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan adalah kecamatan yang memiliki Jumlah Rumah Tangga terbanyak yaitu sebanyak 8.299 KK, terdapat 8.001 KK sudah memiliki Fasilitas Buang Air Besar Sendiri, sisanya sebesar 298 KK masih memakai Fasilitas Buang Air Bersama. Kemudian diikuti oleh Kecamatan Guguk Panjang dengan total jumlah KK sebesar 6.889 KK memiliki Fasilitas Buang Air Besar Sendiri 5.306 KK dan sisanya 1.583 KK masih memakai Fasilitas Buang Air Besar Bersama. Selanjutnya Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh dengan total Jumlah KK sebesar 5.104 KK juga di dominasi oleh masyarakat yang memiliki Fasilitas Buang Air Besar sendiri yaitu 4.528 KK selanjutnya 576 KK masih memakai Fasilitas Buang Air Besar Bersama.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas diperlukan suatu kajian pengelolaan limbah kota Bukittinggi sehingga diharapkan nantinya air limbah domestik kota Bukittinggi dapat dikelola sebelum dibuang ke lingkungan. Kajian ini dilakukan di Kota Bukittinggi dengan pertimbangan bahwa wilayah ini merupakan penyumbang air limbah domestik terbesar yang masuk ke lingkungan. Hal lain yang mendasari lokasi penelitian ini adalah faktor letak Kota Bukittinggi yang menjadi sentral dalam wilayah Provinsi Sumatera Barat sehingga menyebabkan tingginya kegiatan masyarakat di kota ini.

Bertitik tolak dari uraian tersebut maka diperlukan perhatian serius semua pihak terhadap pengelolaan air limbah domestik yang berasal dari pemukiman penduduk (dapur dan kamar mandi) yang ada di Kota Bukittinggi. Untuk menghindari terjadinya degradasi lingkungan serta penurunan kualitas air sungai yang menjadi tempat pembuangan akhir di Kota Bukittinggi, maka diperlukan upaya pengelolaan air limbah sebelum masuk ke badan air di samping melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap pertumbuhan permukiman di Kota Bukittinggi.

2. METODOLOGI

Terdapat beberapa variabel yang menjadi analisis faktor pengelolaan Air Limbah Domestik di Kota Bukittinggi, diantaranya yaitu melakukan analisis kualitas air di saluran pembuangan induk sebelum limbah domestik dibuang ke lingkungan. Uji laboratorium yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas Air Limbah Domestik yang dihasilkan apakah sudah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan didalam PP No.22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Untuk

metode pengukuran kualitas air mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), adapun parameter yang diuji dalam air limbah domestik disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Parameter dan Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Metoda
1	pH	-	SNI 6989.11-2019
2	BOD ₅	mg/l	SNI 06-6989.72 -2009
3	COD	mg/l	SNI 6989.2-2019
4	TSS	mg/l	SNI 06-6989.3-2019
5	Minyak dan Lemak	mg/l	SNI 6989.10-2011
6	Amoniak	mg/l	PKU-IK.A 017 (Spektrofotometri)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kualitas Air di Saluran Pembuangan Induk

Penyebab terjadinya pencemaran air antara lain adalah karena limbah dari kegiatan rumah tangga (domestik), fasilitas umum, pertanian, perilaku masyarakat yang membuang sampah ke badan air dan sebagainya. Terjadinya pencemaran air dapat diamati atau diukur dari perubahan kualitas air secara fisik, kimia dan biologi. Salah satu solusi pencegahan pencemaran air permukaan oleh limbah domestik adalah dengan membangun IPAL Komunal. Limbah domestik yang tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran badan air, maka dari itu perlu dilakukannya pengukuran kualitas air pada saluran pembuangan induk terlebih dahulu sebelum limbah cair domestik dibuang ke sungai yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Adapun hasil pengukuran kualitas air di saluran pembuangan induk pada tiga (3) titik sampling dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Pembuangan Induk

Parameter	Satuan/ unit	Air Limbah Inlet Pembagi Sawah	Air Limbah P. atas Inlet	Air Limbah Outlet
pH	-	6.8	6.8	6.5
BOD ₅	mg/l	2.4	2.0	3.2
COD	mg/l	180	160	130
TSS	mg/l	0.4	0.2	0.1
Minyak dan Lemak	mg/l	0.5	0.4	0.3
Amoniak	mg/l	0.5	0.4	0.5

Pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa beberapa parameter kualitas air pada saluran pembuangan induk dengan tiga (3) titik sampling memperoleh nilai dibawah baku mutu yang telah ditetapkan dalam Permenlhk No. 68 tahun 2016, yaitu pH, BOD, TSS, Minyak dan Lemak serta Amoniak. Sementara untuk parameter COD diperoleh nilai yang melewati batas baku mutu yaitu 130-180 mg/l dari 100 mg/l. Dari 3 titik sampling, terlihat bahwa nilai tertinggi berada pada titik (I) Inlet pembagi sawah. Hal ini disebabkan karena pada titik ini (Kecamatan Guguk Panjang) merupakan area padat pemukiman dan terdapat aktifitas pasar.

Selain itu, waktu pengambilan sampel juga mempengaruhi nilai COD dan BOD. Halim (2023) menyatakan bahwa waktu detensi mempengaruhi hasil pengolahan yakni semakin lama waktu detensi maka semakin besar penurunan konsentrasi parameter.

Kualitas air dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu karena meningkatnya jumlah penduduk. Meningkatnya jumlah penduduk di Kota Bukittinggi tentu akan meningkatkan aktivitas masyarakat disekitar aliran Sungai Kota Bukittinggi, seperti limbah cair domestik. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sahabuddin (2014) bahwa sumber pencemaran air yang berasal dari limbah domestik umumnya berasal dari kawasan permukiman penduduk. Air limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan manusia masuk ke perairan sungai melalui limpasan yang bersumber dari wilayah pertanian, permukiman dan perkotaan. Zanatia (2019) menyatakan bahwa banyaknya aktifitas di sekitar sungai dapat menyebabkan pencemaran dan mempengaruhi serta menurunkan kualitas air.

Selain itu, Keadaan iklim juga berpengaruh terhadap sistem pengelolaan air limbah domestik. Bappenas (2006) menyatakan bahwa iklim tropis sangat menolong pengolahan secara anaerob seperti septik tank, kolam anaerobik dan sebagainya. Pengolahan anaerob merupakan suatu tahap yang penting dari seluruh rangkaian serial pengolahan limbah. Intensitas hujan tropis yang tinggi akan memberikan run off yang sangat besar dibanding air limbah, sehingga sistim sewer (saluran) terpisah antara air hujan dan air limbah permukaan akan relatif lebih ekonomis dan sehat

Hughes (2021) menyatakan bahwa perubahan iklim akan mempengaruhi kondisi lingkungan, sosial, ekonomi dan budaya. Perubahan iklim dapat berdampak buruk pada pengelolaan air limbah domestik, baik pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) maupun pada kualitas air. Hal ini sejalan dengan pendapat Zanatia (2019) bahwa selain aktifitas manusia faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran adalah perubahan iklim.

Perubahan iklim dapat mempengaruhi suhu air, pola hujan, dan distribusi hujan dan kekeringan. Suhu air yang lebih hangat dapat menyebabkan berkembang biaknya alga berbahaya, yang menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan ekosistem perairan. Selain itu, perairan yang lebih hangat dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, sehingga berdampak negatif pada ikan dan organisme akuatik lainnya. Karakteristik air limbah juga dapat berubah akibat perubahan iklim yang bergantung pada jenis dan desain proses IPAL. Hal ini berpotensi menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, seperti pengayaan unsur hara (eutrofikasi) (Hughes et al., 2021).

4. KESIMPULAN

Diperlukan perhatian serius semua pihak terhadap pengelolaan air limbah domestik yang berasal dari pemukiman penduduk (dapur dan kamar mandi) yang ada di Kota Bukittinggi. Untuk menghindari terjadinya degradasi lingkungan serta penurunan kualitas air sungai yang menjadi tempat pembuangan akhir di Kota Bukittinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Bukittinggi. 2024. Letak Geografis, Iklim dan Topografi,(On-line) <https://bukittinggikota.bps.go.id/statictable/2015/05/14/2/tabel-letak-geografis-iklim-dan-topografi-2020.html>, diakses pada 06 Juli 2024.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2007. Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah. Prosiding Diseminasi dan Sosialisasi NSPM Bidan PLP dan Penyusunan PJM, Mataram 29-30 November 2007.
- Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2022. Pemerintah Daerah Kota Bukittinggi Tahun 2023.
- Hughes, J., Heays, K.C., Oleson, E., Bell, R., dan Stroombergen, A. 2021. Impacts and implications of climate change on wastewater systems: A New Zealand perspective. *Climate Risk Management*. Science Direct. Vol 31, no 100262, hal 1-19.
- Purwanto, B., 2004. Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga di Kota Tangerang, Percik Vol. 5 Tahun I.
- Sahabuddin dan Hartina. 2014. Analisa Status Mutu Air Dan Dayatampung Beban Pencemaran Sungai Wangu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*. Vol 5, no 1, hal 19–28.
- Sugiharto. 2005, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta.
- Sudaryono. 2017. *Metodologi Penelitian*. Depok: PT. Raja Grafindo Husada.
- Tidri, Qurrata Laraiba (2018) *Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Guguk Panjang, Bukittinggi*. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Zanatia, Khalida, F., Hikmaya, A.N dan Agung, R. 2019. Pencemaran Air di Daerah Aliran Sungai Cimencrang Jawa Barat: Sumber, Dampak, dan Solusi. Jurusan Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung.



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Evaluasi Kualitas *Effluent* IPAL Komunal Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia

Siti Siwi Wulandari^{1*}, Tri Retnaningsih Soeprbowati², dan Kismartini³

¹Master of Environmental Science, School of Postgraduate, Diponegoro University

²Biology Departement, Faculty of Science and Mathematics, School of Postgraduate, Diponegoro University; Cluster of Paleolimnology (Cpalim)

³Department of Public Administration, Faculty of Social and Political Sciences, Diponegoro University

*Koresponden: sitisiwiwulandari@gmail.com

ABSTRACT

Household activities ranging from sanitation and cooking to business produce waste with a high content of organic and inorganic compounds and have the opportunity to pollute the environment. Communal WWTP is an alternative technology that can treat household waste of grey and black water so that it is safe when discharged into the atmosphere. This descriptive qualitative study aims to evaluate the effluent quality of IPAL Komunal based on physical and chemical parameters supported by community surveys. The research was conducted at the KSM Guyub Rukun Communal WWTP in Salatiga City, which was built on the border of the Cengek River and used this river to dispose of effluent from household waste treatment. Physical parameters were measured based on field conditions at stations T1, T2, and T3. Chemical parameters were estimated through laboratory tests, and samples were taken using the grab sampling method. A survey of 7 key informants, including Communal WWTP managers, the users, and DPUPR's staff of Salatiga City, supports the evaluation of the Communal WWTP. Based on the physical parameter test results, the measurement values for temperature, pH, conductivity, TDS, DO, and O₂ were 26.3°C, 6.99, 1058 µs/cm, 584.33 mg/L, 0.00 mg/L, and 0.00 mg/L. The results of chemical parameter measurements for TN, TP, Nitrate, TSS, COD and BOD were 11.33 mg/L, 51.10 mg/L, 0.66 mg/L, 18 mg/L, 101.47 mg/L, and 21.72 mg/L with COD concentrations exceeding the water quality standards according to the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia 68/2016 Regarding Domestic Wastewater Quality Standards. Station 3 showed the highest physical parameter measurement results for TDS and EC at 432 mg/L and 865 µs/cm compared to other stations and the lowest pH value at 6.56. The community has a positive perception of the operation of the Communal WWTP, but maintenance and monitoring activities need to be reactivated. The strategy to overcome the high concentration of pollutants is to activate community service activities, increase the intensity of monitoring and routine maintenance of the communal WWTP, and monitor the flowing quality of the communal WWTP to ensure the quality of processed waste products.

Keywords: Effluent, wastewater, quality, monitoring, evaluation

ABSTRAK

Aktivitas rumah tangga mulai dari sanitasi, memasak hingga usaha menghasilkan limbah dengan kandungan senyawa organik dan anorganik yang tinggi serta memiliki peluang dalam mencemari lingkungan. IPAL Komunal merupakan alternatif teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah

limbah rumah tangga yang terdiri dari *grey water* dan *black water* sehingga aman ketika dibuang ke lingkungan. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mengevaluasi kualitas *effluent* IPAL Komunal berdasarkan parameter fisika dan kimia serta didukung survei kepada masyarakat. Penelitian dilakukan pada IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga yang dibangun pada sempadan Sungai Cengek dan memanfaatkan sungai ini untuk membuang *effluent* dari pengolahan limbah rumah tangga. Parameter fisika diukur berdasarkan kondisi lapangan pada stasiun T1, T2, dan T3. Parameter kimia diukur melalui uji laboratorium dimana sampel diambil menggunakan metode *grab sampling*. Evaluasi IPAL Komunal juga didukung dengan hasil survei kepada 7 *key informan* yang terdiri dari pengelola dan pengguna IPAL Komunal serta Staf DPUPR Kota Salatiga. Berdasarkan hasil pengujian parameter fisika, diketahui nilai pengukuran suhu, pH, konduktivitas, TDS, DO, dan O₂ sebesar 26,3°C, 6,99, 1058 µs/cm, 584,33 mg/L, 0,00 mg/L dan 0,00 mg/L. Hasil pengukuran parameter kimia untuk TN, TP, Nitrat, TSS, COD dan BOD adalah 11,33 mg/L, 51,10 mg/L, 0,66 mg/L, 18 mg/L, 101,47 mg/L, dan 21,72 mg/L dengan konsentrasi COD melebihi baku mutu air menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia 68/2016 Mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik. Stasiun 3 menunjukkan hasil pengukuran parameter fisika paling tinggi untuk TDS dan EC sebesar 432 mg/L dan 865 µs/cm dibanding stasiun lain serta nilai pH paling rendah sebesar 6.56. Masyarakat memberikan persepsi positif terhadap pengoperasian IPAL Komunal, namun aktivitas pemeliharaan dan monitoring perlu diaktifkan kembali. Strategi untuk mengatasi tingginya konsentrasi pencemar adalah mengaktifkan kegiatan kerja bakti, meningkatkan intensitas pemantauan dan perawatan rutin IPAL komunal serta melakukan monitoring kualitas *effluent* IPAL komunal guna menjamin kualitas hasil olahan limbah.

Kata Kunci: *Effluent*, limbah, kualitas, monitoring, evaluasi

1. PENDAHULUAN

Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) komunal merupakan inovasi pengolahan limbah rumah tangga yang diimplementasikan agar hasil *effluent* sesuai baku mutu lingkungan (Tirta et al., 2022). Teknologi *anaerobic system* menjadi salah satu teknologi yang diterapkan dalam pengolahan limbah melalui bantuan mikroorganisme dalam kondisi kedap udara/Oksigen (Quraini et al., 2022). Berdasarkan sistem pengelolannya, IPAL Komunal terbagi menjadi sistem terpusat (sentralisasi) dan sistem terdistribusi (desentralisasi) (Mladenov et al., 2022). Sistem terpusat mengacu pada pengumpulan dan pengelolaan limbah dari berbagai sumber pada satu lokasi pusat. Sementara sistem terdistribusi atau desentralisasi adalah sistem pengelolaan limbah pada beberapa lokasi dan berdekatan dengan sumber limbah (Kadir, 2022).

Merujuk Laporan Sanitasi (IPAL Komunal) Kota Salatiga, IPAL Komunal Guyub Rukun di Dusun Tegalsari dibangun dengan tujuan untuk memperbaiki pola sanitasi aman dan berkelanjutan masyarakat setempat (DPUPR Kota Salatiga, 2020). Namun, masalah pasca konstruksi muncul karena luapan *effluent* IPAL Komunal dari sumur resapan dialirkan menuju badan sungai yang digunakan sebagai saluran irigasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan secara rutin untuk memastikan kinerja IPAL Komunal berjalan dengan efektif dan menghasilkan *effluent* yang tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah (Widyarani et al., 2022).

Limbah rumah tangga merupakan limbah yang dihasilkan dari aktivitas tingkat rumah seperti mandi, mencuci, memasak, buang air kecil serta buang air besar (Baldisserotto et al., 2023). Oleh karena itu, limbah ini memiliki karakteristik kandungan polutan organik dan non-organik yang tinggi. Kepadatan populasi menjadi salah satu faktor yang menyebabkan tingginya produksi limbah rumah tangga (Hassan et al., 2023). Pembuangan limbah rumah tangga yang berlebihan ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran pada badan air dan air tanah, yang umumnya mengandung banyak bakteri seperti *coliform* sehingga berpotensi untuk mengganggu kesehatan. Sebelum dibuang di lingkungan, sebaiknya dilakukan

proses pengolahan limbah rumah tangga terlebih dahulu untuk memastikan konsentrasi polutan yang dialirkan ke badan air atau lingkungan tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan (Arrojo et al., 2022).

Bentuk keseimbangan sungai yang mulai terganggu bisa ditandai dengan kondisi air yang berubah, seperti warna air yang tidak lagi jernih, bau yang semakin menyengat (Raza et al., 2023), dan pada kasus yang lebih serius dapat menyebabkan jumlah organisme yang mendiami badan sungai juga akan semakin berkurang (Ummalyima & Singh, 2022). Sungai yang sudah berubah bentuk fisiknya menjadi indikator yang menandakan kualitas mutu air yang buruk. Jika mutu air ini semakin memburuk, akan berakibat pada pengurangan keanekaragaman makhluk hidup yang mendiami badan sungai. Mungkin hal ini tidak secara langsung berdampak bagi kehidupan manusia, tetapi dalam periode yang lama secara perlahan mutu air yang buruk akan menjadi masalah (He et al., 2023). Permasalahan itu tentunya akan mempengaruhi kehidupan masyarakat seperti ketersediaan air bersih dan ketersediaan air yang bisa dimanfaatkan untuk irigasi.

Studi mengenai kinerja IPAL Komunal oleh Liberda *et al* (2021) di Kota Pontianak berjalan dengan baik berkat adanya program sanitasi berbasis masyarakat melalui pendanaan oleh IDB (*Islamic Development Bank*), tetapi masih perlu adanya peningkatan kinerja dan pembagian tugas kelompok kerja (Pokja) terutama dalam pengurusan bak pengendap dan pemeliharaan infrastruktur. Sementara itu, di Kab. Boalemo, Gorontalo pengelolaan limbah rumah tangga belum mencapai hasil yang maksimal karena peraturan daerah dan turunnya yang kurang tegas dalam mengatur pengelolaan limbah domestik termasuk di dalamnya limbah rumah tangga (Kadir, 2022). Temuan ini juga didukung oleh penelitian Nur Azizah & Syafiuddin (2022) yang menjumpai kualitas BOD dan COD di atas baku mutu limbah domestik. Hal ini terjadi karena kurangnya intensitas pemeliharaan infrastruktur dan monitoring *effluent*. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan penelitian dalam mengevaluasi kualitas *effluent* IPAL Komunal sesuai baku mutu lingkungan untuk meminimalisir dampak polusi akibat pembuangan *effluent* khususnya yang terjadi pada Sungai Cengek.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada IPAL Komunal di bawah pengelolaan KSM Guyub Rukun, Dusun Tegalsari Kota Salatiga, Provinsi Jawa Tengah (**Gambar 1**) yang fokus mengolah limbah rumah tangga dari RT 01 dan RT 02 dalam kawasan tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi kualitas *effluent* IPAL Komunal KSM Guyub Rukun berdasarkan parameter fisika dan kimia. Evaluasi juga didukung dengan survei kepada masyarakat mengenai pemeliharaan dan pengelolaan IPAL Komunal. *Effluent* diambil menggunakan metode *grab sampling* (Kristanti et al., 2023) pada siang hari saat tingginya aktivitas sanitasi menurut panduan SNI 6989.59:2008 mengenai metode pengambilan contoh air limbah. Sampel dikumpulkan pada wadah yang kedap udara serta tidak tembus cahaya kemudian disimpan dalam *coolbox* untuk menjaga kualitas sampel sebelum dilakukan uji laboratorium.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (IPAL Komunal KSM Guyub Rukun)

Pengujian parameter kimia dari sampel *effluent* dilaksanakan pada Laboratorium Pengujian Air Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro. Parameter kimia yang diukur meliputi TP, TN, Nitrat, TDS, TSS, COD, dan BOD (Yang et al., 2021) yang masing-masing diuji menggunakan metode destruksi basah+asam askorbat; desktruksi basah+indofenol; APHA 4500-NO3-B:2018 untuk mengukur Nitrat; TDS Meter; SNI 6989.3:2019 sebagai alat ukur TSS; serta SNI 6989.2:2019 dan SNI 6989.72:2009 dalam mengukur COD dan BOD. Hasil uji dibandingkan dengan PermenLHK 68/2016 mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk mengetahui kesesuaian pengolahan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal KSM Guyub Rukun.



Gambar 2. (a) Proses Pengambilan Sampel *Effluent* IPAL Komunal; (b) Pengukuran Parameter Fisika Menggunakan Horiba *Water Checker*; (c) Pengukuran Parameter Fisika Menggunakan pH Meter

Pengukuran parameter fisika dilakukan pada *effluent* dan beberapa titik Sungai Cengek (González et al., 2014) berdasarkan kondisi lapangan (Narayanan et al., 2021). Parameter diukur menggunakan Horiba *Water Checker* dan pH meter (Gambar 2 (a) dan (b)). Terdapat 3 stasiun (**Gambar 1**) pengukuran parameter fisika, yaitu T1 sebagai area hulu dengan karakteristik arus yang deras, lebih jernih dan tidak terdapat aktivitas antropogenik yang jelas. T2 merupakan lokasi yang sering digunakan untuk mencuci, dan T3 yang menerima buangan *effluent* IPAL Komunal. Parameter fisika yang diamati meliputi suhu, pH, EC, TDS, Saturasi, DO, dan O₂ (Ganji et al., 2024) dan kemudian dievaluasi berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 22/2021 mengenai Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk mengetahui kesesuaian hasil uji paratemer limbah dengan baku mutu yang ada.

Persepsi masyarakat mengenai pemeliharaan IPAL Komunal dilakukan dengan survei menggunakan kuesioner kepada 7 orang *key informan* yang dipilih sesuai dengan kondisi dan kemampuan dalam memberikan informasi sebaik mungkin (Mills & Gay, 2018). Poin yang dikaji dalam survei ini meliputi persepsi terhadap pengoperasian IPAL Komunal, rutinitas pemeliharaan dan monitoring, serta kendala yang dihadapi. *Key informan* terdiri dari ketua pengelola IPAL Komunal, 5 orang masyarakat, dan pegawai Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kota Salatiga. Baik data mengenai kualitas *Effluent* maupun data persepsi masyarakat dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei kepada pengguna IPAL Komunal memberikan temuan bahwa pengelolaan IPAL Komunal terhenti sejak 2 tahun lalu akibat adanya wabah Covid-19 yang membatasi aktivitas masyarakat termasuk dalam pemeliharaan dan pengelolaan IPAL Komunal. Terhentinya aktivitas pemeliharaan dan pengelolaan dapat menurunkan kualitas *effluent* IPAL Komunal. Sering dijumpainya limpasan busa di sekitar pembuangan *effluent* menjadi bentuk penurunan kualitas pengolahan limbah. Oleh karena itu, untuk mengetahui lebih jauh kondisi pengolahan IPAL Komunal, perlu dilakukan pengujian kualitas seperti yang tercantum dalam **Tabel 1** dan **Tabel 2** berikut. Pengukuran parameter fisika tidak hanya dilakukan pada sampel *effluent*, tetapi juga pada beberapa stasiun badan sungai untuk mengetahui perubahan akibat buangan *effluent*. 3 stasiun yang diamati meliputi T1 sebagai hulu, T2 dalam kawasan yang dekat dengan infrastruktur IPAL Komunal, dan T3 yang terletak sesudah pipa *outlet* (González et al., 2014).

Menurut penelitian González et al (2014), karakteristik stasiun T1 yang terletak sebelum lokasi IPAL Komunal memiliki nilai parameter yang mewakili kondisi Sungai Cengek sebenarnya. Lokasi ini belum dijumpai aktivitas antropogenik yang khusus, sehingga aliran air masih cukup deras, jernih dan bersih. Sementara itu, pemilihan stasiun pada T2 dikarenakan titik ini berada pada lokasi yang biasanya dimanfaatkan untuk kegiatan mencuci dan dekat dengan. Kondisi air pada T2 tampak lebih keruh dibandingkan T1. Stasiun T3 berada setelah pipa *outlet* IPAL Komunal dimana alirannya sudah bercampur dengan buangan *effluent*. Kondisi air T3 cukup buruk dibandingkan dengan T1 dan T2, dimana muncul aroma tidak sedap, warna air semakin keruh dan terdapat limpasan busa dari buangan *effluent*.

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **Tabel 1**, diketahui bahwa nilai DO dan O₂ (2.40 mg/L dan 0.20 mg/L) terbaik ditunjukkan pada stasiun T1. Stasiun ini terletak pada lokasi sebelum pintu percabangan irigasi, sehingga arusnya masih deras (Neneng et al., 2020). Selain itu, aktivitas sanitasi dan antropogenik lain belum banyak dijumpai pada lokasi ini sehingga airnya masih jernih. Rendahnya kontaminasi sabun dan deterjen menyebabkan nilai DO dan O₂ relatif lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lain. Siti Prihatin & Sugiharto (2021) menyebutkan pencemaran deterjen yang mengandung fosfat akan meningkatkan nilai COD dan menurunkan O₂ serta Oksigen terlarut (DO).

Penurunan nilai DO dan O₂ mulai terjadi pada stasiun T2. Berdasarkan temuan lapangan, didapati bahwa lokasi ini sering digunakan untuk mencuci baju oleh beberapa masyarakat sekitar. Penggunaan sabun dan deterjen pada area ini tentunya akan menurunkan kadar DO dan O₂ sehingga meningkatkan COD pada badan air (Siti Prihatin & Sugiharto, 2021). Sementara itu, nilai DO dan O₂ terus mengalami penurunan hingga bernilai 0,00 mg/L pada stasiun T3. Tidak saja berdampak pada penurunan oksigen perairan, pembuangan *effluent* pada badan Sungai Cengek juga berimbas pada kenaikan TDS serta EC menjadi 432 mg/L dan 865 µs/cm. *Effluent* juga menyebabkan penurunan pH hingga diperoleh nilai 6.56. Perubahan kondisi sungai akibat TDS, EC serta pH berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem dan berpeluang menurunkan daya dukung lingkungan terhadap kehidupan biota akuatik di kawasan tersebut (Daramusseng & Syamsir, 2021).

Suhu dan pH merupakan faktor lingkungan yang penting sebagai faktor pertumbuhan makhluk hidup. Setiap organisme memiliki rentang toleransi suhu dan pH optimal dalam habitatnya (Raza et al., 2023). IPAL Komunal didesain untuk dapat mengatasi problematika perubahan suhu dan pH dan diharapkan hasil olahannya tidak mengganggu keseimbangan suhu dan pH pada lingkungan (Ngoma et al., 2020). Pengukuran suhu (**Tabel 1.**) menunjukkan hasil sebesar 20,67 °C, 20,39 °C, 22,35 °C, serta 26,3 °C pada stasiun 1,2,3 dan sampel *effluent*. Suhu pada *effluent* menunjukkan nilai dengan selisih lebih tinggi

dibandingkan suhu pada ketiga stasiun (Ganji et al., 2024). Meskipun disebabkan karena adanya faktor cuaca, temuan ini perlu diperhatikan karena suhu *effluent* yang berbeda signifikan dengan suhu lingkungan akan berpotensi menimbulkan cemaran suhu yang mengganggu habitat biota akuatik. Sementara itu, pada pengukuran pH diperoleh nilai 7,17, 7,01, 6,56 dan 6,99 pada stasiun 1,2,3 serta sampel *effluent* dengan kriteria yang masih dalam rentang baku mutu sungai (**Tabel 1.**).

Hasil pengujian EC masih menunjukkan angka yang cukup tinggi pada sampel *effluent* dengan nilai 1058 (**Tabel 1.**). Penelitian Ngoma et al (2020) melaporkan hasil pengujian *effluent* pada IPAL Komunal hanya berkisar 167-228 ($\mu\text{s}/\text{cm}$). Ukuran konduktivitas merepresentasikan kemampuan daya hantar listrik yang bergantung pada ion-ion terlarut. Tingginya nilai konduktivitas mengindikasikan tingginya ion-ion polutan yang terdapat pada *effluent*. Tentu hal ini perlu diperhatikan karena tingginya kadar polutan akan menyebabkan perubahan keseimbangan pada Sungai Cengek sebagai badan air penerima buangan *effluent* (Ganji et al., 2024).

Selaras dengan tingginya nilai konduktivitas, pengukuran TDS pada *Effluent* juga menunjukkan hasil yang cukup tinggi sebesar 584,33 mg/L dengan perbandingan hasil pengukuran pada stasiun 1,2, dan 3 sebesar 127,85 mg/L, 121,86 mg/L, dan 432 mg/L. Nilai TDS yang tinggi juga diperoleh dari laporan Chi et al (2023) dengan nilai rata-rata TDS sebesar $1845,31 \pm 8.63$ pada limbah rumah tangga. Tingginya nilai TDS pada *effluent* dibandingkan hasil pengukuran titik lain menunjukkan tingginya zat terlarut pada hasil pengolahan IPAL Komunal. Zat terlarut ini dapat berupa mineral, ion garam organik maupun anorganik. Nilai TDS yang tinggi juga mengindikasikan efisiensi pengolahan pada IPAL Komunal yang perlu diperhatikan agar efektivitas dan efisiensinya terjaga. Meski demikian, nilai TDS ini masih sesuai dengan baku mutu limbah yang dipersyaratkan (Widyarani et al., 2022).

Tabel 1. Hasil Pengujian Parameter Fisika *Effluent* IPAL Komunal dan Badan Air di Sekitarnya

Parameter	Stasiun			<i>Effluent</i> IPAL Komunal	Baku Mutu Sungai*			
	1	2	3		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
Suhu (°C)	20,67	20,39	22,35	26,3		Dev 3		
pH	7,17	7,01	6,56	6,99		6-9		
<i>Electrical conductivity</i> /EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	268	246	865	1058	-	-	-	-
TDS (mg/L)	127,85	121,86	432	584,33	1.000	1.000	1.000	2.000
DO (mg/L)	1,09	0,05	0,00	0,00	6	4	3	1
O ₂ (mg/L)	2,40	0,20	0,00	0,00	-	-	-	-

Ket. Stasiun 1 (sebelum pintu bendungan); Stasiun 2 (Sebelum outlet), Stasiun 3 (sesudah outlet)

*Peraturan Pemerintah Indonesia 22/2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

DO merujuk pada molekul oksigen yang terlarut dalam air. DO sangat diperlukan untuk kehidupan biota akuatik, karena molekul ini digunakan sebagai bahan respirasi dan metabolisme sel lainnya. Nilai DO yang rendah berpotensi menimbulkan hipoksia yang membahayakan keseimbangan ekosistem air. Sementara itu, O₂ adalah melokul oksigen yang terdapat pada gelembung gas atau udara bebas (Tan et al., 2021). Hasil pengukuran DO dan O₂ menunjukkan hasil yang berbeda signifikan antara *effluent* dan stasiun 3 dengan stasiun 1 dan stasiun 2 dengan nilai DO dan O₂ sebesar 0,00 pada *effluent* dan stasiun 3. Sementara itu, pengukuran DO dan O₂ memberikan hasil sebesar 1,09 mg/L; 0,05 mg/L serta 2,40 mg/L; 0,20 mg/L.

Pengujian parameter kimia pada tabel 2 bertujuan untuk mengetahui kesesuaian *effluent* terhadap standar baku mutu sungai menurut PP 22/2021 dan baku mutu air limbah domestik pada PermenLHK 68/2016. Nitrogen total (TN) dan fosfor total (TP) adalah dua parameter penting yang diukur dalam air limbah rumah tangga untuk memahami dampak potensial terhadap lingkungan dan kualitas air. TN dan TP umumnya bersumber dari sisa deterjen dan sabun, limbah manusia serta sisa makanan (Katiyar et al., 2021).

N-total (TN) mencakup semua bentuk nitrogen yang terlarut dan tersuspensi dalam air limbah, termasuk amonia (NH₃), nitrat (NO₃⁻), nitrit (NO₂⁻), dan senyawa organik yang mengandung nitrogen (Prihardianto et al., 2023). Pengujian TN memberikan hasil sebesar 11,33 mg/L yang sudah memenuhi baku mutu kelas

sungai. Hal ini mengindikasikan bahwa polutan nitrogen pada air limbah cukup rendah serta menandakan kinerja IPAL Komunal berjalan dengan efektif dan efisien dalam mengolah limbah rumah tangga (Katiyar et al., 2021).

Sementara itu, P-total (TP) mencakup semua bentuk fosfor yang terlarut dan tersuspensi dalam air limbah, termasuk fosfat (PO_4^{3-}) dan senyawa organik yang mengandung fosfor (Prihardianto et al., 2023). Hasil pengukuran TP pada *effluent* IPAL Komunal sebesar 51,10 mg/L menunjukkan nilai yang sangat tinggi dan melebihi ambang mutu sungai pada semua kategori. Hal ini menandakan adanya konsumsi pada tingkat rumah tangga dengan bahan dasar fosfat yang tinggi, seperti deterjen, sabun, karbol pewangi serta pembersih ubin yang menyumbang banyaknya kontaminasi fosfat. Fosfor dalam jumlah besar juga dapat menyebabkan eutrofikasi di badan air, yang berakibat pada ledakan populasi alga dan penurunan kualitas air secara keseluruhan (Cheng et al., 2022).

Tabel 2. Hasil Pengujian Parameter Kimia Efluent IPAL Komunal

Parameter	<i>Effluent</i>	Baku Mutu Sungai*				Baku Mutu Limbah Domestik*	Status
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4		
TN (mg/L)	11,33	15	15	25	-	-	Baik
TP (mg/L)	51,10	0,2	0,2	1	-	-	Melebihi Baku Mutu*
Nitrate (mg/L)	0,66	10	10	20	20	-	Baik
TSS (mg/L)	18	40	50	100	400	30	Baik
COD (mg/L)	101,47	10	25	40	80	100	Melebihi Baku Mutu ^{*/**}
BOD (mg/L)	21,72	2	3	6	12	30	Melebihi Baku Mutu*

Sumber data diolah dari hasil uji Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan, UNDIP

*Peraturan Pemerintah Indonesia 22/2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

**Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia 68/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Pengujian pada parameter Nitrat dan TSS memberikan hasil sebesar 0,66 mg/L dan 18 mg/L dengan konsentrasi yang sesuai berdasarkan kategori baku mutu air sungai. Nilai Nitrat dan TSS masih cukup tinggi dibandingkan pengujian Ngoma et al (2020) pada IPAL Komunal Mzuzu dengan hasil 0-0,05 mg/L dan 0-36 mg/L. Nitrat tergolong senyawa yang dibentuk dari unsur Nitrogen dengan sumber polutan dari urine, tinja, serta deterjen (Azizi et al., 2020). Konsentrasi nitrat yang rendah menunjukkan rendahnya senyawa nitrogen dalam *effluent*. Pengujian TSS juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan baku mutu kelas sungai, dimana TSS sendiri dapat bersumber dari tinja, lumpur endapan yang tidak terolah, sisa makanan serta mikroba yang tumbuh dalam air limbah (Kusumawardani et al., 2021). Konsentrasi TSS yang rendah menunjukkan bahwa air limbah memiliki sedikit partikel padat tersuspensi. Selain itu, rendahnya nilai Nitrat dan TSS mengindikasikan IPAL Komunal efektif dalam menghilangkan nitrat dari buangan limbah rumah tangga.

Namun, berbeda dengan hasil pengukuran TSS dan Nitrat yang cukup baik, hasil pengujian COD dan BOD menunjukkan nilai yang cukup tinggi, dimana COD telah melampaui baku mutu limbah domestik. Hasil pengukuran COD sebesar 101,47 mg/L dan BOD sebesar 21,72 mg/L dimana dapat diinterpretasikan bahwa IPAL Komunal perlu dievaluasi karena belum efektif dalam menurunkan nilai COD dan BOD. Tingginya nilai COD merepresentasikan konsumsi oksigen yang tinggi dalam proses metabolisme dan penguraian zat menggunakan reaksi kimia. Konsentrasi COD yang tinggi menunjukkan adanya banyak bahan organik dan anorganik yang dapat dioksidasi dalam air limbah. Ini bisa disebabkan oleh limbah dapur, sisa makanan, produk pembersih, dan bahan kimia rumah tangga lainnya (Munavalli et al., 2022). Sementara itu, BOD merujuk pada konsumsi oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan polutan (organik) dalam limbah yang dilakukan mikroorganisme. Tingginya nilai BOD pada *effluent* mengindikasikan belum optimalnya proses dekomposisi sehingga masih banyak mikroba yang belum terurai. Hal ini akan mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen oleh mikroorganisme (Sasivarman & Nagalakshmi, 2022). Tingkat BOD dan COD yang tinggi dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut di badan air penerima, yang dapat mengakibatkan ketersediaan DO yang rendah dan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem pada badan air (Sungai Cengek) atau lingkungan penerima (Tan et al., 2021).

Tingginya nilai COD dapat disebabkan oleh 2 hal, yaitu proses filter limbah yang kurang efisien dan reduksi polutan organik pada bak pengolahan yang kurang optimal. Sulianto *et al* (2019) dalam penelitiannya menjabarkan bahwa penggunaan media filter berpengaruh terhadap penurunan kadar COD. Media filter pada IPAL Komunal dapat menggunakan arang aktif dan zeolit. Susunan media ini memiliki pengaruh yang cukup efektif dalam menyaring air dengan polutan mikro, seperti deterjen ataupun zat organik lain. Temuan yang diperoleh (Samina *et al.*, 2013) menyebutkan penurunan COD tertinggi sebesar 75% terjadi pada kolam anaerobik. Lemahnya reduksi bahan organik oleh mikroorganisme menjadi faktor yang menyebabkan tingginya konsentrasi COD meskipun sudah diolah dalam kolam anaerobik. Sedimentasi dan proses dekomposisi juga tidak berjalan dengan baik, salah satunya disebabkan lumpur endapan yang berlebih karena proses penyedotan yang jarang dilakukan (Ngoma *et al.*, 2020).



Gambar 3. Survei Masyarakat Mengenai Pengoperasian IPAL Komunal KSM Guyub Rukun

Survei kepada masyarakat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 memberikan beberapa informasi yang berkaitan dengan pengolahan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal KSM Guyub Rukun. Hasil survei menunjukkan pengoperasian IPAL Komunal memberikan pengaruh positif dalam mengubah pola sanitasi masyarakat. Pada proses penyaluran limbah, masyarakat juga paham bahwa tidak boleh mencampurkan limbah rumah tangga dengan air hujan agar kapasitas IPAL Komunal tetap stabil. Sebelum adanya IPAL Komunal, masyarakat sering membuang limbah rumah tangga sembarangan ke selokan atau lahan tetangga sehingga menyebabkan bau dan mengganggu estetika. Temuan survei ini juga didukung dengan penelitian Liberda *et al* (2021) dimana penerapan IPAL Komunal melalui program sanitasi berbasis masyarakat (SANIMAS) akan terasa lebih efektif karena melibatkan peran dan partisipasi masyarakat di dalamnya.

Sejak awal pembangunan IPAL Komunal, pengurus beserta anggota KSM Guyub Rukun senantiasa bekerja sama dalam pemeliharaan dan perawatan infrastruktur IPAL. Setiap anggota bertugas menguras bak kontrol pada masing-masing rumah, berpartisipasi pada kerja bakti membersihkan saluran menuju bak komunal, dan kerja bakti menguras bak komunal. Pemeliharaan rutin ini dilaksanakan setiap 6 bulan sekali, sementara setiap 2 tahun sekali bak komunal dikuras. Namun, kegiatan ini sudah tidak lagi dilaksanakan selama hampir 2 tahun karena melemahnya kelembagaan. Hal ini mengancam keberlanjutan pengelolaan limbah rumah tangga. selain itu, pemeliharaan yang tidak lagi dilakukan juga berpotensi menurunkan kualitas hasil pengolahan limbah (Abraham & Suharyanto, 2023).

Sementara itu, monitoring *effluent* IPAL Komunal tidak secara rutin dilakukan. Monitoring dilakukan secara mendadak baik oleh instansi pemerintah maupun swasta dengan tindak lanjut yang kurang jelas. Menurut hasil survei kepada staff DPUPR Kota Salatiga, selama ini monitoring hanya dilakukan saat terjadi kendala dalam pengoperasian IPAL Komunal, seperti saluran yang macet, munculnya bau, ataupun kendala pada infrastruktur IPAL. Monitoring kualitas *effluent* dan proses pengolahan limbah perlu diperhatikan karena berhubungan erat dengan pengoperasian IPAL Komunal yang berkelanjutan (Liberda *et al.*, 2021).

Menurut pendapat pengguna IPAL Komunal, aroma tidak sedap masih muncul dari *outlet* yang mengalirkan sebagian *effluent* pada badan Sungai Cengek (Raza *et al.*, 2023). Hal ini tentunya akan mengganggu estetika dan kenyamanan masyarakat yang tinggal di sekitar Sungai. Aroma yang tidak sedap merupakan salah satu karakteristik limbah rumah tangga sebagai akibat dari adanya proses pemecahan molekul polutan yang hasilnya berikatan dengan ion sulfur dan klorida sehingga berpotensi menimbulkan bau (Kadir, 2022). Pada pengolahan IPAL Komunal, *effluent* masih beraroma tidak sedap karena penggunaan sabun yang

terlalu tinggi. Tak hanya itu, menurut hasil survei kepada pegawai dinas pekerjaan umum dan perumahan rakyat, masuknya air hujan pada bak pengolahan IPAL komunal menyebabkan efisiensi IPAL menurun sehingga muncul aroma tidak sedap pada *effluent*.

Berdasarkan temuan di di atas, strategi mendasar yang perlu diterapkan untuk memastikan keberlanjutan pengelolaan IPAL Komunal adalah melalui peningkatan intensitas pemantauan dan pemeliharaan dengan mengaktifkan kembali kegiatan pengelolaan IPAL Komunal (Mladenov dkk., 2022). Menurut Abraham & Suharyanto (2023), aspek teknis yang berkaitan dengan monitoring menjadi salah satu hal yang perlu ditingkatkan dalam pengoperasian IPAL Komunal, selain aspek sosial dan pembiayaan. Strategi tersebut juga didukung dalam program Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (DPUPR) Kota Salatiga yang berupaya melakukan pemantauan rutin terhadap limbah IPAL Komunal dengan parameter minimal berupa COD dan BOD guna menjamin kualitas limbah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pemerintah (Ngoma dkk., 2020).

4. KESIMPULAN

Evaluasi *effluent* IPAL Komunal KSM Guyub menunjukkan hasil pengukuran parameter fisika berupa suhu, pH, konduktivitas, TDS, DO, dan O₂ sebesar 26,3 °C, 6,99, 1058 µs/cm, 584,33 mg/L, 0,00 mg/L, dan 0,00 mg/L. Hasil pengukuran parameter kimia untuk TN, TP, Nitrat, TSS, COD, dan BOD sebesar 11,33 mg/L, 51,10 mg/L, 0,66 mg/L, 18 mg/L, 101,47 mg/L, serta 21,72 mg/L dengan konsentrasi COD yang melebihi baku mutu menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia 68/2016 Mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik. Stasiun 3 menunjukkan hasil pengukuran parameter fisika paling tinggi untuk TDS dan EC sebesar 432 mg/L dan 865 µs/cm dibanding stasiun lain serta nilai pH paling rendah sebesar 6.56. Masyarakat memberikan persepsi positif terhadap pengoperasian IPAL Komunal, namun aktivitas pemeliharaan dan monitoring perlu diaktifkan kembali. Strategi untuk mengatasi konsentrasi pencemar yang berlebih adalah dengan mengaktifkan kegiatan kerja bakti, meningkatkan intensitas pemantauan dan perawatan rutin pada IPAL komunal serta melakukan monitoring kualitas *effluen* IPAL komunal guna menjamin kualitas hasil olahan limbah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) RI yang telah memberikan fasilitas pendanaan penelitian ini sesuai keterangan dalam kontrak surat *Letter of Guarantee* (LOG) No: LOG-8298/LPDP/LPDP.3/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, & Suharyanto. (2023). Evaluasi Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Komunal. *Journal on Education*, 05(03), 9682–9694. <https://www.jonedu.org/index.php/joe/article/view/1850%0Ahttps://www.jonedu.org/index.php/joe/article/download/1850/1523>
- Arrojo, M. Á., Regaldo, L., Orquín, J. C., Figueroa, F. L., & Díaz, R. T. A. (2022). Potential Of The Microalgae *Chlorella Fusca* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) For Biomass Production And Urban Wastewater Phycoremediation. *AMB Express*, 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01384-z>
- Azizi, S., Bayat, B., Tayebati, H., & Hashemi, A. (2020). Nitrate and phosphate removal from treated wastewater by *Chlorella vulgaris* under various light regimes within membrane flat plate photobioreactor. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, August 2021, 2–27. <https://doi.org/10.1002/ep.13519>
- Baldisserotto, C., Demaria, S., Arcidiacono, M., Ben, E., Giac, P., Marchesini, R., Ferroni, L., Benetti, L., Zanella, M., Benini, A., & Pancaldi, S. (2023). Enhancing Urban Wastewater Treatment through Isolated *Chlorella* Strain-Based Phytoremediation in Centrate Stream : An Analysis of Algae Morpho-Physiology and Nutrients Removal Efficiency. *MDPI*, 12(1027), 1–23.
- Cheng, F., Wang, C., Wen, C., Wang, S., Cheng, H., Shen, S., & Lu, X. (2022). Full-Scale Application And Performance Of A Low-Consuming System For Decentralized Village Domestic Wastewater

- Treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 46(2), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102594>
- Chi, N. T. L., Hương, Đ. T. T., Đạo, P., & Lapcik, V. (2023). Multi-Pollutants (Organic And Inorganic) Removal Potential Of Scenedesmus Species On Municipal Sewage Water And Analyzed Their Phycoremediation Mechanisms. *Environmental Research*, 232(February), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116301>
- Daramusseng, A., & Syamsir, S. (2021). Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter Escherichia coli Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.1-6>
- DPUPR Kota Salatiga. (2020). Laporan Akhir Profil Infrastruktur Sanitasi (IPAL Komunal) Kota Salatiga. In *Laporan Akhir* (Vol. 1).
- Ganji, F., Kamani, H., Ghayebzadeh, M., Abdipour, H., & Moein, H. (2024). Evaluation Of Physical And Chemical Characteristics Of Wastewater And Sludge Of Zahedan Urban Wastewater Treatment Plant For Reuse. *Heliyon*, 10(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24845>
- González, S. O., Almeida, C. A., Calderón, M., Mallea, M. A., & González, P. (2014). Assessment of The Water Self-Purification Capacity on A River Affected By Organic Pollution: Application of Chemometrics in Spatial and Temporal Variations. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(18), 10583–10593. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3098-y>
- Hassan, M. K., Senko, S., Villa, A., Grafova, E., Pappinen, A., & Kuittinen, S. (2023). Techno-economic evaluation of biofertilizer production using wastewater biosolids: case study from municipal wastewater treatment plants in northwest region of Russia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25(6), 3380–3394. <https://doi.org/10.1007/s10163-023-01766-w>
- He, Z., Fan, X., Qu, L., Zhou, X., Jin, W., Hatshan, M. R., Li, X., Liu, H., Jiang, G., & Wang, Q. (2023). Cultivation Of Chlorella pyrenoidosa And Scenedesmus Obliquus In Swine Wastewater: Nitrogen And Phosphorus Removal And Microalgal Growth. *Process Safety and Environmental Protection*, 179(July), 887–895. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.09.073>
- Kadir, M. I. (2022). Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9400–9411.
- Katiyar, R., Gurjar, B. R., Kumar, A., & Bharti, R. K. (2021). An integrated approach for phycoremediation of municipal wastewater and production of sustainable transportation fuel using oleaginous Chlorella sp. *Journal of Water Process Engineering*, 42(June), 102183. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102183>
- Kristanti, Y. A., Haribowo, R., & Rubiantoro, P. (2023). Penentuan Status Mutu Air Drainase Kawasan Permukiman di Kelurahan Arjosari , Kota Malang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 193–204.
- Kusumawardani, Y., Soehartono, S., & Subekti, S. (2021). The Effectiveness of Reducing COD, TSS, and Detergent using Banana Stem Filter Media in the Wastewater Treatment of Motor Vehicles Waste Treatment. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 18(1), 37–44. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v18i1.37-44>
- Liberda, R., Apriani, I., & Utomo, K. P. (2021). Studi Benchmarking Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 465–478. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.465-478>
- Mills, G. E., & Gay, L. R. (2018). Educational Research : Competencies For Analysis and Applications. In *Pearson Education, Inc* (Vol. 1, Issue 2). Pearson Education.
- Mladenov, N., Dodder, N. G., Steinberg, L., Richardot, W., Johnson, J., Martincigh, B. S., Buckley, C., Lawrence, T., & Hoh, E. (2022). Persistence And Removal Of Trace Organic Compounds In Centralized And Decentralized Wastewater Treatment Systems. *Chemosphere*, 286(July 2021), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131621>
- Munavalli, G. R., Sonavane, P. G., Koli, M. M., & Dhamangaokar, B. S. (2022). Field-Scale Decentralized Domestic Wastewater Treatment System: Effect Of Dynamic Loading Conditions On The Removal Of Organic Carbon And Nitrogen. *Journal of Environmental Management*, 302(May 2021), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114014>

- Narayanan, M., Prabhakaran, M., Natarajan, D., Kandasamy, S., Raja, R., Carvalho, I. S., Ashokkumar, V., Chinnathambi, A., Ali, S., Devarayan, K., & Pugazhendhi, A. (2021). Phycoremediation Potential Of *Chlorella* sp. On The Polluted Thirumanimutharu River Water. *Chemosphere*, 277, 130246. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130246>
- Neneng, L., Ardianoor, Usup, H. L. D., Adam, C., Zakaria, Ghazella, A., Perangin-angin, S. B., & Alvianita, V. (2020). Potensi *Chlorella* sp . dan *Pseudomonas* sp . dari Areal Tambang Emas sebagai Mikroorganisme Potensial Pereduksi Merkuri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 617–625. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.617>
- Ngoma, W., Hoko, Z., Misi, S., & Chidya, R. C. G. (2020). Assessment Of Efficiency Of A Decentralized Wastewater Treatment Plant At Mzuzu University, Mzuzu, Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth*, 118–119(July), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102903>
- Nur Azizah, L., & Syafiuddin, A. (2022). Review Tentang: Efektivitas Pengolahan Air Limbah yang Ada di Indonesia. *Jurnal Sosial Sains*, 2(8), 907–920. <https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v2i8.453>
- Prihardianto, M. K., Chilmawati, D., & Subandiyono. (2023). Pola Pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Pada Media Walne Dengan Rasio N/P Berbeda. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2, 196–206.
- Quraini, N., Busyairi, M., & Adnan, F. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 6(1), 1–11.
- Raza, M., Nosheen, A., Yasmin, H., Naz, R., Usman Shah, S. M., Ambreen, J., & El-Sheikh, M. A. (2023). Application Of Aquatic Plants Alone As Well As In Combination For Phytoremediation Of Household And Industrial Wastewater. *Journal of King Saud University - Science*, 35(7), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102805>
- Samina, S., Setiani, O., & Purwanto, P. (2013). Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Di Kota Cirebon Terhadap Penurunan Pencemar Organik Dan E-Coli. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 36. <https://doi.org/10.14710/jil.11.1.36-42>
- Sasivarman, B., & Nagalakshmi, R. (2022). Purification Of Household And Automobiles Wastewater Using Natural Coagulant. *Materials Today: Proceedings*, 68, 1711–1717. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.465>
- Siti Prihatin, & Sugiharto, A. (2021). Pengaruh Variasi Dosis Kapur Terhadap Penurunan Kadar COD dan Fosfat Pada Limbah Usaha Laundry. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(2), 58–63. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss2.art2>
- Sulianto, A. A., Evi Kurniati, & Alivia Ayu Hapsari. (2019). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 31–39. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.03.4>
- Tan, X. B., Wan, X. P., Yang, L. Bin, Wang, X., Meng, J., Jiang, M. J., & Pi, H. J. (2021). Nutrients Recycling And Biomass Production From *Chlorella pyrenoidosa* Culture Using Anaerobic Food Processing Wastewater In A Pilot-Scale Tubular Photobioreactor. *Chemosphere*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129459>
- Tirta, D. I., Latief, R., & Tato, S. (2022). Hubungan Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Limbah Domestik IPAL Losari Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar. *Urban and Regional Studies Journal*, 5(1), 04–08. <https://doi.org/10.35965/ursj.v5i1.1960>
- Ummalyma, S. B., & Singh, A. (2022). Biomass Production And Phycoremediation Of Microalgae Cultivated In Polluted River Water. *Bioresource Technology*, 351(January), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126948>
- Widyarani, Wulan, D. R., Hamidah, U., Komarulzaman, A., Rosmalina, R. T., & Sintawardani, N. (2022). Domestic Wastewater In Indonesia: Generation, Characteristics And Treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(22), 32397–32414. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19057-6>
- Yang, S., Zheng, Y., Mao, Y., Xu, L., Jin, Z., Zhao, M., Kong, H., Huang, X., & Zheng, X. (2021). Domestic Wastewater Treatment For Single Household Via Novel Subsurface Wastewater Infiltration Systems (SWISs) With NiiMi Process: Performance And Microbial Community. *Journal of Cleaner Production*, 279(123434), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123434>



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Pemetaan dan Analisis Pengaruh Paparan Kebisingan Terhadap Gangguan Pendengaran Pada PT. PLN Pekanbaru

Kyla Brianna Tetryan, Vera Surtia Bachtiar*, Tivany Edwin, Reri Afrianita

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Koresponden: verasurtia@eng.unand.ac.id

ABSTRACT

Technological advances often cause noise from industrial activity, affecting hearing loss. This research aims to map noise and analyze the influence of age, length of service, noise, and compliance with the use of hearing personal protective equipment (PPE) on hearing loss of ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru employees due to noise. Data was obtained from measurements at noise sources using the SV 971A Class 1 Sound Level Meter and the Krisbow QPEM 39 Sound Level Meter at 26 points covering an area of 14 Ha and distributing closed-type questionnaires to 48 respondents using the Pearson Product Moment Correlation Analysis test, multiple regression analysis, and F test. Noise measurements were carried out using a sampling point method 10 meters away, in the employee's work room, and in an empty area, then processed using Surfer 23 software to map the noise distribution. The research results showed that the highest noise level came from the engine room at 103.6 dBA, and at a distance of 30 meters from the source, the noise was below the standard noise level (85 dBA). The lowest noise value was at the HSSE office at 50.4 dBA. Age, length of service, noise, and compliance with PPE usage significantly affect hearing complaints, with a p-value of 0.000 (≤ 0.05). The results of multiple regression show that compliance with APT use is the factor that most influences hearing loss. The F test results of 849.671 > F table of 2.821 explain that age, length of service, noise, and compliance with APT use can simultaneously influence hearing loss.

Keywords: Noise, Hearing Disorders, Work Environment, Impact of Noise

ABSTRAK

Kemajuan teknologi sering menyebabkan kebisingan dari aktivitas mesin di kawasan industri yang memengaruhi gangguan pendengaran. Penelitian ini bertujuan memetakan kebisingan dan menganalisis pengaruh usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pemakaian alat pelindung telinga (APT) terhadap gangguan pendengaran pegawai ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru akibat kebisingan. Data diperoleh dari pengukuran pada sumber kebisingan menggunakan SV 971A Class 1 Sound Level Meter dan Sound Level Meter Krisbow QPEM 39 di 26 titik seluas 14 Ha dan penyebaran kuisioner berjenis tertutup kepada 48 responden yang dilakukan menggunakan uji Analisis Korelasi Pearson Product Moment, analisis regresi berganda, dan uji F. Pengukuran kebisingan dilakukan dengan metode titik sampling berjarak 10 meter, di ruang kerja pegawai, dan dilaha kosong, kemudian diolah menggunakan software Surfer 23 untuk memetakan persebaran kebisingan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kebisingan tertinggi berasal dari ruang engine sebesar 103,6 dBA dan pada jarak 30 meter dari sumber, kebisingan berada dibawah baku tingkat kebisingan (85 dBA). Nilai kebisingan terendah berada pada kantor HSSE sebesar 50,4 dBA. Usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pemakaian APT berpengaruh secara signifikan terhadap keluhan pendengaran, dengan p-value sebesar 0,000 ($\leq 0,05$). Hasil regresi berganda menunjukkan kepatuhan penggunaan APT merupakan faktor paling mempengaruhi gangguan pendengaran. Hasil uji F sebesar 849,671 > Ftabel sebesar 2,821 menjelaskan bahwa usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pemakaian APT secara bersamaan dapat mempengaruhi gangguan pendengaran.

Kata Kunci: Kebisingan, Gangguan Pendengaran, Lingkungan Kerja, Pengaruh Kebisingan, Software Surfer 23.

1. PENDAHULUAN

Di balik kemajuan teknologi yang berkembang pesat, membawa banyak efek negatif yang sebanding dengan dampak positif kemajuan tersebut. Salah satu dampak negatif yang dapat dirasakan adalah taraf kebisingan akibat aktivitas dari mesin-mesin yang ada di kawasan industri. Kebisingan merupakan salah satu faktor bahaya fisik yang sering dijumpai di lingkungan kerja. Masalah kebisingan yang semakin memburuk dapat mengganggu tingkat kenyamanan sehari-hari, misalnya saat bekerja atau beristirahat. Selain itu, dampak buruk dari kebisingan juga dapat mempengaruhi kesehatan manusia secara keseluruhan (Pitaloka, 2022).

Penggunaan alat dan mesin dalam industri sering kali menghasilkan tingkat kebisingan yang tinggi di lingkungan kerja. Hal ini dapat berdampak negatif pada kesehatan pekerja jika tidak dikelola dengan baik. Masalah kebisingan masih menjadi tantangan karena merupakan faktor yang tak terhindarkan di lingkungan kerja dan dapat mengancam kesehatan pekerja. Paparan yang berkelanjutan terhadap kebisingan dapat menyebabkan gangguan pendengaran pada pekerja jika terjadi dalam periode yang panjang maka akan berpengaruh penurunan pendengaran dan berpengaruh ke frekuensi percakapan/komunikasi sehingga pekerja mulai merasakan ketulian karena tidak dapat mendengar pembicaraan di sekitarnya (Rahmawati, 2015).

Faktor risiko yang berpengaruh langsung terhadap gangguan pendengaran ialah intensitas bising dan kepatuhan pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT). selain itu terdapat faktor lain yang mempengaruhi gangguan pendengaran pegawai yaitu karakteristik pekerja seperti usia dan masa kerja. Berdasarkan hal tersebut dapat dimengerti bahwa usia, lama masa bekerja, kepatuhan pemakaian alat pelindung telinga, dan jumlah pajanan intensitas bising yang diterima akan sebanding dengan kerusakan yang didapat. Salah satu bentuk pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan memasang bahan peredam suara, menggunakan Alat Pelindung Telinga (APT) dan melakukan pemetaan kebisingan di lingkungan kerja (Septiana, 2017).

Salah satu langkah penting dalam mengatasi masalah kebisingan adalah melakukan pemetaan kebisingan di lingkungan industri dan melakukan pengendalian kebisingan berdasarkan hirarki pengendalian kebisingan untuk memastikan bahwa langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi kebisingan di tempat kerja efektif dan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja. Pemetaan kebisingan di lingkungan industri memiliki manfaat besar dalam mengevaluasi risiko kebisingan. Analisis terhadap pemetaan kebisingan dapat membantu suatu industri dalam merancang kebijakan pengendalian kebisingan di tempat kerja. Selain itu, pemetaan kebisingan ditempat kerja juga dapat meningkatkan kesadaran pekerja tentang risiko paparan kebisingan (Indrayani, 2021).

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan (UPDK) Pekanbaru adalah salah satu unit kerja di bawah PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Riau yang bergerak di bidang distribusi listrik kepada pelanggan. PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Gas / Mesin Gas Duri yang memiliki 7 Unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Unit Pembangkit Tenaga Mesin Gas. Kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan jaringan distribusi ini menggunakan turbin, generator, dan kipas pendingin yang menghasilkan suara yang cukup keras saat beroperasi yang merupakan sumber dari kebisingan pada ULPTG/MG Duri (Ilahi 2021).

Berdasarkan hasil medical checkup pegawai observasi kepada beberapa pegawai di Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Gas/Mesin Gas (ULPTG/MG) Duri didapatkan beberapa pegawai mengalami penyakit akibat kerja yaitu gangguan pendengaran akibat intensitas kebisingan yang ditimbulkan dari mesin gas pembangkit listrik dan juga belum dilakukannya pemetaan kebisingan di wilayah ULPTG/MG Duri. Berdasarkan uraian di atas, penting untuk melakukan penelitian dengan judul “Pemetaan dan Analisis Pengaruh Pajanan Kebisingan Terhadap Gangguan Pendengaran pada PT PLN Pekanbaru”.

2. METODOLOGI

Tahapan penelitian ini berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari studi literatur, penelitian pendahuluan,

pengumpulan data sekunder, survei pendahuluan, penelitian utama dan analisis data serta penarikan kesimpulan dan saran.

2.1 Lokasi, Populasi, dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada wilayah Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Gas/Mesin Gas (ULPTG/MG) Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru dengan luas 14 Ha. Populasi pada penelitian ini adalah total sampling yaitu seluruh pegawai ULPTG/MG dengan jumlah 48 orang yang berada pada ruang operasional dan pemeliharaan, ruang administrasi, dan ruang HSSE dan seluruh populasi dijadikan sampel.

2.2 Pengumpulan Data

a. Data Primer

- Observasi

Peninjauan langsung ke wilayah kerja serta wawancara kepada 48 pegawai.

- Sampling

Sampling kebisingan diambil saat proses produksi menggunakan alat *Sound Level Meter (Gambar 1)* yang telah di kalibrasi oleh perusahaan. Lokasi yang dipilih untuk pengukuran kebisingan ini adalah di ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru dengan luas 14 Ha yaitu di sekitar unit pembangkit (lokasi 1), di area perkantoran (lokasi 2) yang terdiri gudang, pos satpam, kantor administrasi, dan kantor HSSE, serta di lahan kosong (**Gambar 2**). Pengukuran dilakukan selama 8 jam selama jam kerja yaitu 08.00 - 16.00 WIB. Pengukuran kebisingan menggunakan metode titik sampling. Masing-masing titik dilakukan 4 kali waktu pengambilan data yaitu:

- L1 diambil pada jam 09.00 WIB mewakili 08.00 - 10.00 WIB;
- L2 diambil pada jam 11.00 WIB mewakili 10.00 - 12.00 WIB;
- L3 diambil pada jam 13.00 WIB mewakili 12.00 - 14.00 WIB;
- L4 diambil pada jam 15.00 WIB mewakili 14.00 - 16.00 WIB;

Pengambilan data pertitik dilakukan selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk 8 jam kerja, perhitungan ini mengacu pada SNI Nomor 7231 tahun 2009 tentang Metode Pengukuran Intensitas Kebisingan di Tempat Kerja dengan rumus:

$$\text{Leq 10 menit} = 10 \text{ Log } \left\{ \frac{1}{T} \times [t_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 \times 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + t_{120} \times 10^{\frac{L_n}{10}}] \right\} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

L1 = Tingkat tekanan bunyi pada periode t₁ (dBA)

T = Total Waktu Pengukuran (t₁+t₂+...+t_n) (detik)

$$\text{Leq 8 Jam} = 10 \text{ Log } \left\{ \frac{1}{8} \times [t_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 \times 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + t_n \times 10^{\frac{L_n}{10}}] \right\} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

T= Total Waktu Pengukuran (Jam)

L= Leq pada periode waktu pengukuran (dBA)

- Kuesioner

Wawancara dan pembagian kuesioner yang telah dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas kepada 48 pegawai pembangkit listrik.

b. Data Sekunder:

- Profil Perusahaan

- Kegiatan Produksi Perusahaan

- Hasil *Medical Checkup* pegawai pembangkit listrik (wawancara dengan bagian SDM)

2.3 Anallisis Data

- a. Perhitungan dan pemetaan hasil intensitas kebisingan yang dilakukan pada proses produksi dengan *Sound Level Meter* dan *Software Surfer 23*, serta membandingkan dengan baku tingkat kebisingan berdasarkan Permenaker No 5 Tahun 2018.
- b. Menganalisis pengaruh usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pegawai dalam pemakaian APT terhadap gangguan pendengaran pegawai berdasarkan kuesioner dan hasil *medical check-up* dan

- selanjutnya dianalisis menggunakan analisis korelasi *Pearson Product Moment*, analisis regresi berganda, dan uji F, menggunakan program komputer SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) 25.
- c. Melakukan evaluasi pengendalian kebisingan berdasarkan wawancara dan observasi yang mengacu pada hirarki pengendalian kebisingan.



Gambar 1. SV 971A Class 1 Sound Level Meter dan Sound Level Meter Krisbow QPEM 39
 Sumber: Google, 2024



Gambar 2. Lokasi Titik Sampling ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan di ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kebisingan di ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru.

No.	Titik Pengukuran	Pengukuran ke 1,2,3	Rata-Rata (dBA)	NAB (dBA)	Keterangan
1.	Titik A	105,1	103,6	85	Tidak Memenuhi
		102,3			
		103,5			
2.	Titik B	88,3	88,1	85	Tidak Memenuhi
		87,8			
		88,4			
3.	Titik C	86,5	85,6	85	Tidak Memenuhi
		84,6			
		85,8			
4.	Titik D	83,3	83,7	85	Memenuhi
		83,1			
		84,7			

No.	Titik Pengukuran	Pengukuran ke 1,2,3	Rata-Rata (dBA)	NAB (dBA)	Keterangan
5.	Titik E	79,4	79,7	85	Memenuhi
		80,2			
		79,6			
6.	Titik F	74,3	74,6	85	Memenuhi
		74,9			
		74,8			
7.	Titik G	89,3	89,1	85	Tidak Memenuhi
		88,5			
		89,6			
8.	Titik H	86,4	86,8	85	Tidak Memenuhi
		87,8			
		86,2			
9.	Titik I	83,5	83,5	85	Memenuhi
		84,2			
		83			
10.	Titik J	80,4	80,5	85	Memenuhi
		80,1			
		81,1			
11.	Titik K	77,5	77,3	85	Memenuhi
		77,2			
		77,4			
12.	Titik L	89,3	89,1	85	Tidak Memenuhi
		88,4			
		89,6			
13.	Titik M	86,4	86,6	85	Tidak Memenuhi
		87,4			
		86,2			
14.	Titik N	83,6	83,6	85	Memenuhi
		84,2			
		83			
15.	Titik O	80,5	80,5	85	Memenuhi
		80,1			
		81			
16.	Titik P	89,3	89	85	Tidak Memenuhi
		88,5			
		89,3			
17.	Titik Q	86,4	86,8	85	Tidak Memenuhi
		87,8			
		86,4			
18.	Titik R	83,6	83,7	85	Memenuhi
		84			
		83,7			
19.	Titik S	80,1	80,4	85	Memenuhi
		80,2			
		81,1			
20.	Titik T	89,3	89,1	85	Tidak Memenuhi
		88,5			
		89,3			
21.	Titik U (Gudang)	57,4	57,3	85	Memenuhi
		57,6			
		56,9			
22.	Titik V (Pos Satpam)	56,3	56,1	85	Memenuhi
		55,9			
		56,1			
23.	Titik W	52,8	52,9	85	Memenuhi

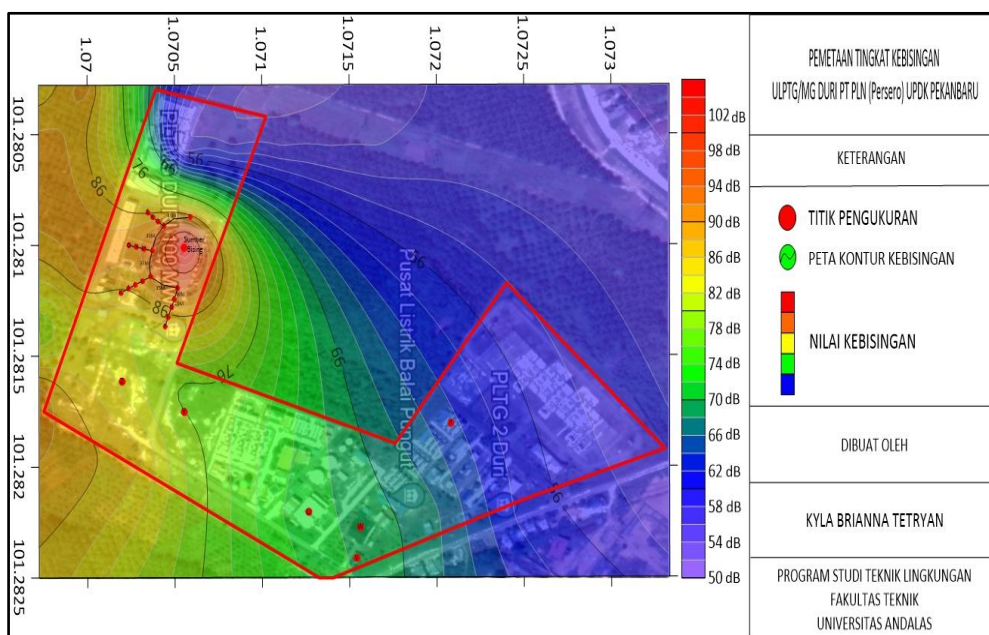
No.	Titik Pengukuran	Pengukuran ke 1,2,3	Rata-Rata (dBA)	NAB (dBA)	Keterangan
	(Kantor Adm)	52,7			
		53,4			
24.	Titik X (Kantor HSSE)	50,5	50,4	85	Memenuhi
		50,1			
		50,7			
25.	Titik Y (Lahan Kosong)	79,7	79,7	85	Memenuhi
26.	Titik Z (Lahan Kosong)	75,2	75,2	85	Memenuhi

Berdasarkan **Tabel 1** menunjukkan bahwa hasil pengukuran intensitas kebisingan tertinggi yaitu berada di ruang *engine* sebesar 103,6 dBA dan intensitas kebisingan terendah yaitu sebesar 50,4 dBA yang berada di kantor HSSE yang berjarak 550 meter dari sumber kebisingan. Pada titik-titik pengukuran di *engine* dan 20 meter dari *engine* didapatkan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) berdasarkan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 dengan rata-rata rentang kebisingan 85,6 - 103,6 dBA. Sedangkan pada jarak 30 meter dari sumber bising rata-rata nilai kebisingan sudah memenuhi baku tingkat kebisingan yaitu dibawah 85 dBA. Jadi dapat disimpulkan kebisingan yang terjadi pada area *engine* hingga 20 meter dari *engine* telah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan, sedangkan pada jarak lebih dari 30 m dari *engine* telah memenuhi baku tingkat kebisingan berdasarkan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018.

Hal ini sejalan dengan penelitian Kalirey (2023) yang menunjukkan bahwa Tingkat intensitas kebisingan di area ruang mesin pembangkit listrik sebesar 96,06 dBA yang termasuk kebisingan yang nilainya diatas Nilai Ambang Batas. Kebisingan tersebut disebabkan oleh mesin yang beroperasi serta alat kerja yang berada dalam area tersebut.

3.2 Pemetaan Kebisingan

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi dan memetakan distribusi kebisingan di area kerja guna memahami intensitas dan persebaran kebisingan yang dialami oleh pekerja. Pemetaan kebisingan di ULPTG/MG Duri PT PLN (persero) UPDK Pekanbaru dapat dilihat pada **Gambar 3** di bawah ini



Gambar 3. Peta Kebisingan di ULPTG/MG Duri PT PLN (persero) UPDK Pekanbaru
 Sumber: Software Surfer 23

Berdasarkan **Gambar 3** hasil peta kebisingan di lingkungan kerja ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPPK Pekanbaru dapat diketahui bahwa dari kegiatan operasional yang dilakukan di lingkungan kerja ULPTG/MG Duri tidak terlepas dari bantuan mesin-mesin dan peralatan produksi yang dapat menghasilkan kebisingan. Peta kebisingan yang dilakukan di ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPPK Pekanbaru juga disertai dengan kode pewarnaan yang berguna untuk menunjukkan pembagian zona bising di area lingkungan kerja. Tingkat kebisingan yang berkisar antara 86 – 103 dBA ditunjukkan dengan warna orange dan merah, zona ini diasumsikan sebagai zona yang wajib menggunakan alat pelindung telinga (APT) dikarenakan area tersebut merupakan area yang tingkat kebisingannya paling tinggi. Tingkat kebisingan yang berkisar antara 82 – 86 dBA ditunjukkan dengan warna kuning dan orange yang diasumsikan sebagai zona yang bahaya paparan bising sehingga perlu penggunaan alat pelindung telinga (APT). Kemudian tingkat kebisingan 70 – 78 dBA ditunjukkan dengan warna hijau yang diasumsikan sebagai zona aman dengan APT. Tingkat kebisingan 58 – 66 dBA ditunjukkan dengan warna biru dan tingkat kebisingan <54 dBA ditunjukkan dengan warna ungu, zona dengan warna ini diasumsikan sebagai zona yang aman tanpa alat pelindung telinga (APT) mengingat tingkat kebisingan di area ini masih di bawah nilai ambang batas (NAB) yaitu 85 dB.

Pemetaan kebisingan di lingkungan kerja juga dilakukan oleh (Afrizal, 2023) yaitu pemetaan kebisingan yang dilakukan di PT Hok Tong Jambi, Hasil pemetaan kebisingan dilengkapi dengan kode pewarnaan, yang berguna untuk menggambarkan tingkat kebisingan seperti warna ungu menggambarkan intensitas tingkat kebisingan. Dan Pembuatan peta kebisingan (*noise mapping*) dengan menggunakan *Software Surfer* telah dilakukan di beberapa lokasi seperti penelitian yang dilakukan oleh Anggraini, dkk (2019) di area Gas Plant PT X Jambi. Peta kebisingan tersebut menghasilkan peta kontur yang dilengkapi dengan kode pewarnaan seperti warna biru untuk kebisingan yang berkisar antara 46 – 60 dBA, warna hijau untuk kebisingan yang berkisar antara 62 – 70 dBA, warna kuning untuk kebisingan yang berkisar antara 72 – 78 dBA dan warna merah untuk kebisingan yang berkisar antara 80 – 100 dBA.

3.3 Paparan Kebisingan terhadap Gangguan Pendengaran Pegawai

a. Uji Validitas Data

Uji validitas merupakan uji yang berfungsi untuk melihat apakah suatu alat ukur tersebut valid. Hasil uji normalitas data dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Data

No.	R Hitung	R Tabel (0,05)	Keterangan
P1	0,859	0,2845	Valid
P2	0,783		Valid
P3	0,590		Valid
P4	0,910		Valid
P5	0,541		Valid
P6	0,431		Valid
P7	0,510		Valid
P8	0,431		Valid
P9	0,710		Valid
P10	0,492		Valid
P11	0,350		Valid
P12	0,460		Valid
P13	0,947		Valid
P14	0,859		Valid

Sumber: Hasil Uji Validitas pada SPSS 25, 2024

Berdasarkan **Tabel 2** dapat dilihat bahwa seluruh pertanyaan pada kuesioner sudah dikatakan valid pada tingkat signifikansi 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa setiap item dalam kuesioner memiliki korelasi yang signifikan dengan total skor kuesioner. Oleh karena itu, seluruh item kuesioner dianggap valid dikarenakan nilai Rhitung yang didapatkan lebih besar dari pada nilai Rtabel.

b. Uji Reliabilitas Data

Hasil uji Reliabilitas dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas Data

	<i>Cronbach's Alpha</i>	Keterangan
P1	0,920	Reliabel
P2		
P3		
P4		
P5	0,823	Reliabel
P6		
P7		
P8		
P9	0,842	Reliabel
P10		
P11		
P12		
P13		
P14		

Sumber: Hasil Uji Reliabilitas pada SPSS 25, 2024

Berdasarkan **Tabel 3** hasil uji reliabilitas menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*, kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan tingkat reliabilitas yang tinggi. Nilai *Cronbach's Alpha* yang lebih besar dari 0,06 mengindikasikan bahwa kuesioner tersebut konsisten dan dapat diandalkan untuk mengukur konstruksi yang diinginkan. Dengan demikian, data yang diperoleh dari kuesioner ini dapat dipercaya untuk analisis lebih lanjut dalam penelitian.

c. Uji Normalitas Data

Hasil uji normalitas data dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Data

Variabel	<i>P-Value</i>	Keterangan
Usia	0,065	Terdistribusi Normal
Masa Kerja	0,079	Terdistribusi Normal
Kebisingan	0,185	Terdistribusi Normal
Penggunaan APT	0,170	Terdistribusi Normal

Sumber: Hasil Uji Normalitas pada SPSS 25, 2024

Berdasarkan **Tabel 4** dapat dilihat bahwa seluruh variabel berdistribusi normal. Untuk variabel yang berdistribusi normal dilakukan analisis korelasi dengan uji statistik *Pearson Product Moment* untuk melihat hubungan antara uji variabel independen terhadap variabel dependen.

d. Analisis Korelasi

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai korelasi (r), p -value variabel usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT terhadap gangguan pendengaran dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Signifikansi

Variabel	Nilai Korelasi (r)	p -value	Keterangan
Usia	0,974	0,000	Signifikan
Masa Kerja	0,972	0,000	Signifikan
Kebisingan	0,969	0,000	Signifikan
Kepatuhan Penggunaan APT	0,990	0,000	Signifikan

Berdasarkan **Tabel 5** dapat dilihat bahwa dari empat variabel bebas yang dihitung keseluruhan variabel memiliki nilai p -value $\leq 0,05$, yaitu variabel usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT.

Hal ini menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT terhadap gangguan pendengaran.

Hal yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Rahmadani (2019) bahwa berdasarkan hasil uji bivariat yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai $p=0,001$ yang artinya ada hubungan yang signifikan antara usia, masa kerja, dan pemakaian alat pelindung diri dengan gangguan pendengaran pada pegawai bagian ground handling di Bandara Internasional Kualanamu.

Menurut (Putri, 2016), terdapat hubungan bermakna antara nilai ambang dengar dengan umur, dimana semakin tinggi umur maka makin besar presentase kemungkinan mengalami kenaikan nilai ambang dengar. Keluhan subjektif gangguan pendengaran, dan akibat kebisingan namun pada usia di atas 40 tahun akan lebih mudah mengalami gangguan pendengaran dan rentan mendapat trauma akibat bising (Tuwongkesong, 2019).

Berkurangnya pendengaran akibat bising terjadi secara perlahan-lahan dalam waktu berbulan-bulan sampai bertahun-tahun. Hal ini sering tidak disadari oleh penderitanya sehingga pada saat penderita mulai mengeluh berkurangnya pendengarannya biasanya sudah pada level gangguan pendengaran sedang dan berat. Dalam hubungan ini jalan yang paling baik adalah mencegah terjadinya pajanan bising sedini mungkin. Kecepatan penurunan pendengaran tergantung pada level pajanan bising dan durasi pajanan bising (Arini, dkk., 2015). Gejala klinis penderita gangguan pendengaran akibat bising mengeluh setelah 5 tahun, dan inipun baru disadari setelah pihak lain seperti istri, anak atau orang lain yang biasa bergaul dengan penderita mengatakan bahwa penderita bila bicara cukup keras (Rahmawati, 2015).

e. Analisis Regresi

Hasil regresi berganda dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Regresi Berganda

Variabel	<i>p-Value</i>
Konstanta	8,167
Usia (X_1)	0,395
Masa Kerja (X_2)	0,013
Kebisingan (X_3)	0,346
Kepatuhan Penggunaan APT (X_4)	- 1,327

Persamaan regresi berganda

$$Y = a + bx_1 + bx_2 + bx_3 + bx_4$$

$$Y = 8,167 + 0,395X_1 + 0,013X_2 + 0,346X_3 - 1,327X_4$$

Berdasarkan persamaan regresi berganda, didapatkan bahwa variabel kepatuhan penggunaan APT mempunyai pengaruh paling besar yaitu 1,327 kali dan bersifat tidak searah dibandingkan dengan variabel yang lain dalam mempengaruhi gangguan pendengaran. Jadi semakin patuh seseorang menggunakan APT maka semakin kecil mengalami gangguan pendengaran, karena APT dirancang untuk melindungi telinga dari paparan suara bising yang berlebihan.

Paparan suara yang terlalu keras atau berkelanjutan dapat merusak sel-sel rambut di bagian telinga dalam, yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen. APT membantu mengurangi intensitas suara yang masuk ke telinga, sehingga mengurangi risiko kerusakan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Lazuardi, 2020) tentang hubungan masa kerja sikap dan penggunaan APT dengan gangguan pendengaran Di PT ICSM Desa Liang Anggang Kecamatan Bati-Bati Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan, didapatkan bahwa Responden yang menggunakan alat pelindung telinga akan terlindung dari paparan kebisingan genset dan mesin produksi pengolahan makanan sehingga terhindar dari risiko gangguan pendengaran, sebaliknya jika responden lebih sering tidak menggunakan APT dalam bekerja, maka telinga tidak terlindung dari paparan kebisingan yang semakin lama terpapar maka akan semakin menurunkan kemampuan pendengaran.

f. Uji F

Uji F dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut.

Tabel 7. Uji F

Variabel	<i>p-value</i>	F_{hitung}	F_{tabel}
Usia (X_1)	0,000	849,671	2,821
Masa Kerja (X_2)			
Kebisingan (X_3)			
Kepatuhan Penggunaan APT (X_4)			

Berdasarkan **Tabel 7** dapat dilihat bahwa nilai probabilitas (*p-value*) Usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT terhadap gangguan pendengaran yaitu sebesar $0,000 \leq 0,05$, hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT berhubungan secara bersama-sama terhadap gangguan pendengaran. Sedangkan untuk uji F dapat dilihat bahwa nilai $F_{hitung} 849,671 > F_{tabel} 2,821$, hal ini juga menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT berpengaruh secara bersama-sama terhadap gangguan pendengaran. Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan penggunaan APT memiliki hubungan dan berpengaruh secara bersama-sama terhadap gangguan pendengaran. Dengan intensitas kebisingan yang melebihi Nilai Ambang batas (NAB), berada pada rentang > 40 tahun dan dengan masa kerja > 5 tahun secara bersama-sama akan berhubungan dan berpengaruh terhadap gangguan pendengaran yang dirasakan oleh pegawai di ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru.

g. Kesehatan Pendengaran Berdasarkan Hasil Medical Check Up Pegawai

Dari data sekunder yang diperoleh melalui wawancara dengan pegawai bagian Sumber Daya Manusia (SDM), dijelaskan bahwa hasil *Medical Check Up* tahun 2023, khususnya hasil pemeriksaan Audiometri yang dilakukan oleh PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru terhadap 48 pegawai, didapatkan informasi sebesar 18,75% yaitu 3 dari 16 orang pegawai staff operasional mengalami penyakit akibat kerja yaitu gangguan pendengaran, yang berusia > 40 tahun dengan masa kerja yang lebih dari 20 tahun sebagai pegawai ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru. Hal tersebut disebabkan karena terpaparnya pegawai tersebut oleh kebisingan yang ada di lingkungan tempat kerja yang bersumber dari mesin pembangkit.

Data hasil *medical checkup* yang digunakan untuk mendukung hasil yang diperoleh dari kuesioner yang diolah menggunakan SPSS yang menunjukkan bahwa usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT) memiliki hubungan dan pengaruh signifikan terhadap gangguan pendengaran. Hal ini diperkuat oleh data *medical checkup* yang menunjukkan bahwa terdapat tiga dari enam belas orang pegawai staff operasional mengalami gangguan pendengaran.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Meilasari (2021), yang menjelaskan bahwa Perusahaan melakukan medical check up secara berkala satu tahun sekali kepada para pekerja baik yang berada di kantor maupun yang berada di lapangan, bahwa sebesar 16% pekerja yang berada di area washing plant (Intensitas bising melebihi baku tingkat kebisingan yaitu 91- 100 dBA) mengalami gangguan pendengaran, hal ini terlihat dari hasil audiometrinya. Hal ini juga berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri (2021) yang sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa pekerja yang melakukan pekerjaan di tempat kerja yang memiliki paparan intensitas kebisingan yang tinggi akan rentan mengalami gangguan pada indera pendengarannya yang diukur berdasarkan hasil medical checkup. Hal ini juga bertentangan dengan tujuan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja untuk mencapai nol persen penyakit akibat kerja.

h. Evaluasi Pengendalian yang Dilakukan Perusahaan

Berdasarkan wawancara dan observasi yang telah dilakukan untuk melihat upaya pengendalian kebisingan yang telah dilakukan ULPTMG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru yang mengacu pada hirarki pengendalian kebisingan, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Bentuk pengendalian *engineering* yg telah dilakukan dengan

menggunakan *barrier* yang berjenis *glasswool*, penanaman pohon, dll. Sedangkan bentuk pengendalian administrasi yang dilakukan yaitu dengan rutin melakukan *medical check-up* kepada seluruh pegawai dan melakukan rotasi serta shift para pegawai, dan mengaplikasikan *safety sign* di berbagai lokasi PLTG/MG dan kantor berupa rambu-rambu peringatan bahaya dan rambu penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), serta adanya kampanye oleh pihak HSE (*Health, Safety, and Environment*) terhadap para pegawai mengenai pentingnya penggunaan Alat Pelindung Telinga saat bekerja, sedangkan pengendalian eliminasi dan substitusi tidak memungkinkan untuk dilakukan. Gambar APT yang digunakan di ULPTG/MG Duri dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. 3M™ E-A-R™ UltraFit™ Earplugs 340-4002



Gambar 5. 3M 1426 Earmuff

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pemetaan dan analisis pengaruh pajanan kebisingan terhadap gangguan pendengaran pegawai Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Gas/Mesin Gas (ULPTG/MG) Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat rata-rata kebisingan tertinggi yang terjadi disumber kebisingan yaitu ruang mesin pembangkit ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru adalah sebesar 103,6 dBA sudah melebihi NAB yang ditetapkan Permenaker RI No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja, sedangkan nilai kebisingan yang diukur 30 meter dari sumber bising sudah memenuhi baku tingkat kebisingan yaitu > 85 dBA dengan intensitas kebisingan terrendah berada di ruang HSSE yaitu 50,4 dBA. Pemetaan kebisingan di ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru menggunakan *Software Surfer 23* mengklasifikasikan tingkat kebisingan berdasarkan warna yang terdiri dari warna merah, oranye, kuning, hijau, biru, dan ungu.
2. Usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pemakaian APT berhubungan serta berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan pendengaran, dimana *p-value* yang didapatkan sebesar 0,000 ($\leq 0,05$). Hasil korelasi variabel usia adalah 0,974, masa kerja sebesar 0,972, kebisingan sebesar 0,969, dan kepatuhan pemakaian APT adalah 0,990 yang mana semua variabel berada pada kategori hubungan yang sangat kuat (0,80-1,00). Hasil regresi berganda menjelaskan bahwa kepatuhan pemakaian APT merupakan faktor yang paling mempengaruhi gangguan pendengaran. Sedangkan Hasil uji F sebesar $849,671 > F_{tabel}$ sebesar 2,821 menjelaskan bahwa usia, masa kerja, kebisingan, dan kepatuhan pemakaian APT secara bersamaan dapat mempengaruhi gangguan pendengaran akibat kebisingan.
3. Evaluasi pengendalian kebisingan yang telah dilakukan ULPTG/MG Duri PT PLN (Persero) UPDK Pekanbaru berdasarkan hirarki pengendalian kebisingan adalah pengendalian rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan pengendalian dengan penggunaan Alat Pelindung Diri yang mewajibkan penggunaan *earplug* ataupun *earmuff* untuk para pegawai yang bekerja di sekitar area *engine*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, R. (2023). Intensitas bising dan pemetaan kebisingan dengan surfer 13 sebagai upaya meminimalisir dosis kebisingan di lingkungan kerja PT Hok Tong Jambi. Doctoral dissertation, Teknik lingkungan.
- Anggraini, F.J., Rizki, A.H., & Rahayu, A. (2019). Pemetaan Kebisingan di Area Gas Plant PT. X Jambi dalam Rangka Perlindungan terhadap Pekerja. *Jurnal Engineering*, Volume 1(2).
- Arini, E. Y., Setiani, O., & Budiyo, B. (2015). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Pendengaran Tipe Sensorineural Tenaga Kerja Unit Produksi PT. Kurnia Jati Utama Semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 4(1), 23-26.
- Ilahi, R.A. (2021). Analisis Capacity Building Sumber Daya Manusia Di Bidang Operasi PT PLN (Persero) ULPTG/MG Duri. Pekanbaru: Universitas Lancang Kuning.
- Indrayani, R., & Aryatika, K. (2021). Keluhan Pendengaran dan Pemetaan Kebisingan pada Industri Penggajian Kayu UD. Mayoa Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 17(1), 14-21.
- Kelirey, M. S., Soleman, A., & Latuny, W. (2023). Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Tekanan Darah dan Tingkat Stres Kerja di PLTD Galala. *i tabaos*, 3(2), 102-113.
- Lazuardi, R. (2020). Hubungan Masa Kerja Sikap Dan Penggunaan APT Dengan Gangguan Pendengaran Di PT. ICSM Desa Liang Anggang Kecamatan BatiBati Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan (Doctoral dissertation, universitas islam Kalimantan MAB).
- Meilasari, F., Sutrisno, H., Ariqah, R., Suwarni, L., Nirmala, A., & Wibowo, Y. H. W. R. (2021). Kajian Dampak Kebisingan Akibat Aktivitas Pertambangan Di Area Washing Plant. *Jurnal Kesmas (Kesehatan Masyarakat) Khatulistiwa*, 8(3), 141.
- Pitaloka, N.A. (2022). Analisis Tingkat Kebisingan Bengkel Di Dinas Lingkungan Hidup Dan Kebersihan Kota Palembang. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)* 4(1).
- Putri, B. A., Halim, R., & Nasution, H. S. (2021). Studi kualitatif gangguan pendengaran akibat bising/noise induced hearing loss (NIHL) pada marshaller di Bandar Udara Sultan Thaha Kota Jambi tahun 2020. *Jurnal Kesmas Jambi*, 5(1), 41-53.
- Putri, W. W., & Martiana, T. (2016). Hubungan Usia dan Masa Kerja dengan Nilai Ambang Dengar Pekerja yang Terpapar Bising di PT. X Sidoarjo. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(2), 173- 182. Package for the Social Sciences). Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Rahmawati, E. D. A. (2015). Dampak Intensitas Kebisingan terhadap Gangguan Pendengaran (Auditory Effect) pada Pekerja di Pabrik I PT Petrokimia Gresik. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Ramadhani, S., Silaban, G., & Hasan, W. (2017). Pemakaian APT dengan gangguan pendengaran pekerja ground handling di Bandara Kualanamu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 12(1), 3-9.
- Rahmawati, E. D. A. (2015). Dampak Intensitas Kebisingan terhadap Gangguan Pendengaran (Auditory Effect) pada Pekerja di Pabrik I PT Petrokimia Gresik. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Septiana, N. R., & Widowati, E. (2017). Gangguan pendengaran akibat bising. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 1(1), 73-82.
- Tuwongkesong, F., Akili, R. H., & Kalesaran, A. F. (2019). hubungan antara umur dan masa kerja terhadap

nilai ambang dengar pada sopir perahu motor pariwisata di dermaga wisata kalimas kota Manado.
KESMAS, 7(5).



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Analisis Penggunaan Alat Pelindung Diri Pekerja Pengangkut Sampah di Kota Padang

Tivany Edwin*, Taufiq Ihsan, Debby Dwi Chintya

Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, 25163, Sumatera Barat

*Koresponden: tivany@eng.unand.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the overview and relationship between knowledge, attitude, and behavior related to the use of personal protective equipment (PPE) by waste collectors in Padang City, as well as to provide recommendations for its usage. The data for this study were collected through questionnaires administered to 46 waste collection workers in Padang City. This research is a quantitative analytical study with a Cross-Sectional design. The frequency distribution results showed that 60.9% of the workers had low knowledge about PPE, 71.7% had a positive attitude toward PPE usage, and 86.7% exhibited poor behavior regarding its use. The Chi-square test revealed a significant relationship between knowledge and PPE usage ($P < 0.05$). However, no significant differences were found in attitudes, respondent characteristics (age, years of service, and education), and PPE usage behavior ($P > 0.05$). The recommendations include risk control, socialization, and training to improve knowledge, the enforcement of penalties for SOP violations, providing information regarding SOPs, and installing warning signs at protocol road TPS points to encourage the use of PPE.

Keyword: PPE, knowledge, attitude, behavior, solid waste collection

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis gambaran serta hubungan antara pengetahuan, sikap, dan perilaku terkait penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh petugas pengangkut sampah di Kota Padang, sekaligus memberikan rekomendasi penggunaannya. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data melalui kuesioner yang diberikan kepada 46 responden pekerja pengangkutan sampah di Kota Padang. Penelitian ini merupakan studi kuantitatif analitik dengan desain Cross Sectional. Hasil distribusi frekuensi menunjukkan bahwa 60,9% pekerja memiliki pengetahuan rendah mengenai APD, 71,7% memiliki sikap positif terhadap penggunaan APD, dan 86,7% menunjukkan perilaku yang kurang baik dalam penggunaannya. Uji Chi-square mengungkap adanya hubungan signifikan antara pengetahuan dan penggunaan APD ($P < 0,05$). Namun, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada sikap, karakteristik responden (usia, masa kerja, dan pendidikan), serta perilaku penggunaan APD ($P > 0,05$). Rekomendasi yang diberikan meliputi pengendalian risiko, sosialisasi dan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan, penegakan sanksi bagi pelanggar SOP, penyediaan informasi terkait SOP, serta pemasangan rambu peringatan di TPS jalan protokol untuk mendorong penggunaan APD.

Kata Kunci: APD, pengetahuan, sikap, perilaku, pengangkutan sampah

1. PENDAHULUAN

Pengangkutan sampah adalah proses pemindahan sampah dari sumbernya dan/atau dari tempat penampungan sementara atau fasilitas pengolahan menuju Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Pengangkutan ini menggunakan dua metode, yaitu *Stationary Container System (SCS)* dan *Hauled Container System (HCS)*. Di Kota Padang, pengangkutan sampah dilakukan oleh petugas menggunakan dump truck, dengan rute yang melewati jalan-jalan protokol. Pengelolaan sampah di Kota Padang sudah memiliki standar

operasional prosedur (SOP) yang dirancang untuk mengarahkan langkah-langkah kerja yang tepat, sehingga dapat mengurangi risiko kesalahan dalam pekerjaan serta menjaga keselamatan pekerja. Aktivitas pengangkutan sampah biasanya dimulai pukul 05.00 WIB, di mana petugas bertugas mengumpulkan sampah sepanjang jalan protokol untuk diangkut ke TPA.

Proses pengangkutan sampah membawa risiko tinggi terjadinya kecelakaan kerja. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmi dkk. (2021) menemukan bahwa pekerja pengangkutan sampah menghadapi risiko tinggi sebesar 15,83% pada saat naik turun truk, risiko sedang sebesar 27,27% saat melempar sampah ke truk, dan risiko sedang sebesar 41,67% saat menyusun sampah di dalam truk. Kondisi lingkungan kerja yang tidak sehat dan aman, serta metode kerja manual menjadi faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan kerja, seperti tertimpa atau tergores sampah, menginjak benda tajam, jatuh dari truk, terpapar debu, terpeleset, atau terkena kuman penyakit. Selain itu, kecelakaan lain seperti terpapar bahan berbahaya atau kebakaran juga dapat terjadi akibat sampah yang mudah terbakar (Rahmi dkk., 2021). Kecelakaan kerja umum lainnya meliputi tertusuk benda tajam dan terinfeksi penyakit, yang meningkatkan kebutuhan akan penggunaan alat pelindung diri (APD) (Thaha dkk., 2017). Penyakit seperti dermatitis juga dapat muncul akibat tidak menggunakan APD (Janah, 2020).

APD adalah peralatan yang digunakan oleh pekerja untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya atau kecelakaan kerja. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2010 Pasal 3, jenis APD yang harus digunakan di tempat kerja meliputi pelindung kepala, mata, muka, telinga, pernapasan, tangan, dan kaki. Observasi awal sebelum penelitian menunjukkan bahwa penggunaan APD oleh petugas pengangkutan sampah di Kota Padang belum optimal.

Ketersediaan APD menjadi faktor kunci dalam penerapan APD di tempat kerja (Arpian, 2018). Namun, pengetahuan, sikap, dan perilaku pekerja juga memengaruhi kebiasaan dalam menggunakan APD. Pengetahuan tentang manfaat APD dapat mendorong sikap positif yang kemudian berpengaruh terhadap niat untuk menggunakannya. Sikap positif ini, didukung oleh ketersediaan APD, akan mendorong tindakan yang tepat dalam menggunakan APD. Tingkat pendidikan juga berperan dalam membentuk pengetahuan, sikap, dan perilaku seseorang, di mana pendidikan yang lebih tinggi cenderung menghasilkan pola pikir dan perilaku yang lebih baik (Yesica, 2011; Edwin dkk., 2021). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengetahuan, sikap, dan perilaku petugas pengangkutan sampah di Kota Padang terhadap penggunaan APD.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan adalah survei deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang pengetahuan, sikap dan tindakan tentang penggunaan alat pelindung diri pada petugas pengangkutan sampah di jalan protokol Kota Padang. Penelitian ini telah dilaksanakan dengan kegiatan observasi lapangan, mengamati pekerja pengangkutan sampah pada saat melakukan pekerjaan, pembagian kuesioner serta dokumentasi.

Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh petugas pengangkutan sampah di jalan protokol Kota Padang yang menggunakan *dump truck* di 28 rute pengangkutan sampah di wilayah Kota Padang sebanyak 46 orang. Data primer pada penelitian ini dikumpulkan dengan cara wawancara langsung dan memberikan kuesioner yang berisi 10 pertanyaan mengenai pengetahuan petugas terhadap alat pelindung diri dan 6 pernyataan mengenai sikap terhadap alat pelindung diri kepada responden yaitu pekerja pengangkutan sampah, sedangkan tindakan berdasarkan observasi saat pekerja mengumpulkan sampah terkait penggunaan alat pelindung diri.

Pengolahan data dilakukan dengan cara menggunakan aplikasi IBM SPSS 26 pada perangkat komputer dan data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabel yang disertai dengan penjelasan. Analisis data yang digunakan yaitu analisis univariat yang meliputi karakteristik responden seperti usia, masa kerja, dan pendidikan responden. Begitu juga dengan analisis gambaran pengetahuan, sikap dan perilaku pekerja pengangkutan sampah di Kota Padang terhadap pemakaian APD saat bekerja dengan menggunakan metode distribusi frekuensi responden berdasarkan penggunaan APD, perilaku kerja, pengetahuan kerja.

Analisis hubungan antara pengetahuan dan sikap dengan karakteristik responden (usia, masa kerja, dan pendidikan) juga terhadap perilaku pemakaian APD sewaktu bekerja didapatkan menggunakan uji Chi-Square. Sedangkan rekomendasi berkaitan pemakaian APD pada pekerja pengangkutan sampah di Kota Padang dapat dilakukan dengan studi literatur berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia tahun 2010 dan wawancara dengan pihak DLH Kota Padang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden pada penelitian ini di sajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa petugas pengangkutan sampah di Kota Padang pada umumnya umur responden dalam penelitian ini yaitu 30-39 tahun sebanyak 18 orang (39%), masa kerja sebagian besar >5 tahun sebanyak 18 orang (35%) dan Pendidikan terakhir yang dimiliki petugas mayoritas SD sebanyak 23 orang (52%).

Tabel 1. Distribusi Karakteristik Responden

No	Karakteristik Responden	Frekuensi	Persentase (%)
1	Umur		
	18-29	17	37
	30-39	18	39
	40-49	9	20
2	50 ke atas	2	4
	Masa Kerja		
	<5 Tahun	17	48
	>5 Tahun	18	35
3	>10 Tahun	11	11
	Pendidikan		
	SD	23	52
	SMP	5	11
	SMA/SMK	17	35
	SARJANA	1	2

Dari hasil penelitian, didapatkan data terkait pengetahuan pekerja pengangkut sampah Kota Padang terhadap APD yang ditampilkan pada Tabel 2 dan tingkat pengetahuan pengangkut sampah terhadap APD pada Tabel 3. Rendahnya pengetahuan responden disebabkan karena rendahnya pendidikan responden dan kurangnya informasi yang diberikan. Pengetahuan juga diperoleh melalui pendidikan formal maupun informal. Penelitian ini bertolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani (2020) mengenai hubungan pengetahuan dan sikap petugas pengumpulan sampah domestik dengan perilaku pencegahan kecelakaan kerja di DLH Kabupaten Banjar yang menyatakan sebagian besar responden memiliki pengetahuan yang baik sebanyak 51 responden (53,7%) dan yang memiliki pengetahuan rendah sebanyak 44 orang (46,3%).

Tabel 2. Distribusi Tingkat Pengetahuan

No	Item pertanyaan	Jawaban			
		benar		Salah	
		n	%	n	%
1.	Definisi tentang APD	27	58.7	19	41.3
2.	Kapan APD dipakai	28	60.9	18	39.1
3.	Apakah selama melakukan pekerjaan APD wajib dipakai	29	63.0	17	37.0
4.	Dasar pemilihan APD yang tepat	27	58.7	19	41.3
5.	Masker yang tepat dipakai ketika memindahkan sampah	27	58.7	19	41.3
6.	Boot digunakan untuk melindungi kaki dari kecelakaan yang disebabkan oleh benda tajam yang terinjak atau terpeleset saat mengangkut sampah	20	43.5	26	56.5
7.	Sarung karet tebal digunakan untuk menghindari cedera tangan akibat benda atau permukaan yang tajam saat bekerja	22	47.8	24	52.2
8.	Manfaat menggunakan APD saat bekerja	32	69.6	14	30.4
9.	APD yang wajib digunakan untuk pekerjaan pengangkutan sampah adalah masker berfilter, sarung tangan, sepatu karet dan pakaian pelindung	27	58.7	19	41.3

No	Item pertanyaan	Jawaban			
		benar		Salah	
		n	%	n	%
10.	APD yang paling efektif digunakan untuk melindungi pernapasan adalah masker ber-filter	25	54.3	21	45.7

Tabel 3. Rekapitulasi tingkat pengetahuan pengangkut sampah terhadap APD

No	Tingkat pengetahuan	Jumlah	Persentase (%)
1	Kurang Baik	28	60,9
2	Baik	18	39,1
Total		46	100

Untuk sikap terhadap pemakaian APD oleh pengangkut sampah di Kota Padang dapat dilihat pada Tabel 4 dan distribusi sikap pemakaian APD pada Tabel 5. Umumnya sikap yang dimiliki petugas pengangkutan sampah yaitu positif sebesar 33 orang (71,7%), sisanya ditemukan pekerja dengan sikap negatif terhadap penggunaan APD. Sikap petugas pengangkutan sampah yang memiliki sikap positif dikarenakan petugas sudah menyadari mengenai risiko bahaya pekerjaan yang dilakukan. Sikap petugas pengangkutan sampah yang memiliki sikap negatif terhadap penggunaan alat pelindung diri sebagian besar para petugas terpaksa menggunakan alat pelindung diri karena peraturan yang telah ditetapkan dan selalu diadakan pengawasan.

Tabel 4. Sikap terhadap pemakaian APD pada pekerja pengangkut sampah

No	Pertanyaan	Setuju		Tidak setuju	
		n	%	n	%
1	APD digunakan untuk dapat mencegah terjadi kecelakaan kerja	40	87.0	6	13.0
2	Sarung tangan digunakan saat mengosongkan sampah di TPS	39	84.8	7	15.2
3	SOP kerja yang ditetapkan harus dipatuhi	38	82.6	8	17.4
4	APD tidak mengganggu kenyamanan saat bekerja	40	87.0	6	13.0
5	APD yang digunakan atas kesadaran sendiri bukan paksaan	42	91.3	4	8.7
6	Sepatu boot digunakan agar dapat terhindar dari kecelakaan seperti tertusuk benda tajam	40	87.0	6	13.0

Tabel 5. Distribusi Sikap terhadap Pemakaian APD

No	Sikap Petugas	Jumlah	Persentase (%)
1	Negatif	13	28,3
2	Positif	33	71,7
Total		46	100

Perilaku pemakaian APD pada pekerja ditunjukkan pada Tabel 6 dan 7. Sebagian besar perilaku petugas pengangkutan sampah dalam menggunakan alat pelindung diri yaitu buruk sebanyak 39 orang (86,7%). Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Benu (2019) mengenai studi perilaku penggunaan APD pada pekerja pengangkutan sampah DLH Kebersihan dan Pertamanan Kota Kupang dengan menggunakan penelitian deskriptif atau menggambarkan pengetahuan, sikap, tindakan penggunaan alat pelindung diri pada pekerja pengangkutan sampah dinas kebersihan dan pertamanan Kupang tahun 2019. Pada penelitian diperoleh pekerja dengan perilaku buruk sebanyak 53 orang (98%) dan perilaku baik sebanyak 1 orang (2%). Penelitian ini juga sejalan dengan (Alvanesa, 2018) mengenai studi deskriptif perilaku petugas pengangkutan sampah dalam pemakaian APD di TPA Air Dingin Kota Padang tahun 2018 diketahui bahwa hasil penelitian 49 orang (72,1%) tindakan kurang baik dengan tidak menggunakan APD secara lengkap dan 19 orang (27,9%) tindakan baik dengan menggunakan APD secara lengkap.

Tabel 6. Perilaku pemakaian APD pada Pengangkut sampah di Kota Padang

No	Jenis APD	Pemakaian			
		Ya		tidak	
		n	%	n	%
1	Topi/helm	32	69.6	14	30.4
2	Masker	14	30.4	32	69.6
3	Sarung tangan	7	15.2	39	84.8
4	Sepatu boot	23	50.0	23	50.0
5	Pakaian pelindung	24	52.2	22	47.8

Tabel 7. Distribusi Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri

No	Perilaku Petugas	Jumlah	Persentase (%)
1	Buruk	39	86,7
2	Baik	6	13,3
Total		46	100

Untuk hubungan antara pengetahuan dan sikap terhadap pemakaian APD dengan karakteristik pekerja pengangkut sampah ditampilkan pada Tabel 8. Dari table tersebut dapat dilihat bahwa hanya hubungan antara tingkat pengetahuan dengan perilaku penggunaan APD yang menunjukkan hasil yang signifikan (P value $>0,05$). Berdasarkan nilai tersebut membuktikan terdapatnya hubungan pengetahuan pada petugas pengangkutan sampah Kota Padang dengan penggunaan alat pelindung diri pada petugas pengangkutan sampah di Kota Padang pada tahun 2021. Pengetahuan merupakan hasil yang diperoleh dari ketahuan, selanjutnya diterima oleh indra terhadap suatu objek (Bahar dkk., 2018). Pengetahuan dapat mempengaruhi sikap seseorang dalam berperilaku terutama pada saat bekerja. Para pekerja yang tidak mengetahui prosedur dalam bekerja akan menyebabkan pekerja melakukan kemauan sendiri tanpa memperhatikan keselamatan dan kesehatan dalam bekerja serta prosedur kerja yang telah dibuat untuk dipatuhi (Solekha, 2018).

Hasil uji chi-square menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara usia, tingkat Pendidikan dan juga masa kerja dengan pengetahuan petugas pengangkutan sampah. Semakin cukup umur dengan tingkat kematangan dan kekuatan seseorang akan lebih matang dalam berfikir dan bekerja (Dharmawati dkk, 2016). Pendidikan memiliki hubungan dengan tingkat pengetahuan karena tidak dapat dipungkiri bahwa semakin tinggi pendidikan seseorang maka semakin tinggi pula dalam menerima informasi dan pada akhirnya makin banyak pula pengetahuan yang dimilikinya. Sebaliknya jika seseorang tingkat pendidikannya rendah, maka akan menghambat perkembangan sikap seseorang terhadap penerimaan informasi dan nilai-nilai yang baru diperkenalkan (Dharmawati, dkk 2016). Semakin tinggi pendidikan seseorang maka semakin tinggi pula pengetahuan seseorang. Semakin tinggi pendidikan dan pengetahuan seseorang maka kemungkinan untuk memiliki perilaku yang baik juga besar (Sakinah dkk, 2015). Hubungan antara pengetahuan dan masa kerja menunjukkan hubungan yang tidak signifikan. Menurut penelitian Roffey (2023) peningkatan pengetahuan dipengaruhi oleh pengalaman, kemampuan utama yang termasuk di dalamnya yaitu fleksibilitas, kreativitas, kemampuan berubah dan keinginan untuk terus belajar. Masa kerja yang lama pada pekerja tidak menambah pengetahuan yang dimiliki selama kerja dilakukan.

Tabel 8. Hubungan antar pengetahuan dan sikap dengan karakteristik pekerja

	Variabel	<i>P-value</i>
Pengetahuan	Usia	0.168
	Pendidikan	0.090
	Masa kerja	0.483
	Perilaku	0.002
Sikap	Usia	0.146
	Pendidikan	0.324
	Masa kerja	0.616
	Perilaku	0.163

Selanjutnya hubungan antara sikap dengan karakteristik responden dan perilaku penggunaan APD menunjukkan hubungan yang tidak signifikan ($P\ value >0,05$). Sikap seseorang dalam melakukan pekerjaan dapat dipengaruhi oleh usia dan kematangan dalam menjalankan tugas, hasil penelitian menunjukkan bahwa usia yang muda pada pekerja tidak memberikan sikap yang setuju terhadap pemakaian alat pelindung diri saat bekerja. Usia adalah faktor penentu dari kinerja seseorang. Umur merupakan usia individu yang dihitung sejak dilahirkan yang diukur dengan tahun. Bertambahnya usia seseorang, maka cenderung bertambah pula pengetahuan yang berpengaruh kepada sikap seseorang. Pekerja yang memiliki umur yang lebih tua diharapkan dapat menunjukkan sikap yang lebih baik karena memiliki pengalaman kerja dibandingkan pekerja muda (Wong dkk., 2020). Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa tingkat pendidikan pekerja tidak mempengaruhi terhadap sikap dalam pemakaian APD. Tidak ada hubungan yang signifikan antara masa kerja dan sikap petugas pengangkutan sampah. Hasil ini tidak sesuai dengan pendapat yang dilakukan Wong dkk. (2020) yang menyatakan bahwa semakin lama seseorang bekerja semakin banyak keterampilannya. Hubungan antara sikap petugas pengangkutan sampah Kota Padang dengan penggunaan alat pelindung diri juga menunjukkan hubungan yang tidak signifikan, dimana hal ini sama dengan hasil penelitian dari Rachman (2020).

Terkait rekomendasi yang dapat diberikan terhadap permasalahan pada sikap negatif, serta perilaku pemakaian APD yang ada dalam kategori buruk. Rekomendasi yang dapat diberikan berupa pelatihan/penyuluhan tentang prosedur kerja yang baik saat bekerja mengangkut sampah, melakukan sosialisasi tentang pentingnya pendisiplinan penggunaan APD kepada pekerja pengangkutan sampah memberi rambu peringatan untuk memakai APD, dan menyediakan fasilitas APD untuk para pekerja.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan, beberapa kesimpulan dapat diambil. Sebanyak 60,9% petugas pengangkutan sampah yang diteliti memiliki pengetahuan yang kurang baik tentang penggunaan APD, sedangkan 39,1% memiliki pengetahuan yang baik. Sebanyak 71,7% petugas menunjukkan sikap positif terhadap penggunaan APD, sementara 28,3% menunjukkan sikap negatif. Perilaku penggunaan APD tergolong buruk pada 86,7% petugas, sementara hanya 13,3% yang memiliki perilaku penggunaan APD yang baik. Terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan dan perilaku penggunaan APD ($p\text{-value}<0,05$). Namun, tidak ditemukan hubungan signifikan antara pengetahuan maupun sikap dengan karakteristik responden seperti usia, tingkat pendidikan, dan masa kerja, serta antara sikap dan perilaku penggunaan APD. Rekomendasi yang diberikan mencakup pelatihan/penyuluhan tentang prosedur kerja yang baik dalam pengangkutan sampah, sosialisasi pentingnya disiplin dalam penggunaan APD, pemasangan rambu peringatan untuk menggunakan APD, serta pemberian APD lebih sering dari satu kali dalam setahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvanesa, F. 2018. Studi Deskriptif Pengetahuan, Sikap, dan Tindakan Petugas Pengangkut Sampah dalam Pemakaian Alat Pelindung Diri di TPA Air Dingin Kota Padang Tahun 2018.
- Amansyah, M., Lagu, A. M. H., & ilahi Thaha, A. 2018. Gambaran Kecelakaan Kerja, Penyakit Akibat Kerja dan Postur Janggal Pada Pekerja Armada Mobil Sampah Tangkasaki'di Kota Makassar. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal*.
- Arpian, I. D. 2018. Penerapan alat pelindung diri tangan pada pekerja bagian produksi. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 2(3), 363-373.
- Bahar, A. P. I., Kawatu, P. A., & Adam, H. 2018. Hubungan antara pengetahuan dan sikap dengan tindakan penggunaan alat pelindung diri pada pekerja cleaning service di rsup prof. Dr. RD Kandou Manado. *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 7(5).
- Benu, F. (2019). Studi Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Pengangkut Sampah Dinas Lingkungan Hidup Kebersihan Dan Pertamanan Kota Kupang (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Kupang).

- Dharmawati, I. G. A. A. 2016. Hubungan tingkat pendidikan, umur, dan masa kerja dengan tingkat pengetahuan kesehatan gigi dan mulut pada guru penjasokes sd di Kecamatan Tampak Siring Gianyar. *Jurnal Kesehatan Gigi (Dental Health Journal)*, 4(1), 1-5.
- Edwin, T., Bachtiar, V. S., Helard, D., Komala, P. S., & Kusuma, R. N. 2021. Case study: Water resources, knowledge and safety practices of pesticides among farmers around lake Diatas of West Sumatera. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 757, No. 1, p. 012047)*. IOP Publishing.
- Gusrianti, G., & Nailul, N. 2022. Perilaku Petugas Sampah Dalam Pemakaian Alat Pelindung Diri di TPA Air Dingin Kota Padang. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 1(2), 170-173.
- Janah, D. L., & Windraswara, R. 2020. Kejadian Dermatitis Kontak pada Pemulung. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(Special 2), 404-414.
- Ledy, Y. 2011. Hubungan Karakteristik Individu, Pengetahuan, dan Sikap Dengan Praktik Pemakaian Ear Plug Pada Pekerja Bagian Tenun (Weaving) Di PT. D Boyolali. Doctoral dissertation, Semarang: Universitas Diponegoro
- Oktaviani, W. 2020. Hubungan Pengetahuan Dan Sikap Petugas Pengumpulan Sampah Domestik Dengan Perilaku Pencegahan Kecelakaan Kerja di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banjar. Doctoral dissertation, Kalimantan: Universitas Islam Kalimantan MAB)
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 8 tahun 2010. Jakarta: Kemenakertrans.
- Rachman, L. A., Yulianto, F. A., Djojogugito, M. A., Andarini, M. Y., & Djajakusumah, T. S. 2020. Hubungan Pengetahuan dan Sikap terhadap Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri di PT Sarandi Karya Nugraha Sukabumi. *J Integr Kesehat Sains*, 2(2), 154-9.
- Roffey, S. 2023. ASPIRE to a Better Future: The Impact of the Pandemic on Young People, and Options for Schools Post-COVID-19. *Education Sciences*, 13(6), 623.
- Rahmi, M., Edwin, T., & Ihsan, T. 2021. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Kerja pada Pekerja Pengangkut Sampah Kota Padang. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 21(5), 313-320.
- Solekhah, S. A. 2018. Faktor perilaku kepatuhan penggunaan APD pada pekerja PT X. *Jurnal Promkes*, 6(1), 1-11.
- Sakinah, dkk 2015. Hubungan pengetahuan, sikap dan pendidikan ibu rumah tangga dengan pengelolaan sampah rumah tangga di dusun semambu bunting kelurahan jambi kecil kecamatan muaro sebo tahun 2014. *Scientia Journal*, 4(1), 22-28.
- Wong, T. K. M., Man, S. S., & Chan, A. H. S. 2020. Critical factors for the use or non-use of personal protective equipment amongst construction workers. *Safety science*, 126, 104663.



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Efektivitas Konsentrasi Asap Cair Kayu Karet Menekan Pertumbuhan Rigidoporus microporus di Pembibitan Karet

Yusmar Mahmud*, Ilani Syafira, Irwan Taslapratama.

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Koresponden: ilanisyafira1@gmail.com

ABSTRACT

Rigidoporus microporus is a pathogen that causes white root fungus disease which can cause death in rubber plants. Environmentally friendly control efforts that can be carried out are by using natural fungicides, one of which is liquid smoke which comes from rubber wood. This research aims to obtain a concentration of rubber wood liquid smoke that is effective in suppressing the growth of R. microporus which causes white root fungus disease in rubber plants in nurseries. This research was carried out from December 2023 to March 2024 at the Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science Laboratory and the UIN Agriculture Research and Development Station (UARDS) Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal science, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau. The experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 5 replications where liquid smoke was applied 14 days after pathogen infection, the treatments were 0%, 2%, 4% and 6%. Observation parameters include macroscopic and microscopic characteristics, attack intensity, plant height, stem diameter and number of leaves. The results of research showed that application of a 6% concentration was effective in suppressing the development of white root fungus by up to 80% with an attack intensity of 10% 3 months after application and had a very significant effect on increasing stem diameter.

Keywords: *Hevea brasiliensis; Rigidoporus microporus; Natural Fungicides; Palm Oil*

ABSTRAK

Rigidoporus microporus merupakan patogen penyebab penyakit jamur akar putih yang dapat menyebabkan kematian pada tanaman karet. Upaya pengendalian ramah lingkungan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan fungisida alami, salah satunya adalah asap cair yang berasal dari kayu karet. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi asap cair kayu karet yang efektif dalam menekan pertumbuhan R. microporus penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet di pembibitan. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai Maret 2024 di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah dan Laboratorium UIN Agriculture Research Development Station (UARDS) Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan dimana asap cair diaplikasikan 14 hari sesudah infeksi patogen, adapun perlakuannya yaitu 0%, 2%, 4% dan 6%. Parameter pengamatan meliputi karakteristik makroskopik dan mikroskopik, intensitas serangan, tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi 6% efektif menekan perkembangan jamur akar putih mencapai 80% dengan intensitas serangan 10% pada 3 bulan setelah aplikasi serta berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan diameter batang.

Kata Kunci: Karet; jamur akar putih, fungisida; asap cair

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet terbesar di dunia setelah Thailand bahkan pernah

menduduki posisi pertama pada tahun 2020. Pada tahun 2023 Indonesia memiliki luasan area perkebunan karet sebesar 3,8 juta Ha dengan total produksi 3,19 juta ton. Sedangkan di Provinsi Riau luas areal perkebunan karet mengalami penurunan dari yang semula 314.140 Ha menjadi 341.986 Ha dengan produksi sebesar 314.011 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2023). Tanaman karet merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan bagi perekonomian masyarakat Indonesia yang menjadikan karet sebagai komoditas ekspor andalan.

Permasalahan utama yang sering dijumpai pada perkebunan karet yakni keberadaan penyakit tanaman yang mampu menurunkan produksi tanaman karet. Salah satu penyakit utama pada tanaman karet yang dapat menyebabkan kematian adalah penyakit jamur akar putih (JAP) yang disebabkan oleh patogen *Rigidoporus microporus*. Patogen ini dapat menyerang tanaman karet pada semua fase mulai dari pembibitan sampai tanaman menghasilkan. Patogen ini akan membentuk rizomorf didalam tanah dan akan terus menghuni tanah tersebut sehingga akan menjadi ancaman bagi setiap penanaman baru. Penanaman kembali tanaman karet tanpa membersihkan areal bekas hutan dari sisa – sisa kayu akan menyebabkan akumulasi sumber penyakit JAP dan menjadi tempat yang potensial bagi perkembangbiakan *R. microporus* (Indriani & Radite, 2018). Menurut Harni (2014), serangan *R. microporus* dapat mengakibatkan kehilangan hasil tanaman karet pada perkebunan besar mencapai 3-5% dan pada perkebunan rakyat mencapai 5-15%. Selain dapat mengakibatkan kematian dan kehilangan produksi akibat dari rusaknya tanaman karet, dampak lain dari serangan JAP ini adalah kerugian secara ekonomis karena memerlukan biaya yang tinggi dalam pengendaliannya (Rezki dkk., 2018).

Upaya pengendalian *R. microporus* yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan fungisida sintetik. Namun, cara ini dianggap kurang efektif dalam mengendalikan *R. microporus* karena penggunaan Fungisida sintetik dalam jangka panjang akan menimbulkan resurgensi dan resistensi serta meninggalkan residu yang berbahaya terhadap kelestarian lingkungan (Irfan, 2016). Cara untuk menggantikan fungisida sintetik sehingga segala dampak negatif yang dihasilkan oleh pestisida dapat diminimalisir, yaitu dengan menggunakan fungisida alami. Salah satu alternatif dari fungisida alami ini adalah asap cair yang berasal dari kayu karet. Afrah dkk. (2020) mengatakan bahwa asap cair kayu karet dapat digunakan sebagai pestisida karena mengandung senyawa fenol, karbonil dan keasaman sehingga dapat mematikan organisme pengganggu.

Asap cair memiliki kandungan formaldehid (CH_2O) yang merupakan larutan disinfektan anti fungi. Asap cair juga mengandung senyawa fenol yang memiliki sifat fungisidal sehingga jamur tidak tumbuh. Senyawa fenol merupakan salah satu komponen kimia utama yang terdapat dalam asap cair. Semakin tinggi kadar fenol yang terdapat dalam suatu bahan maka akan semakin meningkat pula aktivitas antimikrobanya. Kandungan fenol inilah yang berfungsi sebagai antibakteri dan antimikroba serta berperan sebagai antioksidan (Mahmud dkk., 2020). Adanya sifat fungsional (antibakteri, antimikroba dan antioksidan) dari asap cair yang tidak berbeda dari asap alami, maka asap cair kayu karet dapat digunakan sebagai fungisida alami.

Indriani dan Radite (2018) melaporkan bahwa asap cair kayu karet memiliki tingkat keasaman yang tinggi dengan pH 2,5 – 3 dan senyawa fenol yang bekerja dengan cara menghancurkan dinding sel mikroorganisme sehingga dapat menghambat pertumbuhan JAP yang mana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa uji antagonis di Laboratorium, asap cair kayu karet dapat menghambat perkembangan *R. microporus* di cawan petri serta asap cair dengan dosis 50 ml/L/tanaman dengan metode disiram dapat mengendalikan penyakit JAP yang disebabkan oleh *R. microporus* >75% pada stum karet.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dicuci terlebih dahulu dengan cairan detergen, dibilas dengan air bersih kemudian dikeringkan, selanjutnya alat-alat tersebut dibungkus dengan alumuniun foil dan disterilisasi dengan menggunakan autoclaf. Sterilisasi alat dilakukan dengan menggunakan autoclaf dengan temperature 120

oC selama 40 menit.

Ranting karet (untuk perbanyak patogen) yang sudah direndam selama 24 jam dan dikeringanginkan kemudian dibungkus dengan aluminium foil guna disterilisasi dengan autoclave pada suhu 120 °C.

Pembuatan Media

Pembuatan media PDA diawali dengan menyiapkan 468 ml Aquades yang ditambahkan kedalam erlenmeyer yang berisi agar PDA sebanyak 18,25 g, kemudian dihomogenkan menggunakan Magnetic stirrer dengan suhu 100o C selama 15 menit. Selanjutnya Erlenmeyer yang berisi campuran PDA ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil pada mulut tabung untuk selanjutnya di sterilisasi (Mahmud dkk.,2021).

Penyiapan Inokulum

Isolat jamur *R. microporus* yang tumbuh pada medium PDA diinokulasikan pada Cawan Petri berdiameter 9 cm yang berisi medium PDA dengan menggunakan Jarum Ose steril, selanjutnya diinkubasi pada suhu 28 °C sampai pertumbuhan hifa memenuhi Cawan Petri.

Perbanyak Isolat *Rigidoporus microporus*

Patogen *R. microporus* diperbanyak pada media ranting karet yang berdiameter 1 cm dengan ukuran panjang 5 cm, direndam selama 24 jam dan setelah itu dikeringanginkan, kemudian ranting karet dibungkus menggunakan plastik tahan panas dan disterilkan dengan Autoclave selama 8 menit, setelah itu diinokulasi dengan biakan *R. microporus* yang berumur 7 hari dan diinkubasi pada suhu 25-28 °C selama 2 minggu (Marlisa, 2020).

Pembuatan Asap Cair

Proses pembuatan asap cair diawali dengan membersihkan semua bahan yang akan digunakan kemudian mengeringkannya dibawah sinar matahari selama 5 hari (Gultom dkk.,2018). Setelah bahan kering, selanjutnya dipotong kecil dengan ukuran lebih kurang 10 cm dengan ketebalan lebih kurang 5 cm sebanyak 15 kg kemudian dimasukkan kedalam alat reactor pirolisator untuk dilakukan pembakaran dengan temperatur lebih kurang 320 oC selama 5 jam. Asap yang dihasilkan selanjutnya akan mengalir ke kondensor dan terjadilah proses kondensasi sehingga dihasilkan asap cair. Selanjutnya asap cair di tampung dan didiamkan selama 48 jam. Setelah mengendap asap cair di saring menggunakan kertas saring Whatman No. 40 untuk mengurangi kadar tar yang terkandung dalam asap cair (Wardoyo, 2020).

Pembuatan Naungan

Naungan dibuat menggunakan paranet dengan ukuran 6 m x 6 m. Pembuatan naungan bertujuan untuk mengurangi pengaruh langsung sinar matahari terhadap bibit tanaman karet.

Media Tanam dan Penanaman Bibit Karet

Media tanam yang digunakan dalam penelitian adalah tanah top soil sebanyak 10 kg/polybag. Bibit karet ditanam ke dalam polybag berukuran 30 cm x 40 cm dan disusun dalam naungan dengan jarak antar polybag 60 cm x 60 cm.

Penanaman Patogen

Penanaman patogen dilakukan dengan cara menanam potongan-potongan ranting yang telah dipenuhi oleh miselium patogen *R. microporus* pada media tanam dengan jarak 3 cm dari batang karet, dan masing-masing polybag diberikan 2 potong batang ranting (Marlisa, 2020).

Aplikasi Asap Cair

Pemberian asap cair dilakukan satu bulan sekali dengan cara disemprot disekitar perakaran tanaman karet sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan.

Perawatan yang dilakukan adalah penyiraman 2 kali sehari di pagi dan sore hari sebanyak 1 L, kemudian dilakukan pembersihan gulma yang ada di dalam polybag dan area penelitian setiap dua minggu sekali. Adapun pemupukan tanaman karet menggunakan pupuk NPK majemuk dengan dosis 2,5 g/polybag dengan interval 4 minggu sekali.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 4

perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan. Taraf konsentrasi perlakuan merujuk pada penelitian Indriani dan Radite (2018) dengan konsentrasi asap cair (0%, 2%, 4% dan 6%). Pengamatan intensitas serangan patogen *R. microporus* dilakukan setiap 30 hari sekali. Perhitungan intensitas serangan patogen dihitung menggunakan rumus:

$$I = \frac{\sum n \times V}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan: I, Intensitas serangan penyakit; n, Jumlah tanaman pada skala serangan v; V, Nilai skala serangan; Z, Nilai skala dari serangan tertinggi.

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif. Data kuantitatif dianalisis secara statistik menggunakan software Microsoft Excel dan program SAS versi 9.1. Jika pada analisis sidik ragam perlakuan berbeda nyata, maka dilakukan Uji Jarak Duncan (UJD) pada taraf 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan Senyawa Asap Cair kayu Karet

Asap cair kayu karet di dapatkan dari hasil pirolisis kayu karet selama 5 jam pembakaran. Asap cair kayu karet memiliki warna coklat yang pekat dan bau menyengat khas asap cair yang diduga karena memiliki kandungan karbonil yang tinggi sehingga mempengaruhi warna asap cairnya. Towaha dkk. (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan karbonilnya maka semakin tinggi pula potensi pencokelatannya.

Asap cair kayu karet memiliki kandungan fenol yang lebih rendah dibandingkan dengan asam organiknya, hal ini diduga karena kayu karet memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan lignin yang rendah. Asap cair kayu karet memiliki kandungan pH yang rendah berkisar antara 2,8-3 yang diduga karena memiliki kandungan asam organik yang tinggi. Menurut Yulia dkk. (2020) Asap cair kayu karet memiliki berbagai kandungan senyawa diantaranya yaitu asam organik, fenol, karbonil, formaldehid dan senyawa lainya yang bersifat antifungi. Milly (2003) menyatakan bahwa tingginya asam organik yang terdapat dalam asap cair kayu karet juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa kayu karet yang tinggi mencapai 45,67%. Sedangkan kandungan fenol yang terdapat pada asap cair lebih rendah dari kandungan asam organiknya yakni hanya sekitar 2,10%, rendahnya fenol ini diduga karena kayu karet memiliki kandungan lignin yang rendah sekitar 16,69% (Darmadji, 2009). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Adisty (2023) pada asap cair cangkang buah karet dimana cangkang buah karet memiliki fenol yang rendah yaitu 0,80%. Maka fenol pada asap cair kayu karet termasuk rendah karena menurut Pratiwi (2018) standar mutu SNI kadar fenol adalah 4,6 – 15,0. Sedangkan rendahnya pH yang dimiliki asap cair kayu karet disebabkan karena asap cair kayu karet memiliki kandungan asam yang tinggi (Indriani dan Radite, 2018).

3.2. Karakteristik *Rigidoporus microporus* secara Makroskopik dan Mikroskopik

Pengamatan makroskopis dilakukan dengan cara mengamati koloni *R. microporus* secara visual tanpa menggunakan alat bantu mikroskop. Adapun pengamatan yang dilakukan berdasarkan pengamatan warna, arah pertumbuhan dan profil koloni (Gambar 4.1).



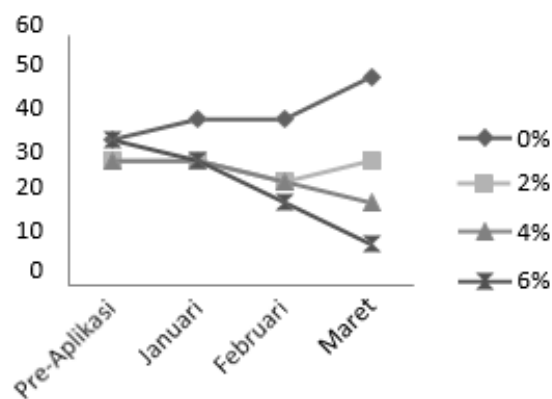
Gambar 4.1. Koloni *Rigidoporus Microporus*

Gambar 4.1. memperlihatkan makroskopis *R. microporus* setelah inkubasi selama 7 hari pada 25-28°C di suhu ruang yang memiliki miselium berwarna putih seperti kapas, hifanya tumbuh lurus dan bercabang, koloni berbentuk bulat, tumbuh rata (flat) pada media PDA dimana pertumbuhan hifa pada 1 HIS (0,8 cm), 3 HIS (3,15 cm), 5 HIS (4,75 cm), dan 7 HIS (9 cm) dengan laju pertumbuhan 0,6 cm/hari. Hasil inkubasi selama 7 hari terlihat bahwa hifa telah memenuhi seluruh cawan petri dimana terlihat jelas bahwa isolat membentuk cincin mengelilingi titik awal diletakkannya isolat dalam petri. Penelitian Toy dkk. (2018) melaporkan bahwa koloni *R. microporus* umumnya berbentuk bulat, berwarna putih, pertumbuhan lurus dan rata pada media.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *R. microporus* memiliki hifa yang membulat, memiliki septa/bersekat, memiliki percabangan yang banyak dan hialin (tidak berwarna). Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Ze Go et.al (2021) yang menyatakan Hifa *R. microporus* tidak memiliki sambungan penjepit, bersekat, ber dinding tebal dan hialin. Hasil penelitian Toy dkk, (2018) menyatakan bahwa hifa JAP yang diamati dibawah mikroskop memilikibentuk membulat, tidak memiliki koneksi penjepit, hialin dan bersekat.

3.3 Intensitas Serangan Patogen

Pengamatan intensitas serangan patogen *R. Microporus* dilakukan sebanyak 4 kali dimulai dari sebelum pengaplikasian asap cair sampai 3 bulan setelah aplikasi yang diamati selama 1 bulan sekali. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian 6% asap cair mampu memberikan respon terbaik terhadap penekanan pertumbuhan patogen dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Adapun data intensitas serangan patogen disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 3.3. Intensitas Serangan Patogen.

Berdasarkan Gambar 3.3. menunjukkan bahwa pemberian asap cair dengan konsentrasi 6% asap cair efektif menekan intensitas serangan JAP pada tanaman karet dengan intensitas serangan awal 35%, kemudian mengalami penurunan menjadi 10% pada 3 BSA yang memiliki tingkat efikasi tertinggi mencapai 80%. Sedangkan asap cair dengan konsentrasi 4% cukup efektif menekan intensitas serangan dari 30% menjadi 20% dengan tingkat efikasi sebesar 60% pada 3 BSA. Hal ini diduga karena pemberian konsentrasi asap cair yang lebih tinggi memiliki kandungan fenol dan asam organik yang lebih banyak pula sehingga lebih sesuai dan lebih mampu bekerja secara efektif dalam menekan pertumbuhan JAP pada tanaman karet.

Pemberian asap cair kayu karet dengan berbagai konsentrasi mampu menekan pertumbuhan JAP dikarenakan asap cair kayu karet memiliki kandungan fenol dan asam organik yang tinggi yang bekerja secara sinergis sehingga mampu menghambat pertumbuhan JAP. Hal ini sejalan dengan penelitian Theapparath et al.,(2015) yang mengatakan bahwa asap cair kayu karet menunjukkan aktivitas antijamur yang mampu menghambat pertumbuhan jamur pelapuk putih. Indriani dan Radite (2018) mengatakan bahwa asap cair kayu karet mampu menekan perkembangan JAP karena memiliki kandungan fenol dan pH yang asam dengan kisaran 2,5 – 3 yang mampu menghancurkan dinding sel jamur patogen.

3.4 Tinggi Tanaman

Perlakuan berbagai konsentrasi asap cair menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap semua perlakuan konsentrasi yang telah dilakukan. Adapun pengaruh berbagai konsentrasi asap cair terhadap tinggi tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Karet

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	Januari	Februari	Maret
A0 (Kontrol)	120,2	125,6	129,8
A1 (2% Asap Cair)	119,6	126,4	134,4
A2 (4% (Asap Cair)	126,8	135,6	140,2
A3 (6% Asap Cair)	129,4	137,6	143

Berdasarkan Tabel 3.1 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asap cair tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Akan tetapi, perlakuan dengan berbagai konsentrasi asap cair memiliki tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa asap cair dimana perlakuan A3 (6% Asap cair) memiliki tinggi tanaman tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 143 cm pada 3 BSA yang diikuti oleh perlakuan A2 (4% Asap Cair) dengan tinggi tanaman mencapai 140,2 cm. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada 2 dan 3 BSA perlakuan A0 dan A1 mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dari pada perlakuan A2 dan A3. Hal ini diduga karena patogen yang menyerang akar tanaman telah masuk kedalam jaringan tanaman sehingga menghambat penyerapan unsur hara yang berakibat pada terhambatnya pertumbuhan tinggi tanaman. Sedangkan pada perlakuan A3 pertumbuhan dapat berjalan dengan baik karena patogen belum atau bahkan tidak mampu menyerang kedalam jaringan tanaman sehingga tidak mengganggu pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini diduga karena asap cair mengandung senyawa-senyawa kimia seperti asam karboksilat, asam asetat, furan, fenol dan methanol yang mampu menekan pertumbuhan JAP. Hasil penelitian Manurung dkk. (2015) menyatakan bahwa asap cair kayu karet mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman karet yang berbeda nyata dengan perlakuan fungsida nabati. Hal ini dikarenakan asap cair kayu karet memiliki kandungan asam organik dan fenol yang mampu menghambat pertumbuhan JAP sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Murniati dkk. (2020) menyatakan bahwa pemberian asap cair kayu karet mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman padi.

Aisyah (2013) menyatakan bahwa asap cair yang diperoleh dari destilasi kering tumbuh-tumbuhan menjadi bahan bioaktif yang berperan dalam mencegah penyerangan hama dan penyakit tanaman sehingga tanaman dapat lebih produktif. Menurut Darmadji (1996); Manurung dkk (2020) menyatakan bahwa asap cair kayu karet mengandung fenol dan asam organik yang cukup tinggi yang bekerja bersama-sama dalam mengontrol dan mencegah pertumbuhan JAP.

3.5 Diameter Batang

Perlakuan berbagai konsentrasi asap cair menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata terhadap A0 (tanpa asap cair) dan A1 (2% Asap cair), terhadap diameter batang tanaman karet. Adapun data rata-rata hasil pengamatan diameter batang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Diameter Batang Tanaman Karet

Perlakuan	Diameter Tanaman (cm)		
	Januari	Februari	Maret
A0 (Kontrol)	1,03 ^{bc}	1,14 ^c	1,22 ^b
A1 (2% Asap Cair)	0,99 ^c	1,18 ^{bc}	1,27 ^b
A2 (4% (Asap Cair)	1,14 ^{ab}	1,29 ^{ab}	1,37 ^a
A3 (6% Asap Cair)	1,18 ^a	1,32 ^a	1,44 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris dan lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asap cair 4% dan 6% berpengaruh sangat nyata terhadap penambahan diameter batang. Pertambahan diameter batang tertinggi terdapat pada perlakuan A3 (6% Asap cair) yaitu sebesar 1,44 cm dan terendah terdapat pada perlakuan A0 (Tanpa Asap Cair) yaitu sebesar 1,22 cm pada 3 BSA. Standar diameter batang yang baik menurut Dinas Perkebunan(2013) yaitu bibit karet dengan diameter 1,3 – 3,0 cm dengan umur 10 – 14 bulan. Sedangkan menurut Siagian (2011) diameter batang bawah bibit karet tidak lebih dari 2,6 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair maka semakin baik pula pertumbuhan diameter batang tanaman. Hal ini diduga karena pemberian konsentrasi asap cair 6% mampu menekan pertumbuhan JAP sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gusmailina, Sri dan Heru (2018) yang menyatakan bahwa asap cair dapat memberikan efek pemacu, penghambat atau penekan pertumbuhan tergantung dengan konsentrasi yang diberikan.

Asap cair kayu karet selain mengandung berbagai senyawa kimia juga terbuat dari bahan yang mengandung berbagai bahan aktif seperti lignin, selulosa, hemiselulosa dan karbon sehingga bersifat antibakteri, antifungi dan antioksidan (Yulia dkk, 2020). Menurut Manurung dkk, (2018) penggunaan bahan aktif yang berasal dari tumbuhan selain dapat menghambat dan mematikan patogen juga dapat berfungsi sebagai metabolit sekunder sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

3.6 Jumlah Daun

Perlakuan berbagai konsentrasi asap cair kayu karet menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap parameter jumlah daun pada semua percobaan yang dilakukan. Adapun rata-rata hasil pengamatan jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Asap Cair Kayu Karet Terhadap Jumlah Daun Tanaman Karet

Perlakuan	Diameter Tanaman (cm)		
	Januari	Februari	Maret
A0 (Kontrol)	10	10	13
A1 (2% Asap Cair)	13	14	17
A2 (4% (Asap Cair)	13	13	17
A3 (6% Asap Cair)	12	13	14

Berdasarkan Tabel 3.3 menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi asap cair tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun. Dimana pemberian asap cair 2% memiliki jumlah daun terbanyak sebesar 17 daun pada 3 BSA yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian asap cair dengan konsentrasi 6%. Hal ini diduga karena asap cair kayu karet memberikan efek pemacu pertumbuhan pada konsentrasi 2%. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Gusmailini, Sri dan Heru (2018) yang menyatakan bahwa asap cair mampu memberikan efek pemacu atau penghambat pertumbuhan tergantung dengan konsentrasi yang diberikan. Dalam hal ini pemberian asap cair 2% mampu meningkatkan jumlah daun karet daripada pemberian asap cair 6%. Menurut Santoso (2015) tanaman padi yang diaplikasi dengan asap cair mampu menjadikan daun tanaman padi bersifat anti mikroba dan bakterisida.

Asap cair kayu karet memiliki kandungan senyawa fenol sehingga mampu memberikan ketahanan tanaman dan mengandung senyawa metanol yang berfungsi mempercepat pertumbuhan tanaman. Hal ini sejalan dengan pernyataan Efendi dkk, (2019) yang menyatakan bahwa pemberian asap cair apabila dilakukan dengan benar dapat langsung diserap oleh tanaman yang akan meningkatkan asupan pupuk dan mengurangi kerusakan oleh berbagai penyakit.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair dengan konsentrasi 6% efektif dalam menekan pertumbuhan *Rigidoporus microporus* pada pembibitan tanaman karet dengan penurunan intensitas serangan mencapai 25% pada 3 BSA dengan Tingkat Efikasi sebesar 80% dan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter diameter batang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Yusmar Mahud, S.P., M.Si. dan Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M., Sc. Sebagai dosen pembimbing yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi, dan Ilmu Tanah dan Laboratorium UIN Agriculture Research Development Station (UARDS) Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Peneliti: ilani (082287356248)

DAFTAR PUSTAKA

- Afrah, B. D., T. I. Sari., M. I. Riady., F. Hadiah., F. Ali., M. Nugroho., dan M. Siregar. 2020. Penganggi Pestisida Sintetik dan Penggumpal Lateks dari Asap Cair Melalui Pengolahan Limbah Katu Karet di Desa Sejaro Sakti Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Community*. 2(1): 15-21.
- Amaria, W., dan E. Wardiana. 2014. Pengaruh Waktu Aplikasi dan Jenis Trichoderma Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih Pada Bibit Tanaman Karet. *Jurnal TIDP*. 1(2): 79-86.
- Aisyah, I., Giyanto, Sinaga, M. S. Nawangsih, A.A., 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.
- Budiman. 2012. *Budidaya Karet Unggul*. 240 Hal.
- Darmadji Purnama, H.A. Oramahi., Haryadi., dan R. Armunanto. 2009. Optimasi Produksi dan Sifat Fungsional Asap Cair Kayu Karet. *Agritech*. 20(3): 147-155.
- Dinas Perkebunan. 2013. Memilih Benih Karet yang Baik dan Benar. <https://disbun.kaltimprov.go.id/artikel/memilih-benih-karet-yang-baik-dan-benar>. Diakses tanggal 28 Mei 2024 (20:40).
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2023. *Statistik Perkebunan Unggulan 2021 – 2023*. Jakarta. 1114 hal.
- Efendi Rizal., M.Mardhiansyah., dan R. Sulaeman. 2019. Pengaruh Pemberian Asap Cair Seresah Daun Karet pada Semai Pulai (*Alstonia Scholaris*) dengan Media Tanamn Berkompos. *Jurnal Ilmi-Ilmu Kehutanan*. 3(1).
- Fairuzah, Z., C.I. Dalimunte., Karyudi, S. Suryaman., dan W. E. Widhiyati. 2014. Keefektifan Beberapa Fungsi Antagonis (*Trichoderma* sp) dalam Biofungisida Endohevea Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) di Lapangan. *Jurnal Penelitian Karet*, 32(2): 198-205.
- Harni, R. 2014. Pengendalian Penyakit Jamur Akar putih (JAP) pada Pembibitan Karet dengan *Trichoderma* sp. Pusat Penelitian dan Perkembangan Perkebunan. *Info Perkebunan*. 6(1): 1-4.
- Husain, F. 2019. Uji Efektivitas Asap Cair Tempurung Kelapa Grade B Untuk Mengendalikan Hama Tanaman Kubis (*Spodoptera litura*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Gultom, S.O., I. Silamba., P. Darmaji., dan Y. Pranoto. 2018. Produksi Asap Cair Berbahan Dasar Kulit Sagu (*Metroxylon*) Sebagai Bahan Pengawet Alami Menggunakan Teknologi Pirolisis. Dalam: *Prossiding SNST Ke-9 Tahun 2018 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim* : 64-68.
- Gusmailina., Sri., dan Heru. 2018. Pengaruh Arang dan Asap Cair terhadap Pertumbuhan Anakan *Gyrinops* sp. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 3(1): 23-31.
- Indriani C.D., dan R. Tistama. 2018. Potensi Asap Cair dalam Mengendalikan Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) pada Tanaman Karet. *Agricultural & Natural Resources (ANR)*, 1(2): 105-109.

- Irfan, M. 2016. Uji Pestisida Nabati terhadap Hama dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 6(2): 39-45.
- Mahmud, Y., D. Hidayat., dan T. Aulawi. 2020. Efektivitas Asap Cair dalam Penghambat Pertumbuhan *Corynespora cassicola* Penyebab Penyakit Gugur Daun pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. ARG) Secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*.5(2): 46- 51.
- Mahmud, Y., D. Lististio., M. Irfan., dan S.I. Zam. 2021. Efektivitas Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Mengendalikan *Ganoderma orbiforme* dan *Curvularia* sp secara In Vitro. *Jurnal Pertanian Presisi*. 5(1): 24-40.
- Manurung, L., L. Lubis., Marheni., dan. C.I. Dalimunte. 2015. Pengujian Berbagai Jenis Bahan Aktif Terhadap Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) (*Rigidoporus microporus* (Swartz:Fr.)) di Areal Tanpa Olah Tanah (TOT). *Jurnal Online Agroteknologi* 3(1): 168-178.
- Marlisa. 2020. Aplikasi *Trichoderma harzianum* Terhadap Jamur *Rigidoporus Microporus* di Pembibitan Tanaman Karet. Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau. Pekanbaru.
- Milly, P. J. 2003. Antimicrobial Properties of Liquid Smoke Fractions. Thesis Master of Science University of Georgia. Athens. Georgia. 68 p.
- Murniati, N., Sumini., dan Y. Orlando. 2020. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi dengan Pemberian Konsentrasi dan Asal Bahan Asap Cair. *Jurnal Planta Simbiosis*. 2(1): 46-57.
- Omorusi, V. I. (2012). Effects of white root rot disease on *Hevea brasiliensis* (Muell.Arg.)-Challenges and Control Approach. (pp. 139-152).
- Putri, D. 2016. Pengendalian Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) (Swartz:fr.) van Ov. Pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) Muell. Arg Menggunakan Fungi Mikoriza Arbuskula. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas. Padang.
- Permentan. 2013. Metode Standar Pengujian Efikasi Fungisida. Kementerian Pertanian: Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian.
- Pratiwi Riska Sahrum. 2018. Uji Kualitas Asap Cair dari Serbuk Gergaji dan Tempurung Kelapa dengan Metode Pirolisis. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia Universitas Bosowa. Makassar.
- Rahayu, M.S., L. Lubis., dan S. Oemry. 2017. Distribusi Peta Awal Serangan Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr)) pada Beberapa Perkebunan Karet Rakyat di Kabupaten Asahan. *Jurnal Agroteknologi*. 5(1): 131-137.
- Rezki, D., Reni Mayerni., Siska Efendi., Ade Noverta., Edwin., Yulistriani., dan Wulan Kumala. 2018. Pemberdayaan Petani dalam Penangkaran Bibit Karet ber-*Trichoderma* sp sebagai Upaya Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Madani*. 61-65.
- Safitri, W. 2019. Sikap Petani dalam Pengendalian Jamur Akar Putih (*Rigidoporus Lignosus*) Pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) di Desa Nogo Rejo Kecamatan Galang Kabupaten Deli Serdang. Skripsi. Politeknik Pembangunan Pertanian. Medan..
- Sahrum, R.P., A.Z. Syaiful., dan Al-Gazali. 2021. Uji Kualitas Asap Cair Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Metode Pirolisis. *Jurnal Saintis*. 2(2): 72-78.

- Theapparath, Y., A. Chandumpai., W. Leelasuphakul., dan N. Laemsak. 2015. Asam Ligneous dari Kabonisasi Kayu dan Bambu: Komponen dan Aktivitas Antifungalnya. *Jurnal Ilmu Hutan Tropis*. 27(4): 517-526.
- Towaha, J., A. Aunillah., dan E.H. Purwanto. 2013. Pemanfaatan Asap Cair Kayu Karet dan Tempurung Kelapa untuk Penanganan Polusi Udara pada Lump. *Buletin RISTRIL*. 4(1):71-80.
- Toy, B.A.I dan D. Puspita. 2019. Media Cair Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Akar Putih (*rigidoporus microporus*). *Jurnal Biosains dan Edukasi*. 1(1): 1-4.
- Vachlepi, Afrizal. 2019. Prospek Pemanfaatan Kayu Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pul. *Warta Perkaretan*. 38(1).47-60.
- Vachlepi, A., dan R. Ardika. 2019. Produksi Asap Cair dari Kayu Karet dengan Berbagai Waktu Pirolisis dan Aplikasinya Sebagai Koagulan Lateks. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 14(1): 50- 61.
- Wardoyo, E.R.P., W. Anggraeni, Rahmawati dan H.A. Oramahi. 2020. Aktivitas Antifungi Asap Cair Tandan Kosong *Elaeis guineensis* Jacq. Terhadap *Colletotrichum* sp. (WA2). *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 7(2): 271-279.
- Yulia. E., A. Rahayu., dan T. Suganda. 2022. Antagonisme Jamur Rizosfer Tanaman Karet terhadap *Rigidoporus microporus* Secara In Vitro dan In Planta. *Jurnal Agro*. 9(1): 64-79.
- Yulia. R., W. Arifandi., A. Lamona., T. Makmur., dan Yuslinaini. 2020. Karakteristik Asap Cair dari Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca catechu* L.) dengan Berbagai Variasi Suhu dan Waktu Pirolisis. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. 7(1): 32-46.
- Ze Go. W., K.L. Chin., P. San H'ng., M. Y. Wong., C. A. Luqman., A. Surendran., G. H. Tan., C. L. Lee., P. S. Khoo, and W. J. Kong. 2021. Virulence of *Rigidoporus microporus* Isolates causing White Root rot Disease on Rubber Trees (*Hevea brasiliensis*) in Malaysia. *Journal Plants*.(10): 2123.

NOMENKLATUR

BSA	Bulan Setelah Aplikasi
Ha	Hektar
HIS	Hari Setelah Inkubasi
JAP	Jamur Akar Putih
PDA	Potatos Dextrose Agar
RAL	Rancangan Acak Lengkap
R. microporus	Rigidoporusmicroporus
TBM	Tanaman Belum Menghasilkan
TOT	Tanpa Olah Tanah

LAMPIRAN





Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Uji Konsentrasi Asap Cair Pelepah Kelapa Menghambat Perkembangan Bercak Daun *Cercospora sp.*

Yusmar Mahmud^{*)}, Wasilatul Hasanah, Bakhendri Solfan.

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Koresponden: wasilatulhasanah00@gmail.com

ABSTRACT

Leaf spot can inhibit plant growth and has the widest disease distribution so it needs to be controlled. One of the control alternatives is the use of palm frond liquid smoke. This study aims to obtain the best concentration of concentration of palm frond liquid smoke in inhibiting the development of *Cercospora sp.* *Cercospora sp.* leaf spot disease in the pre-nursery. This research was conducted from January to April 2024 at the Laboratory of Pathology Entomology, Microbiology and Soil Science (PEMTA) Laboratory and UARDS Laboratory. Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Sultan Syarif Kasim State Islamic University, Riau. Riau. This study used a completely randomized design (CRD) of 4 treatments and 5 replicates so that there were 20 experimental units. experiment. The data obtained were statistically analyzed using variance analysis, and then Duncan's test was continued. and then continued with Duncan's new multiple range test (DNMRT) at the 5% level. at the 5% level. The results showed that the administration of liquid smoke with a concentration of 6% was most effective in inhibiting the development of the attack of *Cercospora sp.* until the intensity of the attack reached 21% and produced the lowest percentage of attack at 20%. The treatment did not have a significant effect the parameter of steam diameter and number of leaves but had a significant effect on the number of spots and plant height.

Keyword: Palm oil: liquid smoke: leaf spot

ABSTRAK

Bercak daun dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan memiliki sebaran penyakit terluas sehingga perlu dikendalikan. Salah satu alternatif pengendalian yang dilakukan adalah penggunaan asap cair pelepah kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi terbaik pada asap cair pelepah kelapa sawit dalam menghambat perkembangan penyakit bercak daun *Cercospora sp.* di pre nursery. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember sampai April 2024 di Laboratorium Patologi Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu

Tanah (PEMTA) dan Laboratorium UARDS Fakultas Pertanian dan Perternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan sidik ragam dan kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan's new multiple range test (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asap cair dengan konsentrasi 6% paling efektif dalam menghambat perkembangan serangan *Cercospora sp.* hingga intensitas serangan mencapai 21% dan menghasilkan persentase serangan terendah sebesar 20%. Perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter diameter batang dan jumlah daun, namun memberikan pengaruh nyata pada parameter jumlah bercak dan tinggi tanaman.

Kata Kunci: Kelapa sawit: asap cair: bercak daun

1. PENDAHULUAN

Cercospora sp. *Cercospora* sp. adalah jamur patogen yang dapat menyebabkan bercak daun pada pembibitan sawit (Marcelian, 2023). Keberadaan penyakit bercak daun umumnya sering kali diabaikan pada tanaman menghasilkan kelapa sawit. Akan tetapi pada masa pre nursery, penyakit bercak daun merupakan hambatan yang menyulitkan (Priwiratama *et al.*, 2023; Priwiratama dan Widiyatmoko, 2022). Karena bercak daun akan menghalangi proses fotosintesis, dimana jaringan daun mengalami kerusakan sehingga kegiatan fotosintesis pada daun menjadi terganggu akibatnya pertumbuhan tanaman tidak optimal bahkan tanaman bisa mengalami kematian (Bambang, 2019).

Serangan *Cercospora* sp. umumnya di lapangan petani akan memilih melakukan pengendalian menggunakan fungisida sintetik. Akan tetapi fungisida sintetik memiliki dampak negatif yang dapat menimbulkan efek berbahaya seperti pada kesehatan manusia, pencemaran lingkungan, matinya mikroba non target dan harga yang tergolong mahal (Fadillah, 2019). Melihat efek jangka panjang penggunaan fungisida sintetik yang ditimbulkan, maka untuk mengatasinya dapat menggunakan alternatif yang lebih aman bagi lingkungan. Hal ini dapat dilakukan dengan penggunaan asap cair.

Kandungan fenol pada asap cair memiliki sifat toksik pada jamur sehingga efektif dijadikan sebagai fungisida nabati dan lebih ramah lingkungan (Zuraida *et al.*, 2011). Pelepah kelapa sawit merupakan bahan baku yang dapat digunakan sebagai asap cair. Jumlah pelepah kelapa sawit bisa mencapai 6,3 ton pelepah di perkebunan kelapa sawit dengan luas areal 1 hektar/tahun. Dengan melimpahnya jumlah pelepah yang nantinya apabila tidak di manfaatkan dengan baik akan menyebabkan kerusakan, maka pemanfaatan pelepah sawit dijadikan asap asap cair akan sangat beruntung jika diterapkan pada petani.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PEMTA dan Lahan Penelitian Fakultas Pertanian dan Perternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada bulan Januari sampai April 2024.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah kelapa sawit, asap cair pelepah kelapa sawit, bibit kelapa sawit, tanah top soil, polybag 30 cm x 30 cm, isolat *Cercospora* sp. akuades, pupuk NPK, alkohol 70%, PDA, cloramfenicol dan air. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera, penggaris, alat tulis, tisu, sarung tangan, aluminium foil, plastik wrap, cawan petri, micropipet, tube pipet, labu ukur, erlenmeyer, kaca preparat, pipet tetes, gelas ukur, jarum ose, lampu bunsen, LAF, autoclave, timbangan analitik, kertas saring ukuran 40, parang, cangkul, gembor, palu, paku, tali, pisau, paranet 65%, suntikan, peralatan pirolisis, timbangan (kg).

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan (RAL) non faktorial, yaitu konsentrasi asap cair dengan 4 perlakuan selanjutnya diulang sebanyak 5 kali ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan diantaranya menggunakan A0:0% ACPKS, A1:2% ACPKS, A2: 4% ACPKS dan A3: 6% ACPKS. Pengamatan yang dilakukan adalah intensitas serangan penyakit, Persentase serangan penyakit, jumlah bercak, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan:

Pembuatan Media Potato Dextore Agar (PDA)

Media Potato dextore agar disiapkan sebanyak 2,4 g kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 60 ml dalam gelas beaker. Selanjutnya penghomogenan media dilakukan dengan cara dipanaskan pada hot plate stirrer sampai berwarna bening dan langkah terakhir adalah menuangkan larutan PDA pada cawan petri.

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat disterilkan dengan cara mencuci, membersihkan dan mengeringkan. Kemudian alat- alat yang digunakan dibungkus menggunakan aluminium foil. Selanjutnya sterilisasi bahan dan alat ke dalam autoclave selama 30 menit untuk alat dan media selama 15 menit.

Pembuatan Asap Cair Pelapah Kelapa Sawit

Pelepah diambil sebanyak 3 pelepah dengan total berat basah pelepah kelapa sawit yaitu 15 kg pada kriteria warna pelepah hijau tua (Pulungan, 2022). Kemudian ukuran pelepah kelapa sawit dipotong sekitar 10 cm

secara seragam selanjutnya dijemur pada sinar matahari. Selanjutnya, pembuatan asap cair adalah dengan memasukkan pelepah kelapa sawit yang kering pada tabung pirolisator sebanyak 5 kg, dan dilakukan pirolisis selama 8 jam dengan suhu 366 °C. Asap cair ditampung dan didiamkan selama 48 jam. Setelah mengendap, asap cair disaring dengan kertas whatman ukuran 40.

Perbanyak Isolat *Cercospora* sp.

Isolat *Cercospora* sp. diperoleh dari Laboratorium (PEMTA) Fakultas Pertanian dan Perternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Isolat *Cercospora* sp. direisolasi pada media PDA baru dengan cara memindahkan hifa menggunakan jarum ose steril, selanjutnya *Cercospora* sp. diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang.

Pembuatan Suspensi *Cercospora* sp.

Pembuatan suspensi *Cercospora* sp. dilakukan dengan menggunakan isolat murni yang sudah didapatkan. Pembuatan suspensi diperoleh melalui penambahan 10 ml akuades steril ke dalam biakan *Cercospora* sp. di dalam cawan petri, kemudian dilakukan pengerokan jamur pada media dengan menggunakan kaca preparat. Selanjutnya larutan yang sudah didapatkan dimasukan kedalam labu ukur untuk menghomogenkan dengan cara di vortex selama 3 menit dan larutan yang sudah berisi spora jamur tersebut kemudian diencerkan sebanyak 105.

Inokulasi *Cercospora* sp. pada Bibit Kelapa Sawit

Suspensi *Cercospora* sp. selanjutnya diinokulasikan langsung pada daun dengan menyemprotkan pada keseluruhan bagian atas dan bawah daun. Penyemprotan diberikan sebanyak 3 ml tiap bibit dan disungkup selama 24 jam. Penyemprotan dilakukan pada pukul 12.00 WIB dan diinkubasi selama 15 hari.

Aplikasi Asap Cair

Pemberian asap cair dilakukan sebelum inokulasi sebagai perlakuan kontrol dan perlakuan lainnya setelah inokulasi hingga bibit kelapa sawit nampak terinfeksi oleh *Cercospora* sp. dengan interval penyemprotan yaitu satu kali dalam seminggu, dengan cara menyemprotkan asap cair pada permukaan daun pre nursery kelapa sawit sesuai dengan konsentrasi perlakuan (Mantondang, dkk 2022).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai pH Asap Cair Pelepah Kelapa Sawit

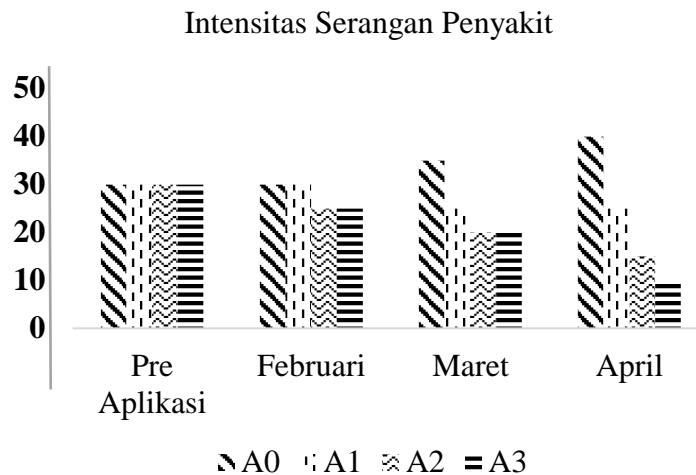
Tabel 1. Nilai pH Asap Cair Pelepah Kelapa Sawit

Sampel Uji	pH
Asap Cair Pelepah Kelapa Sawit	3,4

pH asap cair dari bahan baku pelepah kelapa sawit di penelitian ini termasuk asam yaitu dengan pH sebesar 3,5. Berdasarkan penelitian Siddik dkk, (2022) menyatakan pH asap cair pelepah kelapa sawit berkisar 3,4 sampai 3,8. Rendahnya pH, diduga karena besarnya kandungan hemiselulosa dan selulosa pada pelepah kelapa sawit. Senyawa yang terdapat dalam asap cair tersebut dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Kandungan fenol dan asam organik pada asap cair mampu memberikan efek penghambat pertumbuhan mikroorganisme (Mugiastuti dan Manan 2009).

3.2. Intensitas Serangan Patogen *Cercospora* sp.

Berdasarkan hasil penelitian ini, aplikasi asap cair pelepah kelapa sawit pada konsentrasi 6% menunjukkan respon terbaik terhadap penurunan intensitas serangan *Cercospora* sp. Adapun penurunan intensitas serangan *Cercospora* sp. disajikan pada gambar 1 berikut ini

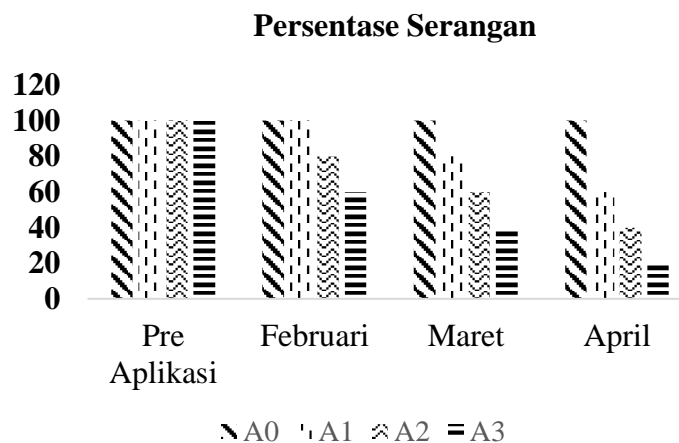


Gambar 1. Intensitas Serangan Penyakit

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian asap cair pada perlakuan A3 (6% ACPKS) efektif dalam menghambat intensitas serangan *Cercospora* sp. di *pre nursery* kelapa sawit, hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan intensitas serangan awal 30% kemudian mengalami penurunan pada 3 BSA menjadi 10% yang memiliki tingkat efikasi mencapai 80%. Asap cair memiliki pH yang asam sekitar 2,5 – 3 yang merupakan faktor pendukung asap cair diyakini mampu menghambat perkembangan jamur patogen, selain itu keberadaan senyawa lain seperti fenol dapat mengakibatkan hancurnya dinding sel jamur patogen (Dalimunthe, 2018). Hasil ini menjelaskan bahwa pemberian asap cair efektif terhadap penurunan intensitas serangan penyakit. Dengan tingkat efikasi terbaik pada perlakuan A3 (6% ACPKS) mencapai 80%. Menurut Permentan (2013) menyatakan bahwa formulasi fungisida dikatakan efektif apabila pada pengamatan terakhir nilai tingkat efikasi sekurang-kurangnya 50%.

3.3. Persentase Serangan Penyakit

Berdasarkan hasil penelitian pengamatan persentase serangan *Cercospora* sp. di *pre nursery* menunjukkan bahwa pemberian asap cair dengan konsentrasi 6% memiliki hasil persentase serangan *Cercospora* sp. terendah. Adapun persentase serangan *Cercospora* sp. dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Persentase Serangan Penyakit

Hasil persentase serangan menunjukkan perlakuan A3 (6% ACPKS) mengalami penurunan persentase yang signifikan hingga mencapai 20%. Hal ini diduga kandungan asap cair seperti fenol dan asam organik yang dihasilkan mampu bekerja secara efektif dalam menghambat perkembangan penyakit bercak daun. Menurut Cooke (2006) apabila persentase penyakit 25-50% penyakit tanaman belum dikatakan berbahaya. Hal ini menunjukkan bahwasanya pemberian asap cair pelepah kelapa sawit mampu menghambat perkembangan penyakit tanaman.

Persentase penyakit yang disebabkan oleh serangan *Cercospora* sp. pada perlakuan (kontrol) dan A0 (0% ACPKS) menunjukkan hasil yang sama yaitu dengan persentase sebesar 100%. Hal ini diduga, karena bibit kelapa sawit memiliki respon rentan terhadap serangan *Cercospora* sp. faktor pendukung dari lingkungan juga sangat berhubungan erat dengan perkembangan penyakit. Perkembangan penyakit banyak dibantu oleh kelembaban udara dan hujan sehingga fungi mampu membentuk spora dalam jumlah banyak (Anggraeni & Dendang, 2009). Kondisi bibit kelapa sawit yang masih muda juga menyebabkan ketahanan bibit masih rendah. Sehingga jamur menginfeksi dengan cepat.

3.4. Jumlah Bercak

Berdasarkan hasil sidik ragam memperlihatkan dengan berbagai konsentrasi pemberian asap cair menunjukkan pengaruh nyata pada jumlah bercak akibat serangan *Cercospora* sp. Adapun pertambahan jumlah bercak akibat serangan *Cercospora* sp. dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pertambahan Jumlah Bercak Akibat Serangan *Cercospora* sp

Perlakuan	Jumlah Bercak		
	Februari	Maret	April
A0 (0% ACPKS)	10,6 ^a	13,8 ^a	15,6 ^a
A1 (2% ACPKS)	7,6 ^a	10,4 ^{ab}	11,2 ^{ab}
A2 (4% ACPKS)	4,6 ^b	7 ^b	7,2 ^b
A3 (6% ACPKS)	5 ^b	5,8 ^b	6,4 ^b

Jumlah bercak terendah ditunjukkan pada perlakuan A3 (6% ACPKS) yaitu 6,4. Hal ini membuktikan bahwa pengendalian penyakit bercak daun dengan menggunakan asap cair dapat menghambat perkembangan *Cercospora* sp. Senyawa aktif yang terkandung dalam asap cair seperti fenol dan asam mampu memberikan efek antimikroba yang dapat menghambat perkembangan *Cercospora* sp. Mekanisme fenol sebagai antimikroba adalah meracuni protoplasma, merusak dinding membran, mengendapkan protein sel bakteri serta mengaktifkan enzim sehingga dapat menghambat perkembangan mikroba (Aisyah *et al* 2013).

3.5 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa pemberian asap cair dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata pada pengamatan tinggi bibit kelapa sawit. Data pertambahan tinggi bibit kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.

Tabel 3. Data Pertambahan Tinggi Bibit (cm) Kelapa Sawit di *Pre Nursery*

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	Februari	Maret	April
A0 (0% ACPKS)	20,2	21,8 ^b	24,8 ^b
A1 (2% ACPKS)	21,8	24,4 ^a	25,8 ^{ab}
A2 (4% ACPKS)	22,5	24,8 ^a	26,2 ^{ab}
A3 (6% ACPKS)	22,2	25,7 ^a	28,4 ^a

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi bibit kelapa sawit memberikan pengaruh nyata setara statistik yaitu tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan A0 (0% ACPKS) yaitu 24,08 cm, sedangkan tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan A3 (6% ACPKS) yaitu 28,4 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair maka semakin baik pula pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini diduga, karena pemberian asap cair dengan konsentrasi 6% mampu menghambat perkembangan penyakit bercak daun sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Gusmailina *et al.* (2017), Penelitian Muhakka *et al.* (2021) melaporkan bahwa pemberian asap cair dapat menghasilkan tanaman tertinggi pada rumput raja (*Pennisetum purpureophoides*) dibandingkan tanpa asap cair.

3.6. Diameter Batang

Berdasarkan hasil sidik ragam memperlihatkan pemberian berbagai konsentrasi asap cair tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter batang bibit kelapa sawit di *pre nursery*. Pengamatan diameter batang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Pertambahan Diameter Batang (cm) di *Pre Nursery*.

Perlakuan	Diameter Batang (cm)		
	Februari	Maret	April
A0 (0% ACPKS)	0,586	0,792	0,92
A1 (2% ACPKS)	0,586	0,772	0,94
A2 (4% ACPKS)	0,584	0,822	0,94
A3 (6% ACPKS)	0,552	0,742	0,96

Berdasarkan tabel 4.4. menunjukkan bahwa pengamatan diameter batang memberikan pengaruh tidak nyata secara statistik. Akan tetapi, pemberian konsentrasi asap cair memiliki diameter batang yang lebih baik dari perlakuan tanpa asap cair A0 (0% ACPKS). Ini dibuktikan pada perlakuan A3 (6% ACPKS) menunjukkan diameter bibit tertinggi dari perlakuan lainya dan memiliki peningkatan yang cukup signifikan pada 3 BSA yaitu 0,96 cm. Hal ini diduga bahwa kandungan asam asetat pada asap cair pelepah kelapa sawit berkerja secara efektif pada perlakuan A3 (6% ACPKS) sehingga serangan *Cercospora* sp. menjadi terhambat dan peningkatan diameter batang menjadi optimal. Menurut (Doni., dkk 2023) asam asetat yang berperan sebagai prekursor dari auksin yang merupakan hormon pertumbuhan tanaman.

3.7 Jumlah Daun

Berdasarkan hasil sidik ragam memperlihatkan pemberian asap cair pelepah kelapa sawit pada berbagai kosentrasi memberikan pengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun bibit kelapa sawit. . Jumlah daun pada masing-masing BSA dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data Pertambahan Jumlah Daun Kelapa Sawit di *Pre Nursery*.

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)		
	Februari	Maret	April
A0 (0% ACPKS)	3,4	4,4	5,2
A1 (2% ACPKS)	3,4	4,2	5,6
A2 (4% ACPKS)	3,0	4,0	5,4
A3 (6% ACPKS)	3,0	4,0	5,8

Pemberian asap cair pelepah kelapa sawit dengan berbagai konsentrasi menunjukkan tidak berpengaruh nyata secara statistik. Akan tetapi, perlakuan A3 (6% ACPKS) memiliki jumlah daun terbanyak dibandingkan perlakuan lainya. Hal ini diduga, karena asap cair pelepah kelapa sawit memberikan efek pemacu pertumbuhan dan pembentukan daun baru pada konsentrasi 6% asap cair. Menurut Efendi dkk. (2019) yang menyatakan bahwa pemberian asap cair dengan benar dapat langsung diserap oleh tanaman yang akan meningkatkan asupan pupuk dan mengurangi kerusakan oleh berbagai penyakit. Selain itu faktor pendukung lainya diduga didalam asap cair pelepah kelapa sawit tidak mengandung hara kalium yang berperan dalam pembentukan daun (Lukmana., dkk 2022).

4. KESIMPULAN

Pemberian asap cair pelepah kelapa sawit terbaik dalam menghambat *Cercospora* sp. di pembibitan kelapa sawit terdapat pada konsentrasi 6% dengan kriteria efektif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Yusmar Mahud, S.P., M.Si. dan Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M., Sc. Sebagai dosen pembimbing yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi, dan Ilmu Tanah dan Laboratorium UIN Agriculture Research Development Station (UARDS) Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
 Peneliti: Wasilatul Hasanah (082268299250)

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, I., Juli, N., & Pari, G. (2013). Mengendalikan cendawan penyebab penyakit antraknosa dan layu fusarium pada ketimun. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 31(2): 170-178.
- Anggraeni, I., & Dendang, B. (2009). Penyakit Bercak Daun pada Semai Nyatoh (*Palaquium* sp.) di Persemaian Balai Penelitian Kehutanan Ciamis. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 6(2): 99-108.
- Bambang, Y., Diba, F., & Anwari, S. (2019). Identifikasi Serangga Dan Penyakit Di Areal Persemaian Pt. Sari Bumi Kusuma Di Kecamatan Bukit Raya Kabupaten Katingan kalimantan Tengah. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(3).
- Cooke, B.M., Jones, D.G., & Kaye, B. (2006). *The Epidemiology of Plant Diseases*. Second Edition. Dordrecht, The Netherlands: Springer. 576pp
- Dalimunthe, C.I. dan R. Tistama. 2018. Potensi Asap Cair dalam Mengendalikan Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) pada Tanaman Karet. *ANR Conference Series*, 105-109.
- Doni, D., Ekyastuti, W., & Oramahi, H.A. (2023). Respon Pertumbuhan Semai Jengkol (*Archidendron pauciflorum*) Terhadap Pemberian Asap Cair Tempurung Kelapa. *Jurnal Lingkungan Hutan Tropis*, 2(1): 258-267.
- Fadillah, H.N. 2019. Uji Efektivitas Isolat *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Daun (*Septoria appi*) pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Lukmana, M., Karunia, D., & Majid, Z. A. N. M. (2022). Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit dengan Aplikasi Asap Cair Limbah Pelepah Kelapa Sawit. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 47(1): 129-136.
- Maulina, S., Nurtahara, dan Fakhradila. (2018). Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Fenol Pada Asap Cair. *Jurnal Teknik Kimia*, 7(2): 12-16.
- Marcelian, S., (2023). Identifikasi dan Persentase Serangan Patogen Penyakit pada Pembibitan Utama Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Desa Pematang Pauh Kecamatan Tungkal Ulu Kabupaten Tanjung Barat. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Batang Hari. Jambi.
- Mugiastuti, E., dan A. Manan. (2009). Pemanfaatan Asap Cair Untuk Mengendalikan *Fusarium Oxysporum* Dan *Meloidogyne* Spp. the Use of Liquid Smoke to Control *Fusarium Oxysporum* and *Meloidogyne* Spp. *Pembangunan Pedesaan*, 9(1).
- Muhakka, A. Napoleon, dan I. Hidayatul. (2021). Pengaruh Pemberian Asap Cair terhadap Pertumbuhan Rumput Raja (*Pennisetum Purpureobhoides*). *Jurnal Harian Regional*, 3(1): 30-34.
- Priwiratama, H., D. D. Eris., M.G. Pradana, dan T.A.P. Rozziansha. (2023). Status terkini penyakit bercak daun kelapa sawit di Sumatera dan Kalimantan. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 28(1): 27-38.
- Siddik, P., B.A. Dalimunthe., Y. Sepriani, dan K. Rizal. (2022). Analisis Kandungan Asap Cair dari Pelepah Kelapa Sawit dan Batok Kelapa Serta Perbandingan Ph Pelepah Kelapa Sawit dengan Batok Kelapa. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2): 607-611

NOMENKLATUR

BSA: Bulan Setelah Aplikasi
APCKS: Asap Cair Pelepah Kelapa Sawit
PDA: Potato Dextrose Agar

LAMPIRAN





Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Efektivitas Beberapa Konsentrasi Asap Cair Kayu Rambutan Menghambat Pertumbuhan *Gonoderma orbiforme* (Fr.) Ryvardeen

Yusmar M*), Fauziah Husna, Ahmad T

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, Padang, indonesia

*Koresponden: fauziahusna03@gmail.com

ABSTRACT

G. orbiforme is the most deadly stem rot disease in oil palm cultivation. This happens because *G. orbiforme* infects plants, so that the planting area will continue to be contaminated with increasingly frequent oil palm planting. The intensity of *G. orbiforme* attacks will continue to increase until it reaches 80%. One alternative control method that can be used is to use liquid rambutan wood smoke. This research aims to obtain a concentration of liquid rambutan wood smoke that is effective in inhibiting the growth of *G. orbiforme*. *In vitro*. This research was carried out from January to March 2024 at the Laboratory, Faculty of Agriculture and animal Science, Islamic State University Sultan Syarif Kasim Riau. This research used an experimental method with a completely randomized design (CRD) with 6 treatments (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%) with 4 replications of each treatment, resulting in 24 experimental units. Rambutan wood liquid smoke has a total of 3.47% phenol. Rambutan wood liquid smoke with a concentration of 4% is very effective in inhibiting the growth rate and effectiveness of the inhibitory power of *G. orbiforme* macroscopically.

Keyword: Liquid smoke: *Ganoderma orbiforme*, palm oil, *In vitro*

ABSTRAK

G. orbiforme merupakan penyakit Busuk Pangkal Batang yang paling mematikan pada budidaya kelapa sawit. Hal ini terjadi karena *G. orbiforme* menginfeksi tanaman, sehingga areal pertanaman akan terus terkontaminasi dengan semakin seringnya penanaman kelapa sawit. Intensitas serangan *G. orbiforme* akan terus meningkat hingga mencapai 80%. Salah satu alternatif dalam pengendalian yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan asap cair kayu rambutan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi asap cair kayu rambutan yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *G. orbiforme*. Secara *In vitro*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2024 di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%) dengan masing-masing perlakuan 4 kali ulangan sehingga menghasilkan 24 unit percobaan. Asap cair kayu rambutan memiliki total fenol 3,47%. Asap cair kayu rambutan konsentrasi 4% sangat efektif dalam menghambat laju pertumbuhan dan efektifitas daya hambat *G. orbiforme* secara makroskopis.

Kata Kunci: Asap cair: *Ganoderma orbiforme*, kelapa sawit, *In Vitro*

1. PENDAHULUAN

G. orbiforme merupakan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit (Widiastuti, dkk. 2016), Penyakit ini masih menjadi penyakit yang harus diwaspadai terutama pada perkebunan sawit yang telah

mengalami peremajaan (Angraini. 2017). Serangan *G. orbiforme* biasanya baru akan terjadi pada umur tanaman 10-12 tahun dengan tingkat serangan sekitar 1-2% dari total populasi, dan baru meningkat menjadi 25% pada saat tanaman berusia 25 tahun. Tetapi pada areal bekas pertanaman kelapa sawit, serangan *G. orbiforme* sudah terdeteksi secara sporadis pada kelapa sawit yang berusia 1-2 tahun. Serangannya juga akan terus meningkat dan semakin merata hingga mencapai intensitas serangan 15% pada tahun ke 2-3, dan pada tahun ke-4 sudah mencapai 60% (Priyanto, 2018).

Mempertimbangkan dampak negatif yang ditimbulkan akibat dari penggunaan fungisida sintetik, maka perlu adanya alternatif lain yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan asap cair sebagai fungisida untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit BPB pada perkebunan kelapa sawit (Sari, dkk. 2018). Asap cair merupakan bahan aktif yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur yang diperoleh dari hasil kondensasi fraksi uap atau gas yang terbentuk selama proses pirolisis dari bahan yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa (Sarwendah dkk. 2019). Daya hambat asap cair terhadap pertumbuhan mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh komponen kimia dan bahan baku sumber asap cair. Perbedaan komponen kimia asap cair terutama kandungan fenol dan asam diduga sangat mempengaruhi kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan *G. orbiforme*. Menurut Wowiling (2014) diketahui bahwa senyawa fenol dan turunannya pada kandungan asap cair mempunyai fungsi sebagai pencegah terjadinya serangan hama dan penyakit pada suatu tanaman. Berdasarkan uraian di atas, asap cair dapat dimanfaatkan sebagai alternatif fungisida alami dalam menghambat pertumbuhan *G. orbiforme*, sehingga penulis telah selesai melakukan penelitian mengenai “Efektivitas Beberapa Konsentrasi Asap Cair Kayu Rambutan Menghambat Pertumbuhan *Ganoderma orbiforme* (Fr.) Ryvarden.”

2. METODOLOGI

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah (PEMTA) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2024.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat *G. orbiforme* yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, alkohol 70%, air, *potato dextrose agar* (PDA), aquades, kapas, *aluminium foil*, *plastic wrap*, kertas label, dan asap cair kayu rambutan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah auto clave, gelas ukur, erlenmayer, pipet Mikro, batang pengaduk, spatula, tabung reaksi, timbangan analitik, kompor gas, *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), cawan, petri, korek api, jarum ose, hand sprayer, inkubator, membrane filter 0.22 µm, kulkas, *magnetic stirrer* 0,2 mm, botol vial, kamera, penggaris, alat tulis dan lampu Bunsen.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan. Pengujian efektivitas terhadap *G. orbiforme* dilakukan dengan menggunakan teknik media PDA. Teknik ini meliputi penanaman organisme uji pada media tumbuh yang sudah dicampur dengan bahan kimia uji dan mengukur pertumbuhan organisme uji. Di mana taraf konsentrasi perlakuan yang digunakan merujuk pada penelitian Mahmud dkk. (2021).

P0 = Kontrol (20 ml PDA + *G. orbiforme*)

P1 = 1% (0,2 ml asap cair + 19,8 ml PDA + *G. orbifome*)

P2 = 2% (0,4 ml asap cair + 19,6 ml PDA + *G. orbifome*)

P3 = 3% (0,6 ml asap cair + 19,4 ml PDA + *G. orbifome*)

P4 = 4% (0,8 ml asap cair + 19,2 ml PDA + *G. orbifome*)

P5 = 5% (1 ml asap cair + 19 ml PDA + *G. orbifome*)

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan:

Pembuatan Asap Cair Kayu Rambutan

Dalam pembuatan asap cair dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat pirolisis, kemudian kayu rambutan dijemur dibawah sinar matahari selanjutnya kayu dipotong dengan ukuran sekitar 15 cm lalu dimasukkan kedalam tabung pembakaran sebanyak 55 potong kayu selanjutnya masukkan pecahan es batu ke dalam tabung pendingin. Kemudian dilanjutkan dengan proses pembakaran selama 8 jam dengan suhu berkisar 547^oC. Cairan yang keluar dari kondensor setelah mengalami proses pengembunan, kemudian ditampung dalam wadah penampungan dan selanjutnya disaring agar sisa-sisa bahan yang terikut dapat dibersihkan.

Produk yang didapatkan setelah melakukan pirolisis adalah asap cair, tar, dan arang. Asap cair yang didapatkan masih bercampur dengan tar sehingga harus dimurnikan lagi agar bisa digunakan untuk fungsida alami. Untuk memisahkan tar dari asap cair, terlebih dahulu hasil pirolisis diendapkan selama 7 hari. Setelah itu dilakukan penyaringan dengan membran filter 0.22 μ m. Tahap filtrasi dilakukan di *Laminar Air Flow Cabinet* untuk mendapatkan asap cair yang murni

Pembuatan Media

Pembuatan media pada penelitian ini menggunakan *Potato Dektrose Agar* (PDA) adalah 360 ml aquades yang ditambahkan ke dalam Erlenmeyer yang telah berisi PDA yang telah ditimbang sebanyak 14,4 g, kemudian dihomogenkan menggunakan *magnetic stirer* dengan suhu 100^oC selama 15 menit (hingga terlihat homogen), selanjutnya Erlenmeyer yang berisi campuran media PDA ditutup menggunakan kapas dan *aluminium foil* pada mulut tabung, media selanjutnya disterilisasi (Mahmud dkk., 2021).

Sterilisasi Alat dan Bahan

Semua alat dan bahan tahan panas disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121^oC dan pada tekanan 15 lbs dengan lama waktu selama 20 menit Pada alat dan bahan yang tidak tahan panas dapat disterilkan dengan menggunakan alkohol 70%, sedangkan asap cair disterilkan dengan menggunakan membran filter 0,22 μ m dan ditampung pada botol vial steril secara aseptis.

Kultivasi Isolat *Ganoderma orbiforme*

Isolat *G. orbiforme* yang digunakan berasal dari koleksi Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, yang selanjutnya diperbanyak dengan cara isolat patogen *G. orbiforme* ditanam satu potongan inokulan pada bagian tengah media PDA dalam Cawan Petri yang memiliki diameter 9 cm menggunakan *Corck Borer*. Cawan Petri kemudian ditutup dan disegel pada sisi-sisinya menggunakan *plastic wrap*. Biakan kemudian diinkubasi pada suhu ruang sampai *G. orbiforme* memenuhi Cawan Petri.

Uji Hambat Pada Media PDA

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode peracun makanan, dengan prosedur pengujian

dilakukan secara *in vitro*, Cawan Petri berdiameter 9 cm di isi dengan media PDA atau sesuai dengan masing-masing konsentrasi perlakuan, kemudian media tersebut dicampur dengan asap cair dari pembakaran kayu rambutan dengan jumlah konsentrasi berdasarkan perlakuan. Kemudian biakan murni dari *G. orbiforme* diinokulasikan pada bagian tengah cawan petri dan diinkubasi pada suhu ruang (Oramahi, dkk. 2010).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kandungan Fenol dan pH

Hasil analisis total fenol dengan metode *Folin-Ciocalteu* menggunakan Spektrofotometer UV-Vis menunjukkan asap cair kayu rambutan memiliki kandungan fenol sebesar 1,76 %. Disajikan pada tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Total Fenol dan pH Asap Cair kayu Rambutan

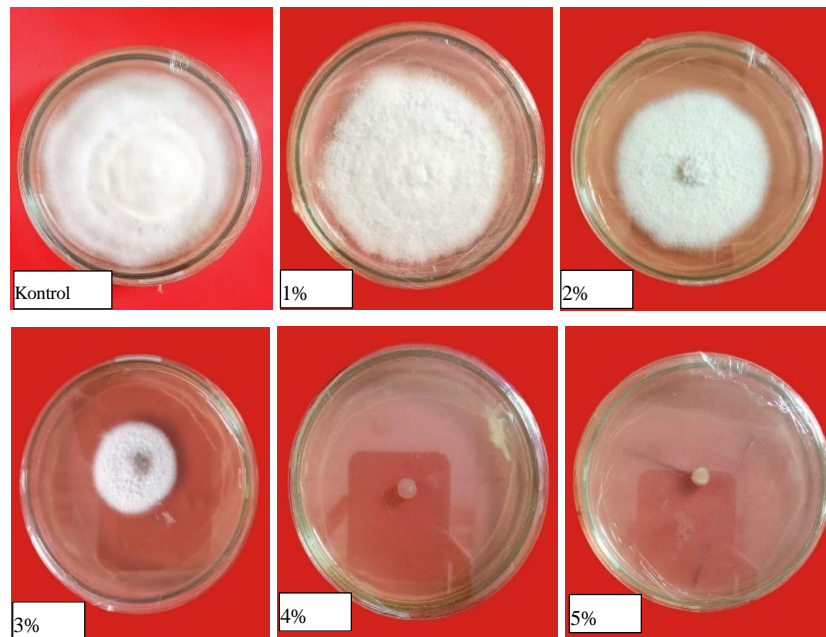
Sampel Uji	Total Fenol (%)	pH
Asap Cair Kayu Rambutan	1,76	4,19

Keterangan: Hasil merupakan rerata tiga kali ulangan

Fenol yang diperoleh terbentuk dari proses penguraian senyawa lignin yang terdapat dalam bahan baku dan hasil pembakaran pada ruang minim oksigen, selain itu pada proses penguapan pirolisis yang mengandung hemiselulosa, selulosa yang berperan sebagai antibakteri dan lignin yang berperan dalam menghambat proses oksidasi apabila diaplikasikan. Semakin banyak senyawa lignin yang terurai dalam bahan baku asap cair, semakin besar pula senyawa fenol dalam asap cair (Mahmud dkk., 2021). Selain senyawa fenol, asap cair kayu rambutan juga mengandung senyawa asam organik dengan pH 4,19. Dengan nilai pH dapat menentukan kualitas dari asap yang dihasilkan serta dapat menjadi faktor yang mempengaruhi dari laju pertumbuhan dan daya hambat mikroorganisme. Sesuai penjelasan Diatmika dkk, (2019) nilai total asam dan kadar fenol saling berkaitan satu dengan yang lainnya karena adanya pengaruh dari pH asap cair.

3.2. Karakteristik Makroskopis Koloni *Ganoderma orbiforme*

Pada pemberian asap cair kayu rambutan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan makroskopis *G. orbiforme*. Kosentrasi 4% - 5% *G. orbiforme* terlihat tidak tumbuh, pada kosentrasi 1% - 3% penyebaran *G. orbiforme* semakin kecil dan tidak memenuhi permukaan, sedangkan pada kosentrasi 0% memperlihatkan penyebaran *G. orbiforme* memenuhi permukaan cawan petri. Disajikan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Makroskopis Koloni *G. orbiforme* setiap perlakuan 14 HSI

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 4% - 5% tidak mengalami pertumbuhan selama 14 HSI, yang memperlihatkan tidak adanya penambahan diameter miselium *G. orbiforme*. Terjadinya penghambatan dikarenakan terdapat senyawa fenol yang memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan *G. orbiforme* telah mencapai tingkat yang cukup tinggi untuk menghambat pertumbuhan *G. orbiforme*. Pada konsentrasi 1% - 3% miselium sedikit tampak tidak memenuhi cawan petri selama 14 HSI, yang memperlihatkan pertumbuhan *G. orbiforme* lebih lambat dan kemampuan hifa untuk tumbuh dan membentuk miselium sulit dilakukan. Meskipun konsentrasinya rendah, senyawa fenol memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan *G. orbiforme*. Sedangkan pada konsentrasi kontrol mengalami pertumbuhan ini dikarenakan tidak adanya pemberian asap cair pada media kontrol sehingga *G. orbiforme* dapat tumbuh membentuk lingkaran hampir sempurna dan memiliki warna putih seperti kapas (Agustina, 2020).

3.3 Laju Pertumbuhan *Ganoderma orbiforme*

Hasil rerata laju pertumbuhan *G. orbiforme* dimulai pada pengamatan 1 HSI sampai pengamatan ke 14 HSI Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa setiap perlakuan konsentrasi berpengaruh sangat berbeda nyata terhadap persentase laju pertumbuhan *G. orbiforme*. Dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

Tabel 2. Laju Pertumbuhan *G. orbiforme* Selama 14 HSI

Perlakuan	Laju Pertumbuhan <i>G. orbiforme</i> (cm/hari)
0% asap cair	0.64 ^a
1% asap cair	0.55 ^{ab}
2% asap cair	0.50 ^b
3% asap cair	0.13 ^c
4% asap cair	0.00 ^d
5% asap cair	0.00 ^d

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan pada tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi 4% - 5% sudah menunjukkan penghambatan 100%. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh penambahan asap cair kayu rambutan yang mengandung senyawa fenol yang dapat mengganggu proses metabolisme *G. orbiforme*. Pada pemberian konsentrasi 1% - 3% sudah adanya penghambatan yang terjadi pada *G. orbiforme* yang menandakan adanya pengaruh dari pemberian asap cair kayu rambutan. Hal ini didukung dengan penelitian Wildan dkk. (2021) menunjukkan bahwa hasil asap cair kayu rambutan sudah efektif dalam menghambat *G. orbiforme*, hal ini merupakan akibat terjadi aktifitas antimikroba yang terkandung dalam asap cair tersebut dikelompokkan dalam fenol dan asam (Suyanto, 2019). Sedangkan pada konsentrasi kontrol 0% yang menunjukkan tidak adanya penghambatan yang terjadi pada *G. orbiforme*. Hal ini dikarenakan tidak adanya zat kimia atau senyawa fenol dan asam organik dari asap cair kayu rambutan yang dapat berperan sebagai penghambat pertumbuhan *G. orbiforme*.

4.4. Efektifitas Daya Hambat *Ganoderma orbiforme*

Hasil rerata daya hambat *G. orbiforme* dimulai pada pengamatan 1 HSI sampai pengamatan ke 14 HSI Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa setiap perlakuan konsentrasi berpengaruh sangat berbeda nyata terhadap persentase daya hambat *G. orbiforme*. Dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Daya Hambat *G. orbiforme*

Perlakuan	Persentase Hambatan <i>G. orbiforme</i> (%)	Kategori
0% asap cair	0,00 ^a	Tidak efektif
1% asap cair	13,25 ^b	Sangat kurang efektif
2% asap cair	21,00 ^b	Sangat kurang efektif
3% asap cair	79,25 ^c	Sangat kurang efektif
4% asap cair	100 ^d	Sangat efektif
5% asap cair	100 ^d	Sangat efektif

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan tabel 3 pada konsentrasi 4% - 5% memiliki kategori sangat efektif dalam menghambat *G. orbiforme*. Kadir *et al.*, (2022) melaporkan bahwa komponen dominan penyusun asap cair kayu rambutan adalah fenol dan asam organik diduga memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *G. orbiforme*. Pada konsentrasi 1% - 3% memiliki kategori sangat kurang efektif karena terjadi penghambatan. Adanya penghambatan yang terjadi dikarenakan adanya penambahan dari asap cair kayu rambutan yang memiliki kandungan senyawa aktif yang bisa menghambat pertumbuhan *G. orbiforme* (Hidayat, 2019). Sedangkan pada perlakuan konsentrasi 0% memiliki kategori tidak efektif karena tidak terjadinya penghambatan 0% pada pertumbuhan *G. orbiforme*. Hal ini terjadi karena tidak adanya penambahan asap cair kayu rambutan sehingga *G. orbiforme* dapat tumbuh dengan sempurna.

4. KESIMPULAN

Asap cair kayu rambutan konsentrasi 4% sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma orbiforme* secara *In Vitro*

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N.A. 2020. Efektivitas Daya Hambat Asap Cair Tempurung Kelapa (*Coccus nucifera*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Ganoderma orbiforme*, *Agroprimatech*, 3(2): 79-88.
- Agustina, N.A. 2020. Efektivitas Daya Hambat Asap Cair Tempurung Kelapa (*Coccus nucifera*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Ganoderma orbiforme*, *Agroprimatech*, 3(2): 79-88.
- Angraini, E. 2017. Uji Antagonisme *Lentinus cladopus* LC4 terhadap *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Biosfera*, 34: 144-149.
- Hidayat, D. 2019. Efektivitas Asap Cair Dalam Penghambat Pertumbuhan *Corynespora cassicola* Penyebab Penyakit Gugur Daun PAD Tanaman Pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. ARG) Secara *In Vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.Pekanbaru.
- Kadir, R, MSM Ali, SN Kartal, P Elham, NAM Ali, end AF Awang. 2022. Chemical characterization of pyrolysis liquids from *Dyera costulata* and evaluation of their bio-efficiency against subterranean termites, *Coptotermes curvignathus*. *European Journal of Wood and Wood Products*. 80: 45-56.
- Mahmud, Y., D. Lististio, M. Irfan dan S.I. Zam. 2021. Efektivitas Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Mengendalikan *Ganoderma orbiforme* dan *Curvularia* sp secara *In Vitro*. *Jurnal Pertanian Presisi*. 5(1): 24- 40.
- Oramahi, H. A., F, Diba dan Wahdina. 2010. Efikasi Asap Cair dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam Penekanan Perkembangan Jamur *Aspergillus niger*. *Jurnal HPT Tropika*, 10(2): 146-153.
- Priyanto, T.P. 2018. Pendekatan Ekologis Mengatasi Penyakit Busuk Pangkal Batang *Ganoderma* pada Kelapa Sawit. *Jurnal Badan Litbang Pertanian*, 5 (2): 86-90.
- Sari, Y.P. 2018. Identifikasi Mutu Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agroqua*. 16:1-8.
- Sarwendah, M., Feriadi, T. Wahyuni dan T.N. Arisanti. 2019. Pemanfaatan Limbah Komoditas Perkebunan untuk Pembuatan Asap Cair. *Jurnal Littri*, 25(1): 22 – 30.
- Suyanto, A., I. Astar, T. Agnes dan M. Amalia.2021. Pengaruh Peracunan Media dengan Asap Cair Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*) pada Pertumbuhan Jamur *Collectoricum* sp. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. *Jurnal Variabel*.4(2):53-60
- Wildan, M, K., Suryaminarsih, P., dan Purnawati, A. (2021). Potensi Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) *In Vivo* . Prosiding Seminar Nasional Agroteknologi, 34-43.
- Wowiling D. 2014. Pembuatan dan karakterisasi Asap Cair Sabut Kelapa Berpotensi sebagai Insektisida Organik terhadap *Epilacha admirabilis* pada Tanaman labu. Jurusan Kimia UNIMA.

NOMENKLATUR

HSI : Hari Setelah Inkubasi

RAL : Rancangan Acak Lengkap

BPB : Busuk Pangkal Batang



Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan VI

| ISSN (Print) 2356-4938 | ISSN (Online) 2541-38|



Analisis Potensi Wisata di Sepanjang Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan Nur Febrianti^{1,2)}, Muhammad Fredesman², Esi Witria², Aang Abdul Gofar²

¹ Program Doktor Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Riau, Riau, Indonesia

² Badan Riset dan Inovasi Daerah Kabupaten Pelalawan, Riau, Indonesia

*Koresponden: nfebrianti@gmail.com

ABSTRACT

Pelalawan Regency, located along the Kampar River, has significant potential for agrotourism development but faces challenges related to its geographical conditions, such as peatland prone to flooding and environmental degradation. This study aims to evaluate the agrotourism potential in the region using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and geospatial analysis. The AHP method is employed to assess and prioritize key criteria affecting agrotourism development potential, including peat depth, accessibility, soil type, land use, demographics, types of enterprises, and human resource capacity. Primary data were collected through interviews with local stakeholders, while secondary data included information on soil types, peat distribution, land use, demographics, and infrastructure. Geospatial analysis was conducted to map agrotourism potential based on land suitability, classifying areas into recommended, suitable, moderately suitable, unsuitable, and not recommended. AHP analysis results indicate that peat depth and accessibility are the primary factors in determining agrotourism potential. Areas with no peat and good access have the highest potential, followed by alluvial soil types and shrubland and APL areas. Demographics and enterprise diversity also influence development potential, while local human resource capacity, though less weighted, remains important. Langgam District emerges as the area with the greatest potential for agrotourism development in Pelalawan Regency, due to its proximity to the district capital and lower peatland presence. The study concludes that focus should be placed on peat depth and accessibility as primary priorities for agrotourism development, along with addressing supporting factors such as soil type and human resource capacity. These findings provide a strategic basis for investment priorities and sustainable development, supporting the "Pelalawan Sejuk" program and offering guidance for sustainable tourism policies at the national level.

Keyword: Agrotourism, Analytic Hierarchy Process, Geographic Information Systems, Land Suitability

ABSTRAK

Kabupaten Pelalawan, yang terletak di sepanjang Sungai Kampar, memiliki potensi signifikan untuk pengembangan agrowisata, meskipun menghadapi tantangan terkait kondisi geografisnya seperti lahan gambut yang rentan terhadap banjir dan kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi agrowisata di wilayah ini dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan analisis geospasial. Metode AHP digunakan untuk menilai dan memprioritaskan kriteria utama yang mempengaruhi potensi pengembangan agrowisata, yaitu kedalaman gambut, aksesibilitas, jenis tanah, tata guna lahan, demografi, jenis usaha, dan kapasitas sumber daya manusia. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dengan pemangku kepentingan lokal, sementara data sekunder mencakup informasi tentang jenis tanah, sebaran gambut, tata guna lahan, demografi, dan infrastruktur. Analisis geospasial dilakukan untuk memetakan potensi agrowisata berdasarkan tingkat kesesuaian lahan, dengan mengklasifikasikan area menjadi wilayah yang direkomendasikan, sesuai, agak sesuai, tidak sesuai, dan tidak direkomendasikan. Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa kedalaman

gambut dan aksesibilitas adalah faktor utama dalam menentukan potensi agrowisata. Lahan tanpa gambut dan akses yang baik memiliki potensi tertinggi, diikuti oleh jenis tanah aluvial dan lahan semak belukar dan APL. Faktor demografi dan keberagaman usaha juga mempengaruhi potensi pengembangan, sementara kapasitas sumber daya manusia lokal, meskipun memiliki bobot lebih kecil, tetap penting. Kecamatan Langgam muncul sebagai lokasi dengan potensi pengembangan agrowisata terluas di Kabupaten Pelalawan, berkat keunggulan utamanya berupa kedekatannya dengan ibukota kabupaten dan lahan gambut yang lebih sedikit. Kesimpulan penelitian ini menekankan perlunya fokus pada kedalaman gambut dan aksesibilitas sebagai prioritas utama dalam pengembangan agrowisata, serta penanganan faktor pendukung seperti jenis tanah dan kapasitas sumber daya manusia. Temuan ini menyediakan dasar strategis untuk prioritas investasi dan pengembangan berkelanjutan, mendukung program "Pelalawan Sejuk", dan memberikan panduan bagi kebijakan pariwisata berkelanjutan di tingkat nasional.

Kata Kunci: Agrowisata, Analytic Hierarchy Process, Sistem Informasi Geografis, Kelayakan Lahan

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Pelalawan, yang terletak di bagian timur Provinsi Riau, merupakan wilayah dengan potensi besar sekaligus tantangan dalam pengembangan agrowisata. Secara geografis, Kabupaten ini terletak di sepanjang aliran Sungai Kampar, yang tidak hanya menawarkan pemandangan alam yang indah tetapi juga berperan penting sebagai sumber kehidupan bagi komunitas lokal. Wilayah ini didominasi oleh lahan gambut yang subur, yang mendukung kegiatan pertanian dan ekonomi berbasis lahan. Namun, kondisi geografis ini juga menimbulkan tantangan, seperti risiko banjir, degradasi lahan, dan perubahan lanskap akibat pengelolaan lahan yang kurang optimal. Risiko banjir yang sering terjadi, misalnya, menjadi ancaman yang nyata terhadap stabilitas ekosistem dan produktivitas pertanian, yang secara langsung mempengaruhi kehidupan masyarakat lokal.

Dari perspektif sosial-ekonomi, masyarakat Kabupaten Pelalawan terdiri dari berbagai latar belakang, dengan mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan. Meskipun sektor pertanian menjadi sumber pendapatan utama, potensi ekonomi daerah ini belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu peluang yang dapat dikembangkan adalah agrowisata, yang tidak hanya berpotensi mendorong pembangunan sosial-ekonomi, tetapi juga mengurangi dampak lingkungan yang merugikan (Ndhlovu & Dube, 2024; Ammirato *et al.*, 2020). Namun, diversifikasi produk dan pengembangan nilai tambah melalui sektor pariwisata masih belum tereksplorasi secara maksimal. Selain itu, keterbatasan infrastruktur dasar seperti jalan, fasilitas kesehatan, dan pendidikan menjadi kendala utama dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta dalam memaksimalkan potensi pariwisata. Oleh karena itu, pengembangan infrastruktur yang lebih baik menjadi kebutuhan mendesak untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang lebih inklusif dan berkelanjutan di wilayah ini.

Selain itu, program "Pelalawan Sejuk" yang digagas oleh pemerintah daerah menunjukkan komitmen untuk mendorong pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif, dengan sektor pariwisata sebagai salah satu pilar utamanya. Pengembangan agrowisata di Kabupaten Pelalawan dapat menjadi katalisator bagi transformasi ekonomi lokal, namun hal ini memerlukan strategi yang terintegrasi yang mencakup peningkatan infrastruktur, keterlibatan masyarakat, serta promosi yang efektif.

Budaya di Kabupaten Pelalawan sangat kaya dan beragam, dengan warisan adat istiadat yang masih dijunjung tinggi oleh masyarakat. Kekayaan budaya ini tercermin dalam berbagai upacara adat, seni, dan kerajinan tangan khas, yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai daya tarik wisata. Pengembangan agrowisata yang terintegrasi dengan elemen budaya dapat memberikan pengalaman yang autentik bagi wisatawan, sekaligus melestarikan dan mempromosikan kekayaan budaya lokal. Hal ini juga akan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat melalui peningkatan kunjungan wisatawan dan diversifikasi sumber pendapatan.

Berbagai literatur ilmiah dan laporan kebijakan telah menunjukkan keberhasilan pengembangan agrowisata di wilayah lain yang serupa. Keberhasilan agrowisata dalam mengubah daerah pedesaan menjadi tujuan wisata bergantung pada sejumlah faktor kunci. Pertama, integrasi praktik pertanian lokal dengan kegiatan pariwisata memainkan peran penting dalam menciptakan pengalaman yang autentik, yang menarik bagi pengunjung yang mencari pengalaman berkelanjutan dan imersif (Guerra *et al.*, 2024). Selain itu, keterlibatan aktif masyarakat lokal dalam perencanaan dan pelaksanaan inisiatif agrowisata sangat krusial untuk memastikan bahwa manfaat ekonomi dan sosial didistribusikan secara adil serta untuk menjaga kelestarian warisan budaya (Diareme, 2023; Joseph, 2022). Kemandirian masyarakat dalam identifikasi masalah dan potensi sangat penting untuk penyusunan program kerja dan perencanaan agrowisata sehingga dapat diupayakan terealisasi (Tamam *et al.* 2020). Pemasaran yang efektif, yang menyoroti keunikan penawaran lokal, juga berperan penting dalam meningkatkan visibilitas destinasi agrowisata dan menarik lebih banyak wisatawan (Mahaptra *et al.*, 2023).

Namun, tantangan seperti keberlanjutan lingkungan dan potensi komodifikasi budaya harus dikelola dengan cermat untuk memastikan kesuksesan jangka panjang agrowisata (Joseph, 2022). Pengelolaan lingkungan yang tepat menjadi krusial di Kabupaten Pelalawan, mengingat karakteristik lahan gambut yang rentan terhadap kerusakan jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang menggabungkan keterlibatan masyarakat, pemasaran yang efektif, dan pengembangan infrastruktur sangat diperlukan dalam transformasi daerah pedesaan melalui agrowisata.

Di Indonesia, pengembangan agrowisata dihadapkan pada beberapa tantangan, termasuk infrastruktur yang tidak memadai, kurangnya tenaga kerja yang terampil, dan masalah keberlanjutan lingkungan. Penelitian menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi dan fasilitas yang buruk menghambat akses ke situs agrowisata, yang pada akhirnya membatasi keterlibatan wisatawan dan manfaat ekonomi yang dapat dirasakan oleh masyarakat lokal (Mokoagow *et al.*, 2024). Masalah lingkungan, seperti degradasi lahan dan kelangkaan air, juga menjadi tantangan signifikan dalam memastikan keberlanjutan praktik agrowisata (Yanfika *et al.*, 2024). Untuk mengatasi tantangan ini, investasi dalam pengembangan infrastruktur dan program pelatihan bagi masyarakat lokal sangat penting untuk meningkatkan kualitas layanan dan efisiensi operasional (Reza, 2022).

Pendekatan metodologis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk pengambilan keputusan, yang menggabungkan pendapat ahli dan memprioritaskan kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya. Studi-studi yang relevan sebelumnya yang menggunakan metode AHP termasuk Mahaptra *et al.* (2023), Yang & Kong (2022), dan Guo (2022). AHP menyediakan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur, sehingga subjektivitas dalam pengambilan keputusan dapat diminimalkan. Penilaian dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan mencerminkan preferensi dan prioritas yang kemudian diolah untuk menentukan bobot masing-masing kriteria. Langkah-langkah tersebut akan membantu menghasilkan keputusan yang optimal dalam penentuan potensi pengembangan agrowisata di wilayah penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lahan, mengevaluasi tantangan infrastruktur dan aksesibilitas, serta mengembangkan strategi yang mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan dan pemberdayaan masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperluas temuan dari studi-studi sebelumnya tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam konteks pengembangan agrowisata di lahan gambut yang memiliki karakteristik dan tantangan unik. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi strategis yang relevan untuk mendukung program "Pelalawan Sejuk" serta menginspirasi kebijakan pariwisata berkelanjutan di tingkat nasional

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi terkait di Kabupaten Pelalawan. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dengan pemangku kepentingan lokal untuk mengidentifikasi ketersediaan sumber daya manusia dalam pengelolaan agrowisata. Data sekunder mencakup jenis tanah, sebaran gambut, tata guna lahan, demografi Kabupaten Pelalawan tahun 2023, jenis usaha masyarakat tahun 2023, akses jalan di Kabupaten Pelalawan tahun 2023, yang diperoleh dari instansi

pemerintahan setempat. Data- data ini dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi potensi pengembangan agrowisata di sepanjang Sungai Kampar.

Dari penelitian Febrianti *et al.*, (2023) diketahui bahwa faktor curah hujan dan topografi tidak terlalu berpengaruh dalam perhitungan AHP. Hal ini dikarenakan curah hujan dan topografi di Kabupaten Pelalawan memiliki kisaran yang sama di hampir seluruh daerah. Pada Febrianti & Fredesman (2024) juga terlihat bahwasanya pendapatan asli daerah (PAD) serta ketersediaan sarana dan prasarana pendukung di daerah kajian tidak perlu dipertimbangkan. Hal ini karena PAD dan ketersediaan sarana prasarana di semua daerah kajian memiliki nilai yang sama. Sehingga dalam perhitungan AHP tidak akan memberikan perbedaan yang signifikan.

2.1 Analytic Hierarchy Process (AHP)

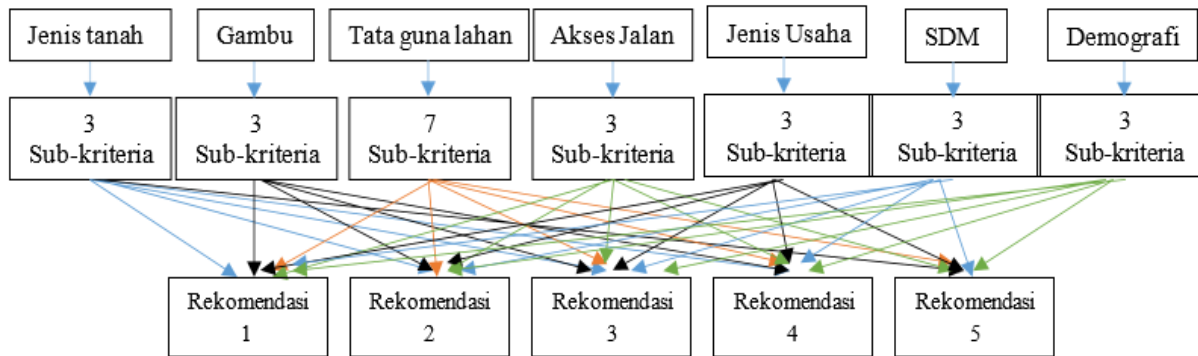
Pendekatan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menilai dan memprioritaskan berbagai kriteria yang mempengaruhi pengembangan agrowisata. AHP adalah metode pengambilan keputusan yang membantu menguraikan kompleksitas masalah menjadi elemen-elemen yang lebih kecil dalam struktur hierarkis. Proses AHP dalam penelitian ini melibatkan beberapa langkah penting:

1. Identifikasi Kriteria dan Subkriteria: Penelitian ini mengidentifikasi 7 kriteria utama yang berkembang menjadi 25 sub-kriteria untuk mengukur potensi pengembangan agrowisata (Gambar 1). Misalnya, jenis tanah dan sebaran gambut merupakan kriteria utama yang dipecah menjadi sub-kriteria seperti tekstur tanah, dan kedalaman gambut.
2. Matriks Perbandingan Berpasangan: Setiap kriteria dan subkriteria dinilai berdasarkan kepentingan relatifnya terhadap kriteria yang lebih tinggi dalam hierarki. Penggunaan skala intensitas dari 1 hingga 9 memungkinkan penilaian yang sistematis (Tabel 1), di mana preferensi antara dua elemen dibandingkan untuk menentukan bobot relatif mereka.

Tabel 1. Intensitas Kepentingan

Intensitas Kepentingan	Definisi
1	Sama penting dibandingkan dengan yang lain
3	Sedikit lebih penting dibanding yang lain
5	Cukup penting dibanding dengan yang lain
7	Sangat penting dibanding dengan yang lain
9	Ekstrem pentingnya dibanding yang lain
2,4,6,8	Nilai di antara dua penilaian yang berdekatan
Resiprokal	Jika elemen <i>i</i> memiliki salah satu angka di atas dibandingkan elemen <i>j</i> , maka <i>j</i> memiliki nilai kebalikannya ketika dibanding dengan <i>i</i>

3. Penghitungan Bobot Kriteria: Melalui analisis matriks perbandingan berpasangan, bobot untuk masing-masing kriteria dan subkriteria dihitung. Konsistensi penilaian diuji menggunakan rasio konsistensi, memastikan bahwa keputusan yang diambil memiliki dasar yang kuat dan logis.
4. Penentuan Alternatif: Berdasarkan hasil perhitungan bobot, 5 alternatif dikembangkan untuk menilai kesesuaian wilayah sebagai daerah agrowisata, yaitu: direkomendasikan, sesuai, agak sesuai, tidak sesuai, dan tidak direkomendasikan. Alternatif ini digunakan untuk memberikan rekomendasi tentang area mana yang paling potensial untuk pengembangan agrowisata berdasarkan kriteria yang ditetapkan.



Gambar 1. Proses *Analytic Hierarchy Process* (AHP) Pengembangan Agrowisata di Kabupaten Pelalawan

Metodologi ini memberikan kerangka kerja yang terstruktur dalam proses penilaian, sehingga setiap langkah pengambilan keputusan dapat dilakukan secara sistematis. Dengan pendekatan ini, keputusan yang diambil menjadi lebih tepat sasaran, didukung oleh informasi yang relevan. Hal ini memastikan bahwa setiap keputusan sejalan dengan upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan di Kabupaten Pelalawan.

2.2 Analisis Geospasial

Metode analisis geospasial dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data geospasial yang melibatkan dua sumber utama. Data primer diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara dengan pemangku kepentingan lokal, bertujuan untuk mendapatkan informasi rinci mengenai kondisi lahan, aksesibilitas, dan penggunaan lahan di Kabupaten Pelalawan. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari sumber-sumber yang tersedia seperti peta topografi, peta penggunaan lahan, citra satelit, serta data iklim dan tanah yang diperoleh dari instansi pemerintah dan lembaga penelitian.

Proses berikutnya adalah pengolahan data menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Pemetaan lahan dilakukan untuk mengidentifikasi jenis tanah, sebaran gambut, dan tata guna lahan. Data ini kemudian digunakan untuk klasifikasi kesesuaian lahan, mengelompokkan area berdasarkan kategori seperti wilayah yang direkomendasikan, sesuai, agak sesuai, tidak sesuai, dan tidak direkomendasikan. Klasifikasi ini memperhitungkan kriteria utama seperti kedalaman gambut, jenis tanah, dan aksesibilitas.

Selanjutnya, dilakukan analisis overlay untuk mengintegrasikan berbagai lapisan data yang telah dipetakan. Teknik ini memungkinkan penilaian kesesuaian lahan secara menyeluruh dengan menggabungkan informasi dari berbagai sumber. Hasil dari analisis ini berupa peta tematik yang menunjukkan area dengan potensi agrowisata tertinggi, yang mempermudah visualisasi dan identifikasi lokasi strategis untuk pengembangan. Pemetaan dan analisis ini memberikan gambaran jelas mengenai potensi agrowisata dan mendukung keputusan terkait prioritas pengembangan wilayah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 AHP Pengembangan Agrowisata

Penelitian ini menggunakan metode AHP untuk menilai potensi pengembangan agrowisata di sepanjang Sungai Kampar, Kabupaten Pelalawan. Berdasarkan analisis yang dilakukan, beberapa kriteria utama yang berpengaruh terhadap potensi pengembangan agrowisata telah diidentifikasi, yakni kedalaman gambut, aksesibilitas, jenis tanah, tata guna lahan (*Land Use Land Cover/LULC*), demografi, jenis usaha, dan kemampuan pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM).

1. Kedalaman Gambut: Kriteria kedalaman gambut memiliki bobot tertinggi sebesar 0,4254, dengan sub-kriteria lahan tanpa gambut (kedalaman 0 cm) yang memperoleh bobot akhir tertinggi sebesar 0,2694. Hal ini menunjukkan bahwa lahan tanpa gambut memiliki potensi terbesar untuk dikembangkan menjadi kawasan agrowisata, karena lebih mudah dikelola dan kurang rentan terhadap permasalahan lingkungan

seperti subsidi atau kebakaran.

2. Aksesibilitas: Aksesibilitas muncul sebagai kriteria dengan bobot kedua tertinggi sebesar 0,2469. Sub-kriteria akses lancar memiliki bobot akhir terbesar yaitu 0,1564, menegaskan pentingnya infrastruktur jalan yang baik dalam mendukung pengembangan agrowisata. Aksesibilitas yang baik memudahkan wisatawan untuk mencapai lokasi dan mendukung aktivitas ekonomi di daerah tersebut.
3. Jenis Tanah: Kriteria jenis tanah memiliki bobot sebesar 0,1464, dengan sub-kriteria tanah aluvial yang mendapatkan bobot akhir tertinggi sebesar 0,0927. Jenis tanah ini dianggap paling cocok untuk pengembangan agrowisata karena kesuburannya dan kemampuan mendukung berbagai jenis tanaman, yang merupakan faktor penting dalam keberhasilan agrowisata.
4. *Land Use Land Cover* (LULC): Pada kriteria LULC, sub-kriteria semak belukar dan Area Penggunaan Lain (APL) memiliki bobot akhir tertinggi sebesar 0,0368. Lahan semak belukar dan APL memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena umumnya merupakan lahan yang belum dimanfaatkan secara optimal dan dapat dikonversi menjadi lahan agrowisata dengan intervensi minimal.
5. Demografi: Kriteria demografi memiliki bobot yang lebih kecil (0,0165) namun tetap penting. Sub-kriteria dengan populasi di atas rata-rata Kabupaten mendapat bobot akhir tertinggi sebesar 0,0104. Wilayah dengan populasi tinggi cenderung memiliki dinamika sosial-ekonomi yang lebih kuat, yang bisa mendukung keberlanjutan agrowisata.
6. Jenis Usaha: Kriteria jenis usaha memperoleh bobot sebesar 0,0500, dengan sub-kriteria “sangat beragam” yang memiliki bobot akhir sebesar 0,0317. Keberagaman usaha yang tinggi di suatu wilayah menunjukkan adanya ekonomi lokal yang dinamis, yang dapat mendukung pengembangan agrowisata dengan menyediakan berbagai produk dan layanan pendukung.
7. Sumber Daya Manusia (SDM): Kriteria SDM dengan kemampuan mengelola kawasan agrowisata memperoleh bobot akhir sebesar 0,0179. Meskipun bobotnya lebih kecil dibandingkan kriteria lain, kemampuan SDM lokal dalam mengelola agrowisata sangat penting untuk keberlanjutan usaha ini. Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan kapasitas SDM melalui pelatihan dan pengembangan keterampilan.

Berdasarkan hasil analisis AHP, dapat disimpulkan bahwa kedalaman gambut dan aksesibilitas merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan agrowisata di sepanjang Sungai Kampar. Lahan dengan kedalaman gambut 0 cm dan akses jalan yang lancar memiliki potensi terbesar untuk dikembangkan. Hal ini karena lahan tanpa gambut lebih mudah diolah untuk pertanian, sementara aksesibilitas yang baik memastikan keberlanjutan pengembangan dengan mendukung mobilitas pengunjung dan logistik.

Selain itu, jenis tanah aluvial juga menjadi faktor penting karena kesuburannya yang mendukung pertanian. Lahan yang saat ini berupa semak belukar dan APL dapat diubah menjadi area agrowisata yang produktif dengan intervensi yang relatif rendah, mengingat bobot akhir yang diperolehnya menunjukkan potensi yang signifikan. Demografi dan keberagaman usaha di wilayah tersebut juga mempengaruhi potensi pengembangan. Wilayah dengan populasi tinggi dan keberagaman usaha yang besar lebih memungkinkan untuk mendukung agrowisata, karena menawarkan pasar yang lebih besar dan berbagai produk serta layanan yang dapat menarik wisatawan.

Meskipun SDM memiliki bobot yang lebih rendah, pentingnya pengelolaan yang baik tidak dapat diabaikan. Pengembangan kapasitas SDM di daerah ini akan menjadi faktor kunci dalam memastikan keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan agrowisata.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan agrowisata di sepanjang Sungai Kampar. Penggabungan faktor-faktor utama seperti kedalaman gambut dan aksesibilitas dengan faktor pendukung lainnya akan menghasilkan strategi pengembangan yang lebih komprehensif dan berkelanjutan. Pemangku kepentingan dapat menggunakan hasil ini untuk menentukan prioritas investasi dan merancang intervensi yang tepat guna mengoptimalkan potensi agrowisata di wilayah tersebut.

3.2 Geospasial Pengembangan Agrowisata

Gambar 2 yang menunjukkan peta potensi pengembangan agrowisata di sepanjang Sungai Kampar

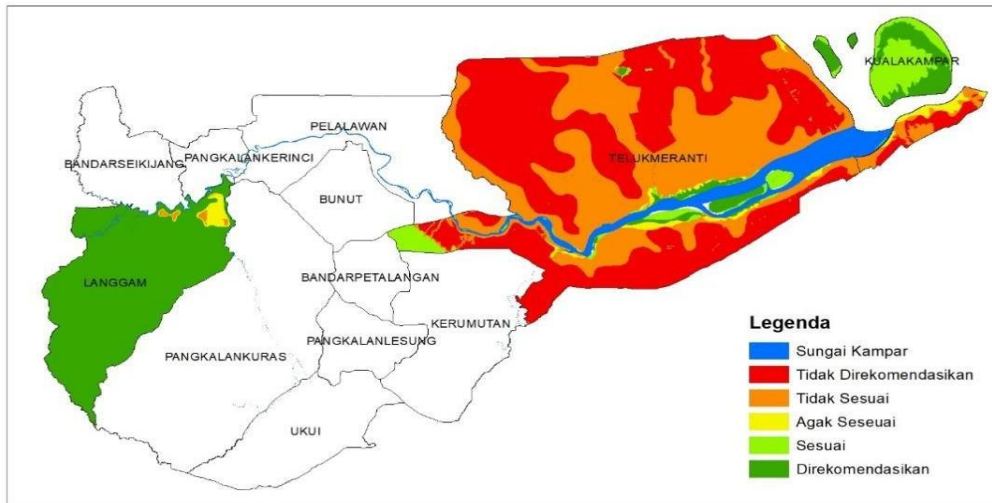
menampilkan wilayah yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat kesesuaian untuk pengembangan agrowisata. Tinjauan ini akan lebih fokus pada pemahaman konteks lokal dan bagaimana analisis ini dapat dioptimalkan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.

1. Wilayah yang Direkomendasikan. Wilayah yang direkomendasikan ditandai dengan warna hijau gelap. Area ini memiliki karakteristik optimal seperti aksesibilitas yang baik, jenis tanah yang mendukung, dan kedalaman gambut yang minimal. Penting untuk menyoroti bahwa wilayah ini perlu pengelolaan yang cermat, terutama terkait dengan intervensi berbasis teknologi dan keberlanjutan lingkungan. Potensi dampak terhadap ekosistem lokal juga harus diperhatikan, mengingat hubungan antara tanah, air, dan vegetasi dalam ekosistem gambut.
2. Wilayah yang Sesuai. Warna hijau muda menunjukkan area yang sesuai dengan beberapa batasan yang dapat memengaruhi potensi agrowisata. Misalnya, kedalaman gambut yang lebih dalam dan aksesibilitas yang kurang optimal dibandingkan dengan wilayah yang direkomendasikan. Penting untuk melakukan analisis risiko tambahan terkait aspek ekonomi dan sosial di wilayah ini untuk memaksimalkan potensi, misalnya dengan peningkatan infrastruktur atau pengelolaan lahan yang lebih intensif.
3. Wilayah yang Agak Sesuai. Daerah berwarna kuning menunjukkan wilayah yang memiliki lebih banyak tantangan, seperti aksesibilitas yang sulit atau kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Ini memerlukan pendekatan adaptif dalam pengembangan, termasuk pengembangan infrastruktur dasar dan intervensi teknologi yang mungkin lebih tinggi biayanya. Rencana pengembangan di wilayah ini harus sangat strategis dan disesuaikan dengan kebutuhan serta keterbatasan lokal.
4. Wilayah yang Tidak Sesuai. Warna oranye menunjukkan wilayah yang tidak sesuai untuk pengembangan agrowisata karena keterbatasan besar seperti kedalaman gambut yang dalam atau akses yang sangat terbatas. Meskipun pengembangan mungkin dilakukan, biayanya akan sangat tinggi dan potensi keberhasilannya rendah. Wilayah ini mungkin lebih baik dialokasikan untuk konservasi atau penggunaan lain yang lebih sesuai dengan karakteristik alamiahnya.
5. Wilayah yang Tidak Direkomendasikan. Wilayah merah adalah area yang sangat tidak direkomendasikan untuk pengembangan agrowisata. Faktor-faktor seperti kondisi lingkungan yang rentan, misalnya rawan banjir, kebakaran, atau ketidakstabilan tanah, menjadi alasan utama. Sebagai alternatif, wilayah ini bisa dimanfaatkan untuk fungsi-fungsi konservasi atau pemantauan lingkungan, dengan fokus pada pelestarian keanekaragaman hayati dan mitigasi risiko lingkungan.

Untuk mendukung pengembangan agrowisata yang berkelanjutan di sepanjang Sungai Kampar, diperlukan pendekatan yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu. Mengingat keragaman kondisi di wilayah ini, kajian ekologi, sosial-ekonomi, dan kebijakan publik menjadi sangat penting dalam merancang strategi yang efektif. Pendekatan multi-disiplin ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap berbagai tantangan yang ada.

Selain itu, partisipasi aktif masyarakat lokal dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan juga sangat krusial. Dengan melibatkan masyarakat, pengembangan agrowisata dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas lokal, sehingga tidak hanya mendukung keberhasilan proyek, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan komunitas setempat. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap langkah yang diambil sesuai dengan aspirasi dan potensi lokal, menciptakan rasa kepemilikan dan tanggung jawab bersama.

Dalam konteks lingkungan, perhatian khusus perlu diberikan pada wilayah dengan kedalaman gambut yang signifikan dan aksesibilitas rendah. Wilayah-wilayah ini memerlukan strategi mitigasi risiko yang fokus pada konservasi dan restorasi lingkungan. Langkah-langkah seperti restorasi lahan, pengelolaan air yang lebih baik, dan perlindungan terhadap kebakaran hutan gambut harus menjadi prioritas utama untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan demikian, pengembangan agrowisata tidak hanya berorientasi pada keuntungan ekonomi jangka pendek, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan jangka panjang dan kesejahteraan lingkungan.



Gambar 2. Sebaran Potensi Pengembangan Agrowisata di Sepanjang Sungai Kampar

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pengembangan agrowisata di sepanjang Sungai Kampar, Kabupaten Pelalawan, dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Hasilnya menunjukkan bahwa kedalaman gambut dan aksesibilitas adalah kriteria utama untuk menentukan potensi agrowisata, dengan lahan tanpa gambut dan akses jalan yang baik menunjukkan potensi tertinggi. Jenis tanah, seperti aluvial/vulkanis/humus, serta lahan semak belukar/APL, juga berkontribusi signifikan terhadap potensi pengembangan. Selain itu, demografi, keberagaman usaha, dan kapasitas sumber daya manusia lokal mempengaruhi keberhasilan pengembangan. Temuan ini memberikan dasar strategis untuk prioritas investasi dan pengembangan berkelanjutan, mendukung program "Pelalawan Sejuk", serta menawarkan panduan bagi kebijakan pariwisata nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammirato, S., Felicetti, A. M., Raso, C., Pansera, B. A., & Violi, A. (2020). Agritourism and sustainability: What we can learn from a systematic literature review. *Sustainability*, 12(22), 9575. <https://doi.org/10.3390/su12229575>
- Diareme, K. C. (2023). Tourism in Rural Areas and Information and Communications Technology. *Journal of Politics and Ethics in New Technologies and AI*, 2(1), e35330. <https://doi.org/10.12681/jpentai.35330>
- Febrianti, N., & Fredesman, M. (2023). Kelayakan Pengembangan Agrowisata pada Beberapa Kecamatan di Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Riset Inovasi Daerah*, 2(1), 1–11.
- Febrianti, N., Gofar, A.A., Sastrawijaya, H., Witria, E., & Fredesman, M. (2023). Potensi Ketersediaan Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Riset Inovasi Daerah*, 1(1), 3–45.
- Guerra, D. N., Mejía-Ríos, J., & Guzmán, F. R. (2024). *Analysis of rural tourism as the main tourism modality in natural environments*. 2(I), 65–85. <https://doi.org/10.69821/josme.v2ii.12>
- Guo, N. (2022). Analysis of Rural Tourism and Environmental Influencing Factors Based on Analytic Hierarchy Model. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2022/3997324>
- Joseph, J. A. (2022). Role of Agri-tourism in Development of Rural Destination. *Journal of Sales Service and Marketing Research*, 3(2), 28–37. <https://doi.org/10.46610/jssmr.2022.v03i02.005>
- Joseph, J. A., & Varghese, D. T. (2023). Role of Community in Rural Tourism: A Pilot Study Conducted at Kumbalgodu Panchayat, Karnataka. *Journal of Management Studies and Business Management*, 4(2), 8–

15. <https://doi.org/10.46610/jmsbm.2023.v04i02.002>
- Mahaptra, P., Bandaru, R., Nanda, D., & Tripathy, S. (2023). Determining Key Influential Factors of Rural Tourism—An AHP Model. In *Advances in Rural Tourism Research* (pp. 323–343). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119906391.ch20>
- Mokoagow, Y., Djailani, Z. A., & Ernawati, E. (2024). Perancangan Agrowisata Kecamatan Moadayag dengan Pendekatan Arsitektur Ekoloagi. *JAMBURA Journal of Architecture*, 5(2), 119–125. <https://doi.org/10.37905/jjoa.v5i2.21660>
- Ndhlovu, E., & Dube, K. (2024). Agritourism and sustainability: A global bibliometric analysis of the state of research and dominant issues. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 46, 100746. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2024.100746>.
- Reza, M. (2022). *Penyusunan Masterplan Agrowisata dan Atraksi Budaya*. Prosiding SEMSINA, 3(2), 235–238. <https://doi.org/10.36040/semsina.v3i2.5125>
- Tamam, A.B., & Fahimah, S. (2020). Pengembangan Agrowisata Berbasis Komunitas Melalui Program Edukasi Wisata dan Entrepreneurship Menuju Kemandirian Ekonomi Masyarakat. *Engagement: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(1): 100– 115. <https://doi.org/10.29062/engagement.v4i1.139>
- Yanfika, H., Effendi, I., Sumaryo, N., & Ansari, A. (2024). The role of agricultural extension services on supporting circular bioeconomy in Indonesia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1428069>
- Yang, S., & Kong, X. (2022). Evaluation of Rural Tourism Resources Based on AHP-Fuzzy Mathematical Comprehensive Model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2022/7196163>
- Zulgani, Z., Junaidi, J., Hastuti, D., Rustiadi, E., Pravitasari, A. E., & Asfahani, F. R. (2023). Understanding the Emergence of Rural Agrotourism: A Study of Influential Factors in Jambi Province, Indonesia. *Economies*, 11(7), 180. <https://doi.org/10.3390/economies11070180>