

Vol 11 No. 2 Maret 2025

p-ISSN 2407-4969

e-ISSN 2684-8341

BIOPENDIX

JURNAL BIOLOGI, PENDIDIKAN DAN TERAPAN



PUBLISHER BY:

**BIOLOGY EDUCATION, UNPATTI
AMBON - MALUKU**

DAFTAR ISI

Judul	Halaman
<u>Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantu Media Augmented Reality Untuk Meningkatkan Higher Order Thinking Skill Kelas Xi Pada Meteri Sel Di Sman 1 Abung Selatan Lampung Utara</u>	144-148
<u>Pengaruh Waktu Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Asam Askorbat Buah Pisang</u>	149-154
<u>Efektivitas Tanaman Bambu Air (Equisetum Hymale) Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Lindi (Leachate)</u>	155-160
<u>Efektivitas Bioremediasi Menggunakan Bakteri Pseudomonas Untuk Menurunkan Kadar Cod Limbah Organik Di Pabrik Cincau Kota Medan</u>	161-167
<u>Kadar Klorofil Alga Hijau Dictyosphaeria Versluysii Dan Uji Sensori Produk Olahannya</u>	168-176
<u>Penggunaan Model Pembelajaran Game Based Learning Berbantuan Media Interaktif Wizer.Me Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X Di Man 2 Bone</u>	177-184
<u>Eludasi Kompleksitas Bioaktif Ekstrak Mangrove (Rhizophora Sp.) Melalui Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Untuk Kesehatan Manusia</u>	185-193
<u>Dna Barcode Kerang Kepah (Polymesoda Sp.) Di Bagan Percut Dan Danau Siombak Sumatera Utara Menggunakan Gen Cytochrome Oxidase Sub Unit 1 (Co1)</u>	194-202
<u>Variasi Genetik Ikan Kerapu (Epinephelus Sp) Di Tpi Gabion Medan Belawan Berdasarkan Dna Mitokondria</u>	203-210
<u>Analisis Potensi Sumber Daya Alam (Sda) Di Wisata Selondo Desa Ngrayudan, Kecamatan Jogorogo, Kabupaten Ngawi</u>	211-217
<u>Identifikasi Spesies Lalat Buah Dengan Media Buah Pepaya Dan Buah Mangga Di Kenali Asam, Jambi</u>	218-224
<u>Implementasi Metode Mind Mapping Menggunakan Alat Flashcard Ditambah Lkpd Word Square Terhadap Prestasi Belajar Peserta Didik Kelas Viii Di Smp Negeri Satap Walatungga</u>	225-232
<u>Analisis Kadar Lemak Total Pada Buah Salak Merah (Salacca Edulis) Di Negeri Riring Dan Negeri Buria Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat</u>	233-236
<u>Pengaruh Ekstrak Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L) Sebagai Pewarna Alami Terhadap Kadar Flavonoid Dan Uji Organoleptik Nata De Soya</u>	237-242
<u>Penggunaan Metode Peta Konsep Ditambah Dengan Media Leaflet Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Siswa Kelas Ix Di Smp Negeri 1 Kambera</u>	243-249
<u>Analisis Vegetasi Jenis Pohon Pantai Di Negeri Hatu</u>	250-258
<u>Inventarisasi Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Pada Habitat Aliran Sungai Dan Hutan Waitatiri, Ambon</u>	259-265
<u>Identifikasi Kekayaan Jenis Tumbuhan Paku Di Sekitar Aliran Sungai Desa Waitatiri Maluku Tengah</u>	266-271



PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTU MEDIA *AUGMENTED REALITY* UNTUK MENINGKATKAN *HIGHER ORDER THINKING SKILL* KELAS XI PADA MATERI SEL DI SMAN 1 ABUNG SELATAN LAMPUNG UTARA

Raicha Oktafiani^{1*}, Anggun Febriyana², Nukhbatul Bidayati Haka³, Aryani Dwi Kesumawardani⁴

^{1,3,4}Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

²Alumni Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Corresponding author: raichaoktafiani@radenintan.ac.id

Abstract

Background: Education is an effort to teach student to think which emphasizes thinking skills. Facts in the field state that biology learning at SMAN 1 Abung Selatan still uses the discussion method which causes a lack of understanding of the material provided. The research aims to determine the effect of the problem based learning assisted by augmented reality to improve higher order thinking skills in class XI student.

Methods: This research was carried out in July 2024 with the research location at SMAN 1 Abung Selatan and used quantitative methods with a quasi-experimental type of research.

Results: Research shows that the use of problem based learning models assisted by augmented reality media in experimental classes has an impact on ability higher order thinking skills.

Conclusion: There is an influence of the problem based learning using Augmented reality media in improve the higher order thinking skills of class XI student in cell material.

Keywords: Problem Based Learning, Augmented Reality, Higher Order Thinking Skill (HOTS)

Abstrak

Latar Belakang: Pendidikan merupakan upaya untuk mengajari peserta didik berpikir yang menekankan pada keterampilan berpikir. Fakta dilapangan menyatakan bahwa pembelajaran biologi di SMAN 1 Abung Selatan masih menggunakan metode diskusi yang menyebabkan kurangnya pemahaman materi yang diberikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *problem based learning* berbantu media *augmented reality* unuk meningkatkan *higher order thinking skill* pada materi sel kelas XI.

Metode: Penelitian ini dilakukan pada bulan juli 2024 dengan lokasi penelitian di SMAN 1 Abung Selatan dan menggunakan metode kuantitatif dengan jenis penelitian quasi eksperimen.

Hasil: Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model *problem based learning* berbantu media *augmented reality* pada kelas eksperimen berdampak pada kemampuan *higher order thinking skill*.

Kesimpulan: Terdapat pengaruh model *problem based learning* berbantu media *augmented reality* untuk meningkatkan *higher order thinking skill* peserta didik kelas XI materi sel.

Kata Kunci: Problem Based Learning, Augmented reality, Higher Order Thinking Skill (HOTS)



PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan penting dalam mencerdaskan generasi penerus bangsa. Pendidikan sebagai aktivitas mendidik atau aktivitas belajar mengajar, yang esensinya terletak pada belajar dan esensi dari belajar terletak pada berpikir. Pendidikan merupakan upaya untuk mengajari peserta didik berpikir yang menekankan pada keterampilan berpikir (Royantoro et al., 2018)

HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) adalah proses yang mengharuskan peserta didik untuk mengolah informasi dan ide-ide yang ada sehingga dapat memberikan mereka pemahaman baru. HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) pada ranah kognitif meliputi kemampuan menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan. (Turap et al., n.d.) HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) merupakan kemampuan peserta didik untuk berpikir dan menghubungkan konsep yang dipelajari dengan konsep yang belum mereka pelajari sebelumnya. Pelaksanaan proses pembelajaran diperlukan suatu model pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL dianggap sebagai solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Model PBL melibatkan peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang nyata sesuai dengan Langkah-langkah metode ilmiah sehingga HOTS peserta didik dapat dikembangkan. (Preus & Gjermo, 2007) Model pembelajaran PBL menekankan pada proses pemecahan masalah. Melalui pemecahan masalah dalam PBL, peserta didik diarahkan untuk membangun pengetahuan baru, memecahkan masalah dalam berbagai konteks.

Perkembangan penggunaan teknologi saat ini yang lekat dengan kehidupan sehari-hari dapat mempengaruhi sistem pembelajaran di abad 21. Pada pembelajaran abad 21 guru ditantang untuk mampu menghasilkan siswa yang dapat turut berperan dalam tatanan kehidupan di abad ini. Salah satu keterampilan literasi yang dibutuhkan siswa untuk menghadapi tantangan abad 21 adalah: *technology and digital literacy skills*, yaitu kemampuan siswa dalam menggunakan, memanfaatkan, mengevaluasi dan mengembangkan teknologi serta *digital content* untuk memecahkan masalah berkaitan dengan pembelajarannya.

Salah satu teknologi yang dapat mendukung sistem pembelajaran di abad 21 adalah teknologi realitas maya yang biasa disebut dengan *Virtual Reality* (VR).

Untuk melatih *higher order thinking skill* peserta didik, selain peserta didik harus memiliki kemampuan dalam mengolah dan menganalisis informasi, penggunaan media juga sangat diperlukan. Penggunaan media *augmented reality* ini sebagai solusi dalam proses pembelajaran agar lebih interaktif dan menarik sehingga dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik dan berguna untuk kelangsungan proses pembelajaran yang mengacu pada hasil belajar.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan juli 2024 dengan lokasi penelitian di SMAN 1 Abung Selatan Lampung Utara dan Desain yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Quasi eksperimental design* dan menggunakan model *pretest-posttest control group design*. penelitian ini terdapat dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang tidak dipilih secara random, dengan desain ini kelompok eksperimen dan kelompok kontrol akan dibandingkan. Selanjutnya kedua kelompok diberi pretest untuk mengetahui keadaan awal (perbedaan kelas eksperimen dan kontrol). Kelompok eksperimen merupakan kelompok yang diberi perlakuan berupa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantu media *Augmented Reality* sedangkan kelompok kontrol proses pembelajaran dilakukan dengan metode diskusi yang biasa digunakan oleh guru sekolah ketika pembelajaran biologi di kelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantu media *augmented reality* untuk meningkatkan *higher order thinking skill* kelas XI materi sel di SMAN 1 Abung Selatan. Pengujian kemampuan *higher order thinking skill* diukur dengan tes essay dengan masing-masing soal memiliki indikator sesuai dengan indikator kemampuan *higher order thinking skill*.

Tabel 1. Hasil Indikator HOTS

Kategori	Jumlah Nilai	Rata-rata
C4	70	70%
C5	20	20%
C6	10	10%

Berdasarkan hasil Tabel 1 menunjukkan nilai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dari tabel tersebut terlihat bahwa hasil kategori C4 lebih tinggi mendapatkan hasil 70 dengan rata-rata 70% dikarenakan soal yang digunakan lebih banyak menggunakan kategori C4 dengan menyesuaikan KD materi sel yaitu menganalisis.

Uji normalitas didapat dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov pada program SPSS 16.0. uji Kolmogorov-Smirnov digunakan karena $n > 50$ responden. Perhitungan lengkap uji normalitas dapat dilihat pada lampiran halaman. Hasil perhitungan uji normalitas dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) untuk data pretest *Higher Order Thinking Skill* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berikut.

Tabel 2. Uji Normalitas Pre-Test

Kelas	Sig	keterangan
Eksperimen	0,200	>0,05
Kontrol	0,134	>0,05
Kesimpulan	Data terdistribusi normal	

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa data terdistribusi normal. Nilai pre-test kelas eksperimen sig. Data 0.200 > 0.05 dan nilai pre-test kelas kontrol sig. Data 0.134 > 0,05. Kemudian data post-test *Higher Order Thinking Skill* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ialah sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Normalitas Post-test

Kelas	Sig	Keterangan
Eksperimen	0.055	> 0,05
Kontrol	0,197	>0,05
Kesimpulan	Data terdistribusi normal	

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa data terdistribusi normal. Nilai post-test kelas eksperimen sig. Data 0,055 > 0,05 dan nilai post-test kelas kontrol sig. Data 0,197 > 0,05. Setelah data kedua kelompok dinyatakan terdistribusi normal, selanjutnya dicari nilai homogenitas. Dalam penelitian ini nilai homogenitas didapat dengan menggunakan *homogenitas of variances* pada SPSS 16. Perhitungan secara lengkap untuk uji

homogenitas kedua kelas dapat dilihat pada lampiran halaman. Berikut adalah rekapitulasi hasil uji homogenitas pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 4. Uji Homogenitas Pre-test

Statistik	Kemampuan <i>Higher Order Thinking Skill</i>	Levene's statistic
Sig	0,359	0,856
Homogeneity	>0,05	
Kesimpulan	Homogen	

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa nilai sig. pada kemampuan *Higher Order Thinking Skill* pada Pre-test untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol yang diuji menggunakan uji Levene's Test sebesar 0,359 sehingga data dapat dinyatakan berdistribusi homogen.

Tabel 5. Uji Homogenitas Post-test

Statistik	Kemampuan <i>Higher Order Thinking Skill</i>	Levene's statistic
Sig	0,533	0,393
Homogeneity	>0,05	
Kesimpulan	Homogen	

Berdasarkan tabel 5 terlihat bahwa nilai sig. pada kemampuan *Higher Order Thinking Skill* pada Post-test untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar 0,533 sehingga data dapat dinyatakan berdistribusi homogen.

Setelah diketahui bahwa data terdistribusi normalitas dan homogenitas selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan Uji T (statistic parametrik) dengan uji Independent t test sesuai dengan teori uji ini digunakan apabila data yang dianalisis berdistribusi normal dan varians homogen (Risti & Irawati, 2022)

Tabel 6. Uji Statistik

Statistik	Sig
Uji T	0,02
Hipotesis	< 0,05
Kesimpulan	H ₀ ditolak

Berdasarkan Tabel 6 diketahui taraf signifikannya sebesar 0,02 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ (sig < 0,05) yang berarti bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima. Hasil uji statistik ini menunjukkan bahwa kemampuan *Higher Order Thinking Skill* peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan model pembelajaran

PBL berbantuan media *Augmented Reality* tidak sama atau dengan kata lain ada perbedaan. Sehingga model *Problem Based Learning* berbantu media *Augmented Reality* berpengaruh terhadap peningkatan HOTS peserta didik kelas XI pada materi sel di SMAN 1 Abung Selatan.

Penelitian berbasis masalah yang dilakukan oleh (Royantoro et al., 2018) mampu mendukung hasil penelitian yang dilakukan dimana dinyatakan bahwa ada peningkatan yang signifikan pada tingkat yang lebih tinggi kemampuan berpikir siswa yang menerima pembelajaran menggunakan *Problem Based Learning* model dibandingkan dengan mereka yang hanya melakukannya sedang belajar. menggunakan model konvensional. Setelah mendapatkan hasil yang baik dalam penggunaan model pembelajaran berbasis masalah, maka model tersebut dapat digunakan sebagai alternatif model pembelajaran di SMA Negeri 1 Manokwari. Penelitian ini juga didukung oleh beberapa hasil penelitian disebutkan dalam (Berpikir et al., 2015) dimana Pembelajaran Berbasis Masalah terbukti mampu mengembangkan keterampilan siswa dalam kritis dan berpikir analitis dan memaparkan siswa untuk dapat menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan nyata. Model pembelajaran berbasis masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang efektif dan cocok model pembelajaran dalam pelajaran biologi sebagai disebutkan dalam penelitian. Model PBL efektif dalam meningkatkan HOTS, kompleksitas, dan motivasi belajar, juga sebagai fleksibilitas siswa. Penerapan ini Model ini merupakan salah satu alternatif pilihan pembelajaran metode bagi guru ketika mengajar di kelas. Dengan bantuan media pembelajaran yang berkualitas seperti *Augmented Reality*, penggunaan ini Model pembelajaran *Problem Based Learning* akan mampu lebih membangkitkan dan meningkatkan keterampilan yang dimiliki siswa secara maksimal. Penerapan model ini efektif bagi siswa karena mengharuskan siswa untuk demikian mampu bertukar pikiran dan pendapat antar sesama siswa dan guru. Model ini tidak hanya membuat siswa mampu menemukan solusi terhadap masalah tetapi juga mampu menjadikan siswa lebih kritis dan kreatif dalam mengungkapkan isi pikiran mereka. Didukung oleh hasil penelitian dari

(Jumadi, 2018) yang mengungkapkan bahwa model PBL adalah mampu memfasilitasi perkembangan siswa keterampilan berpikir kreatif dalam proses pembelajaran di kelas, jadi dari hasil uraian di atas, diharapkan demikian model pembelajaran berbasis masalah dapat menjadi alternatif dan dapat diterapkan oleh guru dipembelajaran di kelas.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh model *Problem Based Learning* berbantu Media *Augmented Reality* untuk meningkatkan *Higher Order Thinking Skill* peserta didik kelas XI materi sel di SMAN 1 Abung Selatan, dapat disimpulkan bahwa: Terdapat pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantu media *Augmented reality* untuk meningkatkan *Higher Order Thinking Skill* peserta didik kelas XI materi sel di SMAN 1 Abung Selatan. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata hasil tes kemampuan *Higher Order Thinking Skill* peserta didik. Model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantu media *Augmented Reality* lebih tinggi dari rata-rata hasil tes kemampuan *Higher Order Thinking Skill* peserta didik dengan menggunakan konvensional

DAFTAR PUSTAKA

- Berpikir, K., Tinggi, T., & Sma, D. I. (2015). 2658-7517-1-Pb(2). 1, 255–262.
- Jumadi, O. (2018). Penerapan Model *Problem Based Learning* (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya*, 257–262.
- Preus, H., & Gjerme, P. E. (2007). Are topically delivered antibiotics beneficial as adjunct to scaling and root planning in the treatment of periodontal diseases? A systematic review. *Perio*, 4(1), 31–36. <https://www.researchgate.net/publication/259737932>
- Risti, I. S., & Irawati, H. (2022). Effect of *Problem Based Learning* on Metacognitive and Higher Thinking Ability in High School Biology: Study of Literature. *Jurnal Atrium Pendidikan Biologi*, 7(2), 97. <https://doi.org/10.24036/apb.v7i2.12463>
- Royantoro, F., Mujasam, M., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2018). Pengaruh

Model Problem Based Learning terhadap
Higher Order Thinking Skills Peserta
Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*,
6(3), 371.

<https://doi.org/10.20527/bipf.v6i3.5436>

Turap, T., Merupakan, T. B., Lebih, T. B., &
Turap, T. D. (n.d.). *No 主観的健康感を中
心とした在宅高齢者における 健康関連
指標に関する共分散構造分析 Title.*

PENGARUH WAKTU DAN SUHU PENYIMPANAN TERHADAP KADAR ASAM ASKORBAT BUAH PISANG

THE EFFECT OF STORAGE TIME AND TEMPERATURE ON THE ASCROBIC ACID CONTENT OF BANANAS

Tasha Kumala Sari^{1*}, Yurika Sandra²

¹Fakultas Kedokteran Universitas YARSI

²Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas YARSI

Corresponding author: tashakumalasari@gmail.com

Abstract

Background: Bananas are widely consumed by the people due to their soft texture, easy digested, and can be consumed directly or processed again. This fruit has characteristics that are suitable for Indonesia's growth climate. Asia ranks first as the largest banana producer, with Indonesia being the third-largest producer. Bananas are generally classified as a source of Vitamin C, also known as Ascorbic Acid. When consuming, many people store it in the refrigerator to keep it fresh. The increase in ascorbic acid content occurs along with longer storage time. This research aims to study the changes in ascorbic acid levels in bananas due to the effects of storage time at room temperature and refrigerator temperature.

Methods: This research use a laboratory experimental by testing the levels of Ascorbic Acid contained in bananas using the spectrophotometry method in April 2024

Results: This research shows that the ascorbic acid content in bananas stored for varying durations at room temperature is lower than refrigerator temperature, and there is an interaction between storage time and storage temperature.

Conclusion: The decrease in ascorbic acid levels occurred due to the interaction between storage time and room temperature and refrigerator temperature.

Keywords: Ascorbic Acid, Banana, Storage Temperature and Time, Spektrofotometer UV-Vis

Abstrak

Latar Belakang: Buah pisang merupakan buah yang banyak dikonsumsi masyarakat karena memiliki tekstur yang lunak, mudah dicerna oleh tubuh, dan dapat dikonsumsi secara langsung atau diolah kembali. Buah ini memiliki sifat yang cocok dengan iklim pertumbuhan di Indonesia. Asia menempati urutan pertama sebagai produsen pisang terbanyak dengan Indonesia menempati urutan ketiga. Pisang umumnya digolongkan sebagai sumber vitamin C atau disebut juga sebagai Asam Askorbat. Saat mengkonsumsi buah, banyak masyarakat yang menyimpan di lemari pendingin (kulkas) untuk mempertahankan buah agar tetap segar. Peningkatan kandungan asam askorbat terjadi bersamaan dengan lamanya waktu penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan kadar asam askorbat terhadap pengaruh masa penyimpanan buah pisang dalam suhu ruangan dan suhu kulkas.

Metode: Penelitian ini menggunakan eksperimental laboratorium dengan menguji kadar Asam Askorbat yang terdapat dalam pisang menggunakan metode spektrofotometri pada bulan April 2024.

Hasil: Penelitian ini menunjukkan kadar Asam Askorbat buah pisang yang disimpan dengan variasi waktu pada suhu ruang lebih rendah daripada suhu kulkas, serta terdapat interaksi antara lama penyimpanan dengan suhu penyimpanan.

Kesimpulan: Penurunan kadar Asam Askorbat terjadi karena adanya interaksi antara lama penyimpanan dengan suhu ruang dan suhu kulkas.

Kata Kunci: Asam Askorbat, Pisang, Suhu dan Lama Penyimpanan, Spektrofotometer UV-Vis

PENDAHULUAN

Pisang dapat berkembang hampir di seluruh tipe agroekosistem karena Indonesia memiliki iklim yang cocok dengan pertumbuhannya (Arifki *et al.*, 2018; Ode *et al.*, 2016). Menurut *Food and Agriculture Organization* tahun 2021, produksi pisang di seluruh dunia yaitu 124,9 juta ton per tahun dengan Indonesia menempati urutan ketiga dengan produksi 8,7 juta ton pertahun dan mengalami peningkatan 9,2 juta ton di tahun 2022. Di Indonesia, pisang memiliki banyak jenis yang diminati oleh masyarakat. Salah satunya yaitu pisang Ambon Putih atau lebih dikenal sebagai Pisang *Sunpride* (Pisang *Cavendish*). Buah pisang memiliki tekstur yang lunak sehingga tubuh mudah mencerna kandungan yang dimiliki oleh pisang. Kandungan dari pisang yaitu karbohidrat, lemak, mineral, kalium, vitamin B6, vitamin B7, vitamin A, dan vitamin C (Arundana *et al.*, 2019; Wulandari *et al.*, 2018). Kandungan vitamin C dalam buah pisang sebesar 9mg/100gram dan komponen kandungan karbohidrat yang dimiliki pisang merupakan pati dan apabila dalam pertumbuhan pisang sudah matang akan berubah menjadi sukrosa, glukosa, dan fruktosa (Hasibuan *et al.*, 2015; Setiawan *et al.*, 2020). Pisang juga memiliki manfaat dalam farmakologi seperti sebagai antioksidan tubuh dan hipoglikemik (Arifki *et al.*, 2018).

Asam Askorbat disebut juga sebagai vitamin C memiliki fungsi utama, yaitu koenzim atau kofaktor yang mudah larut dalam air dan sebagai antioksidan pada reaksi hidroksilasi (Leo *et al.*, 2022). Manusia tidak dapat mensintesis Asam Askorbat yang berasal dari glukosa, karena kurangnya enzim terakhir dalam jalur sintesis vitamin C yaitu *gulonolactone oxidase*. Fisiologi dari Asam Askorbat yaitu penyerapan melalui sistem vena portal hati, apabila terjadi di luar sistem vena portal hati Asam Askorbat tidak terikat dengan protein dan menjadi sirkulasi umum sehingga menjadi kimia dominan didalam darah. Asam Askorbat didistribusikan secara bebas pada ruang ekstraseluler sebagai mikronutrien yang larut dalam air dan diakumulasikan oleh hampir semua jaringan manusia. Kemampuan antioksidan Asam Askorbat dapat menghambat oksidasi *low-density lipoprotein* (LDL), sehingga dapat mengurangi pembentukan plak yang berhubungan dengan perkembangan

terjadinya penyakit jantung (Gropper *et al.*, 2018; Ross *et al.*, 2014).

Asam Askorbat memiliki sifat yang sensitif terhadap suhu, oksigen, enzim, kadar air, dan katalisator logam. Kondisi suatu lingkungan dapat meningkatkan keasaman sehingga dapat meningkatkan kadar Asam askorbat. Peningkatan kandungan asam askorbat terjadi bersamaan dengan lamanya waktu penyimpanan karena mempengaruhi keaktifan dari enzim sehingga terjadi peningkatan reaksi enzim pada Asam Askorbat. Peningkatan reaksi enzim menyebabkan penurunan kadar Asam Askorbat. Temperatur, cahaya, dan oksigen yang mempengaruhi lamanya waktu penyimpanan buah dapat menimbulkan reaksi oksidasi. Buah yang di simpan pada suhu ruang akan mudah terjadi oksidasi Asam Askorbat karena kondisi lingkungan terdapat paparan langsung dari udara dan oksigen. Pada penyimpanan buah di suhu dingin, kadar Asam Askorbat buah mudah terkendali karena tidak terdapat paparan langsung dari udara. Selain itu, peningkatan kandungan Asam Askorbat dapat berubah dengan adanya perbedaan tingkat kematangan buah (Hapsari *et al.*, 2023; Yuda *et al.*, 2016; Maajid *et al.*, 2018).

Dalam menentukan kadar Asam Askorbat dapat menggunakan metode spektrofotometri. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan dan cahaya yang diabsorpsi oleh benda sehingga menimbulkan panjang gelombang tertentu.

Menurut penelitian (Nazudin *et al.*, 2020), menunjukkan semakin lama penyimpanan maka kadar vitamin C akan menurun. Pada penelitian lain, menunjukkan semakin tinggi suhu maka kandungan vitamin C semakin menurun. Sedangkan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan vitamin C tetapi semakin lama penyimpanan kandungan vitamin C cenderung menurun (Rachmawati *et al.*, 2009). Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar Asam Askorbat pada buah pisang yang disimpan pada suhu ruang dan suhu kulkas dengan menggunakan metode spektrofotometri.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan menguji kandungan Asam Askorbat yang terdapat

Biopendix, Volume 11, Nomor 2, April 2025, hlm 149-154

dalam buah pisang dengan lokasi penelitian di Laboratorium Biokimia Universitas YARSI pada bulan April tahun 2024. Alat yang digunakan yaitu pipet tetes (onemed), labu takar (pyrex), gelas *beaker* (pyrex), gelas ukur (pyrex), corong gelas (pyrex), spatula *stainless*, neraca analitik, *mortar pastel* (one health), kertas saring, pengaduk, pemanas air, termometer raksa, dan spektrofotometri. Bahan yang digunakan adalah buah pisang sunpride, aquades, asam oksalat ($C_2H_2O_4$), 2,6-diklorofenol indofenol.

Pembuatan larutan 2,6-diklorofenol indofenol yaitu Menimbang 50 mg bubuk 2,6-Diklorofenol Indofenol dan 24 mg sodium bicarbonate menggunakan neraca analitik, kemudian kedua bahan tersebut dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml. Memasukkan air destilata panas ($85^{\circ}C - 95^{\circ}C$) ke dalam labu ukur sampai volume 50 ml. Homogenisasi larutan dan menunggu larutan tersebut hingga dingin.

Pembuatan larutan baku Asam Askorbat dengan Asam Askorbat murni ditimbang 1000 mg, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Asam askorbat dilarutkan dengan asam oksalat 0,4% hingga 100 ml (10.000 ppm). Larutan baku Asam Askorbat dipipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml, kemudian ditambahkan larutan 2,6 diklorofenol indofenol sampai tanda garis, homogenisasi dan segera dilakukan pengukuran spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan panjang gelombang maksimum.

Pembuatan kurva standar Asam Askorbat dengan cara larutan Asam Askorbat 10 ppm dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml ditambahkan 5 ml 2,6-diklorofenol indofenol hingga tanda garis, sehingga didapatkan konsentrasi 5 ppm. Larutan Asam Askorbat 5 ppm dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukkan kedalam labu takar 10 ml ditambahkan 5 ml

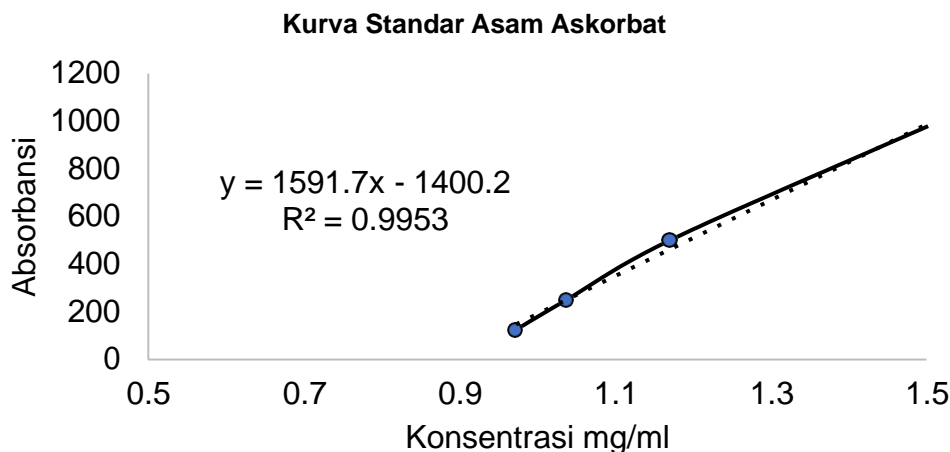
2,6-diklorofenol indofenol hingga tanda garis, sehingga didapatkan konsentrasi 2,5 ppm. Larutan Asam Askorbat 2,5 ppm dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukkan kedalam labu takar 10 ml ditambahkan 5 ml 2,6-diklorofenol indofenol hingga tanda garis, sehingga didapatkan konsentrasi 1,25 ppm. Hasil diperoleh masing-masing konsentrasi 1.25, 2.5, 5, 10 ppm. Selanjutnya absorbansinya diukur pada panjang gelombang maksimum.

Penentuan kadar Asam Askorbat yaitu buah pisang, dicuci bersih, dipotong dan dikupas kulitnya. Daging buah diambil dan dimasukkan ke dalam blender sampai halus dan timbang 5gram menggunakan neraca analitik. Daging buah yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam gelas beker dan tambahkan 50 ml larutan asam oksalat 0,4%, lalu disaring sehingga residu dan filtratnya terpisah. Ambil 5 ml filtrat dan masukkan ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian cukupkan volumenya dengan larutan asam oksalat 0,4% sehingga mencapai batas tanda. Selanjutnya, ambil 1 ml larutan filtrat yang sudah dicampurkan dengan asam oksalat 0,4% menggunakan pipet tetes mikro ke labu ukur 5 ml dan cukupkan volumenya dengan larutan 2,6-diklorofenol indofenol sampai batas tanda.

Data diuji menggunakan Uji Friedman untuk mengevaluasi perbandingan kadar Asam Askorbat buah pisang yang disimpan di suhu ruang dan suhu kulkas dengan berbagai variasi waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan uji Spektrofotometri pada berbagai variasi konsentrasi Asam Askorbat 125 mg/ml, 250 mg/ml, 500 mg/ml, dan 1000 mg/ml dengan menggunakan gelombang maksimum $\lambda=270$, maka didapatkan kurva standar Asam Askorbat sebagai berikut:



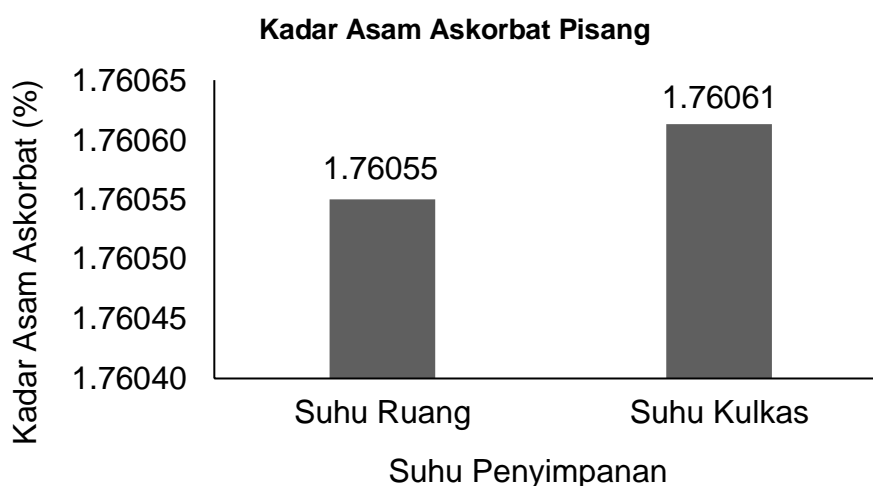
Gambar 1. Kurva Standar Asam Askorbat

Dari kurva standar Asam Askorbat diatas didapatkan rumus : $X = \frac{Y+1400,2}{1591,7}$, dimana nilai X merupakan kadar Asam Askorbat dari sampel dan nilai Y merupakan absorbansi dari setiap buah

pisang. Maka dari itu, didapatkan kadar Asam Askorbat per 5 gram daging buah pisang yang disimpan pada hari ke-0, ke-2, ke-4, dan ke-6 di suhu ruang 25°C dan suhu 5°C dikalikan 100 dan didapatkan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 1. Kadar Asam Askorbat Buah Pisang

Lama Penyimpanan	Suhu Ruang 25°C Jenis Suhu (%) Suhu Kulkas 5°C	
	Hari Ke-0	1,76078
Hari Ke-2	1,76064	1,76068
Hari Ke-4	1,76044	1,76056
Hari Ke-6	1,76036	1,76043
Rata-Rata	1,76055	1,76061



Gambar 2 Perbandingan Kadar Asam Askorbat Buah Pisang

Berdasarkan hasil penentuan kadar Asam Askorbat pada sampel buah pisang diatas, menunjukkan bahwa kadar Asam Askorbat yang terdapat dalam buah pisang tersebut memiliki kadar yang berbeda. Kadar Asam Askorbat pada penyimpanan suhu

kulkas 5°C sebesar 1,76061% lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan suhu ruang 25°C sebesar 1,76055%.

Sebelum dilakukan analisis statistik dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terlebih dahulu, pada

penelitian ini menggunakan uji Shapiro-wilk. Dari uji tersebut didapatkan bahwa nilai $p < 0,05$ yang berarti data dalam penelitian berdistribusi tidak normal. Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji Lavene's Test, didapatkan bahwa nilai $p < 0,05$ yang berarti data dalam penelitian ini tidak homogen. Maka, dilakukan uji non parametrik yaitu uji Friedman didapatkan $p < 0,05$ yang menunjukkan terdapat interaksi antara lama penyimpanan dengan suhu ruang dan suhu kulkas. Selain itu, terjadi penurunan kadar Asam Askorbat buah pisang pada lama penyimpanan dan suhu penyimpanan. Akan tetapi, tidak adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok dalam statistik.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Nazudin *et al.*, 2020), data hasil penelitian diketahui presentasi penurunan konsentrasi larutan vitamin C adalah sebesar 9,58 %, 20,01 %, 21,40%, dan 46,40 %. Pada buah pisang kepok yang disimpan selama 2, 4, 6, dan 8 hari. Sedangkan presentasi penurunan konsentrasi vitamin C adalah sebesar 15,66 %, 20,97 %, 21,25 % dan 33,26 %. Pada buah pisang ambon yang disimpan dengan waktu yang sama yaitu hari ke-2, 4, 6, dan 8.

Selain itu, terdapat penelitian lain yang sejalan dengan penelitian ini yaitu data hasil penelitian diketahui terjadi penurunan konsentrasi kadar vitamin C dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan. Sebelum penyimpanan, kandungan vitamin C pada cabai rawit putih sebesar 59,9 mg/100 mL dan setelah penyimpanan selama 15 hari dengan suhu yang berbeda-beda yaitu 10°C, 20°C, 29°C (suhu kamar), kandungan vitamin C mengalami penurunan berturut-turut menjadi 35,2 mg/100 mL, 31,6 mg/100 mL, dan 23,6 mg/100 mL (Rachmawati *et al.*, 2009).

Pada penelitian ini, terdapat perbedaan dengan penelitian kadar Asam Askorbat cabai rawit putih (Rachmawati *et al.*, 2009). Terjadinya pengaruh interaksi antara lama dan suhu penyimpanan terhadap penurunan kadar Asam Askorbat, yaitu pada penyimpanan suhu ruang 25°C yang disimpan selama 0, 2, 4, 6 hari sebesar 1,76078%, 1,76064%, 1,76044%, 1,76036%. Pada penyimpanan suhu kulkas 5°C yang disimpan selama 0, 2, 4, 6 hari sebesar 1,76078%, 1,76068%, 1,76056%, 1,76043%. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu perbedaan waktu pertumbuhan, tempat pertumbuhan, dan tingkat kematangan buah.

Proses kematangan buah berpengaruh dalam kadar asam askorbat, hal ini sejalan

dengan penelitian (Hayati *et al.*, 2023) dimana pisang dengan tingkat kematangan hijau dengan penyimpanan selama 6 hari menunjukkan kandungan asam askorbat tertinggi. Pada penelitian ini menggunakan pisang dengan tingkat kematangan kuning sehingga dapat terjadi penurunan kandungan asam askorbat pada buah.

Pada penelitian (Liputo *et al.*, 2022), terjadi kesamaan hasil penelitian dengan penelitian ini yaitu presentasi penurunan kadar Asam Askorbat buah pisang dipengaruhi oleh suhu, dimana nilai hari ke 0 menghasilkan vitamin C paling tinggi dengan nilai 3,64 mg/100g, hari ke 3 menghasilkan nilai 1,39 mg/100g, sedangkan hari ke 6 menghasilkan nilai paling rendah dengan nilai 0,85 mg/100g. Penurunan vitamin C pada buah pisang diduga disebabkan karena proses penyimpanan pada suhu rendah. Pada lama penyimpanan terjadi perubahan warna dimana warna pada hari ke 0 memberikan warna yang pekat dibandingkan perlakuan yang lainnya. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor suhu dan lama penyimpanan memberikan pengaruh signifikan terhadap warna, serta terdapat interaksi suhu dan lama penyimpanan terhadap warna

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh waktu dan suhu penyimpanan terhadap kadar Asam Askorbat buah pisang menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis yang dilakukan di Laboratorium Biokimia Universitas YARSI dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh kadar Asam Askorbat terhadap lama dan suhu penyimpanan pada buah pisang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara lama penyimpanan dan suhu penyimpanan dalam menentukan kadar Asam Askorbat. Selain itu, Semakin lama penyimpanan dan semakin rendah suhu penyimpanan akan mempengaruhi kadar Asam Askorbat sehingga memperlambat penurunan kadar Asam Askorbat pada buah pisang. Dengan demikian, proses pengelolaan suhu dan durasi penyimpanan dapat berpengaruh penting untuk mempertahankan kualitas buah pisang, terutama kadar Asam Askorbat yang memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat

dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada bagian Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas YARSI yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan selama proses penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifki, H.H., Barliana, M.I., 2018. Karakteristik dan Manfaat Tumbuhan Pisang di Indonesia. *Farmaka* 16, 196–203.
- Arundana, M.E., Marwanti, S., Adi, K., 2019. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Konsumen dalam Pembelian Buah Pisang Cavendish di Kota Surakarta. *AGRISTA* 7, 1–12.
- Gropper, S.S., Smith, J.L., Carr, T.P., 2018. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Cengage Learning.
- Hapsari, Y.I., Lestari, Y.N.A., Prameswari, G.N., 2023. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C pada Jus Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.). *Jurnal Gizi* 12, 37–45.
- Hasibuan, E.P., Widodo, W.D., 2015. Pengaruh Aplikasi KMnO₄ dengan Media Pembawa Tanah Liat terhadap Umur Simpan Pisang Mas (*Musa* sp AA Group.). *Bul. Agrohorti* 3, 387–394.
- Hayati, R., Irhamni, D., Hasanuddin, 2023. Pengaruh Tingkat Kematangan dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Pisang Mas (*Musa acuminata* Colla). *Jurnal Agrotropika* 20, 145–155.
- Leo, R., Daulay, A.S., 2022. Penentuan Kadar Vitamin C Pada Minuman Bervitamin Yang Disimpan Pada Berbagai Waktu Dengan Metode Spektrofotometri UV. *Journal of Health and Medical Science* 1.
- Liputo, S.A., Afrilianti, R.B., Fadhilah, A.N., Musa, A., Mado, R.F.D., Dewa, M.D., Muti, S., 2022. Analisis Kandungan Kimia dan Fisik Pada Irisan Buah Pisang (*Musa paradisiaca*) Setelah Disimpan Pada Suhu Rendah. *Garba Rujukan Digital* 1, 21–30.
- Nazudin, Sabban, K., 2020. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C Pada Buah Pisang *Musa Acuminata* L (Varietas Pisang Kepok) dan Pisang *Musa Paradisiaca* L Kunt Var *Sapientum* (Varietas Pisang Ambon). *Scie Map J* 2, 8–14.
- Ode, W., Sariamanah, S., Munir, A., Agriansyah, A., 2016. Karakterisasi Morfologi Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) di Kelurahan Tobimeita Kecamatan Abeli Kota Kendari. *J. AMPIBI* 1, 32–41.
- Rachmawati, R., Defiani, R., Suriani, L., 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan Vitamin C Pada Cabai Rawit Putih (*Capsicum frutescens*). *J Biol (Denpasar)* XIII, 36–40.
- Ross, C., Caballero, B., Cousins, R.J., Tucker, K.L., Ziegler, T.R., 2014. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Wolters Kluwer, Philadelphia.
- Setiawan, Maimunah, Suswati, 2020. Keragaman Parasitoid Erionota thrax I. pada Dua Jenis Tanaman Pisang Bermikoriza di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)* 1, 106–111.
- Wulandari, R.T., Widyastuti, N., Ardiaria, M., 2018. Perbedaan Pemberian Pisang Raja dan Pisang Ambon Terhadap VO₂max pada Remaja di Sekolah Sepak Bola. *Journal of Nutrition College* 7.
- Yuda, P.E.S.K., Suena, N.M.D.S., 2016. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Tablet Vitamin C yang Diukur Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Ilmiah medicamento* 2, 23–27.

EFEKTIVITAS TANAMAN BAMBU AIR (*Equisetum hymale*) TERHADAP LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR LINDI (*Leachate*)

Chindy Carolin Manalu^{1*}, Christina Aritonang², Frianty Sihotang³, Jeremiah Saragih⁴,
Marlinda Nilan Sari⁵, Adelia Febriyossa⁶

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Corresponding author: chindycharolin06@gmail.com

Abstract

Background: Leachate is water formed from piles of rubbish containing inorganic and organic compounds. One example of an organic compound that can cause environmental pollution is Pb (lead). Efforts to reduce levels of the heavy metal Pb are by carrying out phytoremediation using aquatic bamboo plants (*Equisetum hymale*).

Methods: This research was conducted during September 2024 at the Green House, Medan State University, with leachate water samples taken from the Dendang Sea Final Waste Disposal Site (TPAS), Medan Tembung District, Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. Methods used in the research This method uses descriptive or observational methods which are presented in the form of tables and graphs.

Results: Research shows that water bamboo plants are able to absorb Pb levels in leachate water as seen from the parameters of changes in pH, temperature, color and physical condition of water bamboo plants.

Conclusion: Water bamboo can be used as phytoremediation to reduce Pb levels in leachate waste.

Keywords: Leachate, Water bamboo, Phytoremediation, Lead.

Abstrak

Latar Belakang: Air lindi (leachate) merupakan air yang terbentuk dari tumpukan sampah yang mengandung senyawa anorganik dan organik. Salah satu contoh dari senyawa organik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan adalah Pb (timbal). Upaya untuk mengurangi kadar logam berat Pb adalah dengan melakukan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman bambu air (*Equisetum hymale*).

Metode: Penelitian ini dilakukan selama bulan September 2024 di Green House Universitas Negeri Medan, dengan pengambilan sampel air lindi berasal dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Laut dendang, Kecamatan Medan Tembung, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif atau observasional yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil: Penelitian menunjukkan bahwa tanaman bambu air mampu menyerap kadar Pb dalam air lindi yang dilihat dari parameter perubahan pH, suhu, warna dan kondisi fisik tanaman bambu air.

Kesimpulan: Bambu air dapat digunakan sebagai fitoremediasi untuk menurunkan kadar Pb di dalam limbah air lindi (leachate).

Kata Kunci: Air lindi, Bambu air, Fitoremediasi, Timbal

PENDAHULUAN

Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) memiliki peran penting sebagai lokasi pengolahan akhir sampah, baik untuk diolah menjadi kompos maupun hanya ditimbun setelah disortir oleh pemulung. Jumlah sampah yang besar di TPAS menyebabkan proses dekomposisi alami terjadi secara masif. Proses ini mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menghasilkan produk sampingan berupa leachate atau air lindi. Sampah perkotaan yang dikumpulkan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) akan mengalami dekomposisi, yang mengakibatkan perubahan fisik, kimia, dan biologis secara bersamaan. Salah satu hasil dekomposisi ini adalah leachate. Masuknya senyawa kimia dari air lindi ke dalam ekosistem perairan dapat berdampak negatif pada kehidupan biota, seperti kematian atau gangguan pada proses fisiologis, pola makan, pembentukan sel, dan fungsi jaringan. Produksi air lindi akan terus terjadi sejak TPA mulai beroperasi hingga sekitar 5-8 tahun setelah TPA ditutup (Anam et al., 2013).

Air lindi merupakan air yang terbentuk dari timbunan sampah. Senyawa yang terkandung pada air lindi pada umumnya senyawa organik dan anorganik. Senyawa anorganik pada air lindi seperti natrium, kalium, kalsium, magnesium, klor, sulfat, fosfat, fenol, nitrogen dan logam berat. Logam Cd pada air lindi dihasilkan dari sampah pada batu baterai, pigmen cat, plastik, dan alat elektronik, sedangkan logam Pb pada air lindi dihasilkan dari sampah pada cat, kaleng, dan battery (Puspitarini, 2023). Salah satu metode alami yang berpotensi mengurangi kadar logam berat dalam air adalah penggunaan tanaman fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknik pengolahan lingkungan yang memanfaatkan tanaman untuk menyerap, menstabilkan, atau menguraikan polutan dari tanah dan air. Bambu air (*Equisetum hyemale*) adalah salah satu jenis tanaman yang dikenal memiliki kemampuan menyerap logam berat, termasuk timbal (Pb) dari air dan tanah (Widyastuti, 2023). Tanaman hiperakumulator merupakan tanaman yang memiliki kemampuan dalam hal mengkonsentrasikan logam dalam kadar

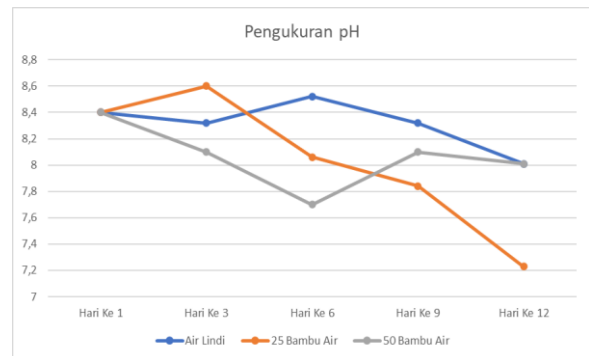
yang luar biasa tinggi atau juga dalam konsentrasi yang bervariasi. Salah satu tumbuhan hiperakumulator adalah bambu air (*Equisetum hyemale* L). Tanaman bambu air memiliki beberapa keunggulan, di antaranya adalah kemampuannya untuk tumbuh dengan mudah di berbagai jenis lingkungan, perawatan yang relatif sederhana, serta ketahanannya terhadap berbagai kondisi eksternal. Selain itu, bambu air memiliki batang yang kaya akan kandungan silikat, yang berperan penting dalam mengikat partikel yang diserap oleh akar tanaman. Kandungan silikanya yang tinggi memberikan kontribusi terhadap kemampuannya untuk membantu menyaring partikel-partikel polutan di tanah atau air, menjadikannya tanaman yang efektif untuk fitoremediasi (Margowati dkk., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Permadi (2019) dalam Sulaiman dkk. (2022) menunjukkan bahwa bambu air (*Equisetum hyemale*) efektif dalam mengurangi kandungan logam timbal dalam air sungai yang tercemar. Tanaman ini mampu menyerap logam yang larut di dalam air melalui sistem akarnya. Akar tanaman mengubah pH di sekitarnya dan menghasilkan senyawa pengkelat yang disebut fitosiderofor. Senyawa ini berfungsi mengikat logam dan mengangkutnya ke sel-sel akar melalui proses transpor aktif. Setelah logam diserap oleh akar, ia kemudian dipindahkan ke bagian lain dari tanaman, seperti batang, melalui jaringan pengangkut xilem dan floem. Untuk melindungi sel-sel dari keracunan logam, tanaman memiliki mekanisme detoksifikasi yang menyimpan logam tersebut di bagian batang, terutama dalam jaringan skleral. Salah satu fungsi utama jaringan sklera adalah melindungi tanaman dari pengaruh lingkungan. Pada proses ini, polutan yang diserap oleh akar diakumulasi di jaringan skleral, dan karena jaringan tersebut mengandung silikat, polutan kemudian dipindahkan ke bagian tanaman lainnya.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan selama bulan September 2024 dengan lokasi penelitian yang bertempat di Green House Universitas Negeri Medan dengan pengambilan air lindi dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Laut dendang, Kecamatan Medan Tembung, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor yang dibuat dari stoples berukuran 1 Liter, termometer untuk mengukur suhu air lindi, pH meter, gelas ukur, dan batang pengaduk, air lindi yang diperoleh dari TPS Laut dendang, pasir, batu kerikil. Cara kerja dalam penelitian ini adalah menyusun bahan filtrasi dalam reaktor. Disusun dari bawah keatas dengan urutan, pasir, batu kerikil, bambu air. Tahapan selanjutnya adalah melakukan proses aklimatisasi, proses aklimatisasi bertujuan agar tanaman bambu air mampu untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan baru. Pada tahapan ini tanaman bambu air dialiri dengan limbah selama 3 hari yang kemudian dipindahkan pada lingkungan perlakuan. Tahapan selanjutnya adalah melakukan uji awal kandungan logam berat Timbal (Pb) pada leachate. Setelah itu tahapan selanjutnya adalah melakukan perlakuan fitoremediasi dengan Menggunakan tanaman bambu air. Penempatan tanaman pada reaktor. Tanaman Bambu air dipilih dengan memperhatikan kualitas fisik tanaman. Kondisi fisik tanaman yang sehat ditandai dengan kondisi batang yang tegak, segar kuat dan tidak kering. Setiap reaktor mendapatkan guyuran lindi 500 mL pada perlakuan 0 tanpa kontrol bambu air, perlakuan 1 25 batang bambu air, dan perlakuan 2 50 batang bambu air. Dilakukan pengamatan 1 kali 3 hari dengan mengukur pH, suhu, mengamati perubahan warna air lindi, dan kondisi fisik tanaman bambu air. Pengamatan dilakukan selama 12 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengukuran pH

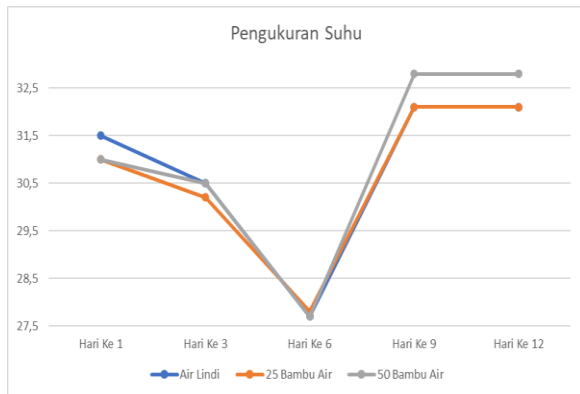


Gambar 1. Pengukuran pH Pada Setiap Perlakuan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH air lindi pada wadah yang berisi 25 dan 50 batang tanaman bambu air yang berkisar antara 7-8, karena pada kisaran tersebut tanaman mampu untuk menyerap unsur-unsur yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Pada hari 12 pada wadah yang berisi 25 tanaman dan 50 tanaman terjadi penurunan pH menjadi lebih netral. Menunjukkan bahwa semakin rendah pH air lindi pada tanaman bambu air, semakin efektif bambu air dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat (Widyastuti, dkk. 2023). Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan dari air lindi. Berdasarkan tabel hasil pengamatan yang dilakukan pada hari pertama, ketiga, keenam, kesembilan dan kedua belas didapatkan hasil bahwa pH air lindi berkisar 7-8.

Air lindi yang aktif memiliki pH yang lebih aktif pada pH 8,4 dan pH air lindi yang pasif yaitu 8,1. Air lindi yang aktif yaitu air lindi dari sampah-sampah baru yang dibuang. Sedangkan air lindi pasif adalah air lindi yang berasal dari tumpukan sampah yang dipasifkan atau pembuangan akhir yang sampah yang tidak digunakan lagi (Afdal & Sari, 2016). Hasil pengukuran pH pada air lindi menunjukkan air lindi yang diambil dari TPA merupakan air lindi yang berasal dari tumpukan sampah-sampah baru.

b. Pengukuran Suhu



Gambar 2. Pengukuran Suhu Pada Setiap Perlakuan

Hasil pengukuran suhu pada pengamatan yang telah dilakukan dari hari 1,3,6,9 dan 12 berkisar antara 27,7 - 32,8. Pada hari 1 dan 3 terjadi penurunan suhu yang menandakan penyerapan tumbuhan terhadap logam berat Pb masih rendah namun pada suhu tersebut tanaman bambu air masih bisa hidup. Pada hari 9 dan 12 terjadi peningkatan suhu. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan penyerapan bambu air terhadap logam berat Pb (Ihtiar, A. 2024). Menurut Widyastuti, dkk (2023) pengukuran suhu yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui suhu air lindi (leachate). Fluktuasi suhu pada pengukuran suhu dipengaruhi oleh kondisi suhu ruangan. Wadah diletakkan di tempat yang terpapar cahaya matahari dan terbuka sehingga dapat mempengaruhi perubahan suhu pada air lindi. Namun, selain dipengaruhi oleh suhu ruangan perubahan suhu dapat disebabkan oleh penyerapan tanaman bambu air terhadap logam berat dalam air lindi khususnya wadah yang berisi tanaman bambu air. Semakin tinggi suhu, semakin cepat pula proses penyerapan oleh tanaman. Sebaliknya, ketika suhu menurun, penyerapan oleh tanaman akan melambat.

c. Perubahan Kondisi Fisik Tanaman Bambu Air

Hasil kondisi fisik yang didapat di lapangan menyatakan bahwa bambu air selama penelitian mengalami perubahan fisiologis yang mana pada proses fitoremediasi dari bambu air terhadap air lindi pada hari 1 seluruh batang bambu air masih segar berwarna hijau muda. Pada hari ke-3 perlakuan 1 batang bambu air sudah

terdapat beberapa yang kurang segar. Pada perlakuan 2 terdapat 2 batang bambu air yang berubah menjadi kekuningan. Selanjutnya ada hari ke- 6 dan ke-9 batang semakin banyak batang yang berwarna kuning. Pada hari ke-12 ditemukan bagian batang yang kekuningan lebih banyak pada perlakuan 2 dibanding perlakuan 1 yang memiliki lebih banyak batang berwarna hijau. Terjadinya perubahan warna yang cukup signifikan ini mengakibatkan beberapa batang tanaman mati.

Perubahan warna dan beberapa tanaman yang mati ini disebabkan adanya aktivitas kimiawi antara tanaman dengan air limbah yang mengandung senyawa Pb. Batang bambu air menyerap senyawa kimia yang terkandung dalam air lindi. Tanaman bambu air memiliki batang dengan kandungan silikat yang tinggi, yang berguna mengikat partikel logam yang terserap oleh akar tanaman. Membuat batang mengalami perubahan warna dan kemudian mati. (Suharto et al., 2011) Berdasarkan penelitian Mubarak et al., 2020 karena kondisi fisik tanaman, tanaman dapat mengakumulasi beberapa ion logam. Hal ini terjadi karena proses penguapan, mana ion dan oksigen saling berikatan untuk membentuk ion baru. Batang udaranya tetap hijau, dan tanaman bambu air yang dipaparkan dengan limbah air mulai menunjukkan gejala klorosis (perubahan warna pada batang) dan perubahan warna dari substrat hijau ke hijau. Logam berat menghambat enzim yang bertanggung jawab untuk mengkatalis sintesis klorofil, yang menyebabkan klorosis pada tanaman bambu air.

Tanaman menyerap polutan secara langsung, mengakumulasi metabolisme non-fitotoksik dalam sel tanaman, melepaskan eksudat dan enzim yang dapat mengaktifkan aktivitas mikrobiologi, dan menyerap mineral di daerah perakaran. Fotosintesis tanaman meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam air limbah. Fitodegradasi dan polutan organik yang masuk ke dalam tanaman melalui akar dan terurai melalui metabolisme tanaman dapat

menyebabkan penurunan kadar COD dan BOD. Fitovolatilisasi adalah proses yang menyebabkan penurunan polutan karena polutan diserap oleh tanaman dan kemudian dilepaskan ke atmosfer sebagai uap udara. Material padat kemudian mengendap, sehingga jumlah material limbah dalam air limbah berkurang, yang mengakibatkan penurunan konsentrasi COD dan BOD (Kurniawati et al., 2023).

Perubahan Warna

Tabel 1. Warna Pada Setiap Perlakuan

No	WADAH	WARNA
1	WADAH KONTROL (100% AIR LINDI)	
2	WADAH AIR LINDI DENGAN 25 TANAMAN BAMBU AIR	
3	WADAH AIR LINDI DENGAN 50 TANAMAN BAMBU AIR	

Pada tabel hasil pengamatan warna air lindi pada perlakuan P0 tanpa tanaman bambu air, perubahan kejernihan air lindi selama 12 hari, dapat dilihat bahwa air lindi yang digunakan sebagai kontrol tetap adalah berwarna coklat keruh. Sedangkan, pada perlakuan 1 dan 2, kekeruhan air lindi mengalami penurunan. Pada perlakuan 1 menggunakan tanaman bambu air sebanyak 25 batang di hari ke-3, air lindi awalnya masih tetap berwarna coklat keruh, sedangkan hari ke-6 dan ke-9 warna yang sebelumnya coklat keruh mengalami perubahan karena sudah mulai berkurang. Hingga pada hari ke-12 perubahan kejernihan air sudah menjadi bening. Berbeda dengan perlakuan 2 menggunakan tanaman bambu air sebanyak 50 batang pada hari ke-3 dan ke-6 warna coklat keruh mengalami perubahan warna

lebih cepat dari perlakuan 1 kemudian pada hari ke-9, tampak air lindi yang berada didalam stoples sudah mulai berwarna bening, dan hari ke-12 kejernihan air menjadi bening dan warna air yang semula keruh sudah hilang. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan jumlah tanaman, dimana pada 50 tanaman bambu air ada lebih banyak akar yang dapat menyaring partikel kotoran dan polutan dari dalam air. kontaminan melalui akar dan kemudian memindahkannya ke batang dan daun. Tanaman ini menyerap udara limbah melalui akar dan mengikat kandungan timbal pada batang dengan cairan silikat yang diperoleh dari serat sklerenkim. Salah satu faktor yang menyebabkan perubahan warna pada batang bambu air adalah paparan air limbah yang mengandung logam Pb dalam waktu yang lama Menyebabkan penghambatan sintesis klorofil yang lebih besar. (Mubarak, et al., 2020)

SIMPULAN

1. Terdapat perbedaan signifikan dalam efektivitas penyerapan logam berat Timbal (Pb) dengan variasi jumlah tanaman Bambu Air yang digunakan. Semakin banyak tanaman Bambu Air yang digunakan, semakin efektif proses penyerapan Pb, menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tanaman dapat meningkatkan kemampuan fitoremediasi.
2. Tanaman Bambu Air (*Equisetum hymale*) terbukti efektif dalam menyerap logam berat Timbal (Pb) pada air lindi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki potensi yang baik sebagai agen fitoremediasi untuk mengurangi kontaminasi logam berat dalam air lindi.
3. Tanaman Bambu Air secara signifikan lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi Timbal (Pb) pada air lindi dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa tanaman. Hal ini mengindikasikan bahwa kehadiran tanaman tersebut memiliki peran penting dalam

mengurangi kandungan logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, Sari RN. 2016. Karakteristik lindi dari Tempat Pembuangan Sampah (TPA) Air Dingin, Kota Padang, Sumatera Barat. Prosiding Fisika dan Aplikasinya (SNFA) Pascasarjana Ilmu Fisika, Universitas Sebelas Maret Surakarta. 8-13.
- Anam, M. M., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan kandungan logam pb dan cr leachate melalui fitoremediasi bambu air (*Equisetum hyemale*) dan zeolit reduction of pb and cr metals contents of leachate by means of phytoremediation of bambu air (*Equisetum hyemale*) and zeolite. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(2), 43–59. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/118/121>
- Fitriah, L., Mohammad Y., & Sobri, E. (2017). DAMPAK PENCEMARAN AKTIVITAS KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP KANDUNGAN TIMBAL (PB) DALAM TANAH DAN TANAMAN PADI. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(1): 11-18.
- Ihtiar, A. (2024). EFEKTIVITAS BAMBUN AIR (*Equisetum hyemale*) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI LINDI TPA ATIBARANG TERHADAP BOD DAN COD SERTA IMPLEMENTASI HASIL PENELITIAN PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS PGRI EMARANG)
- Irharni., Setiaty P., Edison P., dan W. Hasan. 2017. Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. *Jurnal Serambi Engineering*. 1(2):75–84.
- Keslingmas, 35, 278–396. Sari, E., Jumiaty, & Sari, M. (2016). Kemampuan Adaptasi Tumbuhan Air Lokal Terhadap Air Lindi (LEACHATE). *Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(1), 77–89.
- Kurniawati, S., Ulfah, M., Nurwahyunani, A., & Hayat, M. S. (2023). Water bamboo plant (*Equisetum hyemale*) as a phytoremediation agent for water pollution waste. *Biological Environment and Pollution*, 3(2), 76-82. Margowati, D., Abdullah, S., & Kunci, K. (2016). Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Cod Air Limbah Rumah Tangga Di Desa Kracak Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas Tahun 2016.
- Suharto, B., Susanawati, L. D., & Wilistien, B. I. (2011). Penurunan kandungan logam Pb dan Cr leachate melalui fitoremediasi bambu air (*Equisetum hyemale*) dan zeolit. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 5(2), 148-158.
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Eviatari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(2), 40–47. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.360>
- Sulaiman, A., Nilandita, W., & Suprayogi, D. (2022). Fitoremediasi Memanfaatkan Tanaman Coontail untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb) menggunakan Sistem Batch Phytoremediation Utilizing Coontail Plants to Reduce Lead (Pb) Levels using a Batch System. 6(1), 9–18.
- Widyastuti, D., Suprayitno, D., & Rahardjo, P. P. (2023). Potensi bambu air sebagai tanaman hiperakumulator logam berat Zn pada Leachate menggunakan metode fitoremediasi. *Jurnal Green House*, 2(1), 32-37.

EFEKTIVITAS BIOREMEDIASI MENGGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas* UNTUK MENURUNKAN KADAR COD LIMBAH ORGANIK DI PABRIK CINCAU KOTA MEDAN

Dian Safitri¹, Yohana Reulina², Agnes Sebayang^{3*}, Nabila Pining⁴,
Marlinda Nilan Sari⁵, Adelia Febriyosa⁶

^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan

^{5,6}Dosen Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan

Corresponding author: agnesseybayang701@gmail.com

Abstract

Background: Environmental pollution, especially due to organic waste from the food industry, is a serious problem in today's society. Waste from grass jelly factories contains high organic content which causes an increase in Chemical Oxygen Demand (COD) and has the potential to pollute water and ecosystems. This study aims to evaluate the effectiveness of *Pseudomonas* bacteria as a bioremediation agent in reducing COD levels in grass jelly factory waste.

Methods: The methods used consisted of observational and experimental, with testing carried out at the Microbiology Laboratory, State University of Medan.

Results: The results showed that after 14 days of treatment, COD levels decreased from 195.75 mg/L to 154.73 mg/L, indicating a decrease of around 20.9%.

Conclusion: This study concludes that *Pseudomonas* bacteria are effective in reducing organic pollution in grass jelly factory waste, so they have the potential to be applied in industrial waste management.

Keywords: *Pseudomonas*, waste, environment and bioremediation

Abstrak

Latar Belakang: Pencemaran lingkungan, khususnya akibat limbah organik dari industri makanan, menjadi masalah serius di masyarakat saat ini. Limbah dari pabrik cincau mengandung kadar organik tinggi yang menyebabkan peningkatan Chemical Oxygen Demand (COD) dan berpotensi mencemari air dan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas bakteri *Pseudomonas* sebagai agen bioremediasi dalam menurunkan kadar COD limbah pabrik cincau.

Metode: Metode yang digunakan terdiri dari observasional dan eksperimental, dengan pengujian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Negeri Medan.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah perlakuan selama 14 hari, kadar COD menurun dari 195,75 mg/L menjadi 154,73 mg/L, menunjukkan penurunan sekitar 20,9%.

Kesimpulan: Penelitian ini menyimpulkan bahwa bakteri *Pseudomonas* efektif dalam mengurangi pencemaran organik pada limbah pabrik cincau, sehingga berpotensi diterapkan dalam pengelolaan limbah industri.

Kata kunci: *Pseudomonas*, limbah, lingkungan, dan bioremediasi

PENDAHULUAN

Lingkungan yang tercemar merupakan salah satu isu atau kejadian yang tengah dihadapi oleh masyarakat zaman sekarang. Pencemaran memiliki berbagai sumber, seperti limbah organik dan anorganik. Salah satu sumber pencemaran dari limbah organik dapat dihasilkan dari industri makanan, seperti pabrik cinau, pabrik gula, dsb. Limbah yang berasal dari pabrik tersebut akan mencemari lingkungan jika kurang dikelola dengan baik. Limbah yang mencemari lingkungan bisa melalui air, udara, dan tanah. Limbah organik yang berasal dari pabrik biasanya dialirkan ke perairan yang menyebabkan masalah serius pada kualitas air dan kelestarian ekosistem perairan.

Dampak yang disebabkan oleh pencemaran tersebut dapat diatasi dengan upaya yang efektif untuk memulihkan kualitas air yang tercemar. Salah satu metode untuk pengolahan limbah organik yang efisien dan ramah lingkungan adalah bioremediasi. Bioremediasi adalah proses pemulihan atau perbaikan lingkungan yang tercemar dengan memanfaatkan organisme hidup, seperti mikroorganisme (bakteri dan jamur), tanaman, dan hewan untuk menguraikan atau menetralkan polutan berbahaya di tanah, air, atau udara (Riwanda *et al.*, 2024).

Limbah dari pabrik cinau umumnya mengandung kadar organik yang tinggi, yang dapat menyebabkan peningkatan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dalam air. Kadar COD yang tinggi menunjukkan bahwa ada banyak zat organik yang dapat mencemari sumber air dan berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan.

Komponen bahan organik yang merupakan sumber bahan pencemar kualitas air umumnya adalah bahan organik yang terdiri dari protein, lemak dan karbohidrat, sehingga dalam penguraian bahan organik tersebut diperlukan adanya bakteri dari golongan bakteri proteolitik, bakteri lipolitik dan bakteri amilolitik. Hasil eksplorasi penelitian Herlina (2010) diketahui bahwa bakteri yang bersifat

proteolitik, amilolitik dan lipolitik yaitu *Pseudomonas* sp. Bakteri *Pseudomonas* memiliki kemampuan untuk memanfaatkan berbagai sumber karbon, yang memungkinkan mereka untuk tumbuh dan berkembang dalam lingkungan yang kaya akan senyawa organik, seperti limbah industri. Hal ini menjadikan *Pseudomonas* sangat efektif dalam proses bioremediasi (Raharja., 2010).

MATERI DAN METODE

Lokasi sampel diambil di sekitar pembuangan pabrik cinau yang berada di Desa Bandar Setia Tembung. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Universitas Negeri Medan. Penelitian dilakukan pada bulan September-Oktober 2024. Metode pengambilan dilakukan secara ex-situ.

Penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu observasional dan eksperimental. Pada tahap observasional, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi lokasi di sekitar pembuangan limbah pabrik cinau. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan keadaan air limbah dari segi warna dan kekeruhan, serta kondisi lingkungan sekitarnya yang tidak dimanipulasi oleh peneliti. Pengamatan ini penting untuk memahami dampak awal dari limbah terhadap kualitas air dan lingkungan sekitar. Selanjutnya, penelitian juga melibatkan pendekatan eksperimental yang berfokus pada pengujian kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dalam air limbah. Dalam tahap ini, bakteri *Pseudomonas* dikulturkan dan sampel air limbah diuji sebelum dan setelah perlakuan di laboratorium. Proses ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif bakteri tersebut dalam mengurangi kadar COD, yang merupakan indikator pencemaran organik dalam air. Dalam penelitian ini, berbagai instrumen digunakan untuk mendukung proses analisis. Alat-alat yang digunakan meliputi autoklaf, laminar air flow, cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, jarum ose, dan spektrofotometer. Selain itu, bahan seperti biakan bakteri *Pseudomonas*, media Nutrient Agar (NA), aquadest, dan alkohol

70% juga disiapkan untuk mendukung eksperimen. Penggunaan alat dan bahan yang tepat sangat penting agar hasil penelitian dapat diandalkan.

Prosedur penelitian dimulai dengan pengambilan sampel air limbah sebanyak 500 ml dari pembuangan selokan di sekitar pabrik. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol gelap untuk mencegah fotosensitivitas. Setelah itu, parameter fisika seperti bau dan warna diukur secara organoleptik oleh dua orang penilai yang memberikan pendapat tentang kondisi sampel. Selanjutnya, uji parameter kimia dilakukan dengan metode spektrofotometri untuk menentukan kadar COD.

Uji parameter biologi dilakukan dengan mengkulturkan bakteri *Pseudomonas*. Media NA disiapkan dengan mencampurkan 5 gram media dengan aquadest dan kemudian disterilkan menggunakan autoklaf. Setelah media dingin, bakteri diinokulasikan ke dalam media tersebut menggunakan metode gores zig-zag. Setelah proses inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, bakteri siap digunakan untuk diinokulasikan ke dalam sampel air limbah. Proses ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang efektivitas bakteri dalam mengurangi pencemaran pada air limbah yang diuji selama tujuh hari observasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari bioremediasi dihari ke 14, bakteri *Pseudomonas aeruginosa* telah memiliki cukup waktu untuk menguraikan senyawa organik kompleks yang ada di limbah. Seiring waktu, senyawa dipecah menjadi sederhana dan tidak berwarna. Hasil dari bioremediasi adalah bahan-bahan organik akan terurai di dalam dan melepaskan gas seperti amoniak yang menghasilkan bau menyengat, hal tersebut

terjadi karena adanya pemecahan protein dari limbah yang akhirnya tercampur senyawa-senyawa seperti nitrogen dan fosfor, hari ke 14 gas seperti ammonia telah terurai menjadi lebih stabil dan bau berkurang seperti oksigen dan air. Hasil dari bioremediasi juga menghasilkan gelembung pada limbah cair cincau yang artinya dari proses tersebut sedang terjadi bioremediasi. Gelembung tersebut terjadi karena bakteri mengonsumsi bahan-bahan organik yang ada pada limbah cair cincau dan menghasilkan gas-gas sisa dan akhirnya dapat membentuk gelembung.

Endapan yang dihasilkan pada hari ke 7 bakteri masih berada dalam fase aktif menguraikan senyawa organik kompleks, hingga hari 14 bakteri telah memasuki tahap akhir degradasi, di mana senyawa kompleks terurai menjadi lebih sederhana. Endapan hitam bisa disebabkan oleh senyawa karbon yang stabil, seperti karbon tereduksi atau hasil metabolisme akhir.

Limbah organik pada limbah cincau yang belum diremediasi memiliki ciri warna coklat dan memiliki bau yang menyengat dan tidak memiliki gelembung serta tidak memiliki endapan. Sedangkan hasil bioremediasi di hari ke 5 hingga ke 7 menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mengalami perubahan fisik dengan ciri memiliki warna coklat sedikit gelap dan hari ke 14 warnanya lebih sedikit terang dibanding hari ke 7, dihari ke 7 memiliki endapan berwarna putih hingga hari ke 14 endapan berubah menjadi warna hitam, aroma sedikit lebih menyengat dihari ke 7 tetapi dihari ke 14 aroma berubah tidak menyengat dan dihari ke 7 memiliki sedikit gelembung. Gelembung tersebut berasal dari aktivitas katabolisme bakteri yang diproses untuk mendegradasi limbah cair pabrik cincau yang sudah di bioremediasi.

Tabel 1. Pengamatan Hasil Organoleptik Selama 14 Hari

		0 Hari	3 Hari	5 Hari	7 Hari	14 Hari
Warna	Kontrol	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat
	<i>Pseudomona saeruginosa</i>	Coklat	Coklat	Coklat sedikit gelap	Coklat sedikit gelap	Coklat sedikit lebih terang
Aroma	Kontrol	Menyengat	Menyengat	Menyengat	Menyengat	Menyengat
	<i>Pseudomona saeruginosa</i>	Menyengat	Menyengat	Menyengat	Sedikit lebih menyengat	Tidak Menyengat
Gelembung	Kontrol	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Tidak ada gelembung	Sedikit gelembung	Tidak ada gelembung



Gambar 1. Hasil nilai titik akhir titrasi

Hasil dari isolasi bakteri dan perhitungan jumlah koloni bakteri dengan metode pengenceran, disini dilakukan pengenceran 10-4, 10-5, dan 10-6 dan diinkubasi selama 1x24 jam. Hasil perhitungan koloni di pengenceran 10-4 dan

10-5 memiliki lebih dari 300 CFU/g dan 10-6 memiliki 83 koloni saja, ini di anggap valid karena tidak lebih dari TNTC (Too numerous to count). Uji COD (Chemical Oxygen Demand) pada sampel air limbah cincau tanpa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan

yang menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

Tabel 2. Uji COD (Chemical Oxygen Demand) pada sampel air limbah cincau tanpa bakteri *Pseudomonas aureus* dan yang menggunakan bakteri *Pseudomonas aureus*.

Nama Sampel	Volume	Nilai M FAS
Blanko	24,46 ml	
Limbah cincau tanpa bakteri <i>Pseudomonas</i>	18,16 ml	
Limbah cincau menggunakan bakteri <i>Pseudomonas</i>	19,48 ml	0,0971 N

Hasil COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Tanpa bakteri

$$COD \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(24,46 - 18,16)ml \times 0,0971 N \times 8000}{25 ml}$$

$$= \frac{6,3 \times 0,0971 N \times 8000}{25} = \frac{4.893,84}{25}$$

$$= 195,75 \text{ mg/L}$$

2. Menggunakan bakteri

$$COD \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(24,46 - 19,48)ml \times 0,0971 N \times 8000}{25 ml}$$

$$= \frac{4,98 \times 0,0971 \times 8000}{25} = \frac{3.868,464}{25}$$

$$= 154,73 \text{ mg/L}$$

Pada penelitian ini pengukuran COD menggunakan metode titrasi. Dalam metode ini, senyawa organik dalam sampel air dioksidasi oleh kalium dikromat dalam kondisi asam (dengan H₂SO₄). Setelah

proses oksidasi, sisa kalium dikromat yang tidak tereduksi dititrasi dengan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS). Kemudian setelah mendapatkan nilai titik akhir titrasinya maka dihitung dengan rumus:

$$COD \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{\text{Vol. Blanko} - \text{Vol. Titrasi} \times M \text{ Fas} \times 8000}{\text{Volume Sampel (ml)}}$$

Hasil menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Pseudomonas* berhasil menurunkan kadar COD dalam limbah cincau. Terlihat setelah perlakuan dengan bakteri *Pseudomonas*, terjadi penurunan pada kadar COD. Pada larutan blanko diperoleh nilai titik akhir titrasi sebesar 24,46 ml, menggunakan bakteri senilai 19,48 ml, tanpa bakteri senilai 18,16 ml dan larutan standar LCS sebesar 0,0971 ml.

Analisis kadar COD tanpa bakteri diperoleh nilai 195,75 mg/L dan menggunakan bakteri memperoleh nilai COD sebanyak 154,73 mg/L. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kadar COD menurun dari 195,75 mg/L menjadi 154,73 mg/L setelah perlakuan, yang menunjukkan penurunan sekitar 20,9%. Ini menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas* efektif dalam mendegradasi bahan organik yang terdapat dalam limbah

cincau. Waktu inkubasi berperan penting dalam efektivitas bioremediasi. Penelitian menunjukkan penurunan COD terjadi dalam waktu 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri memerlukan waktu untuk berkembang biak dan melakukan proses degradasi secara optimal. Penggunaan bakteri *Pseudomonas* sebagai agen bioremediasi terbukti efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cincau yang melebihi ambang batas standar mutu nasional. Penurunan kadar COD dari 195,75 mg/L menjadi 110 mg/L menunjukkan potensi besar dari bioremediasi mikroba sebagai solusi untuk masalah pencemaran air.

Air yang tercemar, misalnya oleh limbah domestik ataupun limbah industri pada umumnya mempunyai nilai COD yang tinggi, sebaliknya air yang tidak tercemar mempunyai COD yang rendah karena hal itu, maka diperlukannya degradasi bahan organik yang lebih besar. Jika suatu limbah yang telah melebihi dari ukuran baku mutu dalam beban pencemaran, maka limbah tersebut tidak diperbolehkan untuk dibuang ke badan air, yang merujuk kembali kepada SK tentang pembuangan air limbah ke laut dan peraturan undang-undang yang berlaku, hal tersebut dimaksudkan untuk menjaga ekosistem air dan kelestarian lingkungan. Tingginya nilai COD disebabkan adanya penurunan bahan organik maupun anorganik dari limbah industri yang dihasilkan. Tingginya kandungan COD di dalam air limbah mengakibatkan miskinnya kandungan oksigen dalam limbah sehinggabiota tidak akan hidup di dalam lingkungan limbah tersebut (Ramayanti.,2019).

SIMPULAN

Bakteri *Pseudomonas* terbukti memiliki potensi sebagai agen bioremediasi untuk mengatasi limbah pabrik cincau, berkat kemampuannya dalam mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas* efektif dalam

menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah organik pabrik cincau, yang menandakan bahwa mikroba ini dapat membantu memperbaiki kualitas air limbah. Melalui proses bioremediasi, bakteri *Pseudomonas* dapat mencapai penurunan kadar COD yang signifikan, yang menunjukkan efisiensinya dalam memproses limbah organik dan potensinya untuk diterapkan dalam pengelolaan limbah industri. Diketahui dari hasil analisa yang di dapatkan yaitu dari nilai COD 195,75 mg/L menjadi 154,73mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Banin, M. M., Yahya, Y., & Nursyam, H. (2021). Pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus* sp. dan *Pseudomonas putida* secara aerob. *Journal of Tropical AgriFood*, 3(1), 49. <https://doi.org/10.35941/jtaf.3.1.2021.6119.49-62>
- Harahap, M. R., Amanda, L. D., & Matondang, A. H. (2022). Analisis Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Amina*, 2(2), 79–83. <https://doi.org/10.22373/amina.v2i2.772>
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26. <https://doi.org/10.32502/jd.v5i2.3030>
- Melati, I. (2020). Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan Dan Prospek Riset. *Prosiding Seminar Biotik Rahayu 2005*, 272–286.
- Ramayanti D., Ullil A. (2019). Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (Potential

- Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 1 (1), 16-21.
- Rasmadita Dewi, S., Envirotek, W., & Sulastri, A. (2023). Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Oli Bekas Dengan Metode Composting. *Jurnal Envirotek*, 15(2), 149–154. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v15i2.153>
- Riwanda, A., Mayasari, U., dan Rasyidah. (2024). Perbandingan Bakteri *Pseudomonas putida* Dan *Bacillus cereus* Dalam Menurunkan Kadar Cod Bod Pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Biogenerasi*, 9(1): 716-723.
- Syarifuddin, A., Yuliasuti, F., & Pradani, M. P. K. (2020). Potensi Cemaran Bakteri *Escherichia coli* Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (Rpa) Terhadap Lingkungan Di Kota Magelang. *Jurnal Kesehatan*, 13(1), 46–53. <https://doi.org/10.23917/jk.v13i1.11101>

KADAR KLOROFIL ALGA HIJAU *Dictyosphaeria versluysii* DAN UJI SENSORI PRODUK OLAHANNYA

Tri Santi Kurnia^{1*}, Vicky Ferdianti², Alamanda Pelamonia³, Sintje Liline⁴

^{1,2} Program Studi Pendidikan Biologi, FITK IAIN Ambon

^{3,4} Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Pattimura

Corresponding author: trisanti@iainambon.ac.id

Abstract

Background: *Dictyosphaeria versluysii* is a type of green algae that can be consumed. This alga is abundant in the coastal waters of Maluku Province. However, this alga has not been widely explored scientifically. Generally, people who live on the coast of Ambon Island and its surroundings do not know about the potential of *Dictyosphaeria versluysii* algae. This study aims to determine the chlorophyll content of green algae *Dictyosphaeria versluysii* and the level of public preference for processed products.

Methods: Samples of green algae *Dictyosphaeria versluysii* were taken by purposive sampling. Analysis of chlorophyll content using UV-Vis Spectrophotometry method at wavelengths of 645 nm and 663 nm. Sensory test using questionnaire with Likert scale on 35 panelists in Tulehu District, Central Maluku Regency.

Results: Chlorophyll levels in three different samples, namely the untreated wet sample (Dv.2), the untreated dry sample (Dv.1), and the treated wet sample (Dv.3), have different results. The total chlorophyll levels for the three samples were 35.1 mg/L, 59.7 mg/L, and 18.6 mg/L, respectively. Sample Dv.1 had higher chlorophyll levels compared to the other two samples. The results of the sensory test showed that the parameters of color, taste, aroma, and level of liking were in the "Very Like" criteria and texture was in the "Like" criteria.

Conclusion: The chlorophyll content of *Dictyosphaeria versluysii* algae decreased after processing. However, processed *Dictyosphaeria versluysii* algae products can be accepted by the people of Negeri Tulehu. This algae can be developed into useful alternative and innovative food.

Keyword: Algae, *Dictyosphaeria versluysii*, Chlorophyll, Sensory Test

Abstrak

Latar Belakang: *Dictyosphaeria versluysii* adalah salah satu jenis alga hijau yang dapat dikonsumsi. Alga ini melimpah di perairan pantai Provinsi Maluku. Namun, alga ini belum banyak dieksplorasi secara ilmiah. Umumnya masyarakat yang tinggal di pesisir pantai Pulau Ambon dan sekitarnya tidak mengetahui tentang potensi alga *Dictyosphaeria versluysii*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar klorofil alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* dan tingkat kesukaan masyarakat terhadap produk hasil olahannya.

Metode: Sampel alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* diambil secara *purposive sampling*. Analisis kadar klorofil menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis pada Panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Uji sensoris menggunakan angket dengan skala Likert pada 35 panelis di Negeri Tulehu Kabupaten Maluku Tengah.

Hasil: Kadar klorofil pada tiga sampel berbeda yaitu sampel basah belum diolah (Dv.2), sampel kering belum diolah (Dv.1), dan sampel basah telah diolah (Dv.3) memiliki hasil yang berbeda. Kadar klorofil total berturut-turut untuk ketiga sampel tersebut sebesar 35,1 mg/L; 59,7 mg/L; dan 18,6 mg/L. Sampel Dv.1 memiliki kadar klorofil yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kedua sampel lainnya. Hasil uji sensoris menunjukkan parameter warna, rasa, aroma dan tingkat kesukaan berada pada kriteria "Sangat Suka" dan tekstur berada pada kriteria "Suka".

Kesimpulan: Kadar klorofil alga *Dictyosphaeria versluysii* mengalami penurunan setelah diolah. Namun, produk olahan alga *Dictyosphaeria versluysii* dapat diterima oleh masyarakat Negeri Tulehu sebagai bahan pangan. Alga ini dapat dikembangkan menjadi pangan alternatif dan inovatif yang bermanfaat.

Kata Kunci: Alga, *Dictyosphaeria versluysii*, Klorofil, Uji Sensori

PENDAHULUAN

Sumber pangan dan bahan obat yang berasal dari alam saat ini sangat gencar dicari karena penggunaan bahan obat yang berasal dari hasil sintesis bahan kimiawi memiliki efek samping yang cukup berbahaya bagi kesehatan manusia bila sering dikonsumsi. Selain itu, tindakan pencegahan untuk masalah kesehatan bagi manusia hendaknya beranjak dari kebiasaan dan pola hidup yang berkaitan erat dengan jenis makanan yang dikonsumsi. Sumber pangan sehat yang alami dan bersifat organik sangat penting untuk dicari dan diteliti demi tercapainya ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat Indonesia. Salah satu sumber pangan dan obat yang bermanfaat dalam dunia industri yaitu alga (Radiena et al., 2019).

Dictyosphaeria versluysii termasuk salah satu spesies alga hijau dari kelas Ulvophyceae dengan talus berukuran sekitar 5cm, rhizoid pendek, bertekstur keras karena turgiditas yang tinggi, dan mudah dilihat karena memiliki ukuran sel yang cukup besar berupa gelembung-gelembung berbentuk bola pipih (Radiena, 2018). *Dictyosphaeria versluysii* hidup pada zona litoral yakni menempel pada substrat berbatu dan memanfaatkan sinar matahari untuk berfotosintesis. Alga ini sering dikonsumsi oleh masyarakat Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) dan dikenal dengan nama lokal *silpau* atau sering disebut juga sebagai *karang muda*. Jenis alga ini biasanya dikonsumsi oleh masyarakat MBD saat kondisi laut tidak memungkinkan untuk nelayan mencari ikan. Mereka mengolahnya secara sederhana sebagai lauk pendamping nasi atau sumber karbohidrat lainnya (Liline & Kurnia, 2022).

Seperti alga hijau pada umumnya, *Dictyosphaeria versluysii* juga mengandung klorofil. Klorofil pada *Dictyosphaeria versluysii* tersebar di seluruh bagian tubuhnya dan tampak dominan pada bagian dinding selnya bila diamati dengan mikroskop cahaya. Klorofil bermanfaat bagi kesehatan manusia bila dikonsumsi. Klorofil dapat dimanfaatkan sebagai antikanker, antibakteri, antioksidan, antimutagenik, disinfektan, dan suplemen makanan (Hendriyani et al., 2018). Meskipun demikian, kadar klorofil pada *Dictyosphaeria versluysii* belum diketahui secara pasti. Oleh sebab itu, penting untuk dilakukan analisis

kadar klorofil dari alga *Dictyosphaeria versluysii*.

Sebagai sumber nutrisi sehat yang alami *Dictyosphaeria versluysii* harus diolah sebelum dikonsumsi karena tanpa diolah cita rasanya terasa hambar yang akan mempengaruhi tingkat penerimaan dan kesukaan masyarakat. Untuk memastikan tingkat penerimaan masyarakat terhadap produk olahan alga *Dictyosphaeria versluysii*, maka perlu dilakukan uji sensori. Uji sensori (uji panel) umumnya dilakukan untuk pengembangan produk atau hasil olahan pangan tertentu. Panelis memberikan hasil penilaiannya terhadap sifat-sifat sensori yang berguna bagi kualitas sensori suatu produk sehingga produk yang dihasilkan menjadi sesuai dengan selera masyarakat (Tarwendah, 2017).

Alga *Dictyosphaeria versluysii* tumbuh di wilayah perairan pantai Provinsi Maluku, yang salah satunya di perairan Pantai Kabupaten Maluku Tengah. Meskipun demikian, masyarakat Maluku Tengah belum sama sekali memanfaatkan alga *Dictyosphaeria versluysii* sebagai sumber pangan. Negeri Tulehu adalah salah satu desa di wilayah kabupaten Maluku Tengah yang terletak di kawasan pesisir dengan mayoritas penduduknya memiliki usaha perikanan. Masyarakatnya memiliki sumber mata pencaharian yang bervariasi, dan rata-rata berupa Usaha Kecil Menengah (UMKM). Salah satu UMKM yang banyak dilakoni oleh masyarakat Negeri Tulehu yaitu usaha kuliner (Sitaniapessy, 2022). Oleh sebab itu, potensi alga *Dictyosphaeria versluysii* penting untuk diketahui oleh masyarakat Negeri Tulehu agar dapat memperkaya nuansa kuliner di negeri tersebut. Selain itu, di Negeri Tulehu terdapat beberapa objek vital bagi masyarakat seperti pasar dan pelabuhan transportasi laut. Dengan demikian, Negeri Tulehu merupakan daerah penyangga bagi perekonomian masyarakat.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini telah dilakukan pada tanggal 30 April–30 Juni 2024 dengan lokasi penelitian yang bertempat di Laboratorium Biologi Dasar FKIP Universitas Pattimura dan di Negeri Tulehu Kabupaten Maluku Tengah. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer UV vis untuk mengukur kadar klorofil dan

angket untuk uji sensori hasil olahan alga *Dictyosphaeria versluysii*. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan diagram. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahap pengambilan sampel alga *Dictyosphaeria versluysii*.

Pengambilan sampel alga *Dictyosphaeria versluysii* secara purposive sampling dengan melakukan jelajah bebas di sepanjang perairan pantai Kecamatan Salahutu dengan substrat berbatu. Sampel alga *Dictyosphaeria versluysii* yang diambil adalah yang talusnya utuh dan berwarna hijau cerah. Sampel dicokel menggunakan alat bantu berupa pisau dan dimasukkan ke dalam plastik sampel kurang lebih sebanyak 1-2 kg kemudian di bawa ke laboratorium.

2. Tahap pengolahan alga *Dictyosphaeria versluysii* sebagai sumber nutrisi sehat.

Sampel alga *Dictyosphaeria versluysii* yang telah diperoleh kemudian dibersihkan dari pasir dan kotoran lain yang menempel, kemudian dicuci dengan air mengalir. Setelah itu, sampel selanjutnya diiris tipis dan dicampur dengan bahan-bahan lain seperti bawang merah, cabe rawit, jeruk limau atau jeruk nipis, tomat, dan garam secukupnya.

3. Tahap uji kadar klorofil di laboratorium menggunakan spektrofotometer UV vis.

Sediaan alga *Dictyosphaeria versluysii* yang belum diolah dan yang telah diolah selanjutnya ditimbang masing-masing sebanyak 15 gram. Masing-masing sediaan dihaluskan menggunakan mortar

dan dicampur dengan aseton sebanyak 10 ml. Kemudian, masing-masing sediaan disimpan dalam wadah gelap dan dimasukkan ke dalam freezer selama kurang lebih 24 jam (semalam) agar proses ekstraksi dapat berjalan optimal. Selanjutnya, hasil ekstraksi masing-masing sediaan diukur absorbansi kadar klorofilnya dengan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total ditentukan dengan rumus dari Harborne (1973) dalam Hikmah (2021) sebagai berikut:

- Klorofil a (mg/L) = $12,7 A_{663} - 2,69 A_{645}$
- Klorofil b (mg/L) = $22,9 A_{645} - 4,68 A_{663}$
- Klorofil Total (mg/L) = $20,2 A_{645} + 8,02 A_{663}$
- Dengan A adalah nilai absorbansi hasil pengukuran pada panjang gelombang tertentu.

4. Tahap uji sensori oleh panelis untuk mengetahui tingkat kesukaan masyarakat Negeri Tulehu terhadap hasil olahan alga *Dictyosphaeria versluysii*.

Sebelum dilakukan uji sensori oleh setiap panelis, peneliti melakukan wawancara singkat dengan setiap panelis untuk memastikan kondisi indera panelis dalam keadaan normal dan sehat. Setelah itu, peneliti memberikan arahan kepada panelis terkait cara pengisian angket uji sensori. Selanjutnya, panelis diberikan sampel alga *Dictyosphaeria versluysii* yang telah diolah untuk dicicipi dan dinilai oleh setiap panelis. Adapun angket uji organoleptik menggunakan skala penilaian sebagai berikut:

Tabel 1. Skala Uji Sensori

Warna	Rasa	Tekstur	Aroma	Tingkat Kesukaan	Skor
Hijau Cerah	sangat enak, gurih dan menimbulkan selera makan	Sangat lembut	Aroma bumbu dan menimbulkan selera makan	Sangat suka	4
Hijau Kekuningan	enak, gurih, tetapi masih ada rasa rumput laut	Lembut	Masih ada aroma laut	Suka	3
Hijau kecokelatan	Hambar dan kurang enak	agak lembut	Tidak beraroma	Kurang suka	2
Putih	Tidak enak	Kasar	Beraroma busuk	Tidak suka	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Uji Kadar Klorofil Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

Hasil pengukuran nilai absorbansi sampel alga *Dictyosphaeria versluysii* baik pada sampel kering (belum diolah), maupun sampel basah (belum diolah dan

telah diolah menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm dapat dilihat pada Tabel 2. Berikut ini:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Absorbansi pada Sampel Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

No	Sampel	Nilai Absorbansi							
		λ663 nm				λ645 nm			
		U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
1.	Dv. 1*	2,130	2,131	2,129	2,13	2,107	2,109	2,115	2,11
2.	Dv. 2**	1,800	1,799	1,799	1,79	1,026	1,027	1,028	1,03
3.	Dv. 3**	0,443	0,444	0,442	1,33	0,387	0,385	0,385	0,39

Keterangan: *: Sampel kering, belum diolah; **: Sampel basah, belum diolah; ***: Sampel basah, sudah diolah

Berdasarkan rerata hasil pengukuran absorbansi, maka hasil perhitungan kadar

klorofil untuk setiap sampel adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kadar Klorofil Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

No.	Sampel	Kadar Klorofil (mg/L)		
		a	b	Total
1.	Dv. 1*	21,4	38,3	59,7
2.	Dv. 2**	19,9	15,2	35,1
3.	Dv. 3**	15,85	2,7	18,6

Keterangan: *: Sampel kering, belum diolah; **: Sampel basah, belum diolah; ***: Sampel basah, sudah diolah

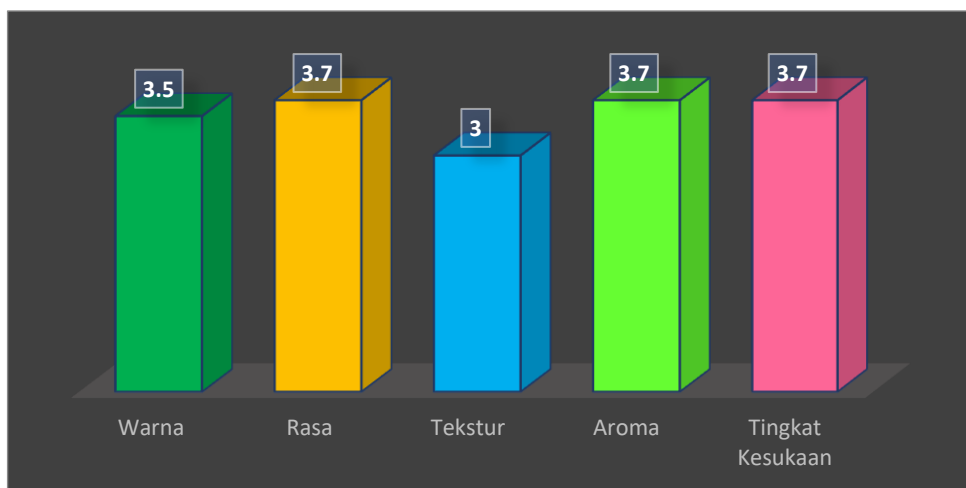
Tabel 3. menunjukkan bahwa hasil pengukuran kadar klorofil pada tiga sampel berbeda memiliki hasil yang berbeda pula. Pada sampel kering kadar klorofil alga *Dictyosphaeria versluysii* baik klorofil a, b dan klorofil total memiliki angka yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar klorofil pada sampel basah. Sedangkan, pada sampel basah yang belum diolah, kadar klorofil totalnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar klorofil pada sampel basah yang telah diolah.

Pada sampel kering, kadar klorofil b lebih tinggi bila dibandingkan dengan

kadar klorofil a. Pada sampel basah yang belum diolah, kadar klorofil a lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar klorofil b. Pada sampel basah yang telah diolah kadar klorofil a lebih tinggi bila dibandingkan angkanya dengan kadar klorofil b.

b. Hasil Uji Sensori Hasil Olahan Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

Hasil uji sensori terhadap 35 panelis tidak terlatih yang berasal dari Negeri Tulehu Kabupaten Maluku Tengah dapat dilihat pada Gambar diagram 1. berikut.



Gambar 1. Diagram Rerata Jawaban Panelis pada Angket Uji Sensori Produk Olahan Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

Paramater warna mendapat rata-rata skor hasil penilaian panelis sebesar 3,5 yang diperoleh dari sebanyak 22 orang panelis menjawab sangat suka, 7 orang panelis menjawab suka, dan 6 orang panelis menjawab kurang suka. Rata-rata skor untuk rasa adalah 3,7 yang diperoleh dari 24 orang panelis menjawab sangat suka, 10 orang panelis menjawab suka, dan 1 orang panelis menjawab kurang suka. Rata-rata skor untuk tekstur adalah 3 yang diperoleh dari 9 orang panelis menjawab sangat suka, 19 orang panelis menjawab suka, 5 orang panelis

menjawab kurang suka, dan 2 orang panelis menjawab tidak suka. Rata-rata skor untuk aroma adalah 3,7 yang diperoleh dari 26 orang panelis menjawab sangat suka, dan 9 orang panelis menjawab suka.

Data rata-rata hasil penilaian panelis untuk setiap parameter tersebut selanjutnya dihitung persentasinya untuk diambil kesimpulan. Adapun tabel persentasi dan kriteria penilaian uji sensorinya dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Sensori Produk Hasil Olahan Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii* Berdasarkan Persentasi Rerata dan Kriteria Penilaian Panelis

No.	Parameter	Rerata skor (%)	Kriteria
1	Warna	86	Sangat Suka
2	Rasa	91	Sangat Suka
3	Tekstur	75	Suka
4	Aroma	93,5	Sangat Suka
5	Tingkat Kesukaan	92,9	Sangat Suka

a. Kadar Klorofil Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

Berdasarkan hasil uji kadar klorofil alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* pada tiga sampel yang berbeda, memiliki hasil yang berbeda pula. Pada sampel kering kadar klorofil alga *Dictyospaheria versluysiii* baik klorofil a, b dan klorofil total memiliki angka yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar klorofil pada sampel basah. Hal ini dikarenakan pada sampel kering alga *D.versluysii* memiliki

kadar air yang relatif rendah sehingga kadar klorofil lebih terkonsentrasi dan tidak terpengaruh oleh kandungan air saat dilakukan pengukuran (Mbondo et al., 2018). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari Sari & Hidayati (2020), yang menyatakan bahwa nilai absorbansi pengukuran klorofil pada sediaan basah lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai absorbansi pada sediaan kering.

Di sisi lain, proses pengeringan yang dilakukan secara alami yakni dengan cara kering angin membuat kadar klorofil tidak terdegradasi atau mengalami kerusakan. Metode pengeringan angin digunakan untuk menghindari kerusakan pada sampel yang digunakan dan menjadi metode yang sangat mudah dan murah serta dapat dilakukan oleh hampir seluruh masyarakat. Metode ini juga tentunya berpengaruh terhadap mutu sampel dan kandungan kimia dari sampel (Tapotubun, 2018). Perlakuan pengeringan dapat meningkatkan ekstraksi klorofil dengan menonaktifkan enzim perusak klorofil (Ferreira et al., 2020). Metode pengeringan ini dipilih karena sesuai untuk pengeringan bahan organik yang tidak membutuhkan suhu pengeringan tinggi sehingga tidak akan merusak zat aktif di dalamnya (Ebrahimi et al., 2023; Gościnnia et al., 2021).

Pada sampel basah yang belum diolah, kadar klorofil totalnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar klorofil pada sampel basah yang telah diolah. Hal ini terjadi karena sampel yang telah diolah mendapatkan penambahan asam dari cairan jeruk limau. Asam sitrat yang terkandung dalam cairan jeruk limau dapat menyebabkan klorofil pada sampel terdegradasi melalui lepasnya magnesium (Nurafifah et al., 2023). Volume asam sitrat yang ditambahkan akan mempengaruhi warna tampak dari klorofil. Semakin banyak penambahan asam sitrat, maka warna alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* akan berubah dari hijau menjadi hijau kekuningan.

Adapun faktor yang berpengaruh terhadap kandungan klorofil alga secara umum adalah pH, DO, kecerahan, kecepatan arus, nitrat, dan fosfat. Faktor kedua yang turut mempengaruhi yaitu kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Kandungan klorofil bersifat labil terhadap pengaruh suhu, cahaya, dan kedalaman perairan (Maslahah et al., 2021).

b. Uji Sensori Hasil Olahan Alga Hijau *Dictyosphaeria versluysii*

Proses pengolahan produk pada penelitian ini menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi penampilan,

tekstur, aroma dan cita rasa pada alga *Dictyosphaeria versluysii* (Fauzi et al., 2016). Skor organoleptik yang diperoleh menunjukkan jawaban yg bervariasi dari masing-masing panelis. Hal tersebut dikarenakan Tingkat kesukaan (hedonik) masing-masing panelis terhadap suatu bahan pangan tentunya akan berbeda. Meskipun penelitian dapat mendeteksi, tetapi setiap individu memiliki kesukaan yang bervariasi (Husnani & Fitri, 2022).

1) Warna

Warna pada makanan adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi daya terima pada suatu makanan yang akan disajikan. Warna biasanya merupakan tanda kematangan atau kerusakan dari makanan. Cara pengolahan dengan penambahan bahan tertentu memungkinkan terjadinya perubahan warna (Husnani & Fitri, 2022). Trisia et al. (2021) menyatakan bahwa kesukaan pada suatu makanan dapat mencakup dua aspek yaitu, tampilannya yakni warna, besar porsi, dan bentuknya, dan rasa yang meliputi aroma, bumbu, kematangan, dan tekstur saat dicicipi. Kedua aspek tersebut penting untuk diperhatikan agar dapat menghasilkan produk pangan yang disukai masyarakat. Hal ini pun berlaku pada hasil uji sensori produk olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii*.

2) Rasa

Rasa adalah faktor lainnya yang sangat penting dalam menentukan kualitas sensori yang terkait erat dengan daya beli konsumen terhadap suatu produk pangan (Imtiyaz et al., 2021). Berdasarkan hal ini, hasil penilaian uji sensori terhadap parameter rasa yang rata-rata berada pada kategori "sangat suka" mengindikasikan bahwa produk olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* dapat menarik daya beli masyarakat bila dikembangkan menjadi produk yang inovatif. Selai itu, sebagian besar panelis menjawab sangat suka karena rasa olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* yang dicicipi sesuai dengan selera dan kebiasaan makan dari masyarakat Negeri Tulehu kabupaten Maluku Tengah.

3) Tekstur

Tekstur merupakan ukuran dan susunan (jaringan) dari suatu benda atau makanan. Tekstur dapat ditentukan dengan melibatkan indra perasa, indera pengecap, atau indera peraba, yaitu keras, lunak, halus, kasar, utuh, padat, cair, kering, lembab, liat, renyah, empuk, dan kenyal (Sakti, 2018). Hasil uji sensori pada parameter tekstur dari produk olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* menunjukkan bahwa rata-rata panelis menjawab pada kategori "suka". Hal ini mungkin disebabkan karena produk olahan alga *Dictyosphaeria versluysii* bersifat renyah atau getas saat digigit yang menimbulkan sensasi seperti sedang memakan kerupuk. Oleh sebab itu, penilaian terhadap tekstur makanan sangat berkaitan dengan pengalaman sensori setiap orang.

4) Aroma

Aroma merupakan reaksi dari makanan yang dapat mempengaruhi konsumen sebelum menikmati makanan. Aroma makanan ditangkap terlebih dahulu oleh indera pembau sebelum dicicipi (et al., 2016). Aroma yang lezat dan wangi akan menimbulkan selera makan. Sebaliknya, aroma yang langu, busuk, atau tidak segar dapat menghilangkan selera makan (Wardhana et al., 2022). Hasil uji sensori produk olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* pada parameter aroma berada pada kriteria "sangat suka". Hal ini disebabkan karena masyarakat Negeri Tulehu memang terbiasa mengkonsumsi sumber pangan dari laut sehingga menyukai makanan yang beraroma laut.

4. Tingkat Kesukaan

Tingkat kesukaan masyarakat Negeri Tulehu terhadap produk hasil olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* sejalan dengan hasil penilaian parameter lainnya yaitu berada pada kategori "sangat suka". Ini menandakan bahwa produk olahan alga hijau *Dictyosphaeria versluysii* dapat diterima oleh masyarakat sehingga dapat dijadikan sumber pangan alternatif atau produk inovatif lainnya yang dapat dijual atau bernilai ekonomi.

SIMPULAN

1. Kadar klorofil alga hijau dari ketiga jenis sampel berbeda-beda baik pada kandungan klorofil a, klorofil b, maupun jumlah klorofil totalnya.
2. Kadar klorofil *Dictyosphaeria versluysii* pada sampel yang telah diolah mengalami penurunan bila dibandingkan dengan sampel kering dan sampel basah yang belum diolah.
3. Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa parameter warna, rasa, aroma, dan tingkat kesukaan berada pada kriteria "Sangat Suka", sedangkan teksturnya berada pada kriteria "Suka". Dengan demikian, produk olahan alga *Dictyosphaeria versluysii* dapat diterima oleh masyarakat Negeri Tulehu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ebrahimi, P., Shokramraji, Z., Tavakkoli, S., Mihaylova, D., & Lante, A. (2023). Chlorophylls as Natural Bioactive Compounds Existing in Food By-Products: A Critical Review. *Plants*, 12(7),1–12. <https://doi.org/10.3390/plants12071533>
- Fauzi, M., Giyarto, & Wulandari, S. (2016). Karakteristik Citarasa dan Komponen Flavor Kopi Luwak Robusta in Vitro Berdasarkan Dosis Ragi Kopi Luwak dan Lama Fermentasi. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 51–56.
- Ferreira, S. S., Monteiro, F., Passos, C. P., Silva, A. M. S., Wessel, D. F., Coimbra, M. A., & Cardoso, S. M. (2020). Blanching impact on pigments, glucosinolates, and phenolics of dehydrated broccoli by-products. *Food Research International*, 132(January), 109055. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109055>
- Gościńska, K., Pobereźny, J., Wszelaczyńska, E., Szulc, W., & Rutkowska, B. (2021). Effects of drying and extraction methods on bioactive properties of plums. *Food Control*, 122, 107771.

- <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107771>
- Hendriyani, I. S., Nurchayati, Y., & Setiari, N. (2018). Kandungan klorofil dan karotenoid Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pada umur tanaman yang berbeda. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 38. <https://doi.org/10.14710/jbt.1.2.38-43>
- Husnani, & Fitri, N. A. (2022). Pengaruh Metode Pengeringan pada Mutu Fisik Minuman Herbal Celup dengan Komposisi Jahe, Temulawak, Kunyit Dan Sereh. *Jurnal Ilmu Sosial*, 1(7), 475–484. <http://bajangjournal.com/index.php/JI SOS>
- Imtiyaz, H., Soni, P., & Yukongdi, V. (2021). Role of sensory appeal, nutritional quality, safety, and health determinants on convenience food choice in an academic environment. *Foods*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/foods10020345>
- Liline, S., & Kurnia, T. S. (2022). *Pengenalan Silpau (Dictyosphaeria versluysii) Bagi Masyarakat Dusun Lemon di Desa Tial Kabupaten Maluku Tengah Sebagai Sumber Pangan Alternatif Introduction of Silpau (Dictyosphaeria versluysii) for the People of Lemon Hamlet in Tial Village , Central*. 2(1), 24–30.
- Maslahah, N. H., Muskananfolo, M. R., & Wahyu, P. P. (2021). Analisis Kandungan Klorofil Makroalga Hijau Dominan Di Perairan Teluk Awur, Jepara. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.14>
- Mbondi, N. N., Owino, W. O., Ambuko, J., & Sila, D. N. (2018). Effect of drying methods on the retention of bioactive compounds in African eggplant. *Food Science and Nutrition*, 6(4), 814–823. <https://doi.org/10.1002/fsn3.623>
- Negara, J. K., Sio, A. K., Rifkhan, R., Arifin, M., Oktaviana, A. Y., Wihansah, R. R. S., & Yusuf, M. (2016). Aspek mikrobiologis, serta Sensori (Rasa, Warna, Tekstur, Aroma) Pada Dua Bentuk Penyajian Keju yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(2), 286–290. <https://doi.org/10.29244/jipthp.4.2.286-290>
- Nurafifah, I., Hardianto, M. A., Erfianti, T., Amelia, R., Kurnianto, D., & Suyono, E. A. (2023). The effect of acidic pH on chlorophyll, carotenoids, and carotenoid derivatives of *Euglena* sp. as antioxidants. *AAFL Bioflux*, 16(4), 2391–2401.
- Radiena, M. S. ., Moniharapon, T., & Setha, B. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Alga Hijau Silpau (*Dictyosphaeria versluysii*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. *Majalah BIAM*, 15(1), 41–49. <http://ejournal.kemenperin.go.id/bpbi am/article/view/5319>
- Radiena, M. S. Y. (2018). Analisis Kandungan Gizi Alga Hijau Silpau (*Dictyosphaeria versluysii*). *Majalah BIAM, Bengen 2001*, 8–13.
- Sakti, L. (2018). Pengaruh Substitusi Tepung Wortel (*Daucus Carota* L.) pada Pembuatan Takoyaki Terhadap Daya Terima Konsumen. In *Fakultas Teknik UNJ*.
- Sari, E. K., & Hidayati, S. (2020). Penetapan Kadar Klorofil dan Karotenoid Daun Sawi (*Brassica*) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(1), 49. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i1.150>
- Sitaniapessy, R. H. (2022). Sosialisasi Keunggulan Relasional Yang Intim (Intimacy Relational Advantage) UMKM Desa Tulehu Kab. Maluku Tengah. *J-Abdi*, 2(3), 4277–4286. <http://bajangjournal.com/index.php/J-ABDI>
- Tapotubun, A. M. (2018). Komposisi Kimia Rumput Laut (*Caulerpa lentillifera*) dari Perairan Kei Maluku dengan Metode Pengeringan Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 13. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21257>
- Tarwendah, I. P. (2017). Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal*

Pangan Dan Agroindustri, 5(2), 66–73. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2019.00231.2>

- Trisia, N., Sitoayu, L., & Pakpahan, T. H. (2021). Perbedaan Daya Terima Lauk Hewani Berdasarkan Cita Rasa, Kebiasaan Makan, dan Nafsu Makan di Berbagai Kelas Rawat Inap Pasien Bedah di RSUD Cengkareng Tahun 2016. *Tjyybjb.Ac.Cn*, 27(2), 635–637.
- Wardhana, M. Y., AR, C., & Makmur, T. (2022). Daya Terima Konsumen terhadap Pproduk Olahan Minuman Serbuk dari Limbah Biji Nangka (*Arthocarpus heterophilus*). *MAHATANI: Jurnal Agribisnis (Agribusiness and Agricultural Economics Journal)*, 5(1), 89. <https://doi.org/10.52434/mja.v5i1.176>

6

PENGGUNAAN MODEL PEMBELAJARAN GAME BASED LEARNING BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF WIZER.ME TERHADAP HASIL BELAJAR BIOLOGI SISWA KELAS X DI MAN 2 BONE

Riska^{1*}, Muhammad Ali², Erwing³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Bone

Corresponding author: riskamusdalipah0906@gmail.com

Abstract

Background: implementing a combination of LKPD and technological developments as well as a combination of technology-based games, this model is designed to provide an interactive, interesting and effective learning experience by utilizing game design principles.

Methods: This research was conducted for 1 (one) month in the even semester of the 2023/2024 academic year at MAN 2 class X Bone, Tanete Riattang District, Bone Regency. The type of research used is quantitative research with an experimental approach.

Results: The results show that the influence of the Game Based Learning learning model assisted by interactive media Wizer.me has a significant effect on improving the learning outcomes of class X3 students at MAN 2 Bone, compared to the lecture model and can be said to be influenced by the Game Based Learning learning model assisted by interactive media Wizer.me.

Conclusion: the fact that the alternative hypothesis (H1) is accepted, it can be said that there is an influence of the use of the Game Based Learning learning model assisted by interactive media Wizer.me on the subject of Biology class X3 MAN 2 Bone. This can be seen from the results of student learning on the first test before the treatment, the average value is 72.14 while the average value of students after being given treatment is 79.00.

Keywords: Learning Model; Game Based Learning; Wizer.me

Abstrak

Latar Belakang: menerapkan kombinasi antara LKPD dan perkembangan teknologi begitupun dengan kombinasi antara game yang berbasis teknologi, model ini dirancang untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang interaktif, menarik dan efektif dengan memanfaatkan prinsip-prinsip desain game.

Metode: Penelitian ini dilakukan selama selama 1 (satu) bulan lebih pada semester genap tahun ajaran 2023/2024 di MAN 2 kelas X Bone, Kecamatan Tanete Riattang, Kabupaten Bone. Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan Eksperimen.

Hasil: Hasil menunjukkan bahwa pengaruh model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa kelas X3 di MAN 2 Bone, dibanding model ceramah dan dapat dikatakan dipengaruhi oleh model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me*.

Kesimpulan: fakta yang terjadi hipotesis alternative (H1) diterima maka dapat dikatakan bahwa ada pengaruh penggunaan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* pada mata pelajaran Biologi kelas X3 MAN 2 Bone. Hal itu dapat dilihat dengan hasil belajar siswa pada tes pertama sebelum perlakuan nilai rata-rata yakni 72,14 sedangkan nilai rata-rata siswa setelah di berikan perlakuan yakni 79.00.

Kata Kunci: Model Pembelajaran; Game Based Learning; Wizer.me

PENDAHULUAN

Pendidikan tidak pernah lepas dari berbagai permasalahan. Masalah yang di hadapi pendidikan itu adalah masalah yang timbul di dalam sistem yang berkaitan dengan pendidikan itu sendiri salah satunya adalah kualitas proses pembelajaran dan prestasi siswa yang masih rendah. Penggunaan teknologi sebagai inovasi dalam pendidikan dapat menjadi salah satu solusi yang potensial untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran dan prestasi siswa yang rendah.

Teknologi dapat menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih dinamis dan menarik, membantu siswa untuk lebih terlibat dalam materi pembelajaran seperti penggunaan teknologi dalam bentuk perangkat lunak atau peralatan interaktif, seperti papan tulis interaktif, yang memungkinkan guru untuk menyampaikan konsep dengan cara yang lebih visual dan interaktif.

Berkenaan dengan pemaparan sebelumnya, penulis telah melakukan pengamatan langsung di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 2 Bone, terkhusus mata pelajaran biologi kelas X. Penulis menilai, seharusnya perkembangan teknologi yang ada dapat dimanfaatkan guna mengembangkan model dan media pembelajaran yang lebih inovatif, seperti *Game Based Learning* yang berbantuan media pembelajaran seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang berbasis teknologi yaitu media *wizer.me*. Penulis menilai model pembelajaran yang digunakan di MAN 2 Bone pada mata pelajaran biologi kelas X masih konvensional dan LKPD berbentuk kertas, belum melibatkan teknologi.

Atas kondisi-kondisi yang penulis paparkan, sebaiknya sekolah dapat menerapkan kombinasi antara LKPD dan perkembangan teknologi begitupun dengan kombinasi antara game yang berbasis teknologi, model ini dirancang untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang interaktif, menarik dan efektif dengan memanfaatkan prinsip-prinsip desain game (Wahyuning,2022:1).

Salah satu yang penulis tawarkan adalah penerapan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *wizer.me*. Khususnya, integrasi *Game Based Learning* dengan pendidikan dan teknologi

informasi, terutama dalam konteks e-learning, memperkuat peluang penerapan *Game Based Learning* untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif (Dwi, A, 2022).

Model pembelajaran *Game Based Learning* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan elemen permainan dan teknologi sebagai sarana utama untuk menyampaikan materi dengan memanfaatkan keunggulan teknologi untuk meningkatkan keterlibatan, memantau kemajuan dan menyesuaikan pengalaman pembelajaran sesuai dengan kebutuhan siswa. Pendekatan pembelajaran berbasis game mencerminkan restrukturisasi tugas pembelajaran untuk membuatnya lebih menarik, bermakna, dan pada akhirnya lebih efektif, sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih optimal (Tekege, 2017:41).

Wizer.me adalah platform layanan multimedia yang interaktif, gratis, mudah dan berbasis internet berkecepatan tinggi (Kopniak, 2018:122). Selain itu, *Wizer.me* mudah diakses dimana saja dan kapan saja oleh guru dan siswa baik melalui laptop, smartpone dan lain-lain tidak terbatas oleh ruang dan waktu. *Wizer.me* merupakan sebuah platform lembar kerja siswa online dengan penilaian yang dilakukan secara otomatis. Dengan adanya penilaian otomatis pada *Wizer.me* ini sangat memudahkan guru dalam memeriksa hasil kerja siswa, fitur-fitur *Wizer.me* ini juga beragam dan sangat membantu guru dalam membuat soal untuk LKPD (Putri *et al*, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penulis berinisiatif melakukan penelitian terkait dengan "Penerapan Model Pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan Media Interaktif *Wizer.me* Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X MAN 2 BONE"

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan selama selama 1 (satu) bulan lebih pada semester genap tahun ajaran 2023/2024 di MAN 2 kelas X Bone, Kecamatan Tanete Riattang, Kabupaten Bone. Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan Experimen yaitu Pr-Experimental yang merupakan jenis desain penelitian yang digunakan untuk mengevaluasi efek dari suatu intervensi atau perlakuan dengan kontrol yang sangat terbatas (Sugiyono, 2019:110). Desain yang

akan digunakan pada penelitian ini yaitu *One Group Pretest-Posttest Design*. Dalam desain ini, satu kelompok subjek diberi pretest, kemudian intervensi/perlakuan, dan diakhiri dengan posttest. Tidak ada kelompok kontrol yang digunakan.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
Pre-Experimental	Q1	X	Q1

Keterangan :

Q1 : Nilai pr-tes sebelum diberikan perlakuan
 X : Perlakuan dengan Model *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me*

Q1 : Nilai pos-tes setelah diberikan perlakuan

Dalam penelitian ini ada dua variabel, yaitu *variable bebas (independent)* dan *variable terikat (dependent)*. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi terjadinya perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya *variable bebas*.

Maka variabel bebas dalam penelitian ini yaitu model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *wizer.me*, sedangkan *variable terikat* pada penelitian ini yaitu hasil belajar siswa pada mata pelajaran Biologi kelas X.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes tertulis. Jenis tes tertulis yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes pilihan ganda. Tes dilakukan pada awal pembelajaran (*pretest*) dan pada akhir pembelajaran (*post test*). Dokumentasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperkuat data dan memberikan gambaran secara konkrit mengenai penelitian yang dilakukan. Dokumentasi juga digunakan untuk mengetahui keadaan siswa pada saat proses belajar mengajar berlangsung yaitu berupa foto-foto pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung.

Populasi adalah keseluruhan individu yang menjadi objek dalam penelitian. Populasi pada penelitian ini adalah keseluruhan siswa kelas X MAN 2 Bone Kecamatan Tanete Riattang Kabupaten Bone dengan jumlah siswa 237 orang, sebanyak 7 kelas dengan jumlah siswa laki-

laki sebanyak 104 dan Perempuan 133.

Sampel yang akan diambil pada penelitian ini sebanyak 1 kelas dari beberapa poulasi yang ada. Teknik yang digunakan dalam pada pengambilan sampel yaitu *purposipe sampling*. *Purposipe sampling* adalah teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan kriteria tertentu. Adapun sampel yang akan diambil yaitu kelas X3 MAN 2 Bone dengan jumlah laki-laki sebanyak 17 siswa dan perempuan 18 orang sehingga total sampel yang digunakan adalah 35 orang.

Teknik pengumpulan data yang digunakan berdasarkan instrumen penelitian adalah :

a. Tes hasil belajar

Tes hasil belajar yang diberikan yaitu jenis tes plihan ganda yang hanya memerlukan satu pilihan jawaban benar dari 5 pilihan jawaban, sehingga ketika salah maka diberi poin 0 (nol). Tes piihan ganda ini berjumlah 20 soal dan akan diberikan sebelum perlakuan penerapan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *wizer.me (Pre-Test)*. dan sesudah perlakuan pembelajaran penerapan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *wizer.me (Post-Test)*.

b. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengetahui keadaan siswa pada saat PBM berlangsung yaitu berupa foto-foto pada saat PBM.

Data penelitian ini dianalisis dengan menggunakan teknik analisis kuantitatif untuk mendeskripsikan prestasi belajar setelah dilakukan tes.

Adapun teknik analisis data yang digunakan yaitu :

a. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan hasil belajar siswa untuk masing-masing kelompok penelitian. Analisis ini meliputi rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan tabel distribusi frekuensi. Data hasil belajar dikategorikan ke dalam tabel interpretasi berikut :

Tabel 2. Interpretasi Kategori Nila Hasil Belajar Siswa

Persentase	Kategori
90 - 100	Sangat Tinggi
75 - 89	Tinggi

55 – 74	Sedang
40 – 54	Rendah
0 - 39	Sangat Rendah

Data hasil belajar dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan persentase (%) melalui rumus :

Keterangan

P : Nilai yang diperoleh siswa

F : Jumlah soal yang benar

N : Banyak item soal

b. Analisis Statistik Infrensial

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dimaksudkan untuk mengetahui data yang diteliti berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas tersebut dilakukan dengan hipotesis, sebagai berikut:

H_1 : Populasi berdistribusi normal

H_0 : Populasi tidak berdistribusi normal

Kriteria pengujian apabila nilai probabilitas lebih besar dari taraf signifikan dari 5% atau 0,05 ($P_{value} > 0,05$) maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas varians dilakukan untuk mengetahui data yang diteliti berasal dari populasi yang homogen atau tidak homogen. Uji homogenitas tersebut dilakukan dengan hipotesis, sebagai berikut:

H_1 : Populasi varians homogen

H_0 : Populasi varians tidak homogeny

Kriteria pengujian apabila nilai probabilitas lebih besar dari taraf signifikan dari 5% atau 0,05 ($PVALUE > 0,05$) maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan setelah uji homogenitas dengan menggunakan uji-t diselesaikan melalui aplikasi SPSS versi 23. Langkah-langkah pengujian kebenaran hipotesis, yaitu: menentukan dan menguji hipotesis, menentukan t hitung dan t tabel, adapun kriteria pengujian H_1 diterima apabila $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$ atau H_0 diterima apabila $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$, dan membandingkan t hitung dengan t tabel, serta menarik kesimpulan.

1. Menentukan t hitung

2. Menentukan t Tabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Anlisis Statistik Deskriptif

Pada analisis statistik deskriptif, data yang diperoleh dari hasil penelitian diolah untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk pengujian hipotesis. Berikut data hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian.

1. Deskriptif Hasil Belajar Siswa pada tes awal (*Pretest*)

Hasil *pretest* ini dijadikan bahan untuk menguji normalitas dan homogenitas data yang merupakan syarat awal keberhasilan dan kebenaran data penelitian hasil dari *pretest* tersebut adalah:

Tabel 3. Statistik Hasil Belajar Siswa pada Tes Awal (*pretest*)

Statistik	Nilai Statistic
Jumlah Siswa	35
Skor tertinggi	95
Skor terendah	45
Rata-rata skor	72.14
Std. Devication	13.519
Variance	182.773
Rentang skor	30
Skor maksimum yang ingin dicapai	100
Skor minimum yang ingin dicapai	0
Sum	2525

Sumber : Hasil belajar siswa X3 MAN 2 Bone

Berdasarkan data Tabel 3 hasil evaluasi pretest menunjukkan bahwa skor tertinggi siswa kelas X3 MAN 2 Bone tanpa menerapkan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* pada mata pelajaran Biologi adalah 95, skor maksimum yang diperoleh 100, skor terendah adalah 45 , nilai tersebut masih di bawah dari standar ketuntasan tiap individu yang telah ditentukan yaitu 70, skor minimum yang mungkin diperoleh adalah 0, dan bila dirata-ratakan skor yang diperoleh siswa adalah 72.14. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Distribusi Frekuensi dan Kategori Hasil Belajar siswa pada tes awal (*pretest*)

Interval	Kategori	Frekuensi	Persentase
90 - 100	ST	5	14%
75 - 89	T	14	40%
55 - 74	S	14	40%
40 - 54	R	2	6%
0 - 39	SR	0	0%
		35	100%

Sumber : Data yang diolah, 2023

Berdasarkan nilai hasil belajar siswa yang diperoleh pada kelas *pretest*, maka dapat dinyatakan bahwa hasil belajar siswa kelas X3 MAN 2 Bone dengan pembelajaran tanpa menerapkan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* pada mata pelajaran Biologi dikategorikan sedang. Rata-rata hasil belajar siswa adalah 72.14 dan berada pada interval 55-74 dan 75-89.

2. Deskriptif Hasil Belajar Siswa pada tes akhir (*Postest*)

Pada bagian ini peneliti menggunakan *postest* untuk mengetahui pengaruh dari hasil penelitian. Data yang diperoleh akan di analisis menggunakan SPSS . Hasil *postest* tersebut adalah :

Tabel 5. Statistik Hasil Belajar Siswa pada Tes Akhir (*postest*)

Statistik	Nilai Statistic
Jumlah Siswa	35
Skor tertinggi	100
Skor terendah	55
Rata-rata skor	79.00
Std. Deviation	12.936
Variance	167.353
Rentang skor	45
Skor maksimum yang ingin dicapai	100
Skor minimum yang ingin dicapai	0
Sum	2765

Sumber : Nilai Siswa X3 MAN 2 Bone

Tabel 5 menunjukkan bahwa maka diperoleh hasil evaluasi pada tes *postest* menunjukkan skor tertinggi yang diperoleh siswa kelas X3 MAN 2 Bone dengan menerapkan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* pada Mata Pelajaran Biologi adalah 100, skor maksimum yang diperoleh 100, skor

terendah yang diperoleh siswa adalah 55, skor minimum yang mungkin diperoleh adalah 0, dan rata-rata skor yang diperoleh siswa adalah 79.00. Skor perolehan siswa pada tes *postest* jika dikelompokkan ke dalam lima kategori maka dapat diketahui distribusi frekuensi dan persentase serta kategori hasil belajar siswa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Distribusi Frekuensi dan Kategori Hasil Belajar siswa pada tes awal (*pretest*)

Interval	Kategori	Frekuensi	Persentase
90 - 100	ST	12	34%
75 - 89	T	11	32%
55 - 74	S	12	34%
40 - 54	R	0	0%
0 - 39	SR	0	0%
		35	100%

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tes *postest*, maka dapat dinyatakan bahwa hasil belajar siswa kelas kelas X3 MAN 2 Bone melalui penggunaan pembelajaran dengan dengan menerapkan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* (*postest*) secara umum dikategorikan tinggi. Rata-rata hasil belajar siswa adalah 79.00 dan berada pada interval 55-74 dan 90-100.

Analisis Statistik Inferensial

1. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah kedua data berasal dari sampel berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas data menggunakan rumus *Kolmogorov-Smirnov* pada aplikasi SPSS Versi 23, data *post test* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Test of Normality of Variances

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	Df	Sig.
Pretest	,148	35	,050

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	Df	Sig.
Postest	,146	35	,056

Kriteria pengujian

H₁ : Populasi berdistribusi normal

H₀ : Populasi tidak berdistribusi normal

Apabila nilai probabilitas lebih besar dari

taraf signifikan dari 5% atau 0,05 ($P_{value} > 0,05$) maka H_1 diterima dan H_0 di tolak. Berdasarkan dari hasil test statistik Kolmogorov- Smirnov^a tersebut $X_1 :0,050$ dan $X_2 :0,056 > 0,05$ H_1 diterima dan H_0 ditolak.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah kedua data kelompok tersebut homogen atau tidak. Pengujian tersebut menggunakan rumus *One-Way Anova* pada aplikasi spss versi 23. Untuk hasil perhitungan uji homogenitas disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
0,035	1	68	851

Kriteria pengujian

H1 : Populasi varians homogen

H0 : Populasi varians tidak homogen

Apabila nilai probabilitas lebih besar dari taraf signifikan dari 5% atau 0,05 ($P_{value} > 0,05$) maka H_1 diterima dan H_0 di tolak. Berdasarkan dari hasil test uji Levene Statistic tersebut $0,851 > 0,05$ H_1 diterima dan H_0 ditolak.

c. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan rumus uji *t*. Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah hasil belajar siswa pada *posttest* dan *pretest*. Untuk menganalisis data maka digunakan uji-t dengan rumusan hipotesis statistik sebagai berikut :

Hipotesis nihil (H_0) = tidak ada pengaruh jika nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ Hipotesis alternatif (H_1) = ada pengaruh jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ Dengan kriteria pengujian dua pihak dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) yaitu jika nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, yang berarti Model pembelajaran *game base learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* baik diterapkan pada mata pelajaran Biologi terhadap hasil belajar siswa kelas X3 MAN 2 Bone dan sebaliknya jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti “Model Pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan Media Interaktif *Wizer.me*” tidak baik diterapkan pada mata

pelajaran Biologi Terhadap Hasil Belajar Siswa kelas X3 MAN 2 Bone.

Data hasil analisis inferensial dan hasil uji hipotesis dengan menggunakan uji-t yang disajikan pada lampiran hasil penelitian, maka diperoleh nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ yaitu t_{hitung} diperoleh dengan nilai 2,644 dengan melihat t_{tabel} pada lampiran hasil penelitian dengan derajat kebebasan, $dk (35-2=33)$ dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) diperoleh t_{tabel} 2,035 sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak ($2,644 \geq 2,035$) yang menjelaskan bahwa “Model Pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan Media Interaktif *Wizer.me*” baik diterapkan pada Pelajaran Biologi Terhadap Hasil Belajar Siswa kelas X3 MAN 2 Bone.

Tabel 9.Hasil Uji Analisis Uji t

dk (derajat kebebasan)	Taraf signifikansi	t_{hitung}	t_{tabel}
Nilai (35 – 2 = 33)	$\alpha = 0,05$	2.644	2.035

Tabel diatas menunjukkan hasil uji t dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$ dengan t_{hitung} 2.644 dengan t_{tabel} 2.035, maka uji t tersebut dapat dikatakan bahwa nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel}$.

Pembahasan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa siswa pada kelas X3 di MAN 2 Bone yang diberikan perlakuan berupa model pembelajaran kooperatif *Game Based Learning* berbantuan Media Interaktif *Wizer.me* terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Biologi umumnya menunjukkan sikap ketertarikan dan terlihat sangat antusias mengikuti proses pembelajaran di bandingkan hanya menggunakan metode ceramah maupun pemberian tugas semata.

Hasil belajar siswa sebelum diberikan perlakuan pada kelas X3 di MAN 2 Bone dalam pembelajaran biologi pada kelas X3 secara umum dikategorikan sedang, skor rata-rata hasil belajar siswa adalah 72.14 berada pada interval 55-74 dan 75-89. Nilai tertinggi yang di dapat siswa dari hasil belajar siswa pada kelas X3 adalah 95, sedangkan nilai terendah yang di peroleh siswa kelas X3 di MAN 2 Bone adalah 45.

Setelah menggunakan model pembelajaran *Game Based Learning*

berbantuan media interaktif *Wizer.me* diketahui bahwa dari 35 siswa yang hadir pada kelas X3 ada 12 siswa (34%) hasil belajarnya di kategorikan sangat tinggi, ada 11 siswa (32%) hasil belajarnya di kategorikan tinggi, ada 12 siswa (34%) hasil belajarnya di kategorikan sedang, sedangkan hasil belajar rendah dan sangat rendah berada pada 0%.

Hasil belajar siswa kelas X3 di MAN 2 Bone dalam pembelajaran Ekosistem pada kelas X3 secara umum dikategorikan sangat tinggi dengan nilai rata-rata 79.00 yang berada pada interval 55-74 dan 90-100. Nilai tertinggi yang didapat siswa dari tes setelah perlakuan hasil belajar siswa pada kelas X3 adalah 100 adapun nilai terendah yang diperoleh siswa kelas X3 di MAN 2 Bone adalah 55 dengan nilai rata-rata 79.00.

Pada penelitian ini terlihat bahwa hasil belajar siswa dalam menggunakan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* berpengaruh di banding pembelajaran tanpa model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me*. Perbedaan terlihat dari skor rata-rata yang berada pada kategori yang berbeda. Selain itu, hasil belajar siswa kelas X3 di MAN 2 Bone dengan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* lebih berpengaruh di banding hasil belajar siswa tanpa menggunakan model *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me*.

Perbedaan membuktikan bahwa penggunaan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil belajar siswa meningkat karena motivasi belajar siswa meningkat. Menggunakan SPSS diketahui nilai signifikan untuk variabel $0,851 < 0,05$ lebih dari t_{tabel} , sehingga hipotesis nol (H_0) yakni penggunaan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* tidak berpengaruh dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Biologi kelas X3 MAN 2 Bone ditolak, sedangkan hipotesis alternative (H_1) yakni penggunaan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* berpengaruh dalam meningkatkan hasil belajar pada mata pelajaran Biologi kelas X3 di MAN 2 Bone di

terima.

Berdasarkan langkah-langkah analisis data yang telah dilakukan terhadap hasil penelitian, maka diperoleh gambaran secara jelas mengenai pokok permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini. Hal ini mendukung salah satu teori Hamalik yang mengemukakan bahwa pemakaian model pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologi terhadap siswa.

Tujuan model dan media pembelajaran dalam mengajar memegang peranan yang sangat penting sebagai suatu metode atau alat bantu untuk menciptakan proses belajar mengajar yang efektif. Dalam pencapaian tujuan proses belajar mengajar adanya model dan media, bahan pelajaran dengan mudah dapat dipahami oleh peserta didik. Dalam proses belajar mengajar alat peraga diperunakan dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar lebih efektif dan efisien, serta mempermudah peserta didik dalam memahami bahan ajar yang disampaikan.

Penggunaan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* sebagai model pembelajaran memiliki pengaruh terhadap hasil belajar siswa pada kelas X3 pada mata pelajaran Biologi.

Berdasarkan hasil analisis data bahwa pengaruh model *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* terhadap hasil belajar siswa kelas X3 di MAN 2 Bone menunjukkan bahwa pengaruh model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa kelas X3 di MAN 2 Bone, dibanding model ceramah dan dapat dikatakan dipengaruhi oleh model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me*.

SIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian dapat disimpulkan dari analisis data dan pembahasan hasil penelitian tentang penerapan model pembelajaran *Game Based* berbantuan media interaktif *Wizer.me*. Hasil penelitian dan analisis data menunjukkan

bahwa, model pembelajaran *Game Based* berbantuan media interaktif *Wizer.me* pada mata pelajaran Biologi pada kelas X3 sebelum perlakuan (pretest) memperoleh nilai rata-rata (mean) 72,14 simpangan baku (standar deviasi) adalah 13,519, variansi adalah 182,773. Sedangkan hasil belajar setelah perlakuan (posttest) memperoleh nilai rata-rata (mean) 79,00, simpangan baku (standar deviasi) adalah 12,936 dan variansi adalah 167,353.

Didalam proses pengolahan data dengan menggunakan SPSS diketahui apabila nilai probabilitas lebih besar dari taraf signifikan dari 5% atau 0,05 ($P_{value} > 0,05$) maka H_1 diterima dan H_0 di tolak.

Berdasarkan hasil penelitian diatas, maka dapat di tarik kesimpulannya bahwa fakta yang terjadi hipotesis alternative (H_1) diterima maka dapat dikatakan bahwa ada pengaruh penggunaan model pembelajaran *Game Based Learning* berbantuan media interaktif *Wizer.me* pada mata pelajaran Biologi kelas X3 MAN 2 Bone. Hal itu dapat dilihat dengan hasil belajar siswa pada tes pertama sebelum perlakuan nilai rata-rata yakni 72,14 sedangkan nilai rata-rata siswa setelah di berikan perlakuan yakni 79.00.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi, A. 2022. *Game Based Learning : Alternative 21 st Century Innovative Learning Models in Improving Student Learning Activeness In 21st century learning, teachers play an important role in creating innovative learning designs with 21st century learning elements*. Pu. XI(2), 228-242
- Kopniak, N. B. 2018. *The Use of Interactive Multimedia Worksheets At Higher Education Institutions. Information Technologies and Learning Tools*, 63(1),116.
- Putri, V.A.R.& I. D. 2021. *Pengembangan Media Evaluasi Pembelajaran Bilangan Berpangkat Tiga dan Akar Pangkat Tiga Berbantuan Wizer.me Untuk Siswa Sekolah Dasar*. JPGSD: Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 9(10), 3542–3550.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*.

- Bandung:Alfabet
- Tekege, Martinus. 2017. *Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Pembelajaran Sma Yppgi Nabire*. Jurnal Fateksa: Jurnal Teknologi Dan Rekayasa. 2(1). 41.
- Wahyuning, Sri. 2022. *Pembelajaran Ipa Interaktif Dengan Game Based Learning*. Jurnal Sains Edukatika Indonesia (Jsei). 4(2), 1.

ELUSIDASI KOMPLEKSITAS BIOAKTIF EKSTRAK MANGROVE (*Rhizophora* sp.) MELALUI METODE KROMATOGRAFI CAIR KINERJA TINGGI UNTUK KESEHATAN MANUSIA

ELUCIDATION OF THE BIOACTIVE COMPLEXITY OF MANGROVE EXTRACTS (*Rhizophora* sp.) THROUGH HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY FOR HUMAN HEALTH

Imam Mishbach^{1*}, Liyatin Gea¹, Puguh Sujarta², Lolita Tuhumena¹, Popi Ida Laila Ayer³, Sufeni Safaati¹

¹Program Studi Ilmu Perikanan, FMIPA, Universitas Cenderawasih

²Program Studi Ilmu Biologi, FMIPA, Universitas Cenderawasih

³Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Cenderawasih

Corresponding author: imammishbach71@gmail.com

Abstract

Background : Youtefa Bay, located in Jayapura City, Papua, is renowned for its natural beauty and is a conservation area with a mangrove forest ecosystem. The mangroves in Youtefa Bay, such as *Rhizophora* sp., play a crucial role in maintaining environmental balance and supporting the livelihoods of the surrounding communities. However, the biochemical complexity of these mangrove extracts poses a unique challenge in understanding their health effects. The objective of this research is to explore and elucidate the bioactive complexity of mangrove extracts, particularly *Rhizophora* sp.

Methods: . The analytical method employed in this study is High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). The results of this research show that *Rhizophora* sp.

Results: Mangroves in Youtefa Bay, Jayapura City, contain various bioactive compounds such as alkaloids, flavonoids, terpenoids, saponins, and tannins, which are beneficial to health. Alkaloids aid in stimulating the nervous system, regulating blood pressure, and combating microbial infections. Flavonoids function as antibacterial and antioxidant agents, while terpenoids possess anti-inflammatory properties. Saponins are effective for the treatment of leukemia, asthma, rheumatism, and also exhibit anti-inflammatory effects. Tannins serve as anti-diarrheal, antioxidant, antibacterial, and astringent agents.

Conclusion: Mangrove *Rhizophora* sp. has various active compounds which are very beneficial for health, so it is necessary to preserve the mangrove ecosystem in Youtefa Bay, Jayapura City.

Keywords: Bioactive compounds, Health, HPLC, *Rhizophora* sp.

Abstrak

Latar belakang: Teluk Youtefa terletak di Kota Jayapura, Papua, terkenal karena keindahan alamnya dan merupakan kawasan konservasi dengan ekosistem hutan mangrove. Mangrove di Teluk Youtefa, seperti *Rhizophora* sp., memiliki peran krusial dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan mendukung kehidupan masyarakat sekitar. Namun, kompleksitas biokimiawi dalam ekstrak mangrove ini menimbulkan tantangan tersendiri dalam memahami efek kesehatannya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengeksplorasi dan mengungkap kompleksitas bioaktif ekstrak mangrove, khususnya *Rhizophora* sp.

Metode: Metode analisis yang digunakan pada penelitian adalah Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT).

Hasil: Hasil dari penelitian ini adalah mangrove *Rhizophora* sp. di Teluk Youtefa, Kota Jayapura, mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan tanin. Alkaloid membantu stimulasi sistem saraf, mengatur tekanan darah, dan melawan infeksi mikroba. Flavonoid berfungsi sebagai antibakteri dan antioksidan, sedangkan terpenoid memiliki sifat antiinflamasi. Saponin efektif untuk pengobatan leukemia, asma, rematik, serta antiinflamasi. Tanin berperan sebagai anti-diare, antioksidan, antibakteri, serta astringen.

Kesimpulan: Mangrove *Rhizophora* sp. memiliki berbagai senyawa aktif yang sangat bermanfaat bagi kesehatan, sehingga perlu di jaga kelestarian dari ekosistem mangrove yang berada di Teluk Youtefa Kota Jayapura.

Kata kunci: KCKT, kesehatan, *Rhizophora* sp., senyawa bioaktif.

PENDAHULUAN

Teluk Youtefa terletak di Kota Jayapura, Provinsi Papua, dan dikenal luas karena keindahan pemandangan alam lautnya yang menakjubkan. Sebagai kawasan taman wisata alam, Teluk Youtefa memiliki nilai ekologis dan estetika yang tinggi, sehingga penting untuk menjaga kelestarian lingkungan alamnya. Salah satu kekayaan alam yang menjadi daya tarik utama di kawasan ini adalah hutan mangrove. Hutan mangrove tidak hanya menjadi penyangga ekosistem pesisir, tetapi juga memiliki peran vital dalam kehidupan masyarakat sekitar Teluk Youtefa, baik dari segi ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Salah satu jenis mangrove di Teluk Youtefa adalah *Rhizophora* sp. Genus *Rhizophora* yang ada antara lain jenis *Rhizophora mucronata*, *R. apiculata* dan *R. stylosa*. *Rhizophora mucronata* merupakan spesies mangrove satu jenis mangrove yang mudah dan bisa dibudidayakan (Henri et al., 2023).

Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan mendukung keanekaragaman hayati. Tumbuhan mangrove, termasuk *Rhizophora* sp., diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi memiliki manfaat untuk kesehatan manusia. Senyawa bioaktif ini termasuk alkaloid, flavonoid, tanin, dan terpenoid yang telah dilaporkan memiliki aktivitas farmakologis seperti antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba. Ekosistem mangrove, terutama yang terdapat di wilayah tropis dan subtropis, menampilkan karakteristik unik dengan tumbuhan spesifiknya yang tumbuh di daerah pasang surut dengan salinitas tinggi (Karimah, 2017). Keanekaragaman spesies yang signifikan dalam ekosistem mangrove telah dimanfaatkan secara terapeutik selama berabad-abad, meskipun pengetahuan

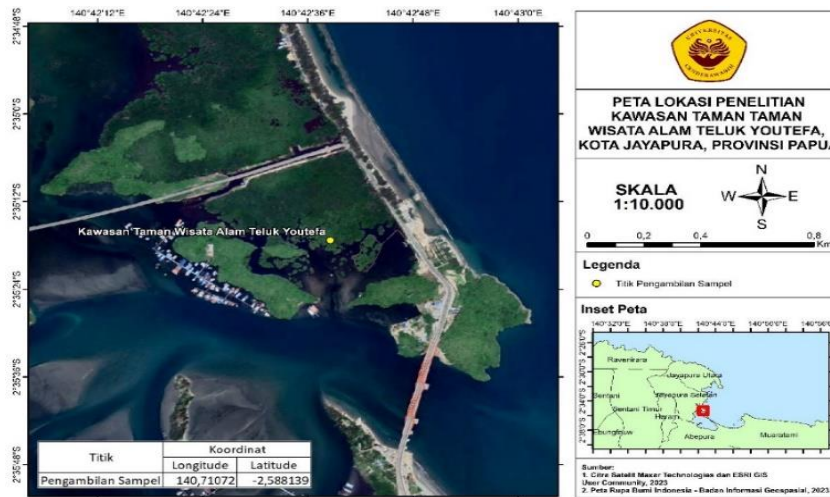
fitokimia flora mangrove masih terbatas (Akram & Hasnidar, 2022). Sundarbans di India, sebagai ekosistem bakau terbesar, dan Bhitarkanika di Orissa, menjadi fokus penelitian ini (Ramena et al., 2020).

Potensi farmasi dan kesehatan dari mangrove, khususnya genus *Rhizophora* sp., menonjol dalam konteks senyawa bioaktif dengan dampak signifikan pada kesehatan manusia (Prasetya et al., 2024). Analisis kompleksitas biokimia ekstrak mangrove, terutama *Rhizophora* sp., dilakukan melalui pendekatan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) sebagai metode yang efisien. Melalui pemahaman yang lebih mendalam terhadap kompleksitas bioaktif ekstrak mangrove melalui KCKT, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi vital bagi pengembangan obat-obatan dan terapi baru berbasis alam dari sumber daya pesisir ini, menggabungkan aspek keberlanjutan dan inovasi dalam riset kesehatan (Rahmah, 2021). Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi dan mengungkap kompleksitas bioaktif ekstrak mangrove, khususnya *Rhizophora* sp., melalui pendekatan KCKT. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan obat-obatan dan terapi baru yang berbasis alam dari sumber daya pesisir yang berharga serta dapat memberikan acuan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Taman Wisata Alam Teluk Youtefa, Kota Jayapura. Pengambilan sampel mangrove *Rhizophora* sp. dari Danau Sentani, Kabupaten Jayapura dilaksanakan selama satu bulan yaitu bulan Januari 2024.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Jenis dan Metode Pengambilan Data

Data yang digunakan yaitu berupa data primer. Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung di lapangan. Sampel dalam penelitian ini adalah mangrove *Rhizophora* sp. Penelitian ini menggunakan metode pengambilan data dengan identifikasi dan pemilihan minimal tiga spesies mangrove *Rhizophora* sp. dari lokasi yang berbeda. Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan karakteristik ekosistem yang beragam, seperti kondisi fisik, ketinggian pasang surut, dan tingkat pencemaran. Pengambilan sampel dilakukan di area pesisir yang telah ditentukan, dengan fokus pada pengumpulan data morfologi, fisiologi, serta kandungan bioaktif dari setiap spesies *Rhizophora* sp.

Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan pengambilan sampel penilaian, selektif atau subjektif, mencerminkan sekelompok teknik pengambilan sampel yang mengandalkan penilaian peneliti ketika datang untuk memilih unit (Firmansyah dan Dede, 2022). Lokasi pengambilan sampel dipilih secara cermat untuk mewakili keseluruhan kawasan penelitian dengan mempertimbangkan faktor

lingkungan yang relevan. Mangrove *Rhizophora* sp. dipilih sebagai objek penelitian karena potensi bioaktifnya yang signifikan berperan dalam pengembangan obat-obatan dan suplemen kesehatan. Berikut merupakan tahapan penelitian eludasi kompleks bioaktif ekstrak mangrove (*Rhizophora* sp.).

Metode Analisis Data

Berikut adalah beberapa tahapan penelitian eludasi kompleks bioaktif ekstrak mangrove (*Rhizophora* sp.).

1. Sampling

Pengambilan sampel dilakukan dengan sangat hati-hati untuk memastikan tidak hanya kualitas sampel, tetapi juga keberlanjutan ekosistem mangrove. Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan pertimbangan lingkungan dan keanekaragaman hayati yang ada. Teknik *sampling* melibatkan pemilihan bagian spesifik dari pohon mangrove seperti daun, akar, atau kulit batang yang diketahui memiliki potensi bioaktif tinggi. Sampel harus mencakup variasi genetik dan lingkungan. Prosedur ini dilakukan secara hati-hati untuk meminimalkan dampak negatif terhadap populasi mangrove dan ekosistem sekitarnya.



Gambar 2. Sampel *Rhizophora* sp.

2. Ekstraksi

Pada tahap ini, sampel mangrove yang telah dikumpulkan, senyawa bioaktif diisolasi melalui teknik ekstraksi yang sesuai. Ekstraksi optimal dengan rendemen minimum 5% dari berat kering sampel. Rendemen merupakan perbandingan antara jumlah ekstrak yang diperoleh dengan jumlah sampel kering yang digunakan, dinyatakan dalam persen (%). Rendemen 5% ini dianggap sebagai batas minimal yang menunjukkan

bahwa metode ekstraksi yang digunakan sudah cukup efisien dalam mengisolasi senyawa bioaktif dari sampel. Jika rendemen yang diperoleh kurang dari 5%, maka metode ekstraksi perlu dioptimalkan lebih lanjut, baik dari segi pelarut, suhu, waktu, maupun teknik ekstraksi yang digunakan. Hasil rendemen dapat menyatakan efektivitas pelarut tertentu terhadap ekstraksi, namun tidak menunjukkan tingkat aktivitas ekstrak tersebut (Manuhutu & Saimima, 2021).

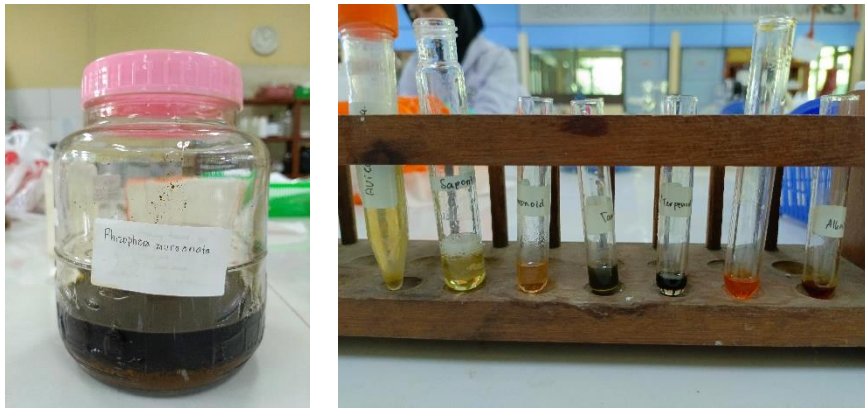


Gambar 3. Proses Ekstraksi

3. Pemisahan dan Pemurnian

Campuran senyawa bioaktif tersebut dipisahkan dan dimurnikan menggunakan teknik Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC). Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) salah satu metode kromatografi yang di dasarkan pada perbedaan distribusi molekul komponen diantara dua fasa (fasa gerak dan fasa diam) yang berbeda kepolarannya (Swandi et al., 2020). Proses ini bertujuan untuk mendapatkan fraksi murni dari senyawa bioaktif, yang kemudian dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Setiap

fraksi yang dihasilkan melalui HPLC diuji kemurniannya dan diidentifikasi berdasarkan retensi waktu dan spektrum kromatogram. Indikator pemurnian ditentukan oleh efisiensi minimal 90% berdasarkan analisis kromatografi. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemisahan telah berhasil mengisolasi senyawa target dengan tingkat kemurnian tinggi. Pemurnian ini diukur melalui kromatografi untuk mengetahui adanya sedikit atau tidak adanya kontaminan atau senyawa yang tidak diinginkan dalam ekstrak akhir.



Gambar 4. Proses Uji Laboratorium

4. Penjelasan Struktur

Setelah fraksi murni diperoleh, struktur senyawa tersebut diidentifikasi menggunakan berbagai teknik spektroskopi. Teknik ini memberikan informasi rinci tentang struktur molekul, konfigurasi spasial, dan berat molekul senyawa yang diisolasi. Proses ini krusial untuk memahami sifat kimiawi dan potensi farmakologis senyawa tersebut.

5. Senyawa Murni

Senyawa murni yang dihasilkan diisolasi untuk pengujian lebih lanjut. Senyawa ini disimpan di bawah kondisi tertentu untuk menjaga stabilitasnya sebelum diuji untuk berbagai aktivitas biologis. Pada tahap ini, senyawa murni dapat diuji kelarutannya, stabilitasnya dalam berbagai kondisi pH, serta kemampuannya untuk diintegrasikan ke dalam formulasi farmasi.

6. Aktivitas Biologi

Uji aktivitas biologis dilakukan untuk mengevaluasi potensi farmakologis dari senyawa yang telah diisolasi. Beberapa uji yang dilakukan meliputi aktivitas antibakteri, antivirus, anti radikal bebas, dan antikanker.

nilai penting untuk dikembangkan di berbagai sektor karena kandungan senyawa bioaktifnya. *Rhizophora* sp. merupakan jenis mangrove sejati yang tumbuh di zona yang lebih dekat ke daratan atau zona tengah dimana akar atau batangnya tergenang oleh air payau. *Rhizophora* sp. termasuk kelompok tanaman tropis yang memiliki toleransi tinggi terhadap garam atau bersifat halopatik. Setiap daerah memiliki ciri khas tersendiri untuk *Rhizophora* sp. yang telah beradaptasi dengan lingkungannya sehingga berpengaruh pada keberadaan mikroorganisme di sekitar. Mikroba yang bersimbiosis dengan tanaman ini sering kali spesifik untuk lokasi dan jenis tanaman tertentu (Sari dan Retno, 2018).

Kompleksitas bioaktif mangrove *Rhizophora* sp. mencakup berbagai senyawa metabolit sekunder yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang kesehatan. Bioaktivitas senyawa ini juga berkontribusi dalam mekanisme pertahanan tanaman mangrove terhadap tekanan lingkungan seperti salinitas tinggi dan kurangnya ketersediaan nutrisi di habitatnya. Kompleksitas bioaktif ini memberikan manfaat dari *Rhizophora* sp. untuk kesehatan manusia. Berikut hasil pengujian laboratorium terhadap kandungan senyawa bioaktif pada *Rhizophora* sp. tersaji pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompleksitas Bioaktif Mangrove *Rhizophora* sp.

Mangrove merupakan tumbuhan yang tumbuh subur di daerah pesisir dan memiliki

Tabel 1. Hasil Pengujian Kandungan Senyawa Bioaktif pada *Rhizophora mucronata*.

No.	Senyawa Bioaktif	Kandungan
1.	Alkaloid Wagner	Ada
2.	Alkaloid Dragendroff	Ada
3.	Flavonoid	Ada
4.	Steroid	Tidak Ada
5.	Terpenoid	Ada
6.	Saponin	Ada
7.	Tanin	Ada

Sumber: Hasil Penelitian, 2024.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui mangrove *Rhizophora mucronata* di Teluk Youtefa Kota Jayapura mengandung berbagai senyawa bioaktif. Senyawa-senyawa tersebut meliputi alkaloid wagner, alkaloid dragendroff, flavonoid, terpenoid, saponin, dan tanin. Berdasarkan hasil pengujian, hanya satu senyawa yang tidak terdeteksi pada *Rhizophora mucronata* yaitu senyawa steroid. Penelitian lain juga telah dilakukan pada *Rhizophora mucronata* oleh berbagai peneliti. Ekstrak kulit batang pohon mangrove *Rhizophora mucronata* dari Perairan Karangsong mengandung profil metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, tannin, dan saponin. Profil metabolit sekunder dari sampel kulit ari pancang di Leuweung Sancang meliputi alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, triterpenoid, tannin, dan saponin (Supriatna et al., 2019). Skrining fitokimia pada fraksi etil asetat dari kulit batang *Rhizophora mucronata* di Surabaya menunjukkan adanya senyawa-senyawa seperti saponin, steroid, flavonoid, dan antraknon (Mahmiah & Sudjarwo, 2019). Ekstrak daun mangrove *Rhizophora* sp. memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa terpenoid, flavonoid, saponin, alkaloid, dan tanin (Hasibuan & Sumartini, 2020).

Senyawa bioaktif pada *Rhizophora* sp. memiliki manfaat pada bidang kesehatan. Manfaat alkaloid dalam bidang kesehatan yaitu untuk memicu sistem saraf, dapat menaikkan dan menurunkan tekanan darah serta dapat melawan infeksi mikroba (Shofiana, 2020). Senyawa flavonoid mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan mendenaturasi protein yang menyebabkan aktivitas metabolisme sel bakteri terhenti. Kandungan flavonoid dan senyawa metabolit sekunder lain dalam suatu ekstrak tanaman menunjukkan prospek yang baik terhadap aktivitas antioksidan (Islamiyati et al., 2024). Senyawa terpenoid bermanfaat sebagai antiinflamasi dalam beberapa kondisi penyakit (Dewi et al., 2023). Saponin dapat menunjukkan adanya aktivitas leukemia, asma, rematik serta anti peradangan (Ramadhani & Usman, 2021). Tanin memiliki aktivitas farmakologi sebagai, anti-diare, antioksidan, anti-bakteri, dan astringen (Sunani & Hendriani, 2023).

Hubungan antara Senyawa Bioaktif Mangrove *Rhizophora* sp. dan Kesehatan Manusia

Senyawa bioaktif yang terdapat pada mangrove *Rhizophora* sp. memiliki potensi besar dalam mendukung kesehatan manusia. Mangrove ini dikenal mengandung berbagai senyawa kimia yang bersifat antimikroba, antioksidan, dan antiinflamasi. Senyawa bioaktif yang terdapat pada mangrove *Rhizophora* sp. menunjukkan potensi besar dalam bidang kesehatan manusia. *Rhizophora* sp., yang dikenal sebagai salah satu jenis mangrove, mengandung berbagai senyawa seperti flavonoid, terpenoid, tanin, saponin, dan alkaloid yang memiliki aktivitas biologis. Senyawa-senyawa yang dihasilkan memiliki sifat antioksidan yang kuat dan dapat membantu melawan stres oksidatif dan radikal bebas dalam tubuh. Dengan kemampuannya untuk menangkal kerusakan sel dan mencegah penyakit kronis, seperti kanker dan penyakit jantung, ekstrak *Rhizophora* sp. berpotensi untuk dikembangkan sebagai metode terapi dalam pengobatan modern. Buah mangrove jenis *Rhizophora mucronata* mempunyai aktivitas antioksidan yang sangat kuat, ada dalam jumlah melimpah dan mudah didapat sepanjang pantai Indonesia, yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Senyawa yang ada pada tanaman mangrove berperan sebagai antioksidan alami sebagai pangan fungsional ataupun pencegahan stress oksidatif, penyakit degeneratif, anti tumor maupun kerusakan pada hati (Desa et al., 1980).

Selain itu, senyawa bioaktif dari *Rhizophora* sp. juga diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi dan antimikroba. Senyawa-senyawa ini dapat mengurangi peradangan dalam tubuh yang seringkali berkontribusi pada berbagai penyakit inflamasi kronis, seperti arthritis dan asma. Aktivitas antimikroba dari senyawa ini juga menjadikannya kandidat yang menjanjikan untuk pengembangan produk kesehatan yang dapat melawan infeksi mikroba dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Pemanfaatan teknologi seperti kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) dapat lebih mendalami komposisi dan aktivitas bioaktif dari senyawa ini, sehingga dapat mengembangkan terapi berbasis bahan alami yang lebih efektif dan aman. Bakau hitam (*Rhizophora mucronata*) mengandung senyawa yang dapat diambil dengan cara ekstraksi yang bertujuan untuk memperoleh

kandungan zat aktifnya dengan pelarut yang sesuai. Pelarut yang digunakan adalah metanol, karena metanol memiliki sifat yang dapat melarutkan seluruh bahan aktif baik bersifat polar, semi polar, maupun non polar (Issusilaningtyas et al., 2023).

Implikasi untuk Pengembangan Produk Kesehatan

KCKT adalah teknik pemisahan senyawa yang sering digunakan dalam analisis kimia, terutama untuk identifikasi dan kuantifikasi senyawa bioaktif dalam tanaman obat. Pada ekstrak mangrove *Rhizophora* sp., teknik ini mengidentifikasi senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang berpotensi sebagai antioksidan, membantu melawan radikal bebas penyebab penuaan dan penyakit kronis seperti kanker, penyakit jantung, dan diabetes. Selain itu, kandungan senyawa antimikroba dalam ekstrak mangrove ini membuka peluang untuk pengembangan obat herbal yang dapat melawan infeksi bakteri dan jamur. Sifat anti-inflamasi dari senyawa-senyawa tersebut juga bermanfaat dalam pengobatan penyakit-penyakit yang melibatkan peradangan kronis. Daun Bakau hitam (*Rhizophora mucronata*) merupakan salah satu jenis Bakau hitam yang berpotensi sebagai sumber pengobatan tradisional dan antioksidan alami (Issusilaningtyas et al., 2023). Bakau mengandung senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai ramuan herbal untuk mengobati berbagai gangguan biologis, seperti antioksidan, antitumor, antiinflamasi, antialergi, antimikroba, antipenuaan, antikolinergik, antikonvulsan, dan lainnya (Annisa, 2023).

Hasil penelitian mengenai kompleksitas bioaktif ekstrak mangrove, khususnya dari spesies *Rhizophora* sp. menawarkan potensi signifikan dalam pengembangan produk kesehatan dan obat-obatan. Senyawa bioaktif yang diidentifikasi melalui Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) memiliki aktivitas farmakologis yang bermanfaat dalam pengobatan infeksi, peradangan, dan gangguan metabolik. KCKT telah menjadi salah satu teknik yang sangat diunggulkan dalam analisis farmasi (Karunia, 2016). Dalam konteks industri farmasi modern, teknik KCKT menjadi metode pemisahan yang paling umum digunakan di berbagai tahap penelitian, pengembangan, dan produksi obat. Tantangan yang perlu diatasi untuk mengoptimalkan penggunaan

ekstrak mangrove dalam aplikasi medis. Ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan dan konsisten perlu dijamin untuk mendukung produksi dalam skala besar. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi keamanan dan efektivitas ekstrak mangrove dalam berbagai formulasi serta untuk mengidentifikasi potensi efek samping. Standarisasi ekstrak dan metode produksi juga harus dipertimbangkan untuk memastikan kualitas dan konsistensi produk akhir.

SIMPULAN

Mangrove *Rhizophora* sp. di Teluk Youtefa, Kota Jayapura, mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid wagner, alkaloid dragendroff, flavonoid, terpenoid, saponin, dan tanin. Senyawa bioaktif pada *Rhizophora* sp. memiliki berbagai manfaat kesehatan. Alkaloid berfungsi dalam stimulasi sistem saraf, pengaturan tekanan darah, dan melawan infeksi mikroba. Flavonoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan mendenaturasi protein, serta memiliki prospek baik sebagai antioksidan. Terpenoid berperan sebagai antiinflamasi. Saponin efektif untuk leukemia, asma, rematik, dan antiinflamasi. Tanin berfungsi sebagai anti-diare, antioksidan, antibakteri, dan astringen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Cenderawasih melalui Program PNBP LPPM 2024 yang telah memberikan dukungan pembiayaan terhadap kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga di sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, A. M., & Hasnidar, H. (2022). Identifikasi Kerusakan Ekosistem Mangrove Di Kelurahan Bira Kota Makassar. *JOURNAL OF INDONESIAN TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH): Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v5i1.101>
- Annisa. (2023). *Aktivitas Antimikroba Ekstrak Infusa Daun Bakau Rhizophora*. 6, 1–6.

- <https://doi.org/10.31957//acr.v6i2.3412>
Desa, N., Pesawaran, S., & Lampung, P. (1980). 7) 健全人の下肢血流と下肢サーモグラムの関係(日本医学生物学サーモグラフィ研究会(1)). *Japanes Journal of Medical Instrumentation*, 50(9), 473–474. https://doi.org/10.4286/ikakikaigaku.50.9_473_2
- Dewi, M. S., Tri Nuraini, R. A., Yulianto, B., & Sibero, M. T. (2023). Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis Daun Mangrove *Lumnitzera racemosa* di Pantai Teluk Awur dan Pantai Blebak Jepara. *Journal of Marine Research*, 12(3), 391–402. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i3.34584>
- Hasibuan, N. E., & Sumartini, S. (2020). Potensi Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* Dan *Avicennia officinalis* Sebagai Bahan Pembuatan Serbuk Effervescent. *JSIPi (Jurnal Sains Dan Inovasi Perikanan) (Journal of Fishery Science and Innovation)*, 4(2), 74. <https://doi.org/10.33772/jsipi.v4i2.12667>
- Henri, Syaafaati, R., & Farhaby, M. (2023). Estimasi Cadangan Karbon Tersimpan pada Ekosistem Hutan Mangrove di Desa Kurau Timur, Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 15(1), 52–64. <https://doi.org/10.24259/jhm.v15i1.24293>
- Islamiyati, R., Mugitasari, D. E., Nafiah, L. N., & Jayanto, I. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun *Matoa Menggunakan Radikal Bebas DPPH (Difenilpicrilhidrazil)*. 13, 611–618. <https://doi.org/10.35799/pha.13.2024.55951>
- Issusilaningtyas, E., Azzahra, F., Nur Rochmah, N., Ratna Faoziyah, A., & Puspo Aji, A. (2023). DAUN JERUJU (*Acanthus ebracteatus* Vahl). *Jurnal Komunitas Farmasi Nasional*, 3(2), 2023.
- Karimah. (2017). Peran Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Habitat Untuk Organisme Laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51–57. <https://doi.org/10.29303/jbt.v17i2.497>
- Karunia. (2016). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 4(June), 2016.
- Mahmiah, & Sudjarwo, G. W. (2019). Standardisasi Ekstrak Metanol Akar Mangrove *Rhizophora mucronata* Poiret dari Perairan Pantai Timur Surabaya. *PROCEEDINGS OF THE 1 St STEEEM*, 1(1), 371–376.
- Manuhuttu, D., & Saimima, N. A. (2021). Potensi Daun Mangrove (*Sonneratia alba*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*. *Biopendix*, 7(2), 71–79.
- Prasetya, F., Bafadal, M., Fadilla, R., & Mus, N. M. (2024). *Traditional Uses , Pharmacological Activities , and Bioactive Compounds of Mangroves Growing in Balikpapan Bay Penggunaan Tradisional , Aktivitas Farmakologis , Senyawa Bioaktif Mangrove yang Tumbuh di Teluk Balikpapan*. 6(1).
- Rahmah, W. (2021). Potensi Tanaman Mangrove Sebagai Agen Antikanker: Literature Review. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 10(1), 12–16. <https://doi.org/10.51887/jpfi.v10i1.1168>
- Ramadhani, R. A., & Usman. (2021). Uji fitokimia dan toksisitas ekstrak metanol akar mangrove (*Rhizophora mucronata*) dengan metode brine shrimp lethality test (BSLT). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 137–141.
- Ramdana Sari* dan Retno Prayudyaningsih. (2018). *Rhizobium : PEMANFAATANNYA SEBAGAI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN* Ramdana Sari * dan Retno Prayudyaningsih. 51–64.
- Ramena, G. O., V Wuisang, C. E., & P Siregar, F. O. (2020). Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Manunggu. *Jurnal Spasial*, 7(3), 343–351.
- Shofiana, I. (2020). Uji aktivitas antibakteri pada Bakteri *Salmonella* sp. dengan ekstrak kulit batang, daun dan buah Mangrove *Sonneratia caseolaris*. In *Skripsi*. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/43075>
- Sunani, S., & Hendriani, R. (2023). Classification and Pharmacological Activities of Bioactive Tannins. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 3(2), 130–136. <https://jurnal.unpad.ac.id/ijbp>
- Supriatna, D., Mulyani, Y., Rostini, I., & Agung, M. U. K. (2019). Aktivitas Antioksidan, Kadar Total Flavonoid Dan Fenol Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangrove Berdasarkan *Stadia* Pertumbuhannya. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 10(2),

35–42.
Swandi, H., Hadriyati, A., & Sanuddin, M.
(2020). Validasi Dan Analisis Kadar
Akrilamida Pada Kopi Tungkal Dengan

Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi
(Kckt). *Ekologia*, 20(1), 40–44.
<https://doi.org/10.33751/ekologia.v20i1.1983>

DNA BARCODE KERANG KEPAH (*Polymesoda* Sp.) DI BAGAN PERCUT DAN DANAU SIOMBAK SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN GEN CYTOCHROME OXIDASE SUB UNIT 1 (CO1)

Mutiara Alya Utami^{1*}, Zahratul Idami², Kartika Manalu³

Jurusan Biologi, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Lap. Golf no.120, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara 20353

Corresponding author: mutiaralyautami@gmail.com

Abstract

Background: DNA Barcode is a molecular technique using short sequences of nucleotide bases that aims to identify and classify living things. This study aims to obtain nucleotide characters from DNA barcode results from kepah clams using CO1 genes in Sumatran waters, to determine the results of molecular identification of species of kepah clams (*Polymesoda* sp.) found in North Sumatra waters, and to determine the kinship relationships of kepah clam species (*Polymesoda* sp.) in North Sumatra waters. Samples were obtained in Bagan Percut and Lake Siombak, carried out from July to August 2023 at the Biomolecular Laboratory, Medan State University.

Methods: The method used is to use DNA barcodes with CO1 genes.

Results: The results of research of species of the genus *Polymesoda* sp. namely *Polymesoda erosa* and *Polymesoda expansa* obtained from processing sequencing data by analyzing nucleotide characters using the Mega 11 application, namely variations in the percentage of AT content (62.69%), GC content (37.56%) for *Polymesoda erosa* species and AT content (62.42%), GC content (38.64%) for *Polymesoda expansa* species, which means both species have primitive properties. Molecular identification of the genus *Polymesoda* sp. obtained from the results of DNA sequence samples along 369 bp so that it is suitable to be used as DNA barcodes. The genetic distance between the species studied is *Polymesoda erosa* (0.000) and *Polymesoda expansa* (0.920) which means they have a close genetic distance.

Conclusion: Phylogenetic tree reconstruction carried out using the Neighbour Joining method shows that between the two species *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) and *Polymesoda expansa* (Lake Siombak) have a close kinship and come from a common ancestor.

Kata kunci: DNA Barcode, *Polymesoda* sp., CO1 Gene

Abstrak

Latar Belakang: DNA Barcode merupakan suatu teknik molekuler dengan menggunakan urutan pendek basa nukleotida yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi makhluk hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakter nukleotida hasil DNA barcode dari kerang kepah menggunakan gen CO1 di Perairan Sumatera, untuk mengetahui hasil identifikasi molekuler spesies-spesies dari kerang kepah (*Polymesoda* sp.) yang ditemukan di Perairan Sumatera Utara, dan untuk mengetahui hubungan kekerabatan dari spesies-spesies kerang kepah (*Polymesoda* sp.) yang ada di Perairan Sumatera Utara. Sampel diperoleh di Bagan Percut dan Danau Siombak, dilaksanakan pada bulan Juli s/d Agustus 2023 di Laboratorium Biomolekuler, Universitas Negeri Medan.

Metode: Metode yang digunakan ialah menggunakan barcode DNA dengan gen CO1.

Hasil: Hasil penelitian spesies dari genus *Polymesoda* sp. yaitu *Polymesoda erosa* dan *Polymesoda expansa* yang didapatkan dari mengolah data hasil sekuensing dengan menganalisis karakter nukleotida menggunakan aplikasi Mega 11 yakni variasi persentase AT content (62,69%), GC content (37,56%) untuk spesies *Polymesoda erosa* dan AT content (62,42%), GC content (38,64%) untuk spesies *Polymesoda expansa*, yang berarti kedua spesies memiliki sifat yang primitif. Identifikasi molekuler genus *Polymesoda* sp. didapatkan dari hasil sekuens DNA sampel sepanjang 369 bp sehingga sesuai untuk dijadikan barcode DNA. Jarak genetik antara spesies yang diteliti yaitu *Polymesoda erosa* (0,000) dan *Polymesoda expansa* (0,920) yang berarti memiliki jarak genetik yang dekat.

Kesimpulan: Rekonstruksi pohon filogenetik dilakukan menggunakan metode *Neighbour Joining* menunjukkan bahwa antara kedua spesies *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda expansa* (Danau Siombak) memiliki hubungan kekerabatan yang dekat serta berasal dari nenek moyang yang sama.

Keywords: DNA Barcode, *Polymesoda* sp., Gen CO1.

PENDAHULUAN

Sumatera Utara merupakan daerah pesisir yang kaya akan potensi hasil laut dan perikanan. Kawasan ini memiliki peluang besar untuk dikembangkan menjadi pusat ekonomi kelautan dan perikanan yang lebih maju dan berkelanjutan. Salah satu komoditas laut yang menunjukkan nilai ekonomis tinggi dan prospek masa depan yang cerah adalah moluska (Taihuttu, *et al.*, 2019). Diantara berbagai jenis moluska, kerang menjadi salah satu komoditas yang banyak diminati. Kerang hadir dalam berbagai bentuk dan ukuran cangkang, dan dapat ditemukan di berbagai tipe perairan, termasuk air tawar, estuary, dan laut. Salah satu jenis kerang yang umum ditemukan adalah kerang kepah. Kerang ini dikenal sebagai hewan budidaya laut yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap perubahan lingkungan yang ekstrem, serta tingkat survival rate yang sangat baik (Amin, 2019). Kerang kepah merupakan hewan dasar perairan yang dilindungi oleh dua cangkang simetris. Secara umum, ciri morfologi kerang kepah yang terdapat di perairan Sumatera utara tidak mudah dibedakan antar spesies karena bentuk dan warna cangkangnya yang hampir serupa. Cangkangnya cembung seperti cawan, pipih, dan bagian pinggirnya tajam. Identifikasi morfologi dalam genus kerang kepah (*Polymesoda* sp.) sangat rentan terhadap kesalahan, terutama pada fase *juvenil* ketika mereka mengubur dirinya pada lumpur, sehingga sulit diidentifikasi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan identifikasi yang lebih tepat, salah satunya melalui analisis DNA *barcode*.

Simbolon & Aji (2021) menunjukkan bahwa DNA *barcode* bisa menjadi alat yang efektif untuk memantau dan mengelola biota laut. DNA *Barcode* adalah sistem identifikasi yang cepat dan akurat berdasarkan urutan basa nukleotida dari gen penanda pendek yang telah terstandarisasi, seperti gen *Cytochrome Oxidase Sub Unit 1* (CO1) (Tindi, *et al.*, 2017). Teknik ini menggunakan potongan gen tertentu yang telah terbukti efektif dalam menentukan perbedaan antara spesies (Zein & Dewi, 2013). Informasi genetik pada hewan disimpan dalam DNA inti serta DNA organel (*mitokondria* dan *kloroplas*). DNA *mitokondria* (mtDNA) memiliki keunggulan dalam studi keragaman genetik, salah satunya karena ukurannya yang relatif kecil, sehingga memungkinkan studi komprehensif (Taihuttu, *et al.*, 2019). Gen

Cytochrome Oxidase Sub Unit 1 (CO1) merupakan gen penyandi dalam genom DNA *mitokondria* (mtDNA) yang memiliki banyak kelebihan, seperti minimnya delesi dan insersi pada sekuennya serta beberapa bagian yang bersifat dilestarikan, sehingga sangat cocok digunakan sebagai DNA *barcode* untuk mengidentifikasi spesies (Tindi, *et al.*, 2017).

Penelitian molekuler yang telah dilakukan terhadap jenis kerang kepah (*Polymesoda* sp.) sebelumnya hanya berfokus pada identifikasi genetik (Jabarsyah & Arizono, 2016) dengan memanfaatkan gen *mitokondria* melalui gel elektroforesis *SDS page*. Namun, penelitian tersebut tidak mencakup identifikasi molekuler yang menggunakan gen CO1 (*Cytochrome Oxidase Sub Unit 1*), DNA *barcode* yang dapat dibuktikan melalui urutan basa DNA serta hubungan filogenetik (kekerabatan) yang ditunjukkan melalui konstruksi pohon filogenetik. Bersumber pada latar belakang diatas penulis merasa perlu dilakukannya riset tentang “DNA *barcode* kerang kepah (*Polymesoda* sp.) di perairan Sumatera Utara menggunakan gen *Cytochrome Oxidase Sub Unit 1* (CO1)” sehingga tiap jenis spesies kerang kepah dapat diidentifikasi lebih detail dan mudah dibedakan secara genetik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh karakter nukleotida hasil DNA *barcode* dari kerang kepah menggunakan gen CO1 di Perairan Sumatera, selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil identifikasi molekuler dari berbagai spesies dari kerang kepah (*Polymesoda* sp.) yang ditemukan di Perairan Sumatera Utara, serta untuk memahami hubungan kekerabatan antar spesies kerang kepah di wilayah tersebut. Manfaat dari penelitian ini terdiri dari memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang DNA *Barcode* Kerang Kepah (*Polymesoda* sp.) di Perairan Sumatera Utara Menggunakan Gen *Cytochrome Oxidase Sub Unit 1* (CO1), serta memberikan informasi kepada masyarakat bahwa data yang dihasilkan dapat menjadi landasan dalam mempelajari kerang kepah, khususnya terkait penentuan DNA *Barcode* dengan menggunakan Gen CO1, selain itu, peneliti juga diharapkan menjadi referensi bagi penelitian-penelitian lain yang berkaitan DNA *Barcode* Kerang Kepah (*Polymesoda* sp.) di Perairan Sumatera Utara Menggunakan Gen *Cytochrome Oxidase Sub Unit 1* (CO1).

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biomolekuler, Universitas Negeri Medan. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga Agustus 2023.



(a)

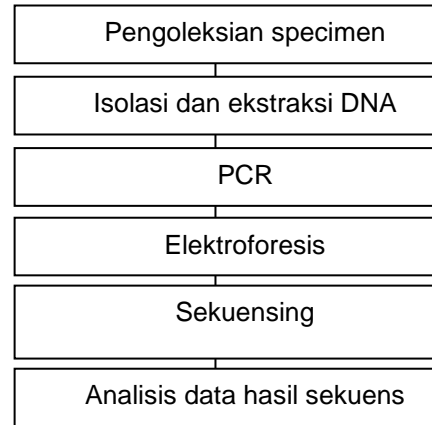


(b)

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Tahapan Penelitian

Penelitian ini melibatkan enam tahapan, yaitu pengumpulan spesimen atau sampel, isolasi dan ekstraksi DNA, PCR (*Polymerase Chain Reaction*), elektroforesis, sekuensing dan analisis data hasil sekuens (Gambar 1).



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian.

Koleksi Sampel

Penelitian DNA *Barcode* pada *Polymesoda* sp. ini dilakukan dengan menggunakan sampel jaringan yang diambil dari Danau Siombak dan Bagan Percut. Bagian yang dianalisis adalah engsel kanan dan kiri dari kerang kepah yang masih segar dan dalam kondisi dewasa. Setelah diambil, sampel kerang kepah tersebut dimasukkan kedalam *ice box* dan disimpan didalam *freezer* untuk mencegah pembusukkan.

Isolasi DNA

Isolasi DNA dilakukan dengan mengikuti prosedur dan standar dari kit favorgen yang dapat diakses di (www.favorgen.com). Proses dimulai dengan pengambilan sampel otot engsel kerang seberat 50 mg, yang kemudian dicampurkan dengan alkohol 70%, sampel tersebut selanjutnya digerus menggunakan mortal dan alu, sebelum dipindahkan ke dalam tabung *microcentrifuge* 1,5 ml. Setelah itu, ditambahkan 200µl FATG1 *Buffer* dan 20 µl *proteinase K*, lalu sampel divortex atau dihomogenkan dan diinkubasi selama 3 jam pada suhu 60°C, setelah inkubasi, sampel didiamkan pada suhu ruang.

Tahapan berikutnya adalah proses DNA *binding*, dimana 200µl FATG2 *Buffer* ditambahkan dan sampel diinkubasi selama 10 menit pada suhu 65°C. Kemudian, 200 µl etanol 96% dicampurkan ke dalam larutan sebelumnya dan divortex atau dihomogenkan. Setelah proses pencampuran selesai, FATG *column* ditambahkan untuk mengikat DNA dan dilakukan sentrifugasi selama 1 menit dengan kecepatan 17.700 x g. Larutan dalam *collection tube* dibuang dan FATG *column* diletakkan kembali.

Proses pencucian dilakukan dengan menambahkan 400 µl W1 Buffer kedalam FATG column, diikuti dengan sentrifugasi selama 2 menit dengan kecepatan yang sama, larutan yang dihasilkan dibuang dan 750 µl Wash Buffer ditambahkan, lalu disentrifugasi selama 2 menit, setelah itu, larutan dibuang dan elusi dilakukan dengan menambahkan 50 µl elution buffer dua kali, kemudian disentrifugasi selama 2 menit. Molekul DNA yang diperoleh disimpan dalam freezer.

Amplifikasi PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Perbanyak gen CO1 menggunakan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dengan memanfaatkan primer *forward* (LCO1490) dan *reverse* (HCO2198). Proses amplifikasi DNA ini menggunakan *Kit favorgen for animal tissue*. Total volume reaksi yang digunakan adalah 25 µl, yang terdiri dari 17 µl ddH₂O, 5µl *kit favorgen*, 1 µl DNA *template* dan 1 µl volume dari masing-masing primer.

Proses amplifikasi dilakukan dengan mesin PCR (*Sensquest*) dengan pengaturan suhu sebagai berikut : *pre-denaturasi* pada suhu 94°C selama 3 menit, *denaturasi* pada suhu 94°C selama 1 menit dilakukan sebanyak 30 siklus, *annealing* pada suhu 50°C sebanyak 30 siklus, *elongasi* pada suhu 72°C selama 1 menit sebanyak 30 siklus dan satu siklus perpanjangan akhir pada suhu 72°C selama 10 menit. Produk PCR kemudian dianalisis melalui elektroforesis menggunakan *gel agarosa* 0,8 gr, *buffer TBE* dengan tegangan 100 volt selama 45 menit. Dilakukan pewarnaan DNA dengan *Etidium Bromida* dan dilihat menggunakan UV *transluminator*.

Sekuensing

Sekuensing DNA pada *Polymesoda* sp. merupakan langkah penting untuk memperoleh informasi mengenai urutan nukleotidanya. Dalam penelitian ini, proses sekuensing dilaksanakan dengan menggunakan jasa perusahaan genetika, yaitu 1st BASE Malaysia. Produk amplifikasi DNA dari *Polymesoda* sp. digunakan sebagai sampel dalam reaksi pengurutan atau sekuensing.

Analisis Data

Hasil sekuens gen CO1 kerang kepah dianalisis dalam bentuk kromatogram

menggunakan MEGA (*Molecular Evolutionary Genetic Analysis*) versi 11. Untuk meningkatkan akurasi, urutan basa pada bagian awal dan akhir dihilangkan sekitar 50 bp dan kesalahan dalam pembacaan nukleotida diperbaiki. Hasil sekuensing dengan primer *reverse* kemudian digabungkan dengan hasil dari primer *forward*. Untuk mengidentifikasi spesies kerang kepah, proses BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) dilakukan menggunakan informasi urutan basa nukleotida melalui akses ke Bank gen NCBI di (www.blast.ncbi.nlm.nih.gov). Analisis filogenetik dilakukan dengan metode *Neighbour Joining*, sementara pengukuran jarak genetik menggunakan metode *Pairwise Distance*, yang membandingkan satu sekuen DNA dengan yang lainnya. Penjajaran (*alignment*) dilakukan menggunakan perangkat lunak *ClustalW* untuk menentukan tingkat homologi dari urutan basa DNA yang sedang dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

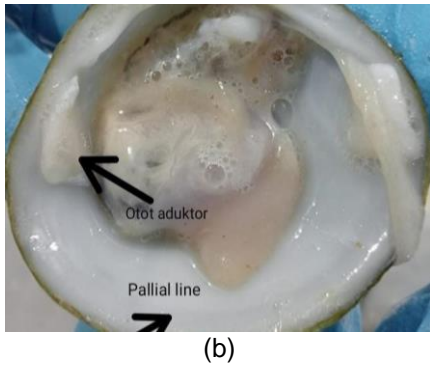
Analisis Variasi dan Presentase GC Content dan AT Content

Hasil analisis komposisi karakter nukleotida dari sampel yang diteliti yaitu *Polymesoda erosa* yang berasal dari Bagan Percut dan *Polymesoda expansa* dari Danau Siombak, menunjukkan perbedaan komposisi yang signifikan. *Polymesoda erosa* Bagan Percut memiliki AT Content lebih tinggi, mencapai 62,69%, dibandingkan dengan *Polymesoda expansa* Danau Siombak. Disisi lain, *Polymesoda expansa* Danau Siombak menunjukkan GC Content yang lebih tinggi, yakni 38,64% dibandingkan dengan *Polymesoda erosa* Bagan Percut. Meskipun keduanya memiliki nilai AT Content yang tinggi dan GC Content yang rendah, perbedaan nilai tersebut mencerminkan karakteristik genetik yang unik diantara kedua spesies tersebut.

Identifikasi Morfologi *Polymesoda* sp.



(a)



Gambar 3. Morfologi *Polymesoda erosa* Bagan Percut (a) tampak luar dan (b) tampak dalam.

Hasil pengamatan ciri dari sampel *Polymesoda erosa* Bagan Percut memiliki warna cangkang yang kecoklatan (coklat kehitaman), bentuk tubuh yang simetris *bilateral*, dibagian dalam cangkang terdapat *pallial line* dan otot *aduktor*. Hal ini ini dinyatakan pada penelitian Amelia (2019), bahwa *Polymesoda erosa* mempunyai cangkang yang tebal dan kuat dan memiliki warna coklat dan coklat kehitaman serta hal ini juga dibuktikan pada penelitian Deni (2020), bahwa bentuk tubuh dari *Polymesoda erosa* tergolong simetris *bilateral* dan memiliki otot *aduktor* berfungsi untuk membuka atau menutup cangkang.



Gambar 4. Morfologi *Polymesoda expansa* Danau Siombak.

Polymesoda expansa atau yang dikenal dengan nama kerang kepah lokan terdapat pada ekosistem mangrove yang berlumpur dan hidup di air yang payau (Nayli, 2018). Berdasarkan pengamatan pada sampel *Polymesoda expansa* Danau Siombak memiliki cangkang yang tengahnya cembung dan memiliki warna kuning kehijauan, hal ini telah dibuktikan pada penelitian Syahputri (2022), bahwa Struktur morfologi bentuk cangkang dari *Polymesoda*

expansa seperti piring, pada bagian pinggir cangkang berbentuk pipih dan cembung pada bagian tengah, serta dibuktikan pada penelitian Jabarsyah dan Arizono (2016), bahwa *Polymesoda expansa* memiliki warna kuning kehijauan saat muda dan coklat kehitaman saat kerang berumur dewasa. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada kedua sampel *Polymesoda erosa* Bagan Percut dan *Polymesoda erosa* Danau Siombak dengan membandingkan pada beberapa artikel tersebut, maka telah ditetapkan bahwa sampel kerang dari Bagan Percut merupakan spesies *Polymesoda erosa* dan sampel kerang dari Danau Siombak merupakan spesies *Polymesoda expansa*.

Sekuensing DNA *Polymesoda* sp.

Hasil sekuens sampel *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda expansa* (Danau Siombak) didapatkan berupa kromatogram dengan bentuk file berformat .AB1. Kromatogram DNA sampel dibaca sebagai grafik berbentuk elektroferogram, yang mewakili seluruh nukleotida yang dibaca oleh mesin. Basa nitrogen DNA (A, C, G, T) diterjemahkan untuk menganalisis urutan yang diperoleh dari puncak (*peak*).

Tabel 1. Urutan Nukleotida DNA genus *Polymesoda* sampel *Polymesoda erosa* dan *Polymesoda expansa* hasil sekuensing.

Sampel	Urutan Nukleotida (sekuens)
<i>Polymesoda erosa</i> (Bagan Percut)	TGGTTCCTTAATGTTAAGTGCTCCTGATATAGCTT TTATTAATTGTGTCTATACCTGTTTTGGCTGGTGCTT
<i>Polymesoda expansa</i> (Danau Siombak)	TGGTTCATTGATGTTGAGGGCTCCTGATATAGCGT TTATTAATTATGTCTATACCAGTTTTGGCTGGGGCTT

Hubungan Filogenetik *Polymesoda* sp. Jarak Genetik Sampel dan Out Groups (*Pairwise Distance*)

Nilai jarak genetik (*Pairwise Distance*) pada seluruh spesies *Polymesoda* sp. yang dianalisis didapatkan nilai berkisar 0,000 sampai 1,777. Nilai *pairwise distance* pada kedua sampel *Polymesoda erosa* adalah 0,000. Pada kedua sampel *Polymesoda expansa* nilai *pairwise distance* berkisar 0,301 hingga 1,777. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh sampel *Polymesoda erosa* dan *Polymesoda expansa* similar, tidak ada jarak genetik dan termasuk

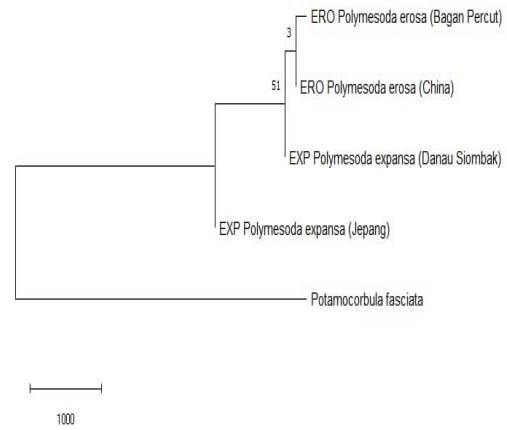
dalam populasi takson yang sama sedangkan pada sampel *Potamocorbula fasciata* (*out group*) memiliki nilai *pairwise distance* berkisar 5848,883 hingga 8716,428, hal ini menunjukkan bahwa sampel *Potamocorbula fasciata* (*out group*) tidak similar, ada jarak genetik dan tidak termasuk dalam populasi takson yang sama dengan *Polymesoda erosa* dan *Polymesoda expansa*.

Tabel 2. Jarak Genetik Sampel dan *Out groups* (*Pairwise Distance*).

Spesies	1	2	3	4	5
<i>ERO Polymesoda erosa</i> (Bagan Percut)					
<i>Polymesoda erosa</i> (China)	0,000				
<i>EXP Polymesoda expansa</i> (Danau Siombak)	0,920	1,777			
<i>Polymesoda expansa</i> (Jepang)	1,777	0,920	0,301		
<i>Potamocorbula fasciata</i>	7493,074	7493,074	5848,883	8716,428	

Pohon Filogenetik

Hasil rekonstruksi pohon filogenetik berdasarkan gen CO1 menunjukkan bahwa seluruh spesies membentuk 4 klad dengan *Potamocorbula fasciata* terpisah menjadi *out group*. Klad 1 terdiri dari *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda erosa* (China), klad 2 *Polymesoda expansa* (Danau Siombak), klad 3 *Polymesoda expansa* (Jepang) dan klad 4 (*out group*) *Potamocorbula fasciata*. Spesies antara *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda erosa* (China) berada pada satu klad sedangkan *Polymesoda expansa* (Danau Siombak) dan *Polymesoda expansa* (Jepang) berada pada klad yang berbeda tetapi memiliki jarak genetik yang tidak jauh. Sampel *Polymesoda erosa* dari Bagan Percut serta sampel *Polymesoda expansa* dari Danau Siombak masih memiliki hubungan kekerabatan dan juga tidak terlalu jauh serta masih berada pada satu nenek moyang yang sama dan tidak berada pada garis keturunan yang lain (*out group*) (Solihin, et al., 2021).



Gambar 5. Pohon Filogenetik Kerang Kepah *Polymesoda* sp. dengan kerabatnya Beserta *out group* Berdasarkan Gen CO1 Direkonstruksi dengan metode *Neighbour Joining* Berdasarkan Model Kimura-2-Parameter.

Spesies *Polymesoda erosa* (China) dan *Polymesoda expansa* (Jepang) yang termasuk dalam spesies pembanding, didapatkan dari *GenBank* (NCBI), begitu juga dengan spesies yang menjadi *out group*. Pada pohon filogenetik dapat dilihat bahwa spesies kerang kupang *Potamocorbula fasciata* yang menjadi *out group* memiliki jarak genetik yang jauh dengan sampel *Polymesoda erosa* dari Bagan Percut dan China serta spesies *Polymesoda expansa* dari Danau Siombak dan Jepang.

SIMPULAN

Senyawa Berdasarkan hasil analisis variasi dan presentase dengan menggunakan aplikasi MEGA 11, *GC content* dan *AT content* didapatkan karakter nukleotida hasil DNA *barcode* dari spesies *Polymesoda*, yakni kedua sampel *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda expansa* (Danau Siombak) memiliki nilai presentase *GC content* yang rendah dibandingkan dengan nilai presentase *AT content*, maka dapat dikatakan bahwa kedua sampel yakni *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda expansa* (Danau Siombak) memiliki sifat yang primitif. Berdasarkan hasil dari rekonstruksi pohon filogenetik, didapatkan hubungan kekerabatan dari spesies *Polymesoda*,

yakni seluruh spesies terbagi menjadi 4 klad besar dimana *Polymesoda erosa* (Bagan Percut) dan *Polymesoda expansa* (Danau Siombak) masih memiliki hubungan kekerabatan dan juga tidak terlalu jauh serta masih berada pada satu nenek moyang yang sama dan tidak berada pada garis keturunan yang lain (*out group*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing saya, Ibu Zahratul Idami, M.Sc dan Ibu Kartika Manalu, M.Pd, atas bimbingan, arahan dan masukan berharga yang diberikan selama penulisan jurnal penelitian ini sehingga dapat dipublikasi dan dapat dirilis.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, F., dan Ramses, R. 2019. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pada Kerang Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 4(2): 152-163.
- Anam, K., Cahyadi, W., dan Azmi, I. 2021. Analisis Hasil Elektroforesis DNA dengan Image Processing Menggunakan Metode Gaussian Filter. *Journal of Electronics and Instrumentation Systems*, 11(1): 37-48.
- Budiarto, B. R. 2015. Polymerase Chain Reaction (PCR): Perkembangan dan Perannya dalam Diagnostik Kesehatan. *BioTrends*, 6(2): 29-38.
- Campbell, N. A., Simon, E. J., Dickey, J. L., Hogan, K. A., and Reece, J. B. 2016. *Essential Biology, Edisi Keenam*. Terjemahan : Damaring Tyas Wulandari. Erlangga. Jakarta.
- Chen, S., Yao, H., and Han, J. 2014. Validation of the ITS2 Region as a Novel DNA Barcode for Identifying Medicinal Plant Species. *PLoS One*, 5(1): 1-8.
- Deni, W., dan Nurdiansyah, S. I. 2020. Kepadatan dan Pola Distribusi *Polymesoda erosa* Di Ekosistem Mangrove Desa Peniti, Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 3(1): 1-9.
- Favorgen Protocol. 2023. *Tissue Genomic DNA Extraction Mini Kit.FavorPrep™*
- Hall, B. G. 2018. *Phylogenetic Tree Made Easy : A How to Manual*. Oxford University Press. Oxford.
- Harahap, M. R. 2018. Elektroforesis: Analisis Elektronika Terhadap Biokimia Genetika. *CIRCUIT : Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1): 21-26.
- Hariyadi, S., Narulita, E., dan Rais, A. 2018. Perbandingan Metode Lisis Jaringan Hewan dalam Proses Isolasi DNA Genom Pada Organ Liver Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Biology Education*, 15(1): 689-692.
- Jabarsyah, A., dan Arizono, T. 2016. Identifikasi Kerang Kapah Di Pantai Timur Pulau Tarakan. *Jurnal Omni Akuatika*, 12(2): 92–98.
- Jarulis, Muslim, C., Kamilah, S. N., Utama, A. F., Permana, D., Sari, M. M., Prayitno, A. H., dan Jannah, I. M. 2021. DNA barcode of Enggano hill myna, *Gracula religiosa enganensis* (Aves: Sturnidae) based on mitochondrial DNA cytochrome oxidase subunit I. *Biodiversitas*, 22(3): 1635-1643.
- Kadarsah, A., dan Susilawati, I. O. 2019. Karakter Morfometri Kerang Kepah *Polymesoda erosa* dari Dua Jenis Vegetasi Mangrove (*Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata*). *Jurnal Lingkungan Lahan Basah*, 4(1): 168-173.
- Kombong, C. B. S., dan Arisuryanti, T. 2018. Komposisi Nukleotida Sekuen Gen Mitokondria 16S dan CO1 Ikan Gabus (*Channa Striata Bloch*) Dari Danau Sentani, Jaya Pura, Papua. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 20(2): 57-62.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. dan Tamura, K.. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6): 1547–1549.
- Liu, Z., Zeng, X., Yang, D., Chu, G., Yuan, Z., and Chen, S. 2013.

- Applying DNA Barcodes for Identification of Plant Species in the Family Araliaceae. *Gene*, 499: 76-80.
- Melinda, M., Sari, S. P., dan Rosalina, D. 2015. Kebiasaan Makan Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) di Kawasan Mangrove Pantai Pasir Padi. *Jurnal OSEATEK*, 9(1): 35-44.
- Nayli, Z. 2018. *Keanekaragaman Bilvalvia Pada Kawasan Ekosistem Mangrove Kecamatan Kuta Raja Kota Banda Aceh*. Banda Aceh.
- Puspitaningrum, R., dan Chris, A. 2018. *Genetika Molekuler dan Aplikasinya*. Adobelllustrator Cs4. Jakarta.
- Rahayu, D. A., dan Miftahul, J. 2019. *DNA Barcode Hewan dan Tumbuhan Indonesia*. Yayasan Inspirasi Ide Berdaya. Jakarta.
- Raw, C. H., Yudistira, A., dan Simbala, H. E. I. 2018. Isolasi, Identifikasi Secara Molekuler Menggunakan Gen 16s rRNA, dan Uji Aktivitas Antibakteri Bakteri Simbion Endofit yang Diisolasi dari Alga *Halimeda opuntia*. *PHARMACON : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(2): 53-61.
- Ristiana, R., Rustam, A., Zein, M. S. A., dan Zulkarnain. 2021. DNA Barcoding Pada Familia Bovidae Berdasarkan Gen CO1 (Cytochrome Oxydase Subunit 1). *FILoGENI: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2): 63-68.
- Rohimah, S., Mukarramah, L., dan Sindiya, V. 2018. Eksplorasi Jenis dan Potensi DNA Barcode Anggrek *Thrixspermum* Secara In Silico. *Jurnal Biodjati*, 3 (2): 148-156.
- Sagala, L. R. 2021. *Penentuan Barcode DNA Berdasarkan Lokus Gen *rbcl* Pada Zingiber loerzingii Valetton*. Sumatera Utara.
- Saleky, D., dan Merly Sendy. 2021. Pendekatan DNA *Barcoding* untuk Identifikasi *Cassidula angulifera* (Petit, 1841) (Moluska: Gastropoda). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(1): 55-64.
- Sasmito, D., E., K., Kurniawan, R., dan Muhimmah., I. 2014. Karakteristik Primer pada Polymerase Chain Reaction (PCR) untuk Sekuensing DNA: Mini Review. *Jurnal Informatika Medis*, 6(5): 93-102.
- Simbolon, A. R., dan Aji, L. P. 2021. Identifikasi Molekuler dan Struktur Filogenetik Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) Di Perairan Biak, Papua. *Jurnal Bawal*, 13(1): 11-21.
- Syahputri, N. K. 2022. Kepadatan dan Pola Persebaran Kerang Totok (*Geloina expansa*) Di Ekosistem Mangrove Kecamatan Malangke Barat, Kabupaten Luwu Utara. Makassar.
- Syamsul, M., dan Zein, A. 2016. Teknik Molekuler untuk Identifikasi Spesies Ordo Cetartiodactyla Menggunakan DNA Barcode Molecular Techniques for Species Identification of Cetartiodactyla Order Using DNA Barcode.
- Taihuttu, M. P. J., Corebima, A. D., dan Ghofur, A. 2019. Analisis Filogenetik Kerang Abalon (*Haliotis* sp.) Di Perairan Maluku Berdasarkan Sekuen Gen COI. *Jurnal Ilmu Hayat*, 3(2): 72-79.
- Tasma, I. M. 2015. Pemanfaatan Teknologi Sekuensing Genom untuk Mempercepat Program Pemuliaan Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*, 34(4): 159-168.
- Tindi, M., Mamangkey, N. G. F., dan Stenly, W. 2017. DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Molekuler Beberapa Jenis Bivalvia Asal Perairan Sulawesi Utara Berdasarkan Gen CO1. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(2): 32-38.
- Triandiza, T., dan Hawis, M. 2018. Aplikasi Analisa Morfologi dan DNA Barcoding Pada Penentuan Jenis Kepiting Porcelain (*Pisidia* sp.) yang Berasal dari Pulau Tunda, Banten. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(2): 81-90.
- Wang, D-Y., Wang, Q., Wang, Y-L., Xiang, X-G., Huang, L-Q., dan Jin, X-H. 2017. Evaluation of DNA Barcodes in Codonopsis (Campanulaceae) and in some Large Angiosperm Plant Genera. *PLoS ONE*, 12(2):1-14.

- Wirdateti., Wulandari, S. W., dan Kuswandi, P. C. 2015. Penanda Genetik Tarsius (*Tarsius* spp.) dengan Menggunakan Gen CytochromeOxidase I (COI) DNA Mitokondria (mtDNA) Melalui Metode Sekuensing. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2): 275-284.
- Wulandari, R., Nasution, S., dan Tanjung, A. 2022. Habitat dan Distribusi Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Di Kawasan Mangrove Muara Sungai Tiram Kabupaten Padang Parlaman Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan*, 10(1): 1-8.
- Xiong, J. 2016. *Essential Bioinformatics*. Cambridge University Press. New York.
- Yusuf, Z. K. 2018. Polymerase Chain Reaction (PCR). *Jurnal Saintek*, 5(6): 1-6.
- Zein, M. S. A., dan Dewi, M. P. 2013. *DNA Barcode Fauna Indonesia*. Kencana. Jakarta.

VARIASI GENETIK IKAN KERAPU (*Epinephelus* sp) Di TPI GABION MEDAN BELAWAN BERDASARKAN DNA MITOKONDRIA

Barratun Nisa Hasra^{1*}, Zahratul Idami², Kartika Manalu³

Jurusan Biologi, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Lap. Golf no.120, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara 20353

Corresponding author: barrahsr07@gmail.com

Abstract

Background: Genetic variation can share data on genetic diversity in fish populations. mtDNA is used to determine the kinship between grouper fish originating from TPI Gabion Medan Belawan. This study aims to obtain the latest genetic variations found in grouper populations (*Epinephelus* sp.), analyze for the kinship relationship between grouper populations (*Epinephelus* sp.), determine for the kinship relationship between grouper fish from TPI Gabion Medan Belawan and grouper fish that already exist in NCBI.

Methods: This study used experimental methods.

Results: The results of research on species of the genus *Epinephelus* namely *Epinephelus fuscoguttatus*, *Epinephelus sexfasciatus*, and *Epinephelus areolatus* obtained by processing the sequencing data by analyzing nucleotide characters using the Mega 11 application. All three samples have low GC Content, it is said that all three samples have primitive properties. All three samples have the same genetic distance because they have a genetic distance value (Pairwise distance) below 3%.

Conclusion: Reconstruction of phylogenetic trees shows that grouper kinship (phylogenetics) originating from TPI Gabion Medan Belawan with grouper fish that already exist in NCBI have close kinship and common ancestor.

Kata kunci: *Epinephelus* sp., Genetic Variation, mtDNA

Abstrak

Latar Belakang: Variasi genetik bisa membagikan data tentang keragaman genetik dalam populasi ikan. mtDNA digunakan untuk mengetahui hubungan kekerabatan antara ikan kerapu yang berasal dari TPI Gabion Medan Belawan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan variasi genetik terbaru yang terdapat pada populasi ikan kerapu (*Epinephelus* sp.), untuk menganalisis hubungan kekerabatan antara populasi ikan kerapu (*Epinephelus* sp.), untuk mengetahui hubungan kekerabatan antara ikan kerapu dari TPI Gabion Medan Belawan dengan ikan kerapu yang telah ada di NCBI.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode eksperimen.

Hasil: Hasil penelitian spesies dari genus *Epinephelus* yaitu *Epinephelus fuscoguttatus*, *Epinephelus sexfasciatus*, dan *Epinephelus areolatus* yang didapatkan dari mengolah data hasil sekuensing dengan menganalisis karakter nukleotida menggunakan aplikasi Mega 11. Ketiga sampel memiliki GC Content yang rendah dikatakan bahwa ketiga sampel tersebut memiliki sifat primitif. Ketiga sampel memiliki jarak genetik yang sama dikarenakan memiliki nilai jarak genetik (*Pairwise distance*) dibawah 3%.

Kesimpulan: Rekonstruksi pohon filogenetik menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan (*filogenetik*) ikan kerapu yang berasal dari TPI Gabion Medan Belawan dengan ikan kerapu yang telah ada di NCBI memiliki hubungan kekerabatan yang dekat serta nenek moyang yang sama.

Keywords: *Epinephelus* sp, mtDNA, Variasi Genetik

PENDAHULUAN

Variasi genetik dapat berdampak pada karakteristik fisik ikan kerapu, seperti ukuran tubuh, bentuk kepala, dan warna kulit. Selain itu, variasi genetik juga dapat memengaruhi pertumbuhan dan tingkat mempertahankan hidup ikan kerapu di alam liar maupun dalam budidaya. Ketepatan atau keakuratan identifikasi spesies ikan kerapu sangat dibutuhkan sebagai pengetahuan dasar, sehingga pendekatan molekuler diperlukan untuk melengkapi pendekatan morfologi. Ikan kerapu dapat dikenali dengan bentuk operculumnya, bentuk dan warnanya serta merupakan alat yang berguna untuk mengenali morfologi ikan kerapu. Secara morfologi, ikan kerapu masih sangat sulit untuk diklasifikasikan antar spesies. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan molekuler untuk melihat variasi genetik pada ikan kerapu serta untuk bisa membedakan antar spesies (Kusuma et al., 2021). DNA mitokondria memiliki sifat yang unik dan dapat digunakan untuk mengetahui hubungan kekerabatan antara individu maupun populasi ikan. Dengan mempelajari variasi genetik pada DNA mitokondria, dapat memberikan informasi tentang keragaman genetik dalam populasi ikan kerapu (*Epinephelus* sp.). Variasi genetik ikan dapat ditentukan berdasarkan ciri morfologi dan genotipe (Sembiring et al., 2013).

Ini adalah cara mudah dan efektif untuk mengidentifikasi berbagai hewan, salah satunya adalah dengan DNA. Kemajuan terkini dalam analisis genetik berbasis DNA adalah penggunaan mtDNA, yang dapat diinterpretasikan pada banyak spesies dan memiliki berbagai tujuan. Oleh karena itu, penelitian mengenai variasi genetik ikan kerapu (*Epinephelus* sp.) berdasarkan DNA mitokondria merupakan sebuah studi yang penting untuk meningkatkan pemahaman tentang keragaman genetik ikan kerapu (Wiradateti et al., 2016). Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mendapatkan variasi terbaru yang terdapat pada populasi ikan kerapu dan untuk menganalisis hubungan kekerabatan antar spesies serta hubungan kekerabatan yang telah ada di NCBI.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Sampel dikoleksi dari TPI Gabion Medan Belawan, Sumatera Utara. Pengerjaan proses DNA mitokondria dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Medan. Pembuatan hasil amplifikasi PCR menggunakan jasa PT. Genetik Science Indonesia yang bekerjasama dengan 1st Base Malaysia.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain gunting, spidol atau penanda permanen, kamera digital, labu erlenmeyer 100 ml, gelas kimia 500 ml, mesin PCR (*Polymerase Chain Reaction*) gradient (*Eppendorf*), timbangan analitik, gelas ukur 100 ml, freezer, mini horizontal elektroforesis HU10 (*BIORAD*), vortex (*Biosan Multi-Vortex V-32*), mikro pipet (volume 10, 20, 100, dan 1000 μ l), ice box, sentrifuge (*eppendorf*), mortal dan alu, alat gel documentation (*BIOSTEP*), hot plate (*Benchmark*), GPS (*Globul Position System*). Bahan yang digunakan dalam penelitian variasi genetik pada ikan kerapu berdasarkan DNA mitokondria, diantaranya sampel ikan.

kerapu bagian sirip berenang, ice gel, primer FishF1 (*Forward*) dan FishR1 (*Reverse*), larutan TBE (*TrisBoratEDTA*), aluminium foil, alkohol 70% dan tissue, tube (*Eppendorf*) 1,5 ml, tube PCR 0,2 ml, tip mikro pipet (putih, kuning, dan biru), DNA leader 1 kb, gloves dan masker, kit isolasi DNA (*favorgen*), DNA gel stain dan loading dye, kertas parafilm, kit mix PCR with dye,

aquabides (ddH₂O) dan aquadest, etanol PA 90%, serbuk agarose.

PCR (Polymerase Chain Reaction)

PCR mengamplifikasi fragmen DNA secara in vitro dengan menggunakan enzim polymerase dan dua pasang primer yang spesifik untuk fragmen DNA yang ingin diperbanyak (Putri et al., 2017). Pada tahapan ini diperlukan beberapa campuran larutan berupa 1,25 µl primer forward dan reverse, 1 µl Template DNA, 9 µl aquabides (ddH₂O), dan 12,5 µl KIT PCR. Produk PCR kemudian dianalisis melalui elektroforesis menggunakan gel agarosa 0,8 gr, buffer TBE dengan tegangan 100 volt selama 45 menit. Dilakukan pewarnaan DNA dengan *Etidium Bromida* dan dilihat menggunakan UV transluminator.

Tabel 1. Data Primer

Identifikasi Primer	Sequence (5'-3')	Referensi
Primer forward FishF1	5'-TCAACCAAC CACAAAGACA T-3'	(Aznardi et al., 2020)
Primer reverse FishR1	5'-TAGACTTCTG GGTGGCCAAA-3'	(Aznardi et al., 2020)

Ekstraksi DNA

Tujuan dari ekstraksi DNA pada ikan adalah untuk mendapatkan DNA murni dari jaringan ikan (Hutami et al., 2017). Tubuh ikan yang digunakan untuk ekstraksi adalah sirip ekor atau caudal yang merupakan bagian tubuh yang paling aktif bergerak (Perikanan et al., 2020). Bagian tubuh ikan yang diambil adalah bagian sirip dengan berat ± 50 mg dihaluskan dan dimasukkan kedalam tube 1,5 ml. Tambahkan FATG1 Buffer sebanyak 200 µl dan Proteinase K 20 µl lalu di vortex. Diinkubasi selama 1-3 jam dengan suhu 60°C, setelah itu tambahkan FATG2 sebanyak 200 µl dan etanol 96% sebanyak 200 µl. kemudian tambahkan W1 sebanyak 400 µl disentrifus selama 1 menit, tambahkan Wash Buffer dan elution buffer sebanyak 50 ml. Hasil akhir DNA genomic berupa cairan bening.

Tabel 2. Tahapan Amplifikasi DNA

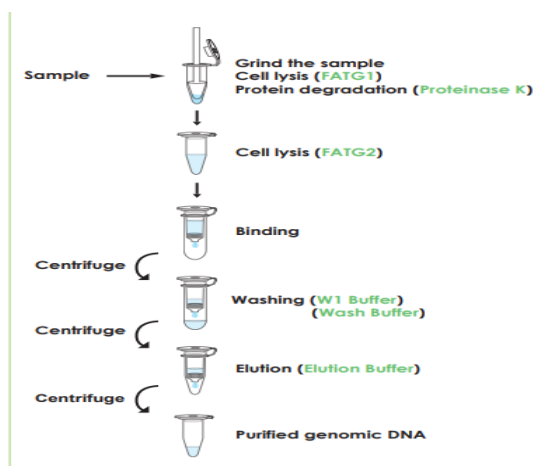
Tahapan	Suhu (°C)	Waktu	Siklus
Pemanasan Awal	94	30 s	1
Denaturasi	94	30 s	38
Anneling	50	1 menit	
Fish F1 Fish R1			
Extention	72	1 menit	
Final Extention	72	7 menit	1

Sekuensing DNA

Proses pengurutan basa nitrogen (adenine, guanine, sitosin, dan timin) dikenal sebagai pengurutan DNA. Teknik ini memerlukan primer khusus untuk reaksi pengurutan dan menggunakan cetakan DNA (Sjafaraenan et al., 2018). Proses sekuensing pada penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan jasa perusahaan genetika, yaitu 1st BASE Malaysia. Produk amplifikasi DNA dari *Epinephelus* sp. digunakan sebagai sampel dalam reaksi pengurutan atau sekuensing.

ANALISIS DATA

Hasil sekuens dari ikan kerapu (*Epinephelus* sp) dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak *Molecular Evolutionary Genetics Analysis* (MEGA) untuk menyelaraskan data dari hasil



Gambar 2. Alur Tahapan Isolasi DNA *Tissue Genomic DNA Extraction Mini Kit* (Favorgen)

sekuensing forward dan reverse. Program *Basic Local Alignment Search Tool-nucleotide* (BLASTn) di website *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) digunakan untuk memverifikasi hasil sekuens dan mengidentifikasi setiap jenis yang berbeda menggunakan sekuens standart dari GeneBank (Afifah et al., 2021). MEGA 11 digunakan untuk memproses variasi genetik dan rekonstruksi pohon filogenik dengan *Neighbord-joining*, untuk mengukur jarak genetik menggunakan metode *Pairwise Distance*, dan untuk menentukan tingkat homologi dari urutan basa DNA yang dianalisis menggunakan metode penjajaran (*aligntment*) yang dilakukan dengan perangkat lunak *CrustalW*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Genetik Ikan Kerapu (*Epinephelus* sp.)

Menurut KKP (2017) Indonesia adalah produsen ikan kerapu terkemuka di dunia, dengan produksi groupset sebesar 8.112 ton pada tahun 2011 dan terus meningkat lebih dari lima kali lipat menjadi 46.504 ton pada tahun 2017. Di Medan Belawan sendiri ikan kerapu mengalami peningkatan di tahun 2021 dengan nilai produksinya mencapai 728.542.056 (Kamal et al., 2019). Analisis molekuler sekuens mtDNA menggunakan MEGA 11. Penelusuran NCBI dilakukan untuk mendapatkan *sekuens* beberapa spesies dari genus *Epinephelus*. Hasil *sekuens* yang didapatkan disejajarkan (*alignment*) dengan hasil sekuensing sampel penelitian menggunakan kode KM1 (*Epinephelus fuscoguttatus*), KM2 (*Epinephelus sexfasciatus*), KM3 (*Epinephelus areolatus*) yang dianalisis menggunakan *Crustal W* kemudian dibandingkan dengan sekuens yang ada di GeneBank melalui program BLAST untuk mengetahui apakah didapatkan hasil sekuens consensus beberapa jenis *Epinephelus*. Hasil sekuensing didapatkan panjang DNA untuk ketiga sampel memiliki panjang DNA 616 bp.

Identifikasi Morfologi

Identifikasi ikan kerapu menggunakan bantuan dari www.fishbase dan juga pengamatan langsung melalui ciri – ciri yang terdapat dari referensi jurnal sebelumnya. Didapatkan dari hasil menggunakan www.fishbase dan pengamatan langsung tidak ditemukan banyak perbedaan. Maka dari itu kedua sampel jika dilihat dari tampilan luar memiliki beberapa kemiripan dari segi warna, corak, dan bentuk ekor. Berikut hasil presentase kesamaan sampel ikan kerapu yang difoto dengan data yang sudah ada di www.fishbase.



(a)



(b)

Gambar 3. Presentase kemiripan sampel *Epinephelus fuscoguttatus* dengan data dari fishbase. (a) fishbase, (b) sampel

Epinephelus fuscoguttatus atau kerapu macan hidup diterumbu karang dan pada kedalaman 0-60 m, mempunyai kepala yang kuat, 11 duri pada sirip punggung, sirip ekor yang membulat, 52-58 sisik lateral,

berwarna marmer agak coklat seperti kuning dengan garis 5 baris tidak teratur seperti patahan bunga, kepalanya ditutupi bintik-bintik coklat tua dan berukuran mencapai 100 cm (Buku Market Fishes Indonesia).



(a)



(b)

Gambar 4. Presentase kemiripan sampel *Epinephelus sexfasciatus* dengan data dari fishbase. (a) fishbase, (b) sampel.

Epinephelus sexfasciatus atau barang putih hidup di dasar berlumpur dan berpasir dengan kedalaman 10-80m, memiliki duri sirip punggung berjumlah 11, sirip ekor memiliki bentuk bulat yang mempunyai 5 baris berwarna coklat tua pada badannya yang dipisahkan oleh garis pucat sempit, sirip ekor mempunyai bintik-bintik hitam, badannya tidak memiliki bercak hitam dan panjangnya mencapai 28cm (Buku Market Fishes Indonesia).



(a)



(b)

Gambar 5. Presentase kemiripan sampel *Epinephelus areolatus* dengan data dari fishbase. (a) fishbase, (b) sampel

Epinephelus areolatus atau ikan kerapu ekor putih memiliki sirip punggung 11 duri dan 15-17 jari lunak, sirip ekornya berbentuk tegak lurus, sisik lateralnya berjumlah 47 – 52, seluruh tubuhnya ditutupi bintik – bintik kuning kecoklatan yang tersusun rapat (sama dengan ukuran pupil mata), sirip ekor berbintik - bintik. Ukurannya bisa sampai 40 cm dan hidup di dekat terumbu karang dengan kedalaman ± 200 m (Buku Market Fishes Indonesia).

Sekuens DNA

Sekuens yang didapatkan dilakukan pembacaan dan kemudian hasilnya digunakan untuk referensi dalam pembentukan Barcode DNA, variasi genetik, dan analisis filogenetik pada ikan kerapu. Hasil dari tahap sekuensing sampel ikan kerapu dikirimkan dalam bentuk file format .Ab1 yang berisi kromatogram dalam bentuk grafik elektrofetrogram yang mewakili seluruh nukleotida hasil pembacaan lab 1st base Malaysia. Hasil sekuens DNA yang baik akan

terlihat grafik tinggi yang tidak saling tumpang tindih pada pembacaan (*peak*).

Tabel 3. Urutan nukleotida DNA Ikan Kerapu (*Epinephelus sp.*)

Sampel	Urutan Sekuens
KM1	CTACTAGACCTATAATGTAATTGTTACAGCCCTCGAATAAATAA TATGATCCGTAGAAACTATTATCACTGCAACTTTATCAATTA
KM2	GTGGGATGACTGACTTGTACCCCTTATAATCCCCGATACACT CAAATATGAGCTTTAGAAGCCTATTTTATTACATCTGCCACCT
KM3	TGGCGACATCTATAAAAACAGCACACGCTTCGTAATAATTT TCTTTATAGTATGATTGGTGAAACTGACTTGTGCTAGCCGGAA
KU722932.1	TTCTCCATCCTTCTGCTCCTTCTCGCTTCTTGGAGTAGAAG CCGGTGGCGTACTGGTTGAACGGTTTACCCACTTAGCTGGAA
OQ387278.1	ATGAAACTGACTTGTACCCCTTATAATTGGTCCCCGATATAG CATTCCCCGAATAAATAATGAGCTTCTGACTTCCCTCCC
KU722919.1	TCCCACCATCCTTCTGCTCCTTCTAGCCTCCTTGGAGTAGAA GCTGGTGGTGGGACTGGCTGAACAGTATACCCCTCATAAAACC
ON684266.1	GAATAGTAGGAACAGCATTAAAGCCTTAAATTCGAGCAGAACT CATAGCTACGCGGGGCTTCGGTAGACCTAACAACTTTTCA

Hubungan Kekerbatan Antara Populasi Ikan Kerapu (*Epinephelus sp.*) di TPI Gabion dengan NCBI

Hasil analisis hubungan kekerabatan dapat dilihat dari jarak genetiknya. Jarak genetik yang lebih dari 3.0% menunjukkan bahwa spesies yang dibandingkan merupakan jenis spesies yang sangat berbeda dan bukan termasuk kedalam takson yang diamati. Hasil jarak genetik digunakan untuk mengetahui pohon filogenetik (Fatmarischa et al., 2014). Hasil perhitungan pada seluruh spesies berkisar antara 0.00 sampai 1.35. Nilai *pairwise distance* ini menunjukkan bahwa seluruh sampel dengan yang ada di NCBI mirip dan memiliki jarak genetik. Hasil perhitungan *pairwise distance* dari ketiga sampel yang berasal dari Medan Belawan didapatkan hubungan kekerabatan dan jarak genetik yang tidak begitu jauh. Sampel KM1 memiliki hubungan kekerabatan dan jarak genetik yang dekat dengan sampel KM2 dengan nilai 0,61, sedangkan jarak genetik KM1 dengan KM3 memiliki nilai 0,79. Hal tersebut dapat dilihat dari pohon filogenetik.

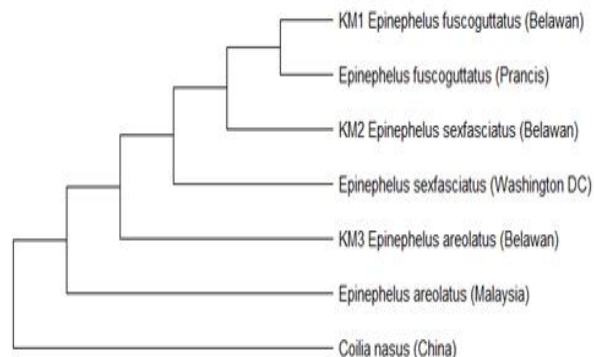
Tabel 4. Koefisien similaritas (*Pairwise Distance*)

	1	2	3	4	5
KM1 <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> (Belawan)					
<i>Epinephelus fuscoguttatus</i> (Prancis)	0.00				
KM2 <i>Epinephelus sexfasciatus</i> (Belawan)	0.61	0.73			
<i>Epinephelus sexfasciatus</i> (Washington, DC)	0.61	0.73	0.01		
KM3 <i>Epinephelus areolatus</i> (Belawan)	0.79	1.35	0.70	0.64	
<i>Epinephelus areolatus</i> (Malaysia)	0.61	0.79	0.54	0.50	0.00

Hubungan Kekerbatan Ikan Kerapu (*Epinephelus sp.*) di TPI Gabion dengan NCBI

Analisis hubungan kekerabatan bermaksud untuk menjelaskan hubungan kekerabatan dan juga keanekaragaman menggunakan diagram yang menyerupai pohon untuk menggambarkan silsilah sistematikanya (Widyatmoko et al., 2013). Berdasarkan apa yang telah didapatkan mengenai studi filogenetik, analisis yang dilakukan menggunakan penanda molekuler untuk menganalisis hubungan genetik pada organisme dengan memilih model *kimura-2-parameter* sebagai model dalam pembuatan pohon filogenetik (Tambuwun et al., 2017). Pohon filogenetik dibentuk berdasarkan *alignment* (pensejajaran) yang telah dilakukan pada seluruh spesies ikan kerapu. Kekerbatan beberapa spesies ikan kerapu dapat dilihat pada pohon filogenetik yang telah dibentuk. Dari hasil analisis hubungan kekerabatan menunjukkan garis panjang cabang. Panjang suatu cabang yang terbentuk menunjukkan perbedaan basa nukleotida. Semakin panjang cabang yang terbentuk menunjukkan perbedaan basa DNA yang lebih besar (Devy et al., 2021). Sampel spesies *Epinephelus fuscoguttatus*, *Epinephelus sexfasticus*, dan *Epinephelus areolatus* ternyata memiliki hubungan kekerabatan yang dekat. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga spesies yang

berasal dari Medan Belawan berasal dari nenek moyang yang sama, atau lingkungan yang sama. Pada gambar pohon filogenetik tersebut menunjukkan bahwa pada pohon membentuk suatu klad yang berjumlah 6 klad (kelompok).



Gambar 6. Pohon filogenetik ikan kerapu dengan kekerabatan beserta out grup erdasarkan n gen COI direkonstruksi dengan metode *Neighbor-Joining* model *Kimura-2-Parameter*

SIMPULAN

Dari penelitian telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa ikan kerapu yang diperoleh di TPI Gabion terdapat memiliki panjang urutan nukleotida sepanjang 616bp serta memiliki variasi dan nilai presentase AT Content (57,82%), GC Content (42.15%) untuk sampel *Epinephelus fuscoguttatus*, AT Content (53.14%), GC Content (46.83%) untuk sampel *Epinephelus sexfasticus*, AT Content (52.65%), GC Content (47.32%) untuk sampel *Epinephelus areolatus*. Antara populasi ikan kerapu yang diperoleh di TPI Gabion memiliki hubungan kekerabatan dengan jarak genetik yang tidak begitu jauh. Sampel KM1 memiliki hubungan kekerabatan dan jarak genetik yang dekat dengan sampel KM2 dengan nilai 0,61, sedangkan jarak genetik KM1 dengan KM3 memiliki nilai 0,79. Hal tersebut dapat dilihat dari pohon filogenetik. Pada gambar pohon filogenetik menunjukkan bahwa pohon membentuk klad yang berjumlah 6 klad. Spesies sampel yang diamati dengan penanda KM1, KM2, dan KM3 membentuk klad sendiri dan memiliki hubungan kekerabatan yang tidak jauh dengan spesies yang lainnya. KM1 memiliki kekerabatan yang dekat dengan spesies yang sama yang berasal dari Prancis dan membentuk satu klad.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga terutama babah dan umi, kakak dan adik penulis, dosen pembimbing yaitu ibu Zahratul Idami, M.Sc dan ibu Kartika Manalu, M.Pd serta dosen Fakultas Sains dan Teknologi Prodi Biologi, serta teman – teman semua dan seluruh pihak yang sudah membantu penulis untuk bisa menyelesaikan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, I., Solihin, D. D., & Sunkar, A. (2021). Karakteristik Molekuler Kelelawar (*Microchiroptera*), berdasarkan DNA Mitokondria (Gen COI) di Gua Sukabumi dan Sentul Jawa Barat. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 14(1), 20–28.
- Devy, S., Astarini, I. A., Putra, I. N. G., Sembiring, A., Yusmalinda, L. A., Malik, M. D. Al, & Pertiwi, N. P. D. (2021). Keragaman Genetik Ikan Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*) yang Didaratkan di Pasar Ikan Sagulung, Batam, Kepulauan Riau Berdasarkan DNA Mitokondria. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 7(2), 176.
- Fatmarischa, N., Sutopo, & Johari, S. (2014). Genetic Distance and Discriminant Variables on Male and Female of Muscovy duck by Morphometric Analysis. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 16(1), 33–39.
- Hutami, R., Idzni, N., Ranasasmita, R., & Suprayatmi, M. (2017). DNA Extraction Method For Molecular Detection Gel for Electrophoresis Materials Result. *Jurnal Pertanian*, 8(2), 106–112.
- Kamal, M. M., Hakim, A. A., Butet, N. A., Fitrianiingsih, Y., & Astuti, R. (2019). Autentikasi Spesies Ikan Kerapu Berdasarkan Marka Gen Mt-Coi Dari Perairan Peukan Bada, Aceh. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 116–123.
- Kusuma, A. B., Tapilatu, R. F., & Sonya, T. (2021). Identifikasi Morfologi Ikan Kerapu (*Serranidae: Epinephelinae*) . 6(1), 37–46.
- Aznardi, S., & Madduppa, H. (2020). Identifikasi Ikan Kerapu (*Epinephelus* Sp) Di Pasar Ikan Tradisional Muara Angke Jakarta Utara Dengan Menggunakan Metode Morfologi Dan Dna Barcoding Identification of Grouper

- (*Epinephelus* Sp) At Muara Angke Traditional Fish Market in North Jakarta Using Mo. *E Journal Unri*, 48, 1–6.
- Sembiring, S. B. M., Tridjoko, T., & Haryanti, H. (2013). Genetic Variation Of Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*) On F1 And F3 Generations. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1),
- Sjafaraenan, S., Lolodatu, H., Johannes, E., Agus, R., & Sabran, A. (2018). Profil Dna Gen Follicle Stimulating Hormone Reseptor (Fshr) Pada Wanita Akne Dengan Teknik Pcr Dan Sekuensing Dna. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 3(1), 1–11.
- Putri, R. M., Kedokteran, F., Ilmu, D. A. N., & Farmasi, P. S. (2017). *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Uji Spesifisitas Primer 12s DNA Mitokondria Kambing (Capra hircus) Menggunakan Real-Time Polymerase Chain Uji Spesifisitas Primer 12s DNA Mitokondria Kambing (Capra hircus) Reaction.*
- Tambuwun, J., Kolondam, B. J., & Tallei, T. E. (2017). Variasi Gen matK dan Filogenetik Tumbuhan Kantong Semar (*Nepenthes* sp.) dari Gunung Mahawu dan Gunung Sopotan di Sulawesi Utara (*The Variation of matK Gene and the Phylogeny of Nepenthes sp. Obtained from Mount Mahawu and Mount Sopotan in North Sulawesi*). *Jurnal Bios Logos*, 7(1), 1–8.
- Widyatmoko, A., Rimbawanto, A., & Razaq Chasani, A. (2013). Hubungan Kekerbatan Antar Populasi Jati (*Tectona Grandis, Linn.F.*) Berdasarkan Penanda RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 7(3), 151–166.
- Wirdateti, Indriana, E., & Handayani. (2016). Analisis Sekuen DNA Mitokondria Cytochrome Oxidase I (COI) mtDNA Pada Kukang Indonesia (*Nycticebus spp*) sebagai Penanda Guna Pengembangan Identifikasi Spesies. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(1), 119–128.

ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA ALAM (SDA) DI WISATA SELONDO DESA NGRAYUDAN, KECAMATAN JOGOROGO, KABUPATEN NGAWI

Devita Eka Risdeanita^{1*}, Desi Nuzul Agnafia², Aulia Mustika Dewi³, Bq Ulfa Mayantika⁴,
Sabiqul Muttaqin⁵

Program Studi Pendidikan IPA, STKIP Modern Ngawi

Corresponding author: devitachill20@gmail.com

Abstract

Background: Natural resources always involve various interests, including the interests of the state, investors, society, and also the environment itself. In Ngawi, Selondo Tourism has enormous natural resource potential. This potential includes enormous natural resources. This potential includes resources that can be developed, such as plants and plantations, as well as those that cannot be developed, such as sand and stone.

Methods: Qualitative descriptive methods were used through observation, interviews with local residents, and literature review.

Results: Based on research results, it shows that the use of natural resources in Selondo is still very limited due to a lack of infrastructure and lack of public awareness of environmental protection.

Conclusion: Key recommendations include community-based planning, infrastructure development, and environmental education. Using this strategy, the Selondo area can develop as a tourist destination that supports environmental preservation and community welfare.

Keywords: natural resources, ecotourism, Selondo Ngawi tourism

Abstrak

Latar Belakang: Sumber daya alam selalu melibatkan berbagai kepentingan, termasuk kepentingan negara, investor, masyarakat, dan juga lingkungan itu sendiri. Di Ngawi, Wisata Selondo memiliki potensi sumber daya alam yang sangat besar. Potensi ini mencakup sumber daya alam yang sangat besar. Potensi ini mencakup daya yang dapat dikembangkan, seperti tanaman dan perkebunan, serta yang tidak dapat dikembangkan seperti pasir dan batu.

Metode: Metode deskriptif kualitatif digunakan melalui observasi, wawancara dengan penduduk setempat, dan kajian pustaka.

Hasil: Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan Sumber daya alam di Selondo masih sangat terbatas karena kurangnya sarana prasarana dan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap perlindungan lingkungan.

Kesimpulan: Rekomendasi utama meliputi perencanaan berbasis masyarakat, pembangunan infrastruktur, dan edukasi lingkungan. Menggunakan strategi ini, kawasan selondo dapat berkembang sebagai tujuan wisata yang mendukung pelestarian lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Kata Kunci: sumber daya alam, ekowisata, wisata selondo ngawi

PENDAHULUAN

Sumber Daya Alam merupakan faktor krusial yang berperan penting dalam perkembangan suatu wilayah, termasuk kawasan wisata. Jika dikelola dengan baik, potensi sumber daya alam di suatu daerah dapat memberikan manfaat yang signifikan, baik dari segi ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Selondo, yang terletak di Kabupaten Ngawi, memiliki keindahan alam yang khas dan beragam sumber daya, seperti tanaman perkebunan, serta sumber daya mineral seperti pasir dan batu. Sayangnya, pengelolaan potensi ini belum maksimal.

Kawasan wisata merupakan kawasan yang dibuat sebagai sarana rekreasi keluarga dan pembelajaran tentang alam yang dikelola oleh pemerintah maupun masyarakat lokal (Prabowo et al., 2022). Kawasan wisata biasanya dijadikan tempat konservasi atau pemberdayaan sumber daya alam sebagai bentuk pelestarian dan keterbaruan akibat pemanfaatan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar (Kanom & Zazilah, 2020).

Kawasan wisata Selondo di Kabupaten Ngawi mempunyai Sumber daya alam dapat dibedakan menjadi dua kategori yang dapat diperbaharui dan yang tidak dapat diperbaharui. Potensi sumber daya alam yang dapat diperbaharui kawasan ini meliputi perkebunan dan hasil pertanian, seperti pinus dan coklat, yang menjadi sumber utama mata pencaharian masyarakat. Sementara itu, sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti pasir dan batu, dimanfaatkan sebagai sumber pendapatan tambahan. Meski demikian, pengelolaan sumber daya alam di kawasan wisata Selondo secara keseluruhan masih belum optimal, sehingga kebutuhan ekonomi masyarakat belum sepenuhnya terpenuhi.

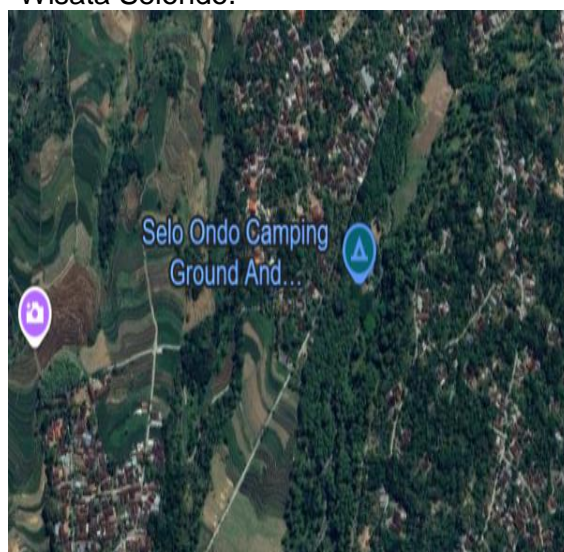
Berdasarkan survei awal, masyarakat kawasan wisata Selondo belum memahami cara mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan. Rendahnya pengetahuan mengakibatkan potensi sumber daya alam yang ada belum dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan.

Pengelolaan sumber daya alam yang efektif dan berkelanjutan sangat penting, karena dapat memberikan dampak positif bagi peningkatan ekonomi masyarakat sekaligus mendukung pelestarian lingkungan. Pengelolaan sumber daya alam yang sesuai dengan peruntukannya dapat membantu dalam meningkatkan perekonomian masyarakat setempat (Riyanti et al., 2020). Sumber daya alam yang dikelola baik oleh pemerintah maupun masyarakat lokal tentu harus sesuai dengan peraturan daerah terkait untuk menjamin keberlangsungan alam disekitarnya (Rahma dan Herniawati, 2013).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi sumber daya alam yang ada di kawasan wisata Selondo, serta mengidentifikasi strategi pengelolaan yang dapat diterapkan oleh masyarakat setempat. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini mampu memberikan kontribusi dalam pengelolaan sumber daya alam yang lebih baik, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan mendukung pengembangan wilayah berbasis ekowisata.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini berlokasi di Desa Ngrayudan, Kecamatan Jogorogo, Kabupaten Ngawi, tepatnya di Kawasan Wisata Selondo.



Gambar 1. Peta Lokasi Kawasan Wisata Selondo

Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif, yang mengkaji potensi sumber daya alam berdasarkan pendapat Qur'an (2017) dan pengelolaan sumber daya alam menurut Hastuti (2011). Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, studi dokumentasi, dan diskusi kelompok terfokus (*Focus Group Discussion/FGD*). Untuk analisis data, dilakukan melalui tiga tahap yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan, yang merujuk pada teori yang dikemukakan oleh Miles dan Huberman (1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan Wisata Selondo terletak di Desa Ngrayudan, Kecamatan Jogorogo, Kabupaten Ngawi. Secara geografis, selondo berada di wilayah perbukitan dengan ketinggian sekitar 200-500 mdpl, yang memberikan suasana asri dan sejuk. Secara administratif, kawasan ini terletak di desa yang mayoritas penduduknya menggantungkan hidup sebagai petani. Desa ini terdiri dari beberapa dusun dan RT, yang dikelola dengan sistem tradisional lokal. Batas-batas wilayah

kawasan Selondo yaitu di sebelah barat, berbatasan dengan area perbukitan dan perkebunan masyarakat, di sebelah timur, berbatasan dengan pemukiman penduduk desa lainnya, di sebelah selatan, berbatasan dengan hutan produksi dan kawasan wisata lainnya, dan di sebelah utara, berbatasan dengan lahan pertanian serta aliran sungai kecil.

Topografi kawasan wisata Selondo cenderung bergelombang, dengan vegetasi dominan berupa tanaman bambu, jati, dan semak belukar. Tanah di wilayah ini cukup subur, dengan kemiringan lahan rata-rata 5-15 derajat, sehingga sangat cocok untuk pertanian dan perkebunan masyarakat setempat.

Kawasan wisata selondo di ngawi tidak hanya menawarkan keindahan alam, tetapi juga kaya akan sumber daya alam yang beragam. Terhadap sumber daya alam yang dapat diperbaharui, yang tidak dapat diperbarui, serta sumber daya yang abadi. Keberagaman ini menjadikannya sangat ideal untuk pertanian dan perkebunan yang digeluti oleh masyarakat setempat.

Tabel 1. Sumber Daya Alam yang Dapat Diperbaharui

No	Jenis Sumber Daya
1	Pohon Pinus
2	Pohon Bambu
3	Pohon Jati
4	Pohon Mahoni
5	Pohon Kakao
6	Pohon Cemara
7	Pohon Beringin
8	Pohon Talok
9	Pohon Trembesi

Sumberdaya Alam yang dapat diperbarui

Sumberdaya alam yang dapat diperbarui merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan, dengan tetap memperhatikan aspek lingkungan (Rohim, 2013). Sumber daya alam yang dapat diperbarui diantaranya Pohon Pinus, Pohon Pinus adalah salah satu jenis vegetasi yang penting di kawasan Selondo. Selain berfungsi sebagai sumber produksi getah yang digunakan untuk bahan baku gondorukem dan

terpentin, pohon ini juga berperan dalam menjaga kesuburan tanah dan mengurangi erosi. Kemudian tanaman Bambu yang tumbuh dengan subur di daerah ini dan memberikan manfaat ekonomi yang penting, seperti sumber bahan baku untuk konstruksi, kerajinan tangan, dan pembuatan peralatan rumah tangga. Selain itu, bambu juga memiliki kemampuan yang luar biasa dalam menyerap air dan berkontribusi pada upaya konversi lapangan. Pohon jati juga merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui juga diakui sebagai salah satu

komoditas unggulan berkat kualitasnya yang tahan lama dan kekuatannya yang luar biasa. Di kawasan Selondo, pohon jati dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku untuk furnitur, konstruksi bangunan, serta produk-produk kerajinan. Pohon Mahoni juga merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbarui. Tidak hanya memiliki peran ekologis yang penting sebagai penyerap polusi udara, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas lingkungan. Dari segi ekonomi, kayu mahoni dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk pembuatan perabot dan bahan konstruksi. Kemudian pohon kakao memiliki nilai ekonomi yang signifikan sebagai bahan baku industri coklat. Produk kakao di kawasan Selondo dapat berkontribusi pada pengembangan ekonomi masyarakat lokal melalui proses pengolahan dan pemasaran biji kakao.

Pohon cemara adalah pemandangan umum di kawasan Selondo, dikenal karena daya tarik estetikanya yang tinggi serta kemampuannya untuk memberikan naungan. Selain itu, Cemara berperan penting dalam konservasi lingkungan, mampu menahan angin dan mencegah terjadinya erosi tanah. Pohon beringin tidak hanya berfungsi sebagai peneduh alami, tetapi juga sebagai penyimpan cadangan air tanah. Dengan nilai ekologis yang signifikan, pohon ini mendukung upaya konservasi lingkungan dan juga memiliki makna budaya di berbagai daerah. Pohon talok, yang juga dikenal sebagai kersen, tumbuh dengan cepat dan menghasilkan buah yang bermanfaat untuk pakan burung serta sebagai konsumsi manusia. Dikenal sebagai "pohon huan", pohon trembesi memiliki kemampuan luar biasa untuk menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar. Selain itu, ia ikut berkontribusi dalam penyerapan karbon dioksida, sehingga berperan penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

Sumberdaya Alam yang tidak dapat diperbarui

Dikawasan Wisata Selondo Ngawi, terdapat sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, yaitu penambangan pasir dan batu. Kegiatan penambangan umumnya dilakukan dalam skala kecil oleh masyarakat setempat secara mandiri, berfungsi tidak hanya sebagai tambahan sumber mata pencaharian, tetapi juga membuka peluang kerja di desa tersebut. Sumberdaya Alam yang tidak dapat diperbarui diantaranya yaitu pasir dan batu. Pasir yang ditemukan di Selondo Ngawi memiliki kualitas yang sangat baik dan sering digunakan sebagai bahan utama dalam berbagai proyek pemangunan, seperti konstruksi rumah, jalan, dan infrastruktur lainnya. Penambangan pasir dilakukan secara tradisional dengan tetap mempertimbangkan kebutuhan pasar lokal dan regional. Batu yang berasal dari kawasan selondo ngawi juga banyak dimanfaatkan sebagai material konstruksi, terutama dalam pembuatan pondasi bangunan. Aktivitas penambangan batu dilakukan secara manual oleh masyarakat, menjadikannya salah satu sumber pendapatan yang penting bagi daerah ini. Meskipun penambangan pasir dan batu memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan, pengelolaannya harus dilakukan dengan bijak. Hal ini penting agar dampak negatif seperti erosi tanah, perubahan ekosistem, dan kerusakan lingkungan dapat diminimalisasi. Pengawasan yang ketat dan penerapan praktik tambang yang ramah lingkungan menjadi kunci untuk memastikan keberlanjutan sumber daya alam di selondo ngawi.

Sumberdaya Alam yang tidak pernah habis

Sumberdaya alam yang tidak akan pernah habis merupakan sumber daya yang akan terus tersedia setiap saat yang dapat dimanfaatkan oleh manusia (Junaidi dan Zulgani, 2011). Sumberdaya Alam yang tidak pernah habis di kawasan wisata selondo berupa ketersediaan sinar matahari dan air. Data mengenai ketersediaan sinar matahari, udara dan air tidak ada karena

tidak ada alat ukur yang dimiliki.

Potensi Sumber Daya Alam

Menurut Riyadi (Darmodjo, 1991/1992), sumber daya alam didefinisikan sebagai segala sesuatu yang terkandung dalam biosfer, berfungsi sebagai sumber energi potensial yang bisa ditemukan di dalam litosfer (tanah), hidrosfer (air), serta atmosfer (udara). Sumber daya alam ini dapat dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Selain itu, Herman Haeruman Js (Kaligis, 1986) menambahkan bahwa sumber daya alam merupakan sumber daya yang terbentuk melalui kekuatan alami, seperti tanah, air dan perairan, biota, udara dan ruang, mineral, benteng alam (landscape), panas bumi, gas bumi, serta fenomena alam seperti angin, pasang surut dan arus laut. Menurut Pratiwi dalam bukunya "Amanah Aida Qur'an" (2017), sumber daya alam dapat dikategorikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan sifat, potensi, dan jenisnya. Dari segi sifat, sumber daya alam dibagi menjadi tiga kategori yaitu sumber daya alam yang dapat diperbarui (*renewable*) dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (*nonrenewable*) (Sihombing dan Banke, 2023).

Sumber Daya Alam yang Dapat Diperbarui (*Renewable*) merupakan Sumber daya yang mampu melakukan reproduksi dan memiliki kemampuan untuk pulih kembali. Contohnya termasuk hewan, tumbuhan, mikroba, air, dan tanah. Di Kawasan Wisata Selondo, sumber daya alam yang dapat diperbarui ini ditandai dengan adanya pohon pinus, di mana getahnya menjadi sumber mata pencaharian bagi masyarakat setempat. pencaharian masyarakat kawasan wisata selondo. Sumber Daya Alam yang Tidak Dapat Diperbarui (*Nonrenewable*) merupakan jenis sumber daya yang dianggap memiliki cadangan terbatas, sehingga eksploitasi yang berkelanjutan dapat mengakibatkan habisnya cadangan tersebut. Contoh sumber daya ini adalah minyak bumi, gas bumi, batu bara, dan bahan tambang. Di Kawasan Wisata Selondo, sumber daya yang tidak dapat

diperbarui juga dapat ditemukan. Kegiatan penambangan pasir dan batu di kawasan Wisata Selondo dilakukan oleh masyarakat sebagai mata pencaharian tambahan. Sumber daya alam yang tidak habis, seperti udara, sinar matahari, energi pasang surut, dan energi laut, serta air yang terlibat dalam siklus hidrologi, dapat ditemukan di daerah ini. Meskipun kawasan Wisata Selondo kaya akan sumber daya seperti air, udara, dan sinar matahari, sayangnya tidak ada alat ukur yang tersedia di Desa Ngrayudan untuk mengukurnya. Selain itu, sumber daya alam yang ada di kawasan Wisata Selondo dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya seperti potensi dan jenis sumber dayanya. Sumber daya alam materi merupakan sumber daya yang dimanfaatkan dalam bentuk fisik, seperti batu, besi, emas, kayu, dan serat kapas. Di kawasan Wisata Selondo, masyarakat memanfaatkan batu, pasir, dan kayu sebagai bahan bangunan yang penting untuk pembangunan infrastruktur di daerah tersebut. Sumber Daya Alam Energi mencakup bahan-bahan seperti minyak bumi, gas bumi, batu bara, dan air terjun yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Namun, kawasan Wisata Selondo tidak memiliki sumber daya alam energi yang signifikan. Sumber daya alam ruang meliputi area tempat tinggal dan aktivitas, seperti daratan, kebun, pertanian, jalan, dan sekolah. Di kawasan Wisata Selondo, sumber daya ini menyediakan ruang yang diperlukan bagi masyarakat untuk tinggal dan memenuhi kebutuhan hidup mereka. Sumber daya juga terbagi menjadi dua jenis yaitu sumber daya non-hayati (abiotik) dan sumber daya hayati (biotik) Sumber daya non-hayati (abiotik), atau yang dikenal juga sebagai sumber daya alam fisik, meliputi berbagai elemen seperti bahan tambang, tanah, dan air (Primadany, 2013). Di kawasan wisata Selondo, sumber daya non-hayati dapat ditemukan dalam bentuk pasir. Namun, perlu dicatat bahwa sumber daya ini bersifat tidak terbarukan. Sumber daya Hayati (biotik) yang juga disebut sebagai sumber daya alam biotik, terdiri dari makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan. Sumber daya hayati ini tergolong sebagai sumber

daya alam yang dapat diperbaharui, contohnya termasuk perkebunan dan pertanian.

Sumberdaya Alam yang dapat diperbaharui

Sumber daya alam yang dapat diperbaharui di kawasan wisata Selondo menjadi salah satu andalan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Salah satu sumber daya yang paling vital adalah pohon pinus. Pohon ini tidak hanya merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tetapi juga memiliki nilai ekonomi dan ekologi yang sangat tinggi.

Di daerah hutan Selondo, pohon pinus tumbuh dengan lebat. Selain memberikan berbagai manfaat bagi lingkungan, seperti mencegah terjadinya erosi tanah dan menjaga keseimbangan ekosistem, pohon pinus juga memproduksi getah yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Dengan demikian, pohon pinus menjadi komponen penting baik bagi masyarakat maupun untuk kelestarian lingkungan.

Sumberdaya Alam yang tidak dapat diperbaharui

Selain potensi sumber daya alam yang dapat diperbaharui, kawasan wisata Selondo juga menyimpan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Beberapa jenis sumber daya yang tidak terbarukan di Selondo antara lain pasir dan batu. Saat ini, aktivitas penambangan pasir dan batu sudah berlangsung di daerah tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kawasan wisata Selondo memiliki beragam sumber daya alam yang dapat diperbaharui, antara lain pohon pinus, bambu, pohon jati, mahoni, coklat, cemara, beringin, talok, dan trembesi. Di sisi lain, terdapat juga sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti pasir dan batu. Namun, kawasan wisata Selondo kaya akan sumber daya alam yang selalu ada, seperti sinar matahari, udara, dan air.

Sumber daya alam ini telah dikelola oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan ekonomi mereka. Pengelolaan sumber daya alam yang berwawasan lingkungan pada sumber daya yang dapat diperbaharui dilakukan dengan memperhatikan penggunaan pupuk pada tanaman. Pengelolaan ini bertujuan agar sumber daya alam dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan, selama manusia masih ada, sehingga dapat diwariskan kepada generasi mendatang.

Sementara itu, pengelolaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui harus dilakukan dengan memperhatikan alat yang digunakan dalam proses penambangan dan produksi. Namun, penting untuk dicatat bahwa pengelolaan secara berkelanjutan untuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui tidak memungkinkan dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmodjo, H. (1991/1992). *Pendidikan IPA I*. Depdikbud Dirjen Pendidikan Tinggi. Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan.
- Hastuti, Novi. (2011). *Pengelolaan Sumber Daya Alam dengan Koefisiensi, Pembangunan Berkelanjutan, dan Berwawasan Lingkungan*.
- Junaidi, dan Zulgani. (2011). Peranan Sumberdaya Ekonomi Dalam Pembangunan Ekonomi Daerah. *Jurnal Pembangunan Daerah*.
- Kanom, K., & Zazilah, A. N. (2020). Strategi Pengembangan Pariwisata Berbasis Masyarakat di The Mandalika Kuta Lombok. *Media Bina Ilmiah*, 14(4), pp. 2509- 2524.
- Miles, B. Mathew, dan Michael Huberman. (1992). *Analisis Data Kualitatif: Buku Sumber Tentang Metode-Metode Baru*. Jakarta: UIP.
- Prabowo, A., Fatmawati, & Mone, A. Strategi Pengembangan Kawasan Wisata Berbasis Komunitas (Community Based Tourism) Dalam Meningkatkan Perekonomian Masyarakat di Desa Barania Kecamatan Sinjai Barat, *Jurnal Unismuh*, 3(6).

- Primadany, (2013). Analisis Strategi Pengembangan Pariwisata Daerah (Study Pada Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Daerah Kabupaten Nganjuk). *Jurnal Administrasi Publik (JAP)*,1(4), pp. 135-143.
- Rahma, F. N. & Herniwati, R. H. (2013). Pengaruh Jumlah Kunjungan Wisatawan, jumlah Objek Wisata Dan Pendapatan Perkapital Terhadap Penerimaan Sektor Pariwisata Di Kabupaten Kudus Pariwisata Di Kabupaten Kudus, *Diponegoro Journal of Economic*, 2(2).
- Rohim, A. (2013). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengembangan Desa Wisata (Study di Desa Wisata Bejiharjo, Kecamatan Karangmojo, Kabupaten Gunungkidul, DIY) (*Skripsi, UIN Sunan Kalijaga*)
- Qur'an, Amanah Aida. (2017). *Sumber Daya Alam dalam Pembangunan Berkelanjutan Perspektif Islam. El Jizya (Jurnal Ekonomi Islam)*, Vol. 5, No. 1.
- Riyanti, N., Satia, M. R., & Azhari, M. (2020). Analisis Pengelolaan Sumber Daya Alam Sebagai Sumber Pendapatan Ekonomi Masyarakat Lokal di Sempadan Sungai Rungan Kota Palangkaraya, *Pencerah Publik*.
- Sihombing, A. T. M., & Banke, Ricky. (2023). Politik Hukum Pengelolaan Sumber Daya Alam di Indonesia, *Jurnal Ilmiah Simantek*, 7(1).
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta

IDENTIFIKASI SPESIES LALAT BUAH DENGAN MEDIA BUAH PEPAYA DAN BUAH MANGGA DI KENALI ASAM, JAMBI

Mahar Hazzillia Az Zahra¹, Nur Rohman^{2*}, Syifa Salsabila³, Niken Alya Salsabila⁴, Afreni Hamidah⁵, Ine Tentia⁶, Saparuddin⁷, Jodion Siburian⁸

Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi – Muara Bulian, Mendalo Darat KM. 15 Jambi 36361

Corresponding author: noerman023@gmail.com

Abstract

Background: This research was conducted with the aim of observing and obtaining information about fruit fly species in the home area of Kenali Asam, Jambi.

Methods: Research was carried out using experimental methods and a microscope. The trapping medium uses mango and papaya that have been left to rot. Put the two types of fruit in a container and wait for the fruit flies to get inside.

Results: The results of the study show that there is diversity in fruit fly species in the home area of Kenali Asam, Jambi.

Conclusion: This research emphasizes the importance of understanding how to make fruit fly stock media (rejuvenation media) that is appropriate and remains hygienic. This research also requires further studies to explore factors that can influence the development of fruit flies and their distribution in various environments.

Keywords: Fruit flies, Mango, Observation, Papaya

Abstrak

Latar Belakang: Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati dan mendapatkan informasi mengenai spesies lalat buah yang berada di kawasan rumah daerah Kenali Asam, Jambi.

Metode: Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen dan pengamatan menggunakan mikroskop. Media perangkap menggunakan buah mangga dan pepaya yang telah dibiarkan hingga membusuk. Dua jenis buah tersebut dimasukkan ke dalam wadah dan ditunggu hingga lalat buah hinggap di dalamnya.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keragaman dalam spesies lalat buah di kawasan rumah daerah Kenali Asam, Jambi.

Kesimpulan: Penelitian ini menegaskan pentingnya pemahaman mengenai membuat medium stok (media peremajaan) lalat buah yang tepat dan tetap higienis. Penelitian ini juga dibutuhkan kajian lebih lanjut untuk mengeksplorasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan lalat buah dan penyebarannya di berbagai lingkungan.

Kata Kunci: Lalat buah, Mangga, Pengamatan, Pepaya.

PENDAHULUAN

Lalat buah adalah serangga kecil yang hidup secara berkoloni dan menjadi objek penelitian penting dalam ilmu genetika dan biologi perkembangan. Siklus hidup lalat buah relatif singkat, yaitu berkisar selama 10 hari. Hal ini memudahkan pengamatan untuk melakukan pengamatan dan percobaan dalam waktu yang relatif singkat. Ukuran tubuh lalat buah cenderung kecil, yaitu hanya berkisar antara 2-3 mm. Hal ini juga memudahkan pengamatan untuk melakukan manipulasi genetika dan lalat buah juga memiliki variasi yang banyak jenisnya dikarenakan lalat buah dapat dengan mudah melakukan reproduksi secara seksual (Syahputera, 2022).

Media tangkapan yang digunakan dalam penelitian identifikasi lalat buah melibatkan dua jenis buah, yakni Pepaya naga dan buah Mangga. Penggunaan kedua buah ini sebagai media tangkapan memiliki relevansi dengan karakteristik morfologi lalat buah, di mana penelitian ini difokuskan pada perbedaan hasil tangkapan menggunakan buah pepaya dan Mangga. Lalat buah cenderung tertarik pada buah-buahan matang dan yang mengalami proses pembusukan, sebagai tempat yang ideal untuk berkembang biak (Robson, 2019).

Pepaya (*Carica papaya* L.) adalah buah tropis yang dikenal luas karena kandungan nutrisinya yang kaya dan manfaat kesehatannya. Buah pepaya memiliki bentuk yang beragam dari bulat hingga memanjang dan biasanya berbentuk runcing dibagian ujung. Pepaya ketika muda berwarna hijau hitam dan setelah masak akan berubah menjadi warna hijau muda hingga kuning. Pepaya memiliki beberapa kandungan vitamin, seperti vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, C, E, dan K, serta mineral seperti magnesium, kalsium, kalium, zat besi, mangan, fosfor, seng dan tembaga. Buah pepaya kaya akan serat dan antioksidan, termasuk flavonoid, yang berperan dalam meningkatkan sistem pencernaan dan melawan radikal bebas. Pepaya mengeluarkan aroma manis yang kuat, terutama saat buahnya matang. Aroma ini mengandung senyawa volatil seperti etil butirat dan linalool yang menarik lalat buah sebagai atraktan alami (Sari, 2024).

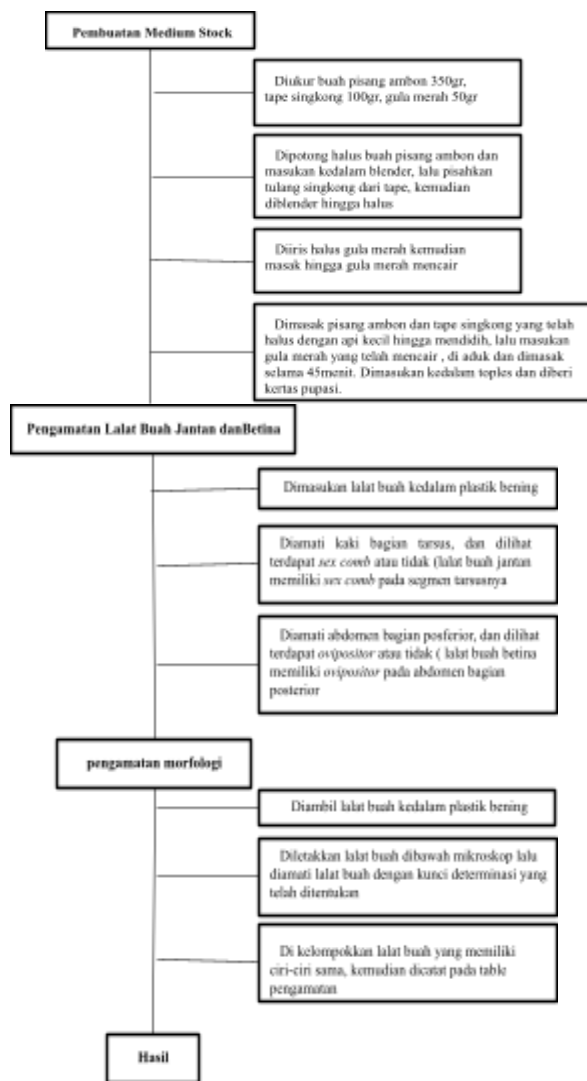
Buah mangga (*Mangifera indica* L.) adalah buah tropis dari famili Anacardiaceae yang dikenal karena rasa manisnya, aroma khas, dan daging buah yang lembut. Mangga memiliki keragaman bentuk, warna, dan rasa. Salah satu varietas populer adalah Arumanis yang memiliki aroma harum dan rasa manis khas. Varietas ini memiliki kulit buah berwarna merah jingga dan daging buah kuning cerah. Mangga kaya akan vitamin (seperti vitamin C dan A), serat, serta senyawa bioaktif seperti fenol, flavonoid, dan tanin. Kandungan ini memberikan manfaat kesehatan, seperti meningkatkan imunitas dan sebagai antioksidan. mangga yang matang atau mulai membusuk memancarkan senyawa volatil yang kuat, seperti etilen, yang menjadi sinyal bagi lalat buah untuk bertelur (Saputra, 2024).

Dalam identifikasi lalat buah di Jambi, sejumlah penelitian terdahulu telah dilakukan untuk menyelidiki keragaman spesies lalat buah yang mendiami wilayah Jambi. Penelitian-penelitian sebelumnya ini secara khusus menyoroti aspek-aspek kunci terkait perilaku, morfologi, dan distribusi geografis lalat buah di Jambi. Beberapa penelitian telah mencoba mengidentifikasi spesies-spesies lalat buah yang dominan serta menjelaskan pola aktivitas mereka dalam konteks ekosistem buah-buahan di daerah ini. Selain itu, penelitian sebelumnya juga berupaya untuk memahami dampak ekologi dari keberadaan lalat buah terhadap tanaman lokal, termasuk potensi kerugian yang dapat ditimbulkan oleh populasi lalat buah tertentu terhadap hasil panen dan kualitas buah. (Sadikin, 2021).

Pengamatan dilakukan di Kenali Asam tentang identifikasi lalat buah pada media buah pepaya dan buah mangga di Kenali Asam penting dilakukan karena lalat buah merupakan serangga kecil yang memiliki daya ketertarikan terhadap berbagai jenis buah- buahan. Melakukan pengamatan identifikasi di Kenali Asam karena lalat buah banyak jenisnya, beda tempat beda jenis sehingga harus diidentifikasi di Kenali Asam untuk mengetahui spesies lalat buah yang ditemukan di Kenali Asam, serta kecenderungan lalat buah untuk memilih buah pepaya atau buah mangga sebagai makanan. Informasi ini dapat digunakan untuk mengembangkan strategi lebih lanjut terhadap umpanbuah pepaya dan buah mangga di Kenali Asam. Diharapkan melalui penelitian ini, dapat ditemukan perbedaan dalam identifikasi lalat buah berdasarkan media tangkap menggunakan buah pepaya (*Carica papaya* L.) dan buah mangga (*Mangifera indica* L.).

MATERI DAN METODE

Pada penelitian ini penangkapan lalat buah dilakukan di Kenali Asam, Jambi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2024. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengamatan atau observasi alami yang menggunakan buah pepaya dan buah mangga sebagai media untuk mengundang lalat buah. Penelitian ini menggunakan alat berupa mikroskop Digital, mikroskop cahaya, plastik bening, toples, kertas milimeter, jarum pentul, karet gelang, spons dan bahan yang digunakan berupa buah pepaya dan buah mangga, pisang ambon, tape singkong dan gula merah sebagai media untuk mengundang lalat buah dan untuk media peremajaan. Pengidentifikasi lalat buah dilakukan dengan berdasarkan kunci determinasi.



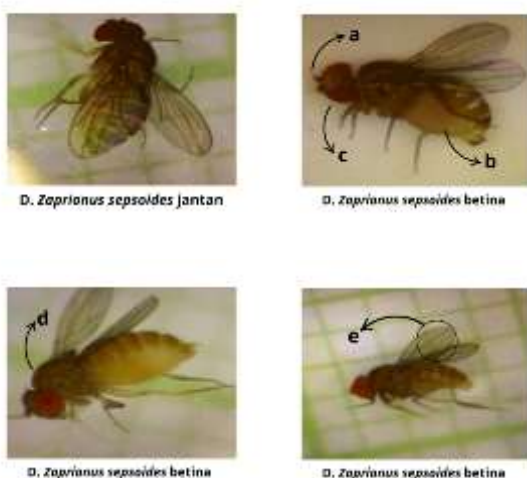
Gambar 1. Prosedur Kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penangkapan lalat buah dengan menggunakan umpan buah pepaya dan buah mangga di Kenali Asam, Jambi yang berbeda sebagai media tangkap didapatkan satu jenis lalat buah yaitu *D. Zaprionus sepsoides* sebanyak 4 individu.

Tabel 1. Hasil identifikasi lalat buah dengan buah pepaya dan buah mangga

Lokasi	Jenis Drosophila	Jenis Kelamin	Jumlah
Kenali Asam	<i>D. Zaprionus sepsoides</i>	Jantan Betina Betina Betina	4



a) Antena, b) Abdomen, c) Mata, d) Thorax, e) Pteron

Gambar 2. Hasil identifikasi lalat buah dengan buah pepaya dan buah mangga

Berdasarkan hasil pengidentifikasian yang telah dilakukan, jenis Drosophila yang ditemukan terdapat satu jenis, yaitu *Drosophila Zaprionus sepsoides*. *Drosophila Zaprionus sepsoides* merupakan spesies lalat buah yang dikenal karena kemampuannya beradaptasi dengan berbagai lingkungan, spesies ini menyukai habitat yang kaya akan bahan organik yang membusuk. Penelitian menunjukkan bahwa spesies ini memiliki pola reproduksi dan perilaku yang unik, yang mempengaruhi dinamika populasi dan interaksi ekosistemnya (Pérez et al., 2020).

Drosophila Zaprionus sepsoides juga telah menjadi model penting dalam studi genetika dan evolusi, berkat variasi genetik yang signifikan di antara populasi yang berbeda (Santos et al., 2019).

Drosophila Zaprionus sepsoides adalah salah satu spesies lalat dari genus *Drosophila*, yang termasuk dalam keluarga *Drosophilidae*. Spesies ini sering ditemukan di lingkungan yang kaya akan bahan organik, seperti di sekitar buah-buahan yang membusuk atau sisa-sisa makanan, yang menyediakan sumber makanan bagi larva mereka. *Drosophila sp.*, termasuk *D. Zaprionus sepsoides*, dikenal karena siklus hidupnya yang cepat, memungkinkan mereka untuk berkembang biak dengan pesat dalam kondisi yang menguntungkan. Morfologi *D. Zaprionus sepsoides* ditandai dengan tubuh kecil, sayap transparan, dan warna tubuh yang bervariasi, tergantung pada lingkungan dan genetik. Spesies ini juga menjadi subjek penelitian penting dalam bidang genetika dan biologi perkembangan, berkat kemudahan dalam pemeliharaan laboratorium dan kemiripan genetiknya dengan organisme lain, termasuk manusia. Penelitian terhadap *D. Zaprionus sepsoides* sering kali berfokus pada aspek-aspek seperti perilaku reproduksi, adaptasi terhadap lingkungan, serta interaksi dengan mikroorganisme dan tanaman. Selain itu, spesies ini juga berkontribusi dalam pemahaman tentang dinamika ekosistem dan proses penguraian di alam.

Shorrock (1972), menggolongkan pola persebaran *Drosophila* di alam menjadi dua jenis, yaitu pola persebaran in space (persebaran dalam ruang) dan pola persebaran in time. Hubungan kekerabatan memiliki dua pengertian, kekerabatan fenetik dan kekerabatan filogenetik (Rahmawati et al., 2018). Kekerabatan fenetik ialah kekerabatan yang didasarkan pada kesamaan sifat secara menyeluruh (overall similarity) dari kelompok yang ada.

Hubungan kekerabatan yang dikaji melalui pendekatan fenetik berdasarkan jumlah derajat kesamaan yang ada (Rahmawati et al., 2018), semakin banyak kesamaan ciri yang dimiliki oleh kelompok organisme, maka dianggap memiliki kekerabatan yang semakin dekat, begitu pula kebalikan (Davis & Heywood, 1973). Kekerabatan fenetik digunakan untuk menunjukkan hubungan kekerabatan dengan menggunakan semua ciri yang sama. Penggunaan karakter morfologi merupakan metode yang mudah, cepat, dan merupakan metode yang paling banyak digunakan (Baldi et al., 2017; Fatimah, 2013), sehingga dapat digunakan secara langsung pada *Drosophila*. Penelitian tentang hubungan kekerabatan fenetik telah banyak dilakukan, diantaranya (Arrijani, 2003; Hasanudin & Fitriana, 2014; Hidayati et al., 2014; Pramudi et al., 2013; Rahmawati et al., 2018; Sugiyatno et al., 2009; Wahlberg, 2019).

Perilaku makan lalat buah dipengaruhi oleh kebutuhan nutrisi seperti karbohidrat, asam amino, mineral, dan vitamin. Karbohidrat dan air dibutuhkan

sebagai sumber energi, sedangkan protein diperlukan untuk mendukung kematangan seksual dan produksi telur. Lalat buah betina cenderung memilih buah setengah matang karena kandungan asam askorbat dan sukrosa pada tahap ini berada pada tingkat optimal (Kardian, 2005).

Kardian (2003) menyebutkan bahwa larva lalat buah merupakan hama yang berpotensi besar merusak berbagai jenis tanaman. Serangannya dapat menyebabkan kerusakan dan kerontokan buah, sehingga memengaruhi kuantitas serta kualitas hasil panen. Larva yang hidup di dalam buah juga dapat menyebabkan kerusakan serius, di mana penggunaan pestisida kurang efektif dan berisiko meninggalkan residu pada buah. Hal ini juga berdampak negatif terhadap lingkungan, musuh alami, dan konsumen. Berdasarkan identifikasi kunci determinasi oleh Markow & O'Grady (2005) yang digunakan sebagai acuan sesuai nomor urut kunci determinasi. pendeterminasian karakter morfologi sesuai kunci identifikasi lalat buah, adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pendeterminasian karakter morologi lalat buah

1b	Setula akrostik (<i>sisir kelamin yang menyambut dinding lalat</i>) dalam enam baris atau lebih7b
7b	Setae postocellar berkembang dengan baik; proklinasi biasanya muncul di bagian anterior atau bahkan dengan reklinasi anterior orbital (pada <i>D. mimica</i> , proklinasi berada di posterior dari reklinasi anterior tetapi karakter lainnya tidak sesuai).....9
9b	Setula pada segmen antennal ketiga tidak memanjang10
10b	Terdapat rambut yang bersandar di kepala, tidak sebentar, warna dasarnya tidak berkilat.....11
11a	Garis warna-warni terdapat di bagian kepala dan dada, kepala memiliki 3 garis yakni 1 garis di bagian tengah tubuh terletak diantara bagian kepala dan perut, 2 di sepanjang bagian depan dan bawah tubuh, yang dibatasi dengan warna coklat tua / oren, dengan satu /lebih garis oren yang ada. Zaprionus, 12
12a	Forefemur memiliki tonjolan (knob) yang pendek dan kokoh, atau tuberkulum, terletak di dekat bagian tengah permukaan posteroventral13

13b

Permukaan ventral knob (tonjolan) memiliki dua seta yang kuat; sedangkan permukaan dorsal (atas) hanya memiliki satu seta..... **Z. sepsoides**

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terhadap hasil tangkapan *Drosophila* dari Kenali Asam, Jambi menggunakan media tangkap buah mangga dan pepaya didapatkan hasil identifikasi 1 spesies *Drosophila* di Kenali Asam, Jambi tersebut yaitu *D. Zaprionus sepsoides*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansiga, S. E., Sumampouw, H. M., & Mokusuli, Y. S. (2024). Penerapan Pembelajaran Praktikum Genetika Menggunakan Lalat Buah (*Drosophila melanogaster*) Isolat Lokal Berbasis Whatsapp di Daerah Terdepan, Terluar, dan Tertinggal (3T) SMA NI Kabaruan. *JSPB BIOEDUSAINS*, 5(1), 22-32.
- Arrijani, A. (2003). Phenetic relationship of Genus *Knema*, *Horsfieldia*, and *Myristica* in Java based on pollen morphological evidence. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 4(2).
- Ashburner, M., Golic, K. G., & Hawley, R. S. (2005). *Drosophila: A Laboratory Handbook*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Baldi, R., Cheli, G., Udrizar Sauthier, D. E., Gatto, A., Pazos, G. E., & Avila, L. J. (2017). Animal diversity, distribution and conservation. Late Cenozoic of Península Valdés, Patagonia, Argentina: An Interdisciplinary Approach, 263-303.
- Chen, J. C., Wang, R., & Wei, C. C. (2024). Anti-aging effects of dietary phytochemicals: From *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila melanogaster*, rodents to clinical studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(17), 5958-5983.
- Fatimah, S. (2013). Analisis morfologi dan hubungan kekerabatan sebelas jenis tanaman salak (*Salacca zalacca* (Gertner) Voss Bangkalan. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 6(1), 1-15.
- Hasanuddin, H., & Fitriana, F. (2014). Hubungan kekerabatan fenetik 12 spesies anggota familia *Asteraceae*. *Jurnal EduBio Tropika*, 2(2).
- Hidayati, N. Z., Saptadi, D., & Soetopo, L. (2016). Analisis hubungan kekerabatan 20 spesies anggrek *Dendrobium* berdasarkan karakter morfologi (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Kandinan, A. (2010). Mengenal lebih dekat tanaman pengendalian lalat buah.
- Kundariati, M., Gani, A. R. F., & Pratiwi, J. S. (2021). Analisis Hubungan Kekerabatan *Drosophila* sp.(Lalat Buah) Dari Tuban, Kediri, Dan Tulungagung Berdasarkan Indeks Similaritas Dan Dendogram. *Jurnal Biosains*, 7(1), 10-17.
- Markow, T. A., & O'Grady, P. (2005). *Drosophila: a guide to species identification and use*. Elsevier.
- Martasari, C., Sugiyatno, A., Yusuf, H. M., & Rahayu, D. L. (2009). Pendekatan fenetik taksonomi dalam identifikasi kekerabatan spesies *Anthurium*. *Jurnal Hortikultura*, 19(2).
- McGaugh, S. E., & Dworkin, I. (2015). "The Evolution of *Drosophila*." *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46, 1-23.
- Megaly, M., Turgambayeva, A., Hallam, R. D., Foran, G., Megaly, M., & Necakov, A. (2024). Human Diseases Associated with Notch Signalling: Lessons from *Drosophila melanogaster*. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 29(6), 234.

- Pavan, C. (1970). "The Drosophilidae: A Taxonomic Study." *Entomological Review*, 49(2), 145-156.
- Pérez, J., Martínez, A., & González, C. (2020). Ecological and evolutionary aspects of *Drosophila zaprionus sepsoides* in tropical environments. *Journal of Insect Science*, 20(5): 1-12
- Pramudi, M. I., Puspitarini, R. D., & Rahardjo, B. T. (2013). Keanekaragaman dan kekerabatan lalat buah (Diptera: Tephritidae) di Kalimantan Selatan berdasarkan karakter morfologi dan molekular (RAPD-PCR dan sekuensing DNA). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(2), 192-202.
- Rahmawati, R. (2016). Hubungan kekerabatan fenetik tujuh anggota familia Apocynaceae (Doctoral dissertation, Syiah Kuala University).
- Rahman, A. (2021). PENENTUAN KOMODITAS UNGGULAN SUB SEKTOR HORTIKULTUTA DI KABUPATEN MUARO JAMBI. *Journal of Agribusiness and Local Wisdom*, 4(2), 1-10.
- Santos, M. A., Lima, J. C., & Ferreira, R. A. (2019). Genetic diversity in *Drosophila zaprionus sepsoides* populations: Implications for evolutionary studies. *Genetics and Molecular Biology*, 42(3): 450-457.
- Saputra, H. M., Rahmawati, V., Apriyadi, R., Henri, H., & Setiawan, F. (2024). Keanekaragaman dan Kunci Identifikasi Lalat Buah Berdasarkan Inang Tanaman Buah di Kabupaten Bangka, Bangka Belitung: Keanekaragaman dan Kunci Identifikasi Lalat Buah Berdasarkan Inang Tanaman Buah di Kabupaten Bangka, Bangka Belitung. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 8(1), 33-40.
- Shorrock, B. (1972). *Drosophila sp.* Ginn Genetick. London: Company Limited.
- Wahlberg, E. (2019). Revision and morphological analysis of the Ragadidae (Insecta, Diptera). *European journal of taxonomy*, (521).

IMPLEMENTASI METODE MIND MAPPING MENGGUNAKAN ALAT FLASHCARD DITAMBAH LKPD WORD SQUARE TERHADAP PRESTASI BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS VIII DI SMP NEGERI SATAP WALATUNGGGA

Yohana Yowa Tangu^{1*}, Anita Tamu Ina², Audrey Louise Makatita³

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Wira
Wacana Sumba

Corresponding author: yohanayowatangut@gmail.com

Abstract

Background: This research is based on the researcher's findings on the application of learning methods or approaches at SMP Negeri Satap Walatungga which are ineffective so that students are less active and the level of student involvement in the learning process is low. This study aims to improve student learning outcomes through the application of the mind mapping method assisted by flashcard media equipped with LKPD word square

Methods: This research is a Classroom Action Research (CAR) using a descriptive quantitative approach, conducted in three stages: pre-cycle, cycle I, and cycle II, involving 31 students. Data collection techniques include multiple-choice tests (posttest), observation, and documentation.

Results: The cognitive learning outcomes in the pre-cycle showed an average score of 62.26, with 29% of students meeting the minimum mastery criteria (KKM), while 71% did not. The affective learning outcomes had an average score of 60.93, with 32% mastering the material and 68% not mastering it. In Cycle I, the cognitive average increased to 70.65, with 68% of students meeting the KKM and 32% not. The affective learning average rose to 68.10, with 65% mastering the material and 35% not, though the improvement was not yet optimal. In Cycle II, the cognitive average reached 80.32, with 84% meeting the KKM and 16% not. The affective learning average was 77.42, with 84% mastering the material and 16% not, showing significant improvement in both aspects.

Conclusion: The application of the Mind Mapping method supported by Flashcard media and supplemented with LKPD Word Square can improve the learning outcomes of eighth-grade students at SMP Negeri Satap Walatungga.

Keywords: *Mind Mapping, Flashcard, LKPD, Word Square, Learning Outcomes*

Abstrak

Latar Belakang: Penelitian ini dilatarbelakangi dari temuan peneliti pada penerapan metode atau pendekatan pembelajaran di SMP Negeri Satap Walatungga yang tidak efektif sehingga peserta didik kurang aktif dan tingkat keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran rendah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui penerapan metode *mind mapping* berbantuan media *flashcard* dilengkapi LKPD *word square*

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) dengan menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yang dilakukan dalam tiga tahap: pra siklus, siklus I, dan siklus II, melibatkan 31 peserta didik. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi tes soal pilihan ganda (posttest), Observasi, dan dokumentasi.

Hasil: Hasil belajar kognitif pada pra-siklus menunjukkan rata-rata 62,26 dengan 29% peserta didik mencapai KKM, sedangkan 71% tidak. Hasil belajar afektif menunjukkan rata-rata 60,93 dengan 32% tuntas dan 68% tidak tuntas. Pada siklus I, rata-rata kognitif meningkat menjadi 70,65, dengan 68% peserta didik mencapai KKM dan 32% tidak. Hasil belajar afektif meningkat menjadi rata-rata 68,10 dengan 65% tuntas dan 35% tidak tuntas, namun peningkatan belum optimal. Pada siklus II, rata-rata kognitif mencapai 80,32 dengan 84% mencapai KKM dan 16% tidak. Hasil belajar afektif rata-rata 77,42 dengan 84% tuntas dan 16% tidak tuntas, menunjukkan peningkatan signifikan pada kedua aspek.

Kesimpulan: Penerapan metode *Mind Mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas VIII di SMP Negeri Satap Walatungga.

Kata Kunci: *Mind Mapping, Flashcard, LKPD Word Square, Hasil Belajar*

PENDAHULUAN

Dalam perundang-undangan tentang Sistem Pendidikan No. 20 Tahun 2003, mengatakan bahwa Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan sepiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya dan masyarakat (Pristiwanti et al., 2022). Pendidikan merupakan salah satu elemen kunci dalam persiapan sumber daya manusia menghadapi tantangan zaman. Pemenuhan kebutuhan pendidikan dimulai dari tingkat dasar, menengah, hingga tinggi. Terdapat beberapa faktor yang dapat digunakan sebagai indikator keunggulan suatu sekolah, salah satunya adalah integritas infrastruktur (Gusniati et al., 2024)

Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif serta memberikan ruang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik (Erwinsyah, 2016:80). Proses pembelajaran yang dilakukan oleh seorang pendidik kepada peserta didik, karena seorang pendidik akan mendidik peserta didik melalui proses pembelajaran yang telah dijadwalkan disekolah baik di dalam kelas maupun di luar kelas (Hazmi, 2019).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru IPA (MD) kelas VIII di SMP Negeri Satap Walatungga (lampiran 1), diperoleh keterangan bahwa dalam proses pembelajaran yang berlangsung di kelas guru menerapkan metode ceramah, dan diskusi, sehingga cenderung membuat peserta didik kurang aktif dan tingkat keterlibatan peserta didik masih kurang, hanya beberapa peserta didik saja yang terlihat aktif sedangkan yang lainnya terlihat sibuk dengan aktivitas masing-masing. Kemudian media pembelajaran yang digunakan yaitu berupa buku paket/cetak. Namun masih ditemukan banyak peserta didik yang tidak fokus dalam proses pembelajaran berlangsung dan sebagian peserta didik yang tidak menguasai konsep materi yang diajarkan oleh guru di dalam

kelas. Selain itu, LKPD yang digunakan terambil dari buku paket/cetak, dalam hal ini peserta didik merasa jenuh, bosan, kurang aktif dan kurang dalam mengikuti proses pembelajaran tersebut. Berdasarkan ketentuan standar nilai kriteria ketuntasan (KKM) yang ditetapkan di sekolah yaitu: 65 pada mata pelajaran IPA Biologi adalah. Dilihat dari data hasil penilaian tengah semester Tahun ajaran 2023/2024 pada mata pelajaran IPA Biologi terdapat terdapat 11 orang peserta didik yang tuntas dengan persentase 35% sedangkan 20 orang peserta didik yang tidak tuntas dengan persentase 65% dari 31 peserta didik dalam satu kelas.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa peserta didik yang diwawancarai, diperoleh informasi bahwa dalam proses pembelajaran terdapat beberapa peserta didik yang mengalami kesulitan dalam belajar, karena guru membawa materi pembelajaran yang kurang menarik, dan membosankan. Hal tersebut membuat peserta didik kesulitan memahami materi dari penjelasan guru. Oleh karena itu, diperlukan pembaharuan metode pembelajaran *Mind Mapping* berbantuan media *flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan sebelum penerapan dan sesudah penerapan Metode *Mind Mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* terhadap hasil belajar peserta didik kelas VIII di SMP Negeri Satap Walatungga serta mendeskripsikan peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan penerapan Metode *Mind mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* kelas VIII di SMP Negeri Satap Walatungga.

Metode *Mind Mapping* atau peta pikiran adalah suatu teknik pembuatan catatan-catatan yang dapat digunakan pada situasi, kondisi tertentu, seperti dalam pembuatan perencanaan, penyelesaian masalah, membuat ringkasan, membuat struktur, pengumpulan ide-ide (Qondias et al., 2016) Dengan menggunakan *Mind Mapping* mampu memberikan motivasi pada proses pembelajaran sehingga dapat meningkatkan peran aktif peserta didik, meningkatkan

potensi internal peserta didik, dan memungkinkan peserta didik mampu mencapai kompetensi belajar menulis secara penuh, utuh, dan kontekstual (Syaiikha et al., 2023).

Media pembelajaran adalah alat yang dapat membantu proses belajar mengajar sehingga makna pesan yang disampaikan menjadi lebih jelas dan tujuan pendidikan atau pembelajaran dapat tercapai dengan efektif dan efisien (Nurrita, 2018). Media *flashcard* adalah kartu belajar yang efektif mempunyai dua sisi dengan salah satu sisi berisi gambar, teks, atau tanda simbol dari sisi lainnya berupa definisi, keterangan gambar, jawaban, atau uraian yang membantu mengingatkan atau mengarahkan peserta didik kepada sesuatu yang berhubungan dengan gambar yang ada pada kartu (Susilawati, 2023). Penggunaan media *flashcard* dalam proses pembelajaran dapat membuat pembelajaran lebih menarik bagi peserta didik, menumbuhkan hasil belajar, bahan ajar yang digunakan akan lebih jelas maknanya, mencegah peserta didik menjadi tidak bosan, dan peserta didik akan terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Hoerudin, 2023).

Lembar kerja peserta didik (LKPD) *Word Square* adalah salah satu alat bantu atau pembelajaran berupa kotak-kotak kata yang berisi kumpulan huruf. Pada kumpulan huruf tersebut terkandung konsep-konsep yang harus ditemukan oleh peserta didik sesuai dengan pertanyaan yang berorientasi pada tujuan pembelajaran (Nurlaili, 2020). LKPD *Word Square* merupakan lembar kerja yang didalamnya terdapat beberapa pertanyaan dengan jawaban yang sudah disediakan dalam kotak-kotak. Jawaban tersebut harus dicari oleh peserta didik sesuai dengan pertanyaan. LKPD *Word Square* dapat meningkatkan keaktifan selama proses pembelajaran dan melatih kemampuan peserta didik dalam berpikir secara teliti dan kritis, melatih ketepatan peserta didik dalam menjawab pertanyaan, serta penguat pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan (Rahman et al., 2021).

MATERI DAN METODE

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian Tindakan

Kelas (PTK) dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. PTK dilakukan melalui Penerapan Metode *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Hasil Belajar. Pada proses penelitian diawali dengan melaksanakan Pra siklus, setelah itu dilanjutkan dengan pelaksanaan siklus 1. Apabila pada pelaksanaan tersebut hasil belajar peserta didik tidak mengalami peningkatan, akan melaksanakan siklus 2 secara terus menerus sampai hasil belajar sesuai atau maksimal.

Lokasi penelitian dilaksanakan di SMP Negeri Satap Walatungga Desa Maubokul, Kecamatan Pandawai, Kabupaten Sumba Timur. Waktu penelitian dilaksanakan pada semester ganjil T. A 2024/2025 pada bulan Oktober-November.

Populasi penelitian ini adalah peserta didik kelas VIII SMP Negeri Satap Walatungga. Sampel penelitian ini yaitu kelas VIII peserta didik yang berjumlah 31 yang terdiri dari 13 peserta didik laki-laki dan 18 peserta didik perempuan.

Adapun variabel dalam penelitian ini Variabel bebas (*InDependent Variable*) adalah penerapan metode *Mind Mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square*. Sedangkan variabel terikat (*Dependent Variable*) adalah variabel yang timbul sebagai akibat langsung dari manipulasi dan pengaruh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar peserta didik kelas VIII SMP Negeri Satap Walatungga.

Secara umum Penelitian Tindakan Kelas (PTK) memiliki desain empat langkah utama yaitu perencanaan, pelaksanaan, observasi/evaluasi serta refleksi. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes, observasi atau pengamatan dan dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis kuantitatif deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terdiri dari tiga pertemuan, yaitu pra siklus, siklus I, dan siklus II. Pada akhir setiap siklus, dilakukan posttest untuk mengevaluasi peningkatan hasil belajar peserta didik setelah materi pembelajaran disampaikan.

Berdasarkan data hasil tes dan observasi siswa dilakukan perhitungan skor pada setiap siklus.

Tabel 1. Hasil Belajar Kognitif

Kegiatan	Rata-rata	Tuntas	%	Tidak Tuntas	%
Pra Siklus	62,26	9	29%	22	71%
Siklus I	70,65	21	68%	10	32%
Siklus II	80,32	26	84%	5	16%

Analisis data kognitif siklus II yang tercantum dalam Tabel 1, penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe (Student Teams Achievement Division) STAD, metode Mind Mapping, media Flashcard pada sub materi penyakit pada sistem peredaran darah

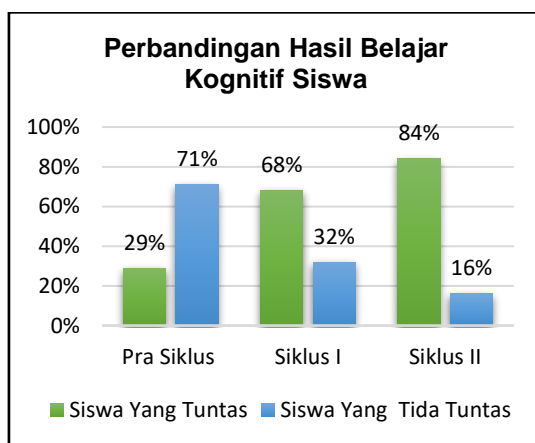
manusia. Nilai rata-rata posttest siklus II 80,32 pada siklus II peserta didik yang mencapai memenuhi standar ketuntasan minimal (KKM), yaitu: 26 orang sedangkan 5 peserta didik tidak mencapainya standar ketuntasan minimal KKM

Tabel 2. Hasil Belajar Afektif

Kegiatan	Rata-rata	Tuntas	%	Tidak Tuntas	%
Pra Siklus	60,93	10	32%	21	68%
Siklus I	68,10	20	65%	11	35%
Siklus II	77,42	26	84%	5	16%

Berdasarkan Gambar 1 perbandingan hasil belajar peserta didik terlihat bahwa nilai pada pra siklus terdapat 9 peserta didik tuntas dengan persentase sebesar 29% dengan kategori rendah. Kemudian mengalami peningkatan pada siklus I

terdapat 21 peserta didik tuntas dengan dengan persentase 68% dikategorikan sedang dan siklus II mengalami peningkatan yang signifikan menjadi 26 peserta didik tuntas dengan persentase 84% dikategorikan tinggi



Gambar 1. Grafik Perbandingan Hasil Belajar Kognitif

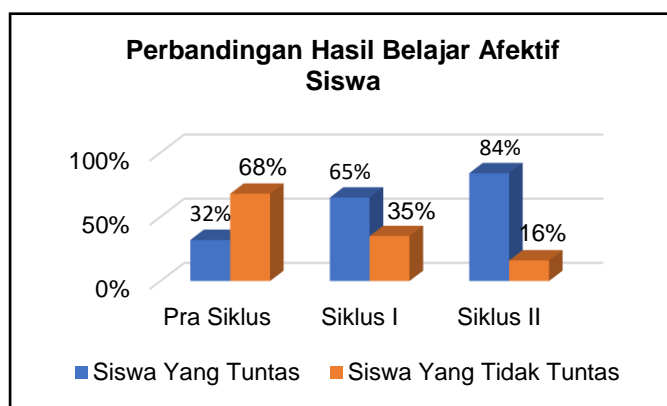
Berdasarkan Gambar 1. terdapat perbandingan nilai rana afektif, pada pra siklus memperoleh persentase yang tuntas 32% yang di kategorikan kurang, kemudian pada siklus I mengalami peningkatan terdapat persentase 65% dengan kategori baik dan siklus II terdapat peningkatan yang signifikan hasil belajar afektif dengan persentase 84% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan pembelajaran pra siklus yang dilaksanakan pada hari rabu, 13

November 2024, dari pukul 8:30 hingga 10:30 WITA, yang diikuti oleh 31 orang peserta didik. Dalam pertemuan pertama pra tersebut peneliti belum menerapkan Metode *Mind Mapping*, dengan berbantuan Media *Flashcard* di lengkapi LKPD *Word Square*.

Peneliti membawakan materi organ peredaran darah pada manusia dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Student Team Achievement Division* (STAD) yang biasa digunakan oleh

guru IPA. Setelah pembelajaran selesai, peserta didik diberikan soal posttest untuk mengetahui pemahaman peserta didik setelah pembelajaran selesai. Setelah pelaksanaan pra siklus, peserta didik belum dapat memahami materi organ peredaran darah pada manusia dengan baik. Pada pra siklus diperoleh nilai rata-rata sebesar 62,26 terdapat 9 orang peserta didik yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 65, sedangkan yang tidak mencapai KKM hanya 22 orang peserta didik dengan kategori rendah. Pada saat kegiatan pra

siklus berlangsung terdapat ada beberapa peserta didik yang tidak fokus dalam proses pembelajaran berlangsung dan sebagian peserta didik yang tidak menguasai konsep materi yang diajarkan oleh peneliti di dalam kelas. Dalam proses pembelajaran pada pra siklus ini masih banyak peserta didik yang terlihat kurang bekerja sama dalam mengerjakan tugas kelompok. Dapat disimpulkan bahwa kegiatan pra siklus memiliki persentase yang rendah sehingga perlu untuk menerapkan siklus I.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Hasil Belajar Afektif

Pembelajaran pada siklus I belum tercapai secara optimal walaupun telah mencapai standar ketuntasan secara keseluruhan dengan memperoleh nilai rata-rata posttes siklus I yaitu 70,65, dari nilai posttest ini terdapat 21 orang peserta didik yang mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) 65, sedangkan yang tidak mencapai KKM terdapat 10 orang peserta didik. Hal tersebut menunjukkan persentase peserta didik yang tuntas yaitu, 68% dan 32% peserta didik yang tidak tuntas. Ranah afektif peserta didik ditentukan dengan menggunakan lembar observasi yang telah disediakan. Dalam pembelajaran sikap peserta didik yang diharapkan belum tampak secara maksimal. Peserta didik yang mencapai KKM yaitu 20 orang peserta didik dengan persentase 65%, sedangkan yang tidak mencapai KKM berjumlah 11 orang peserta didik dengan persentase 35%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran *Mind Mapping* berbantuan *Flashcard* di lengkapi LKPD *Word Square* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik tetapi belum sepenuhnya berhasil

maka peneliti melanjutkan penelitian ke siklus II. Dalam hal ini, di dukung dengan penelitian terdahulu dengan judul "Penerapan metode pembelajaran *Mind Mapping* sebagai upaya peningkatan hasil belajar peserta didik pada pelajaran Bahasa Indonesia Kelas VII MTs Raudhatul Ulum Aek Nabara". Hasilnya menunjukkan peningkatan setelah belajar menggunakan metode *Mind Mapping*. Pra-tindakan dilakukan untuk menentukan persentase hasil belajar sebesar 46,77%, meningkat menjadi 70,39% setelah siklus untuk siklus pertama, dan meningkat menjadi 82,22% setelah siklus kedua (Rambe, 2024).

Hasil refleksi pada siklus I, proses pembelajaran dengan menggunakan bahwa metode pembelajaran *Mind Mapping* berbantuan *Flashcard* di lengkapi LKPD *Word Square* berjalan dengan baik, peserta didik aktif dalam menjawab pertanyaan dan mengerjakan LKPD *Word Square* dalam kelompok. Namun hasil belajar peserta didik belum maksimal maka peneliti melanjutkan penelitian ke siklus II.

Pembelajaran pada siklus II, hasil belajar peserta didik terlihat bahwa nilai ketuntasan hasil belajar IPA mengalami peningkatan siklus II secara optimal dengan nilai rata-rata posttest siklus kedua yaitu 80,32, dari nilai posttest ini terdapat 26 orang peserta didik yang mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) 65, sedangkan yang tidak mencapai KKM terdapat 5 orang peserta didik. Hal tersebut menunjukkan persentase peserta didik yang tuntas yaitu, 84% dan 16% peserta didik yang tidak tuntas. Ranah afektif peserta didik ditentukan dengan menggunakan lembar observasi yang telah disediakan. Dalam pembelajaran sikap peserta didik yang diharapkan tercapai secara maksimal. Peserta didik yang mencapai KKM yaitu 26 orang peserta didik dengan persentase 84%, sedangkan yang tidak mencapai KKM berjumlah 5 orang peserta didik dengan persentase 16%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran *Mind Mapping* berbantuan *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Dalam hal ini, di dukung dengan penelitian terdahulu dengan judul "Penerapan media *Flashcard* untuk meningkatkan kemampuan membaca permulaan di kelas I Sekolah Dasar". Hasil belajar peserta didik menggunakan media pembelajaran *Flashcards* memiliki dampak positif terhadap antusiasme peserta didik untuk belajar membaca karena merumuskan Teknik pembelajaran yang sangat menyenangkan sehingga peserta didik tidak merasa bosan saat mempelajari materi (Susilawati, 2023).

Berdasarkan hasil refleksi pada siklus I, proses pembelajaran dengan menggunakan bahwa metode pembelajaran *Mind Mapping* berbantuan *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dan proses pembelajaran berjalan dengan baik, peserta didik aktif dalam menjawab pertanyaan dan mengerjakan LKPD *Word Square* dalam kelompok. Dalam penelitian ini tidak dilanjutkan ke penelitian selanjutnya.

Berdasarkan grafik perbandingan hasil belajar peserta didik terlihat bahwa nilai ketuntasan hasil belajar IPA mengalami peningkatan siklus I dan siklus II, dimana pada pra siklus nilai rata-rata hasil belajar kognitif peserta didik yaitu 62,26, terdapat 22 orang peserta didik yang tidak mencapai

Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 70, sedangkan yang mencapai KKM terdapat 9 peserta didik. Siklus I rata-rata hasil belajar kognitif sebesar 70,65 kemudian pada siklus II rata-rata hasil belajar kognitif mengalami peningkatan yaitu 80,32. Sedangkan persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan minimal yaitu siklus I 68% dan siklus II diperoleh 84% dengan kategori sangat baik. Jika dilihat dari hasil tersebut sudah melebihi target yang ingin dicapai oleh peneliti. Pada hasil belajar afektif pra siklus seperti yang terlihat pada gambar 4.8 hasil tersebut dapat dikatakan bahwa siswa belum mampu untuk mencapai indikator disiplin, kerja sama dan tanggung jawab dengan maksimal dimana pada pra siklus diperoleh persentase ketuntasan sebesar 32%, tetapi pada siklus I dan II ada peningkatan atau memperoleh nilai 65% dan siklus 84% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian dapat diketahui bahwa penerapan metode *Mind Mapping* berbantuan Media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* pada saat proses pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas VIII di SMP Negeri Satap Walatungga sehingga tidak perlu dilanjutkan ke penelitian berikutnya.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa penggunaan metode *Mind Mapping* berbantuan Media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dan membuat peserta didik lebih bersemangat aktif, dalam proses pembelajaran. Hal ini di dukung dengan penelitian terdahulu dengan judul "Penerapan Metode *Mind Mapping* Dalam Upaya Peningkatan Hasil Belajar peserta didik". Guru perlu menguasai berbagai pendekatan, strategi, dan metode pembelajaran untuk menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan efektif. Salah satu metode yang direkomendasikan adalah metode *Mind Mapping* dalam upaya peningkatan hasil belajar peserta didik hal ini metode ini dipandang sebagai kunci untuk menjamin dan meningkatkan mutu pendidikan secara berkelanjutan di tengah derasnya arus globalisasi (Ridho & Imron, 2023). Selain itu, penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini dengan judul "Penggunaan media Flash Card untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik Sekolah Dasar". Hasil penelitian yang diperoleh yaitu adanya peningkatan pada

hasil belajar peserta didik. Nilai rata-rata peserta didik sebelum dilakukan tindakan yaitu 52,7 dengan persentase ketuntasan peserta didik mencapai 30,8%. Pada siklus I nilai rata-rata kelas yang diperoleh yaitu 66,2 dengan persentase ketuntasan peserta didik mencapai 53,8. Pada siklus II nilai rata-rata kelas yang diperoleh yaitu 74,7 dengan persentase ketuntasan peserta didik mencapai 80,8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan media *Flashcard* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran IPS di kelas IV SDN I Pesanggrahan (Febriyanto & Yanto, 2019). Hal ini, didukung juga penelitian terdahulu dengan judul "Pengembangan Lembar Kerja peserta didik (LKPD) *Word Square* Pada Materi Sistem Organisasi Kelas VIII SMP". Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu mengembangkan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis *Word Square* maka diperoleh kesimpulan hasil validasi LKPD berbasis *Word Square* pada aspek kelayakan isi sebesar 3,48 dengan kategori sangat valid, aspek perancangan sebesar 3,33 dengan kategori sangat valid, dan aspek pedagogik sebesar 3,56 dengan kategori sangat valid. Keseluruhan rerata untuk ketiga aspek tersebut yaitu 3,45 dengan kategori sangat valid (Lutvia et al., 2022).

SIMPULAN

Sebelum penerapan metode *Mind Mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square*, pada tahap pra-siklus diperoleh nilai rata-rata Kognitif sebesar 62,26. Dari hasil pra siklus ini, terdapat 9 orang peserta didik yang memenuhi (KKM) yang ditetapkan disekolah yaitu: 65, sedangkan peserta didik tidak mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) 22 peserta didik. Persentase peserta didik yang mencapai KKM adalah 29%, sementara peserta didik yang tidak mencapai KKM adalah 71%, kemudiana pada hasil belajar afektif peserta didik terdapat nilai rata-rata 60,93, dengan peserta didik yang tuntas 10 orang (32%) sedangkan peserta didik yang tidak tuntas 21 (68%) yang dikategorikan rendah.

Hasil belajar peserta didik pada saat penerapan metode *Mind Mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word*

Square, pada tahap siklus I diperoleh nilai rata-rata kognitif sebesar 70,65. Dari hasil siklus I ini, terdapat 21 orang peserta didik yang memenuhi (KKM) yang ditetapkan disekolah yaitu: 65, sedangkan peserta didik tidak mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) 10 peserta didik. Persentase peserta didik yang mencapai KKM adalah 68%, sementara peserta didik yang tidak mencapai KKM adalah 32%, kemudiana pada hasil belajar afektif peserta didik terdapat nilai rata-rata 68,10 dengan peserta didik yang tuntas 20 orang (65%) sedangkan peserta didik yang tidak tuntas 11 (35%), namun peningkatan hasil belajar siklus I tersebut belum mencapai tingkat optimal.

Setelah penerapan metode *Mind Mapping* berbantuan media *Flashcard* dilengkapi LKPD *Word Square*, pada tahap siklus II diperoleh nilai rata-rata kognitif sebesar 80,32. Dari hasil siklus II ini, terdapat 26 orang peserta didik yang memenuhi (KKM) yang ditetapkan disekolah yaitu: 65, sedangkan peserta didik tidak mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) 5 peserta didik. Persentase peserta didik yang mencapai KKM adalah 84%, sementara peserta didik yang tidak mencapai KKM adalah 16%, kemudiana pada hasil belajar afektif peserta didik terdapat nilai rata-rata 77,42 dengan peserta didik yang tuntas 26 orang (84%) sedangkan peserta didik yang tidak tuntas 5 (16%), terjadi peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar kognitif dan afektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Febriyanto, B., & Yanto, A. (2019). Penggunaan media Flash Card untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 3(2), 108. <https://doi.org/10.32585/jkp.v3i2.302>
- Gusniati, J., Jahera, J., Zulkifli, A., & Ananda, R. (2024). Standar Sarana Dan Prasarana Pendidikan Dasar Dalam Meningkatkan Proses Pembelajaran Yang Efektif. 11, 572–582.
- Hazmi, N. (2019). Tugas Guru Dalam Proses Pembelajaran Nahdatul. *JOEAI (Journal of Education and Instruction)*, 8(5), 55–65.
- Hoerudin, C. W. (2023). Penerapan Media Flash Card pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Membaca Siswa. *Jurnal Primary Edu (JPE)*, 1(2),

- 235–245.
- Lutvia, N., Darmawati, D., Natalina, M., & Sciences, N. (2022). *Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKPD) Berbasis Kata Kotak Pada Materi Sistem Organisasi Kelas VII SMP*. 9, 1–10.
- Nurlaili. (2020). *Penerapan Model Pembelajaran Word Square untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Mata Pelajaran Geografi*. 2(2), 2715–7741.
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *MISYKAT: Jurnal Ilmu-Ilmu Al-Quran, Hadist, Syari'ah Dan Tarbiyah*, 3(1), 171. <https://doi.org/10.33511/misykat.v3n1.171>
- Pristiwanti, D., Badariah, B., Hidayat, S., & Dewi, R. S. (2022). Pengertian Pendidikan Desi. *Jurnal Bioedukasi*, 4(6), 7911–7915. <https://doi.org/10.33387/bioedu.v6i2.7305>
- Qondias, D., Anu, E. L., & Niftalia, I. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Tematik Berbasis Mind Mapping. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 5(2), 176–182.
- Rahman, L. L., Rusyana, A., & Yulisma, L. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Berbasis Lks Tipe Word Square Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.25157/j-kip.v2i1.4814>
- Rambe, R. R. (2024). Penerapan Metode Pembelajaran Mind Mapping Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran Bahasa Indonesia Kelas VII MTs Raudhatul Ulum Aek Nabara. *Publikasi Ilmu Pendidikan, Pembelajaran Dan Ilmu Sosial*, 2(3).
- Ridho, A., & Imron, M. (2023). Penerapan Metode Mind Mapping Dalam Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa. *Journal Creativity*, 1(2), 88–95. <https://doi.org/10.62288/creativity.v1i2.10>
- Susilawati, E. (2023). Penerapan Media Flashcard Untuk Meningkatkan Kemampuan Membaca Permulaan Di Kelas I Sekolah Dasar. *Journal of Innovation in Primary Education*, 2(1), 66–71.
- Syaikha, H. S., Setiawan, F., & Afian, K. D. A. (2023). Analisis Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar Dalam Penerapan Metode Mind Mapping Di Kelas IV. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2(1), 189–192.

ANALISIS KADAR LEMAK TOTAL PADA BUAH SALAK MERAH (*Salacca edulis*) DI NEGERI RIRING DAN NEGERI BURIA KECAMATAN TANIWEL KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

Debi Lisa Manuhutu^{1*}, Alwi Smith², Sriyanti Salmanu³

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia

Corresponding author: debilisa@gmail.com

Abstract

Background: In Maluku Province, especially in West Seram Regency (SBB) Taniwel District, salak plants were found with unique thick yellow flesh with a red tinge, called red salak. Negeri Riring and Negeri Buria are samples of red salak cultivation centers that are at different altitudes, allowing for differences in primary metabolite content, especially total fat content in red salak plants.

Methods: Analysis of total fat content was carried out in several stages, namely, the red salak fruit preparation stage where the skin and flesh of the salak fruit were peeled and separated. After that, the sample was dried in an oven for 6x24 hours and ground into powder. The total fat content test stage used the Soxhlet method, where this stage produced a solution used to calculate the total fat content.

Results: The results of the study showed that red salak fruit contained Negative Total Fat in both locations at different altitudes. The highest fat content in red salak fruit was obtained at 0.54995% in Negeri Buria. Meanwhile, the lowest fat content in red snake fruit was obtained at 0.52935% in Negeri Riring.

Conclusion: different growing altitudes affect the total fat content in red snake fruit, where the higher the growing location, the lower the fat content, which is also supported by several internal and external factors.

Keywords: *Red Snake Fruit, Total Fat*

Abstrak

Latar Belakang: Di Provinsi Maluku, khususnya di Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) Kecamatan Taniwel, ditemukan tanaman salak dengan keunikan daging buah tebal berwarna kuning tua bersemburat merah, disebut salak merah. Negeri Riring dan Negeri Buria merupakan sampel sentra budidaya tanaman salak merah yang berada pada ketinggian yang berbeda memungkinkan adanya perbedaan kandungan metabolit primer khususnya kandungan lemak total dalam tanaman salak merah.

Metode: Analisis kandungan Lemak total dilakukan dengan beberapa tahapan yakni, tahap persiapan buah salak merah dimana, kulit dan daging buah salak dikupas dan dipisahkan. Setelah itu sampel dikeringkan di oven selama 6x24 jam dan dihaluskan sampai menjadi serbuk. Tahap uji kadar lemak total menggunakan metode Soxhlet, dimana tahap ini menghasilkan Larutan yang dipakai untuk menghitung jumlah lemak total.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada buah salak merah Negatif mengandung Lemak total di kedua lokasi pada ketinggian tempat yang berbeda. Kadar lemak tertinggi pada buah salak merah diperoleh sebesar 0,54995% di Negeri Buria. Sedangkan kadar lemak terendah pada buah salak merah diperoleh sebesar 0,52935% di Negeri Riring.

Kesimpulan: ketinggian tempat tumbuh yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan lemak total pada buah salak merah, dimana semakin tinggi tempat tumbuh, maka kandungan lemak semakin rendah dimana hal ini didukung juga dengan beberapa faktor internal maupun eksternal.

Kata Kunci: Salak Merah, Lemak Total

PENDAHULUAN

Tanaman salak merupakan salah satu tanaman tropis dan komoditi hortikultura yang keberadaannya cukup melimpah di Indonesia (Triastutik dan Priyanti, 2017). Tanaman salak terdiri dari beberapa jenis yang masing-masing memiliki ciri khas tersendiri, seperti salak Jawa, salak Bali, dan salak Padangsidimpuan. Tanaman salak tumbuh baik pada ketinggian 0-700mdpl, ciri buah bersisik dan berwarna cokelat kemerahan (Bayu dan Zubaidah, 2015; Herawati *et al*, 2018).

Buah salak di Tapanuli memiliki keunikan daging buah tebal berwarna kuning tua bersemburat merah sehingga berkarakteristik berbeda dengan salak di daerah lainnya (Harahap *et al.*, 2013).

Faktanya, tanaman salak dengan daging buah berwarna merah tidak hanya ditemukan di Tapanuli saja, di Provinsi Maluku, khususnya di Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) Kecamatan Taniwel, juga ditemukan tanaman salak dengan keunikan tersebut, sehingga disebut salak merah (*Salacca edulis*). Hingga saat ini, tanaman salak merah telah dibudidayakan masyarakat setempat, diantaranya di Negeri Laturake, Riring, Rumasoal, dan Niniari. Namun, penelitian terhadap salak merah di Kecamatan Taniwel masih sangat terbatas.

Penelitian tanaman salak merah telah dilakukan oleh Elly *et al.* (2018) di Negeri Riring dan Rumasoal terkait analisis keragaman morfologi berdasarkan penanda RAPD. Sebaliknya pada Negeri Buria, belum pernah dilakukan penelitian. Padahal keberadaan salak merah di Negeri Buria sebagai aset sumber daya potensial daerah sangat penting untuk dieksplor dan dipublikasikan agar dapat dikenali oleh masyarakat luar, baik secara nasional maupun internasional.

Lokasi Negeri Buria yang berada pada dataran rendah dan Negeri Riring pada dataran tinggi memungkinkan adanya perbedaan morfologis akibat perbedaan ketinggian tempat tumbuh tersebut. Untuk itu, karakter kuantitatif yang terdapat pada tanaman salak merah,

khususnya pada buah akibat perbedaan

ketinggian tempat perlu dilakukan analisis Kadar lemak total, sehingga dapat menjadi sumber informasi guna pengembangan tanaman salak merah di Provinsi Maluku kedepannya.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif untuk menganalisis kadar lemak buah salak merah (*Salacca edulis*). Tempat pengambilan sampel buah salak merah (*Salacca edulis*) di ambil dari Negeri Buria dan Negeri Riring, Kecamatan Taniwel, Kabupaten Seram Bagian Barat.

Proses preparasi sampel buah salak merah (*Salacca edulis*) dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Pattimura. Proses analisis kadar lemak Daging buah salak merah (*Salacca edulis*) dilakukan di laboratorium Kimia Dasar Universitas Pattimura. Waktu pengambilan sampel pada bulan September 2022. Proses preparasi dan analisis kadar lemak dilakukan selama 1 bulan.

Alat dan bahan yang digunakan meliputi Nampan, Blender, Talenan, Pisau, Timbangan, Kertas Label, Saringan, Soxlet, Timbangan analitik, Oven, Hotplate, Desikator, Gelas kimia, N-Hexana dan buah salak merah.

Prosedur penelitian terdiri dari; 1) pengambilan sampel, 2) tahapan persiapan sampel; a) dikupas kulit buah salak merah, kemudian daging buah salak merah dibersihkan dan dipisahkan dari kulit seratnya. Selanjutnya buah salak merah dibersihkan, b) Setelah itu daging buah salak merah diparut tipis-tipis dan diletakan dalam wadah dan kulit buah salak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Lingkungan Hasil pengukuran faktor lingkungan dari kedua lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil Pengukuran Faktor Lingkungan

Lokasi	Faktor Lingkungan				
	Ketinggian tempat (m dpl)	pH tanah	Kelembaban Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Intensitas Cahaya (cd)
Negeri Buria	308	7	50	23	2000
Negeri Riring	660	7	80	19	1000

Tabel 1. Menunjukkan bahwa hasil pengukuran faktor lingkungan yang terdiri atas ketinggian tempat, pH, kelembaban udara, suhu udara dan intensitas cahaya untuk Negeri Buria (dataran rendah) adalah, 308 m dpl, 7, 50%, 23°C, dan 2000 cd. Sedangkan untuk Negeri Riring (dataran tinggi) berturut-turut adalah 660 m dpl, 7, 80%, 19°C, dan 1000 cd. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui intensitas cahaya dan suhu udara di Negeri Buria lebih tinggi dibandingkan Negeri Riring. Sebaliknya, kelembaban udara di Negeri Buria lebih rendah. Ini berarti bahwa intensitas cahaya dan suhu lingkungan cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya ketinggian tempat.

Kadar Lemak Total Buah Salak Merah

Hasil analisis kadar lemak total buah

Intensitas cahaya sebagai sumber panas, sangat berpengaruh terhadap suhu udara. Selain intensitas cahaya, dalam penyebarannya, suhu udara juga dipengaruhi oleh kecepatan angin (Tohari (2014). Suhu udara akan turun sebesar 0,6°C setiap kenaikan tempat 100 m dpl (Purwantara, 2018). Dengan demikian, semakin tinggi tempat, semakin rendah intensitas cahaya, maka semakin rendah pula suhu lingkungannya. Hal ini berbanding terbalik dengan kelembaban, dimana semakin tinggi tempat, semakin tinggi pula kelembabannya. Sedangkan ketinggian tempat tidak berdampak pada pH tanah, dimana hasil pengukuran pH pada kedua lokasi adalah 7 (netral).

salak merah dari Negeri Riring dan Negeri Buria dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Hasil Analisis Kadar Lemak Total Buah Salak Merah

Kode sampel	Berat Sampel (g)	Berat Lemak	Kadar Lemak Total (%)	Rata-rata (%)
Buria U1	5,0934	0,0275	0,5399	
Buria U2	5,3033	0,0297	0,5600	0,54995%
Riring U1	3,7796	0,0199	0,5265	0,52935%
Riring U2	3,1187	0,0166	0,5322	

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengujian menunjukan bahwa adanya pengulangan sebanyak 2 kali pada Negeri Buria yaitu U1 adalah 0,5399% dan U2 adalah 0,5600% dengan nilai rata-rata yang dihasilkan pada Negeri Buria adalah 0,54995% sedangkan pada Negeri Riring juga dilakukan 2 kali pengulangan yaitu U1 adalah 0,5265% dan U2 adalah 0,5322% dengan nilai rata-rata yang dihasilkan pada Negeri Riring yaitu 0,52935%.

Proses reproduktif yaitu pembentukan bunga, buah dan biji

dipengaruhi oleh fotoperiode. Intensitas Cahaya matahari yang berbeda pada ketinggian tempat berbeda akan menyebabkan perbedaan pertumbuhan pada tanaman (Raharjeng, 2015). Hal tersebut berdampak pada pembentukan morfologi buah yang berbeda. Perkembangan buah dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama intensitas cahaya (Wijaya et al., 2018 dan Nelza, 2016).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan yaitu hasil analisis kadar lemak total buah salak merah (*Salacca edulis*) dengan menggunakan metode ekstraksi soxhlet, didapatkan bahwa kadar lemak tertinggi pada buah salak merah diperoleh sebesar 0,54995% Negeri Buria, sedangkan kadar lemak terendah pada buah salak merah diperoleh sebesar 0,52935% di Negeri Riring.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu, T.P., dan Zubaidah, E. (2015). *Karakteristik Fisik Kimia dari Ekstrak Gula Pasir dengan metode maserasi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Elly, S.S., Theopilus, W.W., Dominggus, R. (2018). Short Communication: Genetic Diversity of *Salacca edulis* from West Seram District, Maluku, Indonesia based on morphological character and RAPD profile. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(5), 1777-1782.
- Harahap, H.M.Y.; Eva S. B.; Luthfi A.M.S. (2013). Identifikasi Karakter Morfologis Salak Sumatera Utara (*Salacca sumatrana* Becc.) Di Beberapa Daerah Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 833-841.
- Herawati, W., Murwanto, A., Nafi'ah, Z., Ningrum, A.M., dan Samiyarsih, S. (2018). Variation analysis of three Banyumas local salak cultivar (*Salacca zalacca*) based on leaf anatomy and genetic diversity. *Biodiversitas* 19(1), 119-125.
- Marsigit, W. (2016). Karakteristik Morfometrik, Proporsi, Kandungan Fenol Total dan Profil Fenol Daging Buah, Biji, Kulit Alpukat (*Persea americana, Mill*) Varietas Ijo Panjang dan Ijo Bundar. *Jurnal Agroindustri*, 6(1), 18–27.
- Nelza, A. (2016). *Studi fenologi, karakter hasil dan mutu benih tanaman kacang koro pedang (Canavalia ensiformis L.) pada perbedaan kondisi naungan dan pemupukan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Purwantara, S. (2018). Studi Temperatur Udara Terkini Di Wilayah Jawa Tengah dan DIY. *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 13(1), 41–52.
- Triastutik, U.; Yuyun; Esteria P. (2017). Pelatihan Pengolahan Buah Salak Untuk Meningkatkan Potensi Salak. *Teknobuga*, (2), 24-33.
- Wijaya, A. A., Nur, O. K., & Harti, O. R. (2018). Influence of Grow Environment Factor To Growth and Yield Soybean Plant on Saturated Soil Condition. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*, 6(2), 131–139.

PENGARUH EKSTRAK KULIT MANGGIS (*GARCINIA MANGOSTANA L*) TERHADAP KADAR FLAVONOID DAN KUALITAS ORGANOLEPTIK NATA DE SOYA

Yosuwalda Kalkoy¹, Mery Pattipeilohy², Kristin Sangur³, Ferymon Mahulette^{4*}

¹Alumni Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu, Pendidikan Universitas Pattimura
^{2,3,4}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Patimura

Corresponding author: ferymonm@gmail.com

Abstract

Background: Mangosteen (*Garcinia mangostana L*) is one of Indonesia's tropical fruits. Mangosteen peel extract can be used as a natural coloring for various kinds of processed food products, such as various types of nata. This research aims to determine the effect of mangosteen peel extract on flavonoid levels and the organoleptic quality of *nata de soya* made from tofu liquid waste.

Methods: Mangosteen peel extract was added to *nata de soya* with different concentrations, i.e. 10%, 20%, 30% and 40%. Flavonoid levels were measured using spectrophotometry methods and organoleptic tests using 15 panelists.

Results: Mangosteen peel extract has a very significant effect on the flavonoid levels of *nata de soya*. The highest flavonoid content in the 40% mangosteen peel extract treatment was 4.39%. The Least Significant Difference Test showed that the addition of mangosteen peel extract to the flavonoid levels of *nata de soya* was very significantly different. Organoleptic Tests showed that *nata de soya* with 40% mangosteen fruit extract produced a color and aroma that was preferred by the panelists

Conclusion: The concentration of mangosteen peel extract has a very significant effect on the flavonoid levels of *nata de soya*. The addition of mangosteen peel extract in high concentration produces the color and aroma of *nata de soya* which is preferred by panelists

Keywords: *Flavonoids, Mangosteen Peel, Nata de Soya, Natural Coloring, Organoleptic Test*

Abstrak

Latar Belakang: Manggis (*Garcinia mangostana L*) merupakan salah satu buah tropika Indonesia. Ekstrak kulit manggis dapat digunakan sebagai pewarna alami untuk berbagai macam produk olahan makanan, seperti berbagai jenis nata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kulit buah manggis terhadap kadar flavonoid serta kualitas organoleptik *nata de soya* berbahan dasar limbah cair tahu.

Metode: Ekstrak kulit manggis ditambahkan pada *nata de soya* dengan konsentrasi berbeda, yaitu 10 %, 20 %, 30 %, dan 40 %. Kadar flavonoid diukur menggunakan metode spektrofotometri dan uji organoleptik menggunakan 15 panelis.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis berpengaruh sangat nyata terhadap kadar flavonoid *nata de soya*. Kadar flavonoid tertinggi pada perlakuan ekstrak kulit manggis 40 % sebesar 4.39 %. Uji Beda Nyata Terkecil menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit manggis terhadap kadar flavonoid *nata de soya* sangat berbeda nyata. Uji organoleptik menunjukkan bahwa *nata de soya* dengan penambahan ekstrak kulit buah manggis 40% menghasilkan warna dan aroma yang lebih disukai oleh panelis.

Kesimpulan: Konsentrasi ekstrak kulit manggis berpengaruh sangat nyata terhadap kadar flavonoid *nata de soya*. Pemberian ekstrak kulit manggis dengan konsentrasi yang tinggi menghasilkan warna dan aroma *nata de soya* yang lebih disukai panelis.

Kata Kunci: Flavonoid, Kulit Manggis, *Nata de Soya*, Pewarna Alami, Uji Organoleptik

PENDAHULUAN

Manggis (*Garcinia mangostana L*) merupakan salah satu buah tropika Indonesia. Buah manggis pada umumnya hanya dikonsumsi daging buahnya sedangkan kulitnya dibuang. Ekstrak kulit manggis dapat digunakan sebagai pewarna alami untuk berbagai macam produk seperti obat-obatan, kosmetik, minuman dan olahan makanan (Sanjaya dkk, 2024). Ekstrak kulit manggis mengandung senyawa *xanthone* yang meliputi mangostin, mangostenol, mangostinon A, mangostenon B, trapezifolixanthone, tophoyllin B, alfa mangostin, beta mangostin, garcinon B, mangostanol, flavonoid epicatechin, dan gartanin. Senyawa-senyawa tersebut sangat bermanfaat bagi kesehatan (Adam dkk, 2024).

Flavonoid termasuk senyawa fenolik alam yang potensial sebagai antioksidan dan mempunyai bioaktivitas sebagai obat. Pigmen yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan seperti zat warna merah, ungu, biru, kuning, dan hijau tergolong senyawa flavonoid (Lisnawati dkk, 2016). Kandungan antosianin pada kulit manggis dapat menghasilkan warna merah, ungu dan biru yang dapat digunakan sebagai pewarna alami untuk produk olahan pangan (Asni dkk, 2020). Adanya *xanthone*, flavanoid, tanin dan antosianin sangat mempengaruhi kualitas sensorik produk pangan yang diwarnai.

Salah satu produk olahan pangan yang sering menggunakan ekstrak kulit manggis sebagai pewarna alami adalah nata dengan bahan dasar yang beragam, seperti *nata de coco* (Pratama dkk, 2024) dan *nata de cassava* (Julianto dkk, 2013). Nata juga dapat diolah menggunakan limbah, seperti *nata de soya* yang dihasilkan dari limbah cair pengolahan tahu. Selain bermanfaat sebagai bahan pangan, pengolahan nata dari limbah cair tahu juga menjaga lingkungan dari cemaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kulit buah manggis terhadap kadar flavonoid serta kualitas organoleptik *nata de soya*.

MATERI DAN METODE

Tipe penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif untuk menganalisis pengaruh ekstrak kulit manggis sebagai pewarna alami terhadap kadar flavonoid dan uji organoleptik kualitas *nata de soya* dari limbah cair tahu.

Sampel buah manggis dibeli di Pasar Buah Wayame Kota Ambon. Pengambilan limbah cair tahu bertempat di Rumah Produksi Tahu Waiheru Kota Ambon. Pembuatan *nata de soya* dan proses fermentasi dilaksanakan pada laboratorium FKIP Biologi Universitas Pattimura Ambon. Uji kadar flavonoid dilaksanakan pada laboratorium Kimia Dasar Universitas Pattimura Ambon dan uji organoleptik *nata de soya* dilaksanakan pada laboratorium FKIP Biologi Universitas Pattimura Ambon.

Penelitian dimulai dengan mengupas buah manggis kemudian diambil kulitnya. Kulit manggis dipotong kecil-kecil sebanyak 500 g kemudian diblender dan disaring untuk mendapatkan ekstrak. Ekstraksi kulit buah manggis menggunakan etanol 96% selanjutnya dievaporasi dan diencerkan menjadi 10 %, 20 %, 30 %, dan 40 %. Pembuatan Nata dari limbah cair tahu dengan menambahkan gula 100 g, asam asetat glasial 1 ml ZA *food grade* 4 g dan starter *Acetobacter xylinum* sebanyak 15 ml. Nata dibiarkan mengalami fermentasi selama 10 hari kemudian diberikan pewarnaan dari ekstrak kulit manggis dengan cara direbus selama 15 menit. Uji kadar flavonoid menggunakan metode spektrofotometri (Kainama, 2020) dan uji organoleptik (hedonik) menggunakan 15 orang panelis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian ekstrak kulit manggis dengan kadar 0%, 10 %, 20%, 30%, dan 40% pada *nata de soya*, menghasilkan kadar flavonoid dengan tingkatan yang berbeda. Kadar flavonoid dengan nilai eerata tertinggi pada pemberian ekstrak kulit buah manggis 40%, sedangkan rerata terendah pada pemberian ekstrak kulit buah manggis 10% (Tabel1).

Tabel 1. Kadar flavonoid *Nata de Soya* dengan pemberian ekstrak kulit manggis (%)

Eksrak Kulit Manggis	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
Kontrol	0.5840	0.5580	0.5457	1.6877	0.56
P1 (10%)	0.8798	0.8203	0.7876	2.4877	0.82
P2 (20%)	1.0433	1.0546	0.9288	3.0267	1.00
P3 (30%)	1.1957	1.3018	1.159	3.6565	1.21
P4 (40%)	1.37	1.3646	1.2743	4.0089	1.33
Total	4.4888	4.5413	4.1497	13.1798	4.39

Dengan demikian, semakin tinggi kadar ekstrak buah manggis, maka semakin tinggi juga kadar flavonoid pada *nata de soya*. Ekstrak alkohol kulit buah manggis mengandung flavonoid yang tinggi. Selain flavonoid juga ditemukan saponin dan tannin (Priyanti dkk, 2021). Flavonoid sangat berperan dalam sejumlah aktivitas biologi seperti antioksidan,

antibakteri, antiinflamasi, antidiabetes, dan imunostimulator (Qamarani & Aryani, 2023). Hasil analisis varian diperoleh F hitung sebesar 20,4021 sedangkan F tabel yaitu 4.0662 (taraf 0.05) dan 7.591 (taraf 0.01) sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit manggis berpengaruh sangat nyata terhadap kadar flavonoid *nata de soya* (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis Varian Kadar Flavonoid *Nata de Soya* dengan pemberian ekstrak kulit manggis

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
-Perlakuan	3	0,4546	0,1515	20,4021**	4,066	7,59
-Galat	8	0,0594	0,0074		2	1
Total	11	0,5141				

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 0,05 dan 0,01 menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kulit buah

manggis berbeda sangat nyata terhadap kadar flavonoid *nata de soya* (Tabel 3).

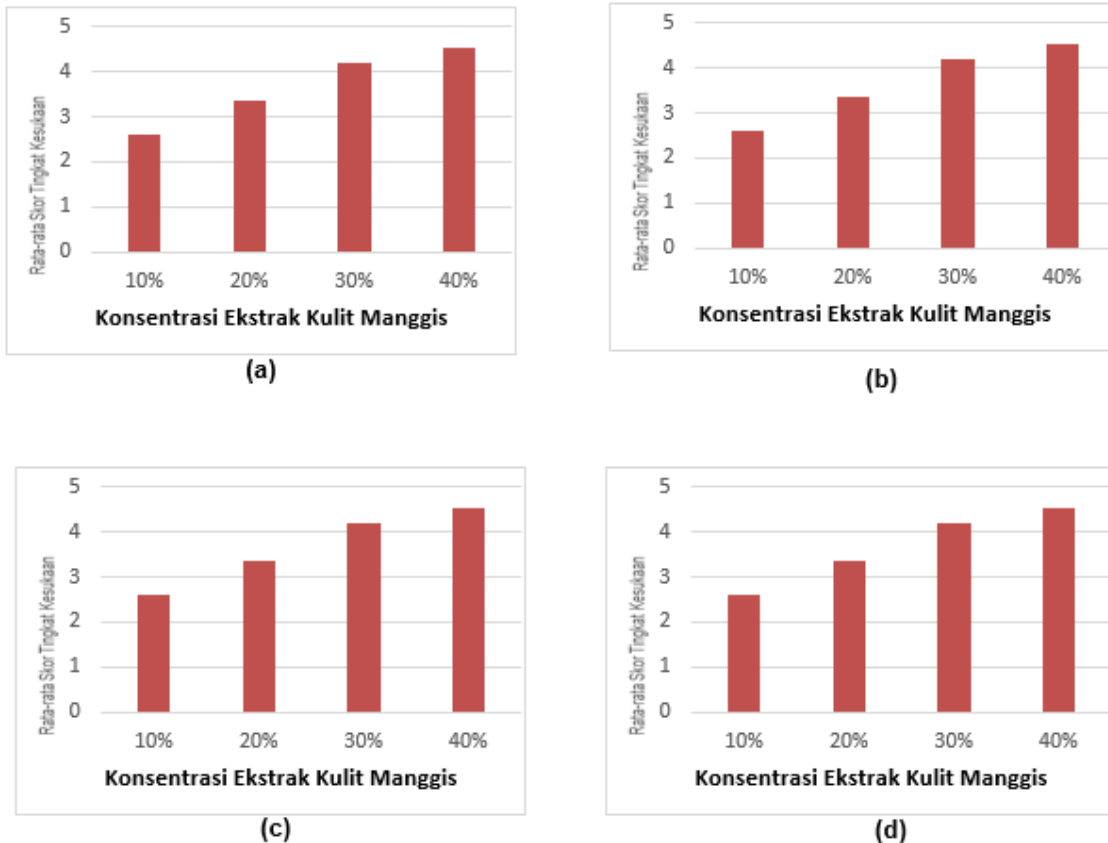
Tabel 3. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kadar Flavonoid *Nata de Soya* dengan pemberian ekstrak kulit manggis

Ekstrak Kulit Manggis	Rerata	Hasil Uji				
		BNT 0,05 = 0.0937		BNT 0,01 = 0.1363		
		K	P1	P2	P3	P4
Kontrol	0.5626	-				
P1 (10%)	0.8292	0.267**	-			
P2 (20%)	1.0084	0.4463**	0.1797**	-		
P3 (30%)	1.2188	0.6562**	0.3846**	0.2099**	-	
P4 (40%)	1.3363	0.7737**	0.5071**	0.3274**	0.1175**	-

Keterangan: * = Berbeda Nyata ** = Berbeda Sangat Nyata

Uji hedonik memperlihatkan bahwa warna dan aroma *nata de soya* dengan pemberian ekstrak kulit buah manggis 40% lebih disukai panelis, sedangkan

untuk indikator tekstur dan rasa panelis lebih menyukai ekstrak buah manggis 10% hingga 30% (Gambar 1).



Gambar 1. Histogram hasil uji organoleptik pemberian ekstrak kulit buah manggis untuk aspek warna (a), aroma (b), tekstur (c), dan rasa (d) pada *nata de soya*

Karakteristik warna dan aroma pada pemberian ekstrak kulit buah manggis 40% masing-masing adalah sangat merah serta aroma kuat dan tajam. Warna merah tersebut disebabkan adanya pigmen antosianin pada kulit buah manggis (Farida & Nisa, 2015). Warna ini dapat digunakan sebagai alternatif pewarna sintesis yang lebih aman bagi kesehatan (Asni dkk, 2020). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak menyebabkan warna produk lebih menarik dan lebih disukai oleh panelis (Sipahelut, 2023). Aroma kuat dan tajam lebih disukai panelis karena mencirikan karakteristik senyawa yang terdapat dalam kulit buah,

terutama senyawa yang bersifat volatil (Purwitasari dkk, 2019). Kulit buah mengandung minyak esensial atau atsiri yang bersifat volatile dan sering dimanfaatkan sebagai pemberi aroma (Rialita dkk, 2015).

Penambahan ekstrak kulit buah manggis 40% menghasilkan rasa *nata de soya* yang sangat pahit sehingga kurang disukai panelis. Rasa pahit tersebut disebabkan adanya senyawa *xanthone* dan tanin yang terkandung dalam kulit buah manggis (Riyadi dkk, 2020). *Xanthone*, tanin, antosianin dan asam folat merupakan senyawa polifenol yang berperan sebagai antioksidan dalam kulit

buah manggis (Susanti & Juliantoro, 2021). Xanthone merupakan senyawa antioksidan paking kuat dalam kulit buah manggis (Wijaya & Azti, 2021).

SIMPULAN

Konsentrasi ekstrak kulit manggis berpengaruh sangat nyata terhadap kadar flavonoid *nata de soya*. Kadar flavonoid tertinggi pada penambahan ekstrak kulit buah manggis 40%. Konsentrasi ini juga menghasilkan warna dan aroma *nata de soya* yang lebih disukai. Konsentrasi di bawah 40% menghasilkan tekstur dan rasa *nata de soya* yang lebih disukai oleh panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J. D. A. Z., Koch, N. M., Tahulending, A. A., Karamoy, Y., & Sumampouw, O. J. 2024. Efektivitas Berkumur Air Rebusan Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* Linn) Dalam Menurunkan Debris Indeks Pada Remaja. *Jurnal Ners*, 8(2): 1602-1606.
- Asni, H., Manurung, R., & Bonella, D. 2020. Aplikasi Pelarut Eutektik K₂CO₃-Gliserol pada Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* Linn.). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(2): 64-69.
- Farida, R., & Nisa, F. C. 2015. Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode *Microwave Assisted Extraction* (Lama Ekstraksi dan Rasio Bahan: Pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2): 362-373.
- Julianto, T., Pratjojo, W., & Sunarto, W. 2013. Uji Stabilitas Ekstrak Kulit Buah Manggis Sebagai Pewarna Alami *Nata De Cassava*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2): 125-130.
- Kainama, H., Fatmawati, S., Santoso, M., Papilaya, P. M., & Ersam, T. 2020. The Relationship of Free Radical Scavenging and Total Phenolic and Flavonoid Contents of *Garcinia Lasoar* PAM. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 53: 1151-1157.
- Lisnawati, N., Handayani, I. A., & Fajrianti, N. M. 2016. Analisa Flavonoid dari Ekstrak Etanol 96% Kulit Buah Okra Merah (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Secara Kromatografi Lapis Tipis dan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 1(1): 105-112.
- Pratama, I. A., Amalia, R., & Mario, A. 2024. *Nata de Coco* Production with Addition of Antocyanin from Mangosteen Peel Extract. *Journal of Vocational Studies on Applied Research*, 5(2): 62-67.
- Priyanti, P., Partuti, T., Amalina, N., Rahmiaty, D., Yanti, W., Nadyana, H., ... & Annisa, N. 2021. Ekstrak Etanol Kulit Manggis Sebagai *Maskergel Peel off* Berantioksidan. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 18(2): 62-67.
- Purwitasari, L., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. 2019. Perubahan Mutu Hedonik Minuman Rempah Seduhan Pertama dan Kedua. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2): 269-272.
- Qamarani, S., & Aryani, R. 2023. Potensi Senyawa Flavonoid sebagai Pengobatan Luka. *Jurnal Riset Farmasi*, 3(2): 69-74.
- Rialita, T., W. P. Rahayu, L. Nuraida & Nurtama, B. 2015. Aktivitas Antimikroba Minyak Esensial Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) dan Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* k. Schum) Terhadap Bakteri Patogen dan Perusak Pangan. *Agritech*. 35(1): 43-52.
- Riyadi, S., Wiranata, A., & Jaya, F. M. 2020. Penambahan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana*. L) dengan Komposisi Berbeda sebagai Pewarna Alami dalam Pengolahan Terasi Bubuk. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(1): 28-36.
- Sanjaya, M. R., Azimatarrusydi, R., & Aparamarta, H. W. 2024. Pra Desain Pabrik Ekstrak Kulit Manggis sebagai Obat Herbal dengan Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). *Jurnal Teknik ITS*, 13(2): F124-F129.
- Sipahelut, S. G. 2023. Potensi Kulit Buah Naga Sebagai Pewarna Alami untuk Meningkatkan Profil Sensoris Kue. *Saloi: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1): 35-42.

Susanti, M. M., & Juliantoro, B. T. 2021. Analisa Karakteristik Mutu Sabun Padat Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Berbahan Dasar Minyak Jelantah. *Jurnal Farmasi (Journal of Pharmacy)*, 10(2): 25-34.

Wijaya, J. F., & Azti, N. M. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Primer: Prima Medical Journal*, 4(1): 1-6.

PENGGUNAAN METODE PETA KONSEP DITAMBAH DENGAN MEDIA LEAFLET UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PEMBELAJARAN SISWA KELAS IX DI SMP NEGERI 1 KAMBERA

Redemta Oktaviani Ubini Pilu^{1*}, Yohana Makaborang², Yohana Ndjoeroemon³

Program Studi Pendidikan Biologi, fakultas keguruan dan ilmu pendidikan, Universitas Kristen Wira
Wacana Sumba

Corresponding author: redemtaoktaviani@gmail.com

Abstract

Background Education is the basis of national intelligence and one of the important needs for society, because education and humans are interrelated. Through education, humans can gain more knowledge and understanding of all aspects of life.

Methods: The type of research used in this research is classroom action research. This research was carried out at SMP Negeri 1 Kambera in class VIII A science subjects and this research was carried out in the odd semester of the 2023/2024 academic year and carried out according to the learning schedule in August 2024. The population in this research was all students in class VIII of SMP Negeri 1 Kambera in the odd semester of the 2023/2024 academic year and the sample in this research was all 32 students in class VIII D.

Results: In the pre-cycle, student learning results showed an average cognitive score of 71.25, with 75% of students not yet reaching the Minimum Completeness Criteria (KKM). The average student psychomotor score is 64.65, with 66% of students not meeting the KKM. In cycle I, after applying the mind mapping method and leaflet media, the students' average cognitive score increased to 80.31, with 69% of students meeting the KKM. Psychomotor learning outcomes in cycle I also increased, with an average of 77 and 66% of students reaching the KKM. In cycle II, the application of this method showed better results, with an average cognitive score of 91.2 and 84% of students meeting the KKM. Psychomotor scores in cycle II reached an average of 86.91, with 84% of students meeting the KKM.

Conclusion: The application of the mind mapping method equipped with leaflet media can improve student learning outcomes, both in the cognitive and psychomotor domains.

Keywords: *Mind Mapping, Leaflets, Learning Results.*

Abstrak

Latar Belakang: Pendidikan adalah dasar kecerdasan bangsa dan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat, karena pendidikan dan manusia saling berkaitan melalui pendidikan manusia dapat memperoleh lebih banyak pengetahuan dan pemahaman tentang semua aspek kehidupan.

Metode: Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas (*classroom action research*). Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Kambera pada mata pelajaran IPA kelas VIII A dan penelitian ini dilaksanakan pada semester Ganjil tahun ajaran 2023/2024 dan dilakukan sesuai jadwal pembelajaran pada bulan agustus 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VIII SMP Negeri 1 Kambera pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 Dan Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VIII D sebanyak 32 peserta didik.

Hasil: Pada pra-siklus, hasil belajar siswa menunjukkan rata-rata nilai kognitif sebesar 71,25, dengan 75% siswa belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Nilai psikomotorik siswa rata-rata 64,65, dengan 66% siswa tidak memenuhi KKM. Pada siklus I, setelah penerapan metode mind mapping dan media leaflet, nilai rata-rata kognitif siswa meningkat menjadi 80,31, dengan 69% siswa memenuhi KKM. Hasil belajar psikomotorik pada siklus I juga mengalami peningkatan, dengan rata-rata 77 dan 66% siswa mencapai KKM. Pada siklus II, penerapan metode tersebut menunjukkan hasil yang lebih baik, dengan rata-rata nilai kognitif 91,2 dan 84% siswa memenuhi KKM. Nilai psikomotorik pada siklus II mencapai rata-rata 86,91, dengan 84% siswa memenuhi KKM.

Kesimpulan: Penerapan metode mind mapping yang dilengkapi dengan media leaflet dapat meningkatkan hasil belajar siswa, baik dalam ranah kognitif, psikomotorik.

KataKunci: *Mind Mapping, Leaflet, Hasil Belajar.*

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah dasar kecerdasan bangsa dan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat, karena pendidikan dan manusia saling berkaitan melalui pendidikan manusia dapat memperoleh lebih banyak pengetahuan dan pemahaman tentang semua aspek kehidupan, dan melalui pendidikan juga manusia dapat mengembangkan potensi diri mereka sendiri untuk mencapai masa depan yang cerah dan cemerlang. Pendidikan merupakan kebutuhan setiap manusia, pendidikan berpengaruh terhadap perubahan perilaku manusia, secara khusus pendidikan merupakan proses pembelajaran yang didapat peserta didik dilingkungan sekolah (Permono et al., 2018: 257).

Pembelajaran adalah proses untuk mengatur dan mengkoordinasi seluruh lingkungan yang ada disekitar siswa sehingga dapat menumbuhkan dan mendorong siswa melakukan proses belajar, salah satu bahwa seseorang telah belajar sesuatu adalah adanya perubahan tingkah laku, perubahan tingkah laku tersebut menyangkut perubahan yang bersifat pengetahuan (kognitif), ketrampilan (psikomotor), maupun nilai dan sikap (afektif). Keberhasilan suatu tujuan pembelajaran yaitu dengan meningkatnya prestasi hasil belajar siswa, dimana hasil belajar ini merupakan tingkat puncak dari proses pembelajaran dan hasil belajar juga merupakan bukti yang didapatkan dari proses belajar. Untuk mengubah hasil belajar siswa tersebut, seorang guru harus memilih pengetahuan yang mendalam tentang materi-materi yang akan disampaikan serta mampu mengolah materi dan tepat dalam menggunakan metode pembelajaran yang aktif, inovatif, kreatif dan menyenangkan. Yang artinya dari proses belajar siswa diharapkan memperoleh prestasi yang baik sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan sebelum pembelajaran berlangsung jadi hasil belajar merupakan tolak ukur atau patokan yang menentukan tingkat keberhasilan siswa dalam mengetahui suatu materi pembelajaran (Prihatini, 2020:173).

Berdasarkan wawancara langsung dengan guru IPA di SMP N.1 Kambara di peroleh informasi bahwa sistem

pembelajaran pada mata pembelajaran IPA kelas VIII masih menggunakan metode ceramah, tanya jawab, siswa mencatat apa yang didiktekan oleh guru, siswa mengerjakan soal yang diberikan guru namun kurang menjawab dengan tepat. Sehingga menyebabkan siswa tidak aktif dalam proses pembelajaran, siswa kurang memperhatikan penjelasan dari guru banyak yang masih sibuk sendiri, banyak yang tidak menjawab saat guru menanyakan sesuai materi yang diajarkan oleh guru, selain itu saat mengerjakan tugas kelompok banyak yang tidak ikut berdiskusi untuk mengerjakan, sehingga berdampak pada hasil belajar peserta didik. Dan berdasarkan hasil kuisioner respon siswa masih banyak siswa yang tidak bertanya saat guru memberikan kesempatan bertanya, dan tidak memperhatikan guru saat guru menjelaskan materi yang disampaikan, dan saat kelompok lain masih banyak siswa yang tidak aktif dalam membantu kawan kelompok, dan tidak bertanya saat kelompok lain presentasi, hal tersebut dibuktikan dari penilaian ulangan tengah semester (UTS) peserta didik kelas VIII D yang rendah. Hasil belajar tersebut memiliki nilai rata-rata 70 artinya belum memenuhi standar KKM yang ditetapkan disekolah yaitu 73. Siswa yang nilainya mencapai ketuntasan 35% sedangkan siswa yang tidak mencapai ketuntasan KKM yaitu 65 %. Oleh karena itu untuk meningkatkan hasil belajar siswa diperlukan metode pembelajaran yang tepat.

Mengoptimalkan hasil belajar maka salah satu perlu menggunakan metode *mind mapping* dengan melibatkan pendektan keseluruhan otak, ketika manusia berkomunikasi dengan kata-kata otak pada saat yang sama harus mencari, memilah, merumuskan, merapikan, mengatur, menghubungkan dan menjadikannya campuran dan menjadikannya gagasan dengan kata-kata yang sudah mempunyai arti itu dapat

Metode *mind mapping* adalah cara termuda untuk menempatkan informasi kedalam otak dan mengambil informasi keluar dari otak, *mind mapping* adalah cara untuk mencatat kreatif, efektif dan memetakan pikiran-pikiran kita (Fadhilaturrahmi, 2017:114).

Dalam pelajaran mata pelajaran IPA kelas VIII guru hanya menggunakan media gambar, video, PPT, dan buku paket namun media-media tersebut belum mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik secara maksimal. Peserta didik cenderung bosan, jenuh dan belum memahami pelajaran IPA setelah menggunakan media tersebut. Didalam proses belajar berlangsung kurangnya pengembangan bahan ajar yang menarik hal ini membuat peserta didik kurangnya motivasi, kemampuan berfikir kritis, dan keaktifan dalam kelas dan kurang paham materi konsep dalam pembelajaran. Oleh karena itu untuk meningkatkan hasil belajar diperlukan media pembelajaran untuk mengaktifkan siswa dan tertarik dalam mengikuti pembelajaran, salah satu media yang dapat menarik perhatian siswa dengan hasil belajar meningkat adalah media *leaflet*. Media *leaflet* adalah bahan cetak tertulis berupa lembaran yang dilipat tetapi tidak dimatikan atau dijahit yang didalamnya berisi materi-materi yang telah dicantumkan, dan dapat digunakan untuk menyampaikan semua jenis materi yang perlu dipelajari oleh peserta didik, dimana didalamnya terdiri dari tulisan (teks) dan gambar

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas (*class- room action research*). Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Kambera pada mata pelajaran IPA kelas VIII A dan penelitian ini dilaksanakan pada semester Ganjil tahun ajaran 2023/2024 dan dilakukan sesuai jadwal pembelajaran pada bulan agustus 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VIII SMP Negeri 1 Kambera pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 Dan Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VIII D sebanyak 32 peserta

didik. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes hasil belajar dalam bentuk pilihan ganda lembar kerja Peserta Didik yang digunakan untuk menilai aspek kognitif dan psikomotorik siswa, prosedur penelitian ini menggunakan model penelitian tindakan kelas (PTK) yang dikembangkan oleh Kemmis dan Mc Taggart. Model PTK Kemmis dan Mc Taggart mempunyai empat komponen yang membentuk satu siklus. Empat komponen tersebut adalah perencanaan (*planning*), aksi/tindakan (*acting*), observasi (*observing*), dan refleksi (*refleting*). (Susilowati, 2018:18)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti pada tanggal 24 Agustus 2024 pada kelas IX D yang bertempat di SMP Negeri 1 Kambera diperoleh hasil penelitian sebagai berikut: Objek dalam penelitian 32 orang siswa yang terdiri dari 15 orang laki-laki dan 17 orang perempuan. Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga kali pertemuan, pra siklus, siklus I, dan siklus II. Pada setiap siklus dilakukan posttest pada akhir pembelajaran untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa

Tabel 1. Hasil penilaian kognitif setiap kegiatan

Kegiatan	Aspek Kognitif				
	Predikat				
	Nilai Rata - Rata	Jumlah Siswa Tuntas	%	Jumlah Siswa Tidak Tuntas	%
Pra Siklus	71,25	8	25%	24	75%
Siklus 1	80,31	22	69%	10	31%
Siklus 2	91,25	27	84%	5	16%

Tabel 2. Hasil Penilaian Aspek Psikomotorik

Kegiatan	Aspek Psikomotorik				
	Predikat				
	Nilai Rata - rata	Jumlah siswa tuntas	%	Jumlah siswa tidak tuntas	%

	s				
Pra Siklus	64,65	11	34%	21	66%
Siklus 1	77,73	21	66%	11	34%
Siklus 2	86,91	27	84%	5	16%

1. Pra siklus

Berdasarkan Hasil analisis data hasil belajar kognitif siswa pada pra-siklus menunjukkan bahwa rata-rata nilai siswa hanya mencapai 71,25. Dari 32 siswa yang mengikuti pembelajaran, sebanyak 24 siswa (75%) belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sebesar 75. Hanya 8 siswa (25%) yang berhasil mencapai KKM. Hal ini mengindikasikan bahwa pemahaman siswa terhadap materi pembelahan sel mitosis dan meiosis masih tergolong rendah sebelum diterapkannya metode metode Mind mapping.

Berdasarkan nilai rata-rata psikomotorik pada pra siklus yaitu 64, terdapat siswa yang tidak mencapai KKM yaitu 21 siswa dengan persentase 66% sedangkan yang mencapai hanya berjumlah 4 orang siswa dengan presentase 34%. Berdasarkan pengamatan proses pembelajaran pra siklus belum membuahkan hasil yang positif. Dengan demikian terlihat masih banyak siswa yang tidak berpartisipasi secara penuh dalam pembelajaran dan masih ada siswa yang tidak serius mengikuti proses pembelajaran berlangsung. Agar mendapatkan hasil yang memuaskan, peneliti akan melanjutkan dengan siklus I

2. Siklus I

Sesui tujuan pembelajaran siswa yang memanfaatkan metode mind mapping berbantuan media leafleat pada sub bab menjelaskan fungsi organ reproduksi pada manusia dan siklus menstruasi dan fungsi organ yang berfungsi pada siklus menstruasi tercantum pada tabel 4.3 pada nilai rata post test siklus 1 yaitu 80.31, berdasarkan statistik terdapat 10 siswa (31%) yang tidak memenuhi KKM sedangkan 22 siswa (69) memenuhi KKM.

Hasil belajar ranah psikomotorik siswa pada siklus 1 terdapat nilai rata-rata yaitu 77 dari 32 orang siswa yang

memenuhi standar KKM 21 orang siswa dengan presentase 66% sedangkan siswa yang tidak memenuhi standar KKM 11 orang dengan presentase 34% dikategorikan tinggi pada siklus 1.

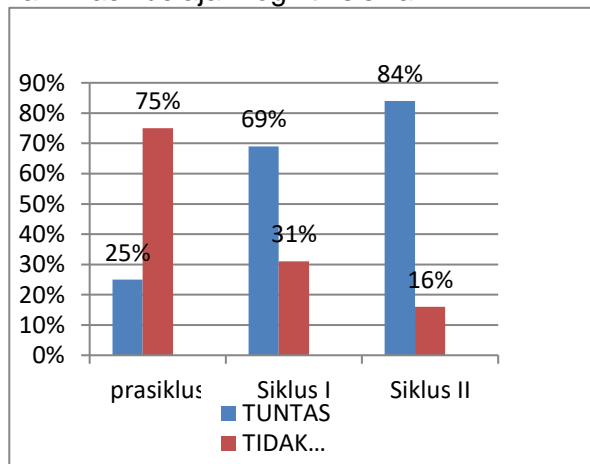
3. Siklus II

Setelah penerapan metode mind mapping berbantuan media leafleat pada materi pokok macam-macam penyakit pada sistem reproduksi dan cara pencegahan penyakit pada sistem reproduksi pada manusia, maka dapat dilihat berdasarkan hasil belajar peserta didik nilai rata-rata siklus II yaitu 91.2, berdasarkan statistik terdapat 5 siswa (16%) yang tidak memenuhi standar KKM dan terdapat 27 siswa(84%) Siswa yang memenuhi standar KKM.

Hasil belajar psikomotorik siswa pada siklus II terdapat nilai rata-rata yaitu 86.91 dari 32 siswa terdapat 5 orang (16%) yang tidak memenuhi standar KKM, sedangkan 27 siswa (84%) yang memenuhi standar KKM, dari hasil belajar psikomotor pada siklus II tergolong tinggi.

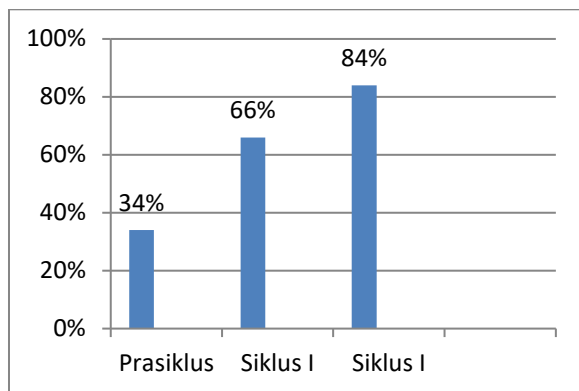
Perbandingan hasil belajar siswa

a. Hasil belajar kognitif siswa



Gambar 1. hasil belajar kognitif siswa

b. Hasil belajar psikomotorik siswa



Gambar 2. Hasil belajar psikomotorik siswa

Analisis data menunjukkan peningkatan yang signifikan pada hasil belajar siswa pada siklus II, dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada tahap pra-siklus dan siklus I. Peningkatan ini sejalan dengan pengamatan peneliti terhadap peningkatan aktivitas dan semangat belajar siswa yang semakin terlihat jelas. Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran yang dilakukan telah berhasil menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif dan memotivasi siswa untuk lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Perubahan yang terjadi pada nilai rata-rata hasil belajar IPA pada siklus II mencerminkan efektivitas strategi pembelajaran yang diterapkan. Peningkatan nilai ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu menyerap materi pelajaran dengan lebih baik dan mengalami perkembangan yang berarti dalam kemampuan kognitifnya, adapun nilai rata-rata kognitif 91,25 dalam hal ini terdapat 27 dengan presentase 84% sedangkan siswa yang tidak mencapai ketuntasan 5 orang siswa dengan presentase 16%, sedangkan nilai rata-rata psikomotor 86,91 sedangkan yang mencapai KKM 27 orang siswa dengan presentase 84% dan tidak mencapai ketuntasan 5 orang siswa dengan presentase 16%. Hasil belajar pada siklus kedua mencapai target sehingga penerapan metode Mind mapping berbantuan media leaflet telah berhasil diterapkan dalam proses pembelajaran IPA dikelas IX D SMP Negeri 1 Kampera. Analisis perbandingan hasil belajar siswa pada Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan peningkatan yang

signifikan. Pada ranah kognitif, persentase siswa yang tuntas meningkat dari 25% pada pra siklus menjadi 69% pada siklus I, dan mencapai 84% pada siklus II. Sementara itu, pada ranah psikomotorik, terjadi peningkatan dari 34% siswa yang dikategorikan kurang pada pra siklus menjadi 66% dengan kategori baik pada siklus I, dan mencapai 84% dengan kategori sangat baik pada siklus II.

Analisis terhadap Gambar 2 dan ambar 2 menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada hasil belajar kognitif siswa dalam mata pelajaran IPA setelah diterapkannya serangkaian tindakan pembelajaran. Terbukti, nilai rata-rata hasil belajar siswa mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari pra-siklus ke siklus II. Pada tahap awal penelitian (pra-siklus), nilai rata-rata hasil belajar kognitif siswa hanya mencapai 71,25, dengan jumlah siswa yang tuntas belajar (mencapai KKM 75) relatif rendah, yakni hanya 8 orang dari 32 siswa. Hal ini mengindikasikan adanya sejumlah kendala dalam pemahaman konsep IPA di kalangan siswa.

Namun, setelah dilakukan intervensi pembelajaran pada siklus I, terjadi peningkatan yang cukup berarti. Nilai rata-rata hasil belajar kognitif meningkat menjadi 80,75, dan persentase siswa yang tuntas belajar juga mengalami peningkatan menjadi 69%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa tindakan pembelajaran yang diterapkan pada siklus I telah memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep siswa.

Puncak peningkatan terjadi pada siklus II, di mana nilai rata-rata hasil belajar kognitif siswa mencapai angka tertinggi yaitu 91,25. Persentase siswa yang tuntas belajar juga meningkat secara signifikan menjadi 84%, bahkan dapat dikategorikan sebagai sangat baik. Hasil yang sangat memuaskan ini mengindikasikan bahwa serangkaian tindakan pembelajaran yang dilakukan secara berkelanjutan telah berhasil mengatasi kendala-kendala yang dihadapi siswa pada tahap awal dan mendorong mereka untuk mencapai pemahaman yang lebih dalam terhadap materi IPA. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode pembelajaran yang tepat dan inovatif telah memberikan kontribusi yang sangat besar dalam meningkatkan kualitas hasil belajar

siswa pada mata pelajaran IPA. Peningkatan yang signifikan ini tidak hanya tercermin dari nilai rata-rata yang semakin tinggi, tetapi juga dari meningkatnya jumlah siswa yang berhasil mencapai KKM. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu menguasai konsep-konsep IPA dengan baik dan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Berdasarkan hasil analisis data pada Gambar 2 terlihat dengan jelas bahwa capaian hasil belajar psikomotor siswa pada pra siklus masih berada di bawah standar yang diharapkan. Persentase ketuntasan yang hanya mencapai 34% mengindikasikan bahwa mayoritas siswa belum mampu menunjukkan kemampuan mandiri, berpikir kritis, dan gotong royong secara optimal dalam proses pembelajaran. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara kompetensi yang diharapkan dengan kompetensi yang dimiliki siswa.

Namun, melalui penerapan metode mind mapping yang dipadukan dengan media leaflet, terjadi peningkatan yang signifikan pada hasil belajar siswa. Pada siklus I, persentase ketuntasan meningkat menjadi 66%, menunjukkan adanya perbaikan yang cukup berarti dalam kemampuan siswa. Peningkatan ini semakin menguat pada siklus II, di mana persentase ketuntasan mencapai 84% dan dikategorikan sebagai sangat baik. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan metode mind mapping berbantuan media leaflet telah berhasil mengatasi permasalahan yang ditemukan pada pra siklus. Metode pembelajaran ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam mencapai indikator-indikator pembelajaran yang telah ditetapkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode ini telah memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran dan hasil belajar siswa kelas IX SMP Negeri 1 Kambara. Peningkatan yang signifikan ini menunjukkan bahwa metode mind mapping berbantuan media leaflet memiliki potensi yang besar untuk diterapkan dalam pembelajaran mata pelajaran lain dan jenjang pendidikan yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan

agar guru-guru di SMP Negeri 1 Kambara dapat terus mengembangkan dan menerapkan metode pembelajaran yang inovatif seperti mind mapping untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang positif, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih besar dan rentang waktu yang lebih lama untuk menggeneralisasi hasil penelitian ini.

SIMPULAN

Hasil belajar kognitif meningkat sesuai dengan standar ketuntasan. Sedangkan nilai rata-rata psikomotor yaitu 86 dari 32 orang siswa yang memenuhi standar KKM 27 orang siswa dengan persentase 84% sedangkan siswa yang tidak memenuhi standar KKM 5 orang siswa dengan persentase 16% dari hasil belajar afektif pada siklus II dikategorikan sangat tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani.F. (2020). Upaya Penerapan Teknik Mind Mapping Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Ekologi Siswa Kelas X Ipa 3 Man 2 Kota Cilegon. *Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 2(July), 1–23.
- Fadhilaturrehmi, F. (2017). Penerapan Metode Mind Mapping Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Semester Iia Pgsd. *Jurnal Cendikia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 112–121. <https://J-Cup.Org/Index.Php/Cendekia/Article/View/13>
- Permono, E., Wasitohadi, W., & Sri Rahayu, T. (2018). Upaya Peningkatan Minat Belajar Matematika Dengan Metode Pendidikan Matematika Realistik (Pmr) Siswa Kelas 4 Sd N 1 Wonodoyo. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 1(1), 257. <https://Doi.Org/10.31764/Pendekar.V1i1.368>
- Prihatini, E. (2020). Pengaruh Metode Pembelajaran Dan Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar Ipa. *Jurnal Formatif*, 1(2), 152. <https://Doi.Org/10.24853/Instruksional.1.2.152-158>
- Susilowati, D. (2018). *Edunomika – Vol. 02,*

No. 01 (Pebruari 2018) Penelitian Tindakan Kelas (Ptk) Solusi Alternatif Problematika Pembelajaran Dwi Susilowati. *Edunomika*, 02(01), 36–46.

ANALISIS VEGETASI JENIS POHON PANTAI DI NEGERI HATU

Muhammad Syahrul^{1*}, Ine Arini², Marike Muskitta³

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pattimura, Ambon

Corresponding author : muhammad.syahrul@lecturer.unpatti.ac.id

Abstract

Background: The coastline of Negeri Hatu in Central Maluku Regency harbors a diverse tree vegetation ecosystem that plays a critical role in maintaining environmental stability and mitigating coastal erosion. This study aims to analyze the structure and composition of tree vegetation in the Negeri Hatu beach area.

Methods: The research employed the quadrat transect method with purposive sampling to observe diversity, density, dominance, and evenness of vegetation.

Results: The results showed the presence of 7 tree species from 7 different families, with a Shannon-Wiener diversity index (H') value of 3.071, indicating moderate species diversity. Coconut trees (*Cocos nucifera*) had the highest Importance Value Index (IVI) at 36.39%, signifying their significant ecological role in maintaining the stability of the coastal ecosystem. Species distribution was relatively even, with low dominance levels.

Conclusion: The study concludes that conserving coastal vegetation is crucial for maintaining the balance of coastal ecosystems and mitigating environmental impacts.

Keywords: Coastal Vegetation, Tree Diversity, Coastal Ecosystem, Negeri Hatu Beach

Abstrak

Latar Belakang: Pantai Negeri Hatu di Kabupaten Maluku Tengah memiliki ekosistem pesisir yang kaya akan keanekaragaman vegetasi pohon, yang penting untuk menjaga kestabilan lingkungan dan mengurangi dampak abrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dan komposisi vegetasi pohon di kawasan pantai Negeri Hatu.

Metode: Penelitian dilakukan menggunakan metode transek kuadrat dengan teknik purposive sampling untuk mengamati keanekaragaman, kerapatan, dominansi, dan pemerataan vegetasi.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan terdapat 7 spesies pohon dari 7 famili berbeda, dengan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 3,071, yang mengindikasikan tingkat keanekaragaman sedang. Pohon kelapa (*Cocos nucifera*) memiliki Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi sebesar 36,39%, menandakan peran ekologis yang signifikan dalam menjaga kestabilan ekosistem pesisir. Distribusi spesies relatif merata, dengan tingkat dominansi yang rendah.

Kesimpulan: Kesimpulan dari penelitian ini menekankan pentingnya konservasi vegetasi pantai untuk menjaga keseimbangan ekosistem pesisir dan perannya dalam mitigasi dampak lingkungan.

Kata Kunci: Vegetasi Pantai, Keanekaragaman Pohon, Ekosistem Pesisir, Pantai Negeri Hatu

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang dikenal memiliki tingkat biodiversity yang tinggi dengan potensi kekayaan alam yang melimpah didukung oleh wilayah yang luas dengan banyak kepulauan dan berada di daerah tropis (Samin et al., 2016). Pantai Negeri Hatu di Kabupaten Maluku tengah, khususnya di Desa Hatu, Kecamatan Leihitu Barat, memiliki karakteristik geografis yang menarik. Terletak di pesisir barat Pulau Ambon, pantai ini berada dalam wilayah yang topografinya bervariasi, mulai dari dataran rendah pesisir hingga perbukitan di bagian pedalaman. Daerah ini terkenal dengan pemandangan laut yang indah, pantai berpasir putih, serta perairan yang jernih.

Secara geografis, Desa Hatu memiliki iklim tropis dengan curah hujan tinggi, yang dipengaruhi oleh angin musim yang bergantian antara musim hujan dan kemarau. Kawasan pesisir Leihitu Barat juga sering dipengaruhi oleh gelombang laut dari Laut Banda, yang dapat menyebabkan abrasi pada beberapa titik pantai. Meskipun demikian, vegetasi pantai seperti bakau dan pohon kelapa yang tumbuh di sekitar garis pantai membantu menahan laju erosi dan melindungi daratan. Ekosistem Wilayah pesisir terdiri dari terumbu karang, hutan bakau, pantai dan pasir, estuari, lamun yang merupakan pelindung alam dari erosi, banjir dan badai serta dapat berperan dalam mengurangi dampak polusi dari daratan ke laut. Disamping itu wilayah pesisir juga menyediakan berbagai jasa lingkungan dan sebagai tempat tinggal manusia, dan untuk sarana transportasi, tempat berlibur atau rekreasi (Dahuri et al., 2001).

Kemiskinan penduduk dan ketidakpastian hidup menyebabkan kacaunya pola pemanfaatan sumber daya alam tersebut. Pola konsumsi yang tinggi terhadap sumber daya alam akan mengakibatkan kegagalan kebijakan pengelolaan sumber daya alam akibat

kegiatan ekonomi yang dapat merusak lingkungan (Fauzi, 2005). Kondisi tersebut secara langsung akan mempengaruhi pepohonan yang ada disekitar wilayah pantai, warga akan cenderung hanya mempertahankan pohon-pohon yang dijadikan komoditas penunjang ekonomi atau kebutuhan makan mereka sehari-hari.

MATERI DAN METODE

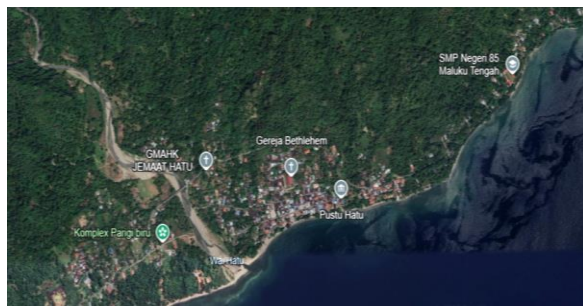
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali rafia, patok untuk tanda pembatas setiap contoh, pena, kamera digital, GPS, buku identifikasi, kertas label dan lembaran data.

Penentuan lokasi dilakukan dengan purposive sampling, yakni didasarkan pada keterwakilan lokasi pantai, kemudahan akses, dan sebaran vegetasi tumbuhan pada titik tersebut lebih beragam. Metode yang digunakan yaitu metode transek dengan teknik kuadran. Pengumpulan data tumbuhan dengan menyusuri lokasi wilayah pantai Negeri Hatu dan mengamati semua jenis-jenis pohon yang ada disertai pemotretan dengan menggunakan kamera digital. Transek dibuat dengan posisi vertikal dimana panjang garis transek tegak lurus pada pinggir pantai hingga kearah daratan yang masih terdapat vegetasi kemudian peletakkan plot dilakukan secara sistematis sampling sebanyak 1 plot. dimulai dari pinggir pantai yang terdapat vegetasi diatas garis pasang surut kearah darat dengan meletakkan tiga jalur transek yang paralel satu sama lain dengan jarak antara transek ± 5 m. Pengukuran panjang transek ditentukan dari tingkat yang disesuaikan dengan ketebalan vegetasi yang ada.

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan pantai Negeri Hatu, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah, Maluku pada tanggal 4 November sampai dengan 25 November 2024 dari tahap observasi hingga pengumpulan data dan

analisis.



Gambar 1. Hatu, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah, Maluku

Analisis data

Analisis data menggunakan Indeks Shannon-Wiener (juga dikenal sebagai Indeks Shannon-Weaver) adalah metode yang digunakan untuk mengukur keanekaragaman dalam suatu populasi atau kumpulan data. Indeks ini menggabungkan konsep dari teori informasi Shannon dengan pendekatan statistik untuk memahami distribusi elemen dalam data.

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

$$pi = ni/N$$

Keterangan :

H' = Nilai indeks keanekaragaman

N = Jumlah individu seluruh jenis

ni = Jumlah individu jenis ke-i

ln = Logaritma natural

s = Jumlah jenis dalam komunitas

Besarnya indeks keanekaragaman

jenis (H') menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut : nilai H' < 2,0 termasuk dalam kategori rendah, nilai 2 ≤ H' ≤ 3 termasuk dalam kategori sedang, dan dalam kategori tinggi jika H' > 3.

Indeks Shannon-Wiener sering digunakan di ekologi untuk mengukur keanekaragaman spesies, tetapi juga bisa diterapkan di bidang lain seperti ekonomi, kesehatan, atau analisis sosial.

1. Indeks Keragaman Jenis Pohon

Indeks keanekaragaman jenis vegetasi dihitung dengan menggunakan Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Pi = ni/N

ni : Jumlah individu jenis ke-i

N : Jumlah total individu seluruh jenis

2. Dominansi

Dominansi adalah luas bidang dasar pohon atau luas penutupan tajuk setiap spesies yang dijumpai dalam plot.

Dominansi dapat diukur dengan rumus :

$$D = \frac{\text{total luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{luas plot}}$$

3. Indeks Kerapatan Jenis Pohon

Kerapatan adalah jumlah individu setiap spesies yang dijumpai dalam petak. Kerapatan masing-masing spesies tumbuhan dihitung menggunakan rumus kerapatan mutlak (KM) dan kerapatan relatif (KR) :

$$KM = \frac{\text{total Individu Suatu Spesies}}{\text{luas plot sampling}}$$

$$KR = \frac{\text{kerapatan mutlak}}{\text{total kerapatan mutlak}} \times 100\%$$

4. Indeks Kemerataan Jenis Pohon

Indeks kemerataan Evenness (E) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Kent, 2012) :

$$E = \frac{H'}{\ln s}$$

Keterangan:

E : Indeks Kemerataan Evenness

H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

S : Jumlah spesies

Untuk mengetahui tingkat pemerataan suatu jenis dalam suatu komunitas digunakan nilai E sebagai berikut: $E = 0 < 0,3$ tingkat pemerataan jenis tergolong rendah; $E = 0,3 < 0,6$ tingkat pemerataan jenis tergolong sedang; $E = > 0,6$ tingkat pemerataan jenis tergolong tinggi (Mawazin dan Subiakto, 2013).

5. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting ini menunjukkan spesies yang mendominasi di lokasi penelitian. Untuk menghitung Indeks Nilai Penting digunakan rumus :

INP = Kerapatan Relatif (%) + Frekuensi Relatif (%) + Dominansi Relatif (%) (Fachrul, , 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan di kawasan Negeri Hatu, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah, ditemukan strata pohon sebanyak 7 spesies yang berasal dari famili yaitu Araceae, Anacardiaceae, Combretaceae, Fabaceae, Malvaceae, Calophyllaceae dan Moraceae.

Tabel 1. Keragaman jumlah spesies yang ditemukan

Nama Tumbuhan	Jumlah spesies	Nama Ilmiah	Nama Famili
Pohon Kelapa	6	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Arecaceae</i>
Pohon Mangga	2	<i>Mangifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>
Pohon Ketapang	2	<i>Terminalia catappa</i>	<i>combretaceae</i>
Pohon Gayang	3	<i>Inocarpus fagifer</i>	<i>Fabaceae</i>
Pohon waru/ baru	4	<i>Dipteryx alata</i>	<i>Malvaceae</i>
Pohon Bentangor	5	<i>Calophyllum</i>	<i>Calophyllaceae</i>
Pohon Sukun	2	<i>Artocarpus</i>	<i>Moraceae</i>

1. Keragaman Jenis Pohon

Bentuk dari suatu vegetasi tumbuhan biasanya bervariasi dan memiliki jumlah yang banyak karena hidup

berkoloni/berkelompok sehingga memiliki nilai kepentingan dan keanekaragaman.

Tabel 2. Tabel Analisis Indeks Keragaman Jenis Pohon di Pantai Negeri Hatu

Spesies	frekuensi	Pi	ln(pi)	Pi ln(pi)
Pohon Kelapa	6	0,034	-1,386	-0,047
Pohon Ketapang	2	-0,206	-2,488	0,512
Pohon Mangga	2	-0,206	-2,488	0,512
Pohon Gayang	3	-0,259	-2,079	0,538
Pohon Bentangor	4	-0,297	-1,795	0,533
Pohon baru/waru	5	-0,326	-1,570	0,511
Pohon Sukun	2	-0,206	-2,488	0,512
Total	24		H'	3,071

Tabel 2 menunjukkan bahwa tingkat keragaman pada lokasi penelitian diperoleh nilai $H' = 3,071$, komunitas yang dianalisis memiliki keragaman yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa spesies pohon di dalam komunitas tersebut relatif sedang cenderung banyak, dan distribusinya relatif merata, tanpa adanya dominasi yang signifikan oleh satu spesies pohon tertentu.

Hal ini sesuai dengan ketetapan indeks keanekaragaman Shannon - Wiener yang menyatakan bahwa jika nilai $H' = 1-3$ maka komunitas tersebut dengan indeks keanekaragaman populasi tergolong sedang, dikarenakan sedikitnya jumlah individu dan jumlah jenis yang ditemukan pada lokasi penelitian. Keanekaragaman jenis sedang juga dipengaruhi oleh hubungan interaksi antara spesies dengan komunitas yang sedang dan kemampuan untuk menjaga kestabilan komunitas yang masih tergolong sedang.

Berdasarkan pada hasil tabel 3 diatas menunjukkan bahwa dominasi pada pohon sukun merupakan yang tertinggi yaitu 0,15, sehingga dapat disimpulkan bahwa spesies dalam komunitas tersebut memiliki dominasi yang rendah. Artinya, tidak ada satu spesies yang mendominasi secara signifikan dalam komunitas tersebut. Distribusi individu antar spesies cenderung merata, yang biasanya mencerminkan ekosistem yang lebih seimbang.

Nilai dominansi biasanya berkisar antara 0 hingga 1, di mana 0 berarti tidak ada dominansi sama sekali (distribusi individu sangat merata). 1 berarti dominansi penuh oleh satu spesies. 0,15 menunjukkan bahwa spesies dalam komunitas ini saling berbagi ruang dan sumber daya dengan relatif baik.

2. Dominansi Jenis Pohon

Tabel 3. Indeks Dominansi Jenis Pohon

Spesies	Dominansi	Dominansi relatif
Pohon Kelapa	0,09 m	11,39%
Pohon Ketapang	0,11 m	13,92%
Pohon Mangga	0,13 m	16,46%
Pohon Sukun	0,15 m	18,99%
Pohon baru/waru	0,07 m	8,86%
Pohon gayang	0,1 m	12,66%
Pohon Betagor	0,14 m	17,72%

3. Kerapatan Jenis Pohon

Tabel 4. Indeks Kerapatan Pohon di Pantai Negeri hatu

Speesies	Kerapatan Mutlak (km)	Kerapatan Relatif (kr)
Pohon kelapa	0,06	25,00%
Pohon gayang	0,03	12,50%
Pohon ketapang	0,02	8,33%
Pohon sukun	0,02	8,33%
Pohon baru/waru	0,05	20,83%
Pohon magga	0,02	8,33%
Pohon bentangor	0,04	16,67%

Adapun nilai kerapatan mutlak dan kerapatan reatif jenis pohon di pantai Negeri hatu, kabupaten Maluku Tengah dapat dilihat pada tabel 4. Total Nilai kerapatan seluruh spesies pohon di pantai Negeri

Hatu adalah 0,24. Ini menunjukkan tingkat kepadatan pohon di wilayah tersebut relatif rendah, meskipun pohon kelapa memiliki kerapatan tertinggi (0,06), total kerapatan yang relatif rendah menunjukkan bahwa wilayah tersebut mungkin tidak terlalu padat dengan pohon secara keseluruhan

Berdasarkan hasil yang di dapatkan dari tabel 4. Menunjukkan bahwa nilai kerapatan mutlak pohon yang dilihat dari nilai kerapatan mutlak tertinggi adalah pohon kelapa (*Cocos nucifera*) yaitu sebesar 0,06. Sedangkan pohon yang memiliki nilai kerapatan mutlak terendah adalah *Mangifera indica*, *Terminalia catapa*, dan *Artocarpus sp*, dengan nilai kerapatan yaitu 0,02. Kerapatan relatif tinggi pada tanaman pohon kelapa 25,00% karena pada lokasi penelitian jumlah individu di temukan sebanyak 6 pohon yang memiliki tingkat adaptasi di lingkungan juga terbilang besar dan kemampuan untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Sedangkan nilai kerapatan yang rendah pada *Mangifera indica*, *Terminalia catapa*, dan *Artocarpus sp* adalah 8.33% di karenakan hanya di temukan 2 individu pada lokasi penelitian yang disebabkan tingkat adaptasi di lingkungan tersebut sangat sedikit.

4. Kemerataan Jenis Pohon

Indeks kemerataan jenis ialah komposisi tiap individu pada suatu spesies yang terdapat pada suatu komunitas (Anjani et al., 2022). Apabila setiap jenis memiliki jumlah individu yang sama, maka komunitas tersebut mempunyai nilai evenness maksimum. Sebaliknya, jika nilai kemerataan kecil, maka dalam komunitas tersebut terdapat jenis dominan, sub-dominan dan jenis yang terdominasi. Apabila pada suatu area terdapat banyak spesies yang melimpah, maka nilai indeks kemerataannya akan tinggi begitupun sebaliknya (Hanafi et al., 2021).

Tabel 5. Indeks Kemerataan Pohon di Pantai Negeri hatu.

Spesies	Indeks kemerataan(E)
Pohon kelapa	0,51
Pohon mangga	1,54
Pohon ketapang	1,54
Pohon gayang	1,02
Pohon waru/baru	0,77
Pohon bintangor	0,61
Pohon sukun	1,54

Nilai indeks kemerataan jenis yang dipakai adalah dengan ketetapan kriteria indeks kemerataan seperti berikut ini:

$E = 0 < 0,3$: tingkat kemerataan jenis tergolong rendah;

$E = 0,3 - 0,6$: tingkat kemerataan jenis tergolong sedang; dan

$E = > 0,6$: tingkat kemerataan jenis tergolong tinggi

(Mawazin & Subiakto, 2013).

Perbandingan indeks kemerataan pohon pada wilayah Pantai Negeri Hatu pada spesies yang tertinggi yakni pohon mangga, pohon ketapang, dan pohon sukun dengan nilai indeks yang sama yaitu 1,54. Sedangkan nilai indeks terendah adalah pohon kelapa dengan nilai indeks 0,51. Kemerataan pada tingkat pohon pada wilayah Pantai Negeri Hatu tidak stabil, hal ini dipengaruhi oleh keberadaan pohon kelapa yang jumlah spesiesnya signifikan terhadap beberapa spesies yang ada. Hal ini dapat terjadi karena kelapa menjadi salah satu komoditas yang masih sangat dibutuhkan oleh warga sekitar.

Secara keseluruhan terjadi penurunan keanekaragaman tumbuhan pada suatu waktu, dikarenakan masing-masing vegetasi membutuhkan waktu berbeda-beda dalam menyelesaikan masa hidupnya dan perubahan komunitas

tumbuhan terjadi bersamaan dengan perubahan tempat tumbuh dan dipengaruhi oleh faktor-faktor ekologi (Baderan et al., 2021).

Hal ini memberikan gambaran bahwa sebaran spesies pada tingkatan pohon hampir seimbang. Terbukti bahwa saat penelitian, spesies dengan tingkatan pancang dan pohon hampir dijumpai.

5. Indeks Nilai Penting (INP)

Bentuk dari suatu vegetasi tumbuhan biasanya bervariasi dan memiliki jumlah yang banyak karena hidup berkoloni/berkelompok sehingga memiliki nilai kepentingan dan keanekaragaman. Spesies pohon yang memiliki Indeks nilai penting yang lebih juga dikarenakan spesies tumbuhan tersebut cukup mendominasi dan menyebabkan nilai dominansinya tinggi (Hidayat, 2018).

Tabel 6. Indeks Kemerataan Pohon di Pantai Negeri hatu.

Speesies	DM	KR	FR	INP
Pohon kelapa	11,39%	25,00%	-	36,39%
Pohon gayang	13,92%	12,50%	-	24,42%
Pohon ketapang	16,46%	8,33%	-	24,79%
Pohon sukun	18,99%	8,33%	-	27,32%
Pohon baru/waru	8,86%	20,83%	-	29,69%
Pohon magga	12,66%	8,33%	-	20,99%
Pohon bentangor	17,72%	16,67%	-	34,39%

Vegetasi tingkat pohon berdasarkan analisis vegetasi pada wilayah Pantai Negeri Hatu pada tabel 5 ditemukan 24 pohon dengan INP tertinggi yaitu 36,39% pada *Cocos nucifera* dimana tumbuhan ini masuk dalam kategori famili *Aracaceae*, dengan indeks nilai penting

tersebut dikategorikan INP rendah. Pohon kelapa yang berada lebih dekat pantai dapat tumbuh lebih subur. Tampaknya, kandungan garam pada lahan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman kelapa. Penyebaran kelapa lebih banyak terjadi melalui laut karena buah kelapa terapung sehingga buah kelapa lebih banyak ditemukan di daerah pantai dibandingkan di daerah pedalaman (Winarno, 2014).

Adapun spesies tumbuhan yang memiliki Indeks Nilai Penting terendah yakni pohon mangga dengan nilai sebesar 20,99 %. Suhu, pH, dan kelembaban tanah dipercaya sebagai faktor utama pohon mangga didominasi oleh pohon kelapa. Akar pohon kelapa menahan tanah yang kuat ini sangat penting dalam mencegah abrasi pantai. Saat gelombang laut menerjang garis pantai, akar-akar pohon kelapa bertindak sebagai penyangga yang kokoh, mencegah tanah terkikis dan garis pantai tergerus. Kemampuan ini yang membuat pohon kelapa mampu tumbuh baik di wilayah pantai dan memungkinkan ekosistem tumbuh diwilayah pantai.

Indeks Nilai Penting jenis tumbuhan pada suatu komunitas merupakan salah satu parameter yang menunjukkan peranan jenis tumbuhan tersebut dalam komunitasnya tersebut. Kehadiran suatu jenis tumbuhan pada suatu daerah menunjukkan kemampuan adaptasi dengan habitat dan toleransi yang lebar terhadap kondisi lingkungan (Rahayu et al., 2020). Sejalan dengan pendapat (Soegianto, 1994) yang menyatakan semakin besar nilai INP dari suatu spesies yang berarti semakin besar tingkat penguasaan terhadap komunitas dan sebaliknya).

SIMPULAN

Dari uraian hasil dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Spesies pohon dalam komunitas tersebut relatif sedang, dan distribusinya relatif merata. Keanekaragaman jenis sedang juga dipengaruhi oleh hubungan interaksi antara spesies dengan komunitas yang

sedang dan kemampuan untuk menjaga kestabilan komunitas yang masih tergolong sedang.

2. Tidak ada satu spesies yang mendominasi secara signifikan dalam komunitas tersebut. Distribusi individu antar spesies cenderung merata, yang biasanya mencerminkan ekosistem yang lebih seimbang.
3. Total kerapatan yang relatif rendah menunjukkan bahwa wilayah tersebut mungkin tidak terlalu padat dengan pohon secara keseluruhan. Tingkat kerapatan ini sangat dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi tanaman terhadap ekosistem pantai.
4. Hasil indeks pemerataan menunjukkan ketidak stabilan, hal ini disebabkan oleh spesies pohon kelapa yang memang sangat diuntungkan oleh ekosistem pesisir pantai.
5. Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi tumbuhan daerah Pantai Negeri Hatu didapatkan hasil INP 225,86 %. Nilai ini termasuk dalam kategori tinggi. Adapun spesies tumbuhan yang memiliki indeks tertinggi tertinggi yaitu 36,39% pada *Cocos nucifera*, sementara Indeks Nilai Penting terendah yakni pohon mangga dengan nilai sebesar 20,99 %. Suhu, pH, dan kelembaban tanah dipercaya sebagai faktor utama pohon mangga didominasi oleh pohon kelapa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, W., Umam, A. H., & Anhar, A. (2022). Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Vegetasi Hutan Raya Lae Kombih Kecamatan Penanggalan, Kota Subulussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 770–778. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.20136>
- Baderan, D. W. K., Rahim, S., Angio, M., & Salim, A. I. Bin. (2021). Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Spesies Tumbuhan dari Geosite Potensial Benteng Otanaha Sebagai Rintisan Pengembangan

Geopark Provinsi Gorontalo. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 14(2), 264–274.

<https://doi.org/10.15408/kauniah.v14i2.16746>

Dahuri, R., Rais, J., Ginting, P., & Sitepu, M. J. (2001). *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita.

Fauzi, A. (2005). *Kebijakan Perikanan dan Kelautan*. Gramedia Pustaka Utama.

Hanafi, I., Subhan, S., & Basri, H. (2021). Analisis Vegetasi Mangrove (Studi Kasus di Hutan Mangrove Pulau Telaga Tujuh Kecamatan Langsa Barat). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 740–748. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18137>

Hidayat, M. (2018). Analisis Vegetasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Di Kawasan Manifestasi Geotermal le Suum Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 5(2), 114. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3019>

Kent, M. (2012). *Vegetation Description and Data Analysis A Practical Approach Second Edition*. Wiley-Blackwell A John Wiley and Sons.

Mawazin, M., & Subiakto, A. (2013). Keanekaragaman dan komposisi jenis permudaan alam hutan rawa gambut bekas tebanan di riau. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, 1, 59–73.

Rahayu, E. M., Syarifuddin, A., & Galus, I. (2020). Analisis Vegetasi Di Kawasan Pulau Menjangantaman Nasional Bali Barat (Tnbb). *Gorontalo Journal of Forestry Research*, 3(2), 79. <https://doi.org/10.32662/gjfr.v3i2.993>

Samin, A. N., Chairul, & Mukhtar, E. (2016). Analisis Vegetasi Tumbuhan Pantai Pada Kawasan Wisata Pasir Jambak, Kota Padang. *Jurnal Biocelbes*, 10(2), 32–42.

Soegiarto, A. (1994). *Ekologi Kuantitatif: Metode analisis populasi dan komunitas*. Usaha Nasional.

Winarno, F. . (2014). *Kelapa Pohon
Kehidupan*. Gramedia Pustaka Utama.

INVENTARISASI KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA) PADA HABITAT ALIRAN SUNGAI DAN HUTAN WAITATIRI, AMBON

Sendy Putra Pradana^{1*}, Preilly Marsell J. Tuapattiaya², Louvenska Nona Latupeirissa³,
Eifan Boyke Pattiasina⁴

^{1,2,4} Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Pattimura, Ambon

³ Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar PSDKU Kabupaten Kepulauan Aru Universitas
Pattimura, Ambon

Corresponding author: sendy.pradana@lecturer.unpatti.ac.id

Abstract

Background: Bryophytes (Bryophyta) are small terrestrial plants that are generally green in color. This study aims to identify the types of bryophytes (Bryophyta) and classify their presence on various substrates around the Waitatiri River and forest, Ambon.

Methods: The study was conducted along the Waitatiri River, Ambon, using the exploratory survey method. Data were collected through direct observation of bryophyte species in the field.

Results: The results revealed various types of bryophytes, including liverworts (Marchantiophyta) and mosses (Bryopsida). Identified species included *Rhizomnium punctatum*, *Dicranum scoparium*, *Sphagnum fimbriatum*, *Polytrichum juniperinum*, *Marchantia polymorpha*, and *Metzgeria furcata*. The highest distribution was found on rocky substrates with two dominant species, while the lowest distribution was observed on tree bark.

Conclusion: This study highlights the variation in Bryophyta species distributed on rocky substrates and tree bark within the Waitatiri ecosystem, Ambon, with the largest species distribution found on rocky substrates.

Keywords: *Bryophyta*, *Liverworts*, *Mosses*, *Substrate*

Abstrak

Latar Belakang: Lumut (Bryophyta) merupakan kelompok tumbuhan darat berukuran kecil yang umumnya berwarna hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis lumut (Bryophyta) serta mengklasifikasikan keberadaannya pada berbagai substrat di sekitar aliran sungai dan hutan Waitatiri, Ambon.

Metode: Penelitian dilakukan di sepanjang aliran Sungai Waitatiri, Ambon menggunakan metode jelajah atau survey eksploratif. Data diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap spesies lumut di lapangan.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa lumut yang ditemukan mencakup berbagai jenis, termasuk Lumut Hati (Marchantiophyta) dan Lumut Daun (*Bryopsida*). Spesies yang berhasil diidentifikasi antara lain *Rhizomnium punctatum*, *Dicranum scoparium*, *Sphagnum fimbriatum*, *Polytrichum juniperinum*, *Marchantia polymorpha*, dan *Metzgeria furcata*. Sebaran terbesar ditemukan pada substrat batuan dengan dua spesies dominan, sedangkan distribusi terendah terdapat pada kulit pohon.

Kesimpulan: Penelitian ini mengungkapkan adanya variasi jenis Bryophyta yang tersebar pada substrat batuan dan kulit pohon di ekosistem Waitatiri, Ambon, dengan distribusi spesies terbesar pada batuan.

Kata Kunci : *Bryophyta*, Lumut hati, Lumut daun, dan Substrat

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, termasuk dalam kelompok tumbuhan lumut (Bryophyta). Diperkirakan terdapat sekitar 1.500 jenis lumut yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Meskipun ukurannya kecil dan strukturnya sederhana, lumut merupakan kelompok tumbuhan darat terbesar kedua yang mampu hidup di berbagai habitat dengan beragam strategi adaptasi (Wang, Qing-Hua, et al., 2022). Kata Bryophyta berasal dari bahasa Yunani, di mana bryon berarti lumut, dan phyton berarti tumbuhan. Tumbuhan ini tergolong tumbuhan bertalus, karena tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati, serta tidak dilengkapi jaringan pembuluh seperti xilem dan floem. Dalam siklus hidupnya, lumut mengalami pergiliran keturunan (metagenesis), yang terdiri dari fase gametofit dan sporofit.

Lumut termasuk tumbuhan non-vaskuler yang memiliki peran penting dalam ekosistem, seperti membantu menjaga kelembapan tanah, mencegah erosi, serta menyediakan habitat bagi mikroorganisme tertentu. Selain itu, lumut juga berfungsi sebagai bioindikator lingkungan yang dapat menunjukkan kondisi ekosistem, baik sehat maupun tercemar. Bryophyta (lumut) turut berkontribusi secara signifikan dalam ekosistem, antara lain melalui produktivitas primer, peran dalam siklus biogeokimia, serta menjaga keseimbangan energi di permukaan bumi (Lett, 2021).

Bryophyta (lumut) dibagi menjadi tiga kelas, yaitu Bryopsida (lumut daun), Hepaticopsida (lumut hati), dan Anthocerotopsida (lumut tanduk) (Sujadmiko, 2021). Di antara ketiga kelas tersebut, lumut daun atau lumut sejati merupakan kelas dengan jumlah jenis terbanyak, mencapai sekitar 12.000 spesies yang tersebar di hampir seluruh penjuru dunia (Mulyani et al., 2015). Semua anggota lumut daun memiliki gametofit yang sudah terdiferensiasi, yang memungkinkan untuk membedakan antara rhizoid, batang, daun, dan sporofit (Lukitasari, 2018). Alat kelamin pada lumut sejati terletak di ujung cabang dan

dikelilingi oleh daun-daun yang terletak di bagian atas.

Lumut lebih sering ditemukan di hutan dengan tingkat kelembaban yang tinggi, baik di kawasan yang didominasi oleh pohon gugur (deciduous) maupun konifer (coniferous). Selain itu, keberagaman, jumlah, dan komposisi lumut dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kelembaban substrat, kesuburan tanah, pH tanah, serta tutupan pohon gugur dan konifer (Swacha et al., 2022). Lumut juga mendominasi ekosistem tertentu, seperti hutan tropis di dataran tinggi, hutan konifer boreal, rawa arktik, dan lahan gambut (Vitt & House, 2021).

Indonesia terkenal sebagai negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat kaya, salah satunya adalah tumbuhan rendah seperti lumut (Bryophyta). Keanekaragaman jenis lumut, sebagai bagian dari keragaman hayati, penting untuk dipahami, terutama ciri-cirinya yang khas di daerah tropis. Beragamnya jenis lumut menyebabkan tumbuhan ini dikelompokkan agar lebih mudah dikenali dan dipelajari.

Provinsi Maluku, salah satu wilayah di Indonesia, memiliki iklim tropis dengan suhu rata-rata antara 25-30°C dan tingkat kelembapan yang mencapai 70-98%, menciptakan lingkungan yang sangat cocok untuk habitat lumut (Putri, 2023). Kota Ambon, yang terletak di Provinsi Maluku, memiliki ekosistem yang beragam, termasuk hutan hujan tropis, kawasan pesisir, dan pegunungan. Keanekaragaman habitat ini tentunya menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai jenis tumbuhan lumut.

Provinsi Maluku, dengan iklim tropis yang lembap dan curah hujan yang tinggi, menyediakan habitat yang ideal bagi berbagai jenis lumut, termasuk lumut daun, lumut hati, dan lumut tanduk. Tumbuhan ini memiliki peran ekologis yang penting, seperti menjaga kelembapan, mencegah erosi, dan menyediakan habitat mikro. Hutan hujan tropis di Maluku, khususnya di Pulau Seram dan Ambon, menjadi lokasi utama bagi pertumbuhan lumut, terutama di area yang lembap seperti permukaan tanah, tebing, dan batang pohon. Meskipun memiliki potensi ekologis dan

ekonomi yang besar, penelitian mengenai keanekaragaman lumut di Maluku masih terbatas, sehingga memerlukan upaya lebih lanjut untuk mengeksplorasi manfaatnya. Penelitian mengenai keanekaragaman lumut di wilayah ini masih relatif sedikit jika dibandingkan dengan penelitian flora lainnya.

Penelitian mengenai eksplorasi tumbuhan lumut ini dilakukan di desa Waitatiri, Ambon. Di wilayah ini, tumbuhan lumut dapat dengan mudah tumbuh akibat kondisi lingkungan yang mendukung, seperti kelembapan dan curah hujan yang mencukupi. Desa Waitatiri, dengan kondisi hutan yang berada dekat di sekitaran aliran sungai, memiliki banyak area lembap yang potensial sebagai habitat tumbuhan lumut. Namun, minimnya penelitian mengenai analisis anatomi dan identifikasi morfologi lumut menyebabkan kurangnya pengetahuan masyarakat dan mahasiswa terkait keberadaan serta karakteristiknya. Padahal, tumbuhan lumut menawarkan potensi penelitian yang menarik karena strukturnya yang unik, seperti tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih

lanjut mengenai persebaran lumut di Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku.

Berdasarkan tingginya keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia, khususnya di Provinsi Maluku yang memiliki iklim tropis dan kelembapan tinggi, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi lebih lanjut mengenai keanekaragaman tumbuhan lumut (Bryophyta) di wilayah Desa Waitatiri, Ambon. Keanekaragaman hayati yang tinggi, didukung oleh kondisi lingkungan yang ideal, menjadikan Maluku sebagai habitat potensial bagi tumbuhan lumut, namun minimnya eksplorasi ilmiah di wilayah ini telah menghambat pemanfaatan dan pemahaman lebih lanjut terkait peran ekologis dan potensi tumbuhan tersebut. Dengan mengeksplorasi tumbuhan lumut di wilayah ini, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memperkaya data ilmiah, tetapi juga untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan berbagai pihak akan pentingnya melestarikan tumbuhan lumut sebagai bagian dari upaya menjaga keanekaragaman hayati di Indonesia.

MATERI DAN METODE

Metode yang dilakukan adalah metode jelajah dan eksplorasi dengan tujuan untuk menginventarisasi, mendokumentasikan, dan mempelajari keanekaragaman hayati suatu wilayah. Metode ini melibatkan penelusuran langsung di lapangan dengan mencatat dan mengumpulkan data tentang spesies tumbuhan yang ditemukan. Dalam hal ini, pengamatan secara langsung terhadap tumbuhan lumut dilakukan dengan menjelajahi wilayah desa Waitatiri tersebut. Penelitian dilaksanakan pada pertengahan bulan Desember 2024. Lokasi penelitian berada di Desa Waitatiri Kecamatan Maluku Tengah, tepatnya di sekitaran Lokasi kali dan hutan desa Waitatiri. Alat yang digunakan pada penelitian adalah kamera, lup atau handlens, serta alat tulis.

Penentuan area lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan purposive sampling yaitu pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu dan sesuai dengan tujuan penelitian yang

dimaksud. Pengambilan sampel didasarkan pada adanya pertimbangan karakteristik atau ciri-ciri khusus dari tumbuhan lumut. Area lokasi yang dipilih adalah area yang terdapat tumbuhan lumut. Lokasi pengambilan tumbuhan lumut terdiri dari 2 titik lokasi yaitu: 1) lokasi sepanjang jalan hutan, 2) lokasi sepanjang jalan di sekitar sungai.

Tumbuhan lumut yang ditemukan di setiap lokasi penelitian terlebih dahulu didokumentasikan dalam bentuk foto, sampel lumut di ambil sebagian dan dimasukkan ke dalam plastic slip yang telah diberi label urutan nomor secara berurutan. Selanjutnya lumut dikeringkan dan dimasukkan ke dalam tas plastik, dan dicatat data sekundernya seperti: substrat (tanah, batu, pohon, kayu mati, kayu lapuk dan daun) (Fanani et al., 2019). Selanjutnya lumut dibawa pulang sampelnya untuk di analisis lebih lanjut untuk mengetahui jenis serta hal terkait lainnya yang di bantu menggunakan

aplikasi misalnya Google Lens dan bisa juga menggunakan aplikasi Plant-Net.

Identifikasi dilakukan dengan menggunakan menggunakan penglihatan mata, karena hanya diteliti secara bagian morfologinya saja. Beberapa buku acuan

yang digunakan untuk identifikasi yaitu *E-book*. Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan memaparkan kelas, suku, jenis serta substrat lumut yang ditemukan kedalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil riset yang di dapatkan tentang faktor-faktor lingkungan

di dapatkan data sebagai berikut yang di sajikan di dalam tabel berikut :

Tabel 1 : Faktor-faktor Lingkungan di Desa Waitatiri

Ketinggian (mdpl)	pH Tanah	Kelembapan Tanah	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya (Lux)
200	5,3	59	24,9	62	20,53

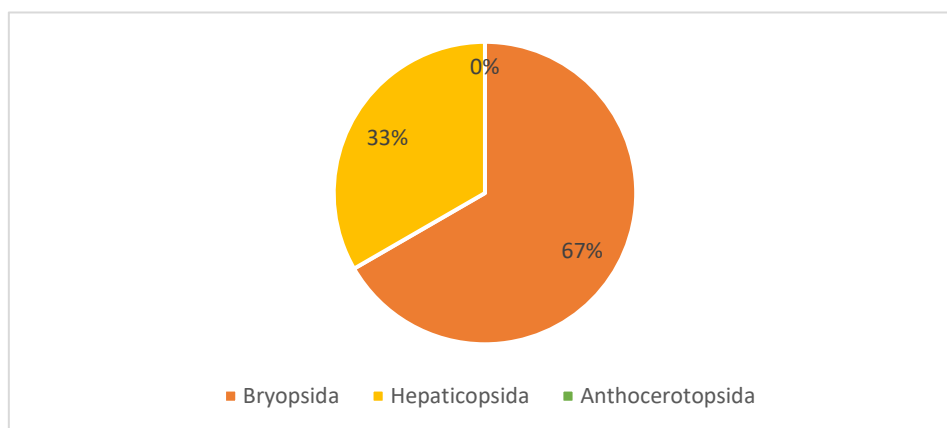
Dari tabel diatas maka kami mendapatkan tumbuhan lumut yang dengan mudah tumbuh di Kawasan aliran sungai dan sekitaran hutan yang ada di desa waitatiri ini. Hal tersebut disebabkan karena kelembapan tanah dan udara yang mendukung untuk kawasan aliran sungai dan hutan di desa Waitatiri ini menjadi tempat untuk habitat lumut.

Berdasarkan hasil eksplorasi di sekitar aliran sungai dan hutan di desa Waitatiri, tumbuhan lumut yang berhasil ditemukan

sebanyak 6 jenis lumut dari 2 kelas yang berbeda (tabel 2, gambar 1). Adapun jenis yang ditemukan *Rhizomnium punctatum*, *Dicranum scoparium*, lumut jenis *Spahgnum fimbriatum*, lumut jenis *Polytrichum juniperinum*, lumut hati jenis *Marchantia polymorpha*, dan satu lagi jenis *Metzgeria furcata*. Jenis-jenis ini ditemukan di sekitar aliran sungai dan hutan sepanjang jalannya yang masih bisa dijangkau oleh manusia.

Tabel 2. Jenis Lumut yang ditemukan sepanjang lokasi penelitian

Kelas	Ordo	Famili	Spesies	Substrat
Bryopsida	Bryales	Mniaceae	Rhizomnium punctatum	Badan bebatuan
	Dicranales	Dicranaceae	Dicranum scoparium	Badan bebatuan
	Sphagnales	Sphagnaceae	Spahgnum fimbriatum	Badan bebatuan
	Polytrichales	Polytrichaceae	Polytrichum juniperinum	Batang pohon
Hepaticopsida	Marchantiales	Marchantiaceae	Marchantia polymorpha	Badan bebatuan dan tanah
	Metzgeriales	Metzgeriaceae	Metzgeria furcata	Badan bebatuan



Gambar 1. Distribusi dan Komposisi Tumbuhan Lumut

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh lebih banyak komposisi lumut dari kelas Bryopsida jika dibandingkan dengan lumut dari kelas Hepaticopsida dan tidak ditemukan lumut dari kelas Anthocerotopsida. Tidak terlalu banyak jenis tumbuhan lumut yang dapat ditemukan, tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya karena faktor ketinggian. Desa Waitatiri terbelah memiliki ketinggian yang tidak beragam (*flat*), sementara perbedaan ketinggian tempat dan perubahan habitat karena alih fungsi hutan di pegunungan berdampak terhadap kondisi iklim yang akan mempengaruhi distribusi dan komposisi tumbuhan lumut (Mulyani et al., 2015).

Lumut dari kelas Bryopsida paling banyak ditemukan karena spora dari lumut ini cenderung berkecambah lebih cepat karena didukung oleh kondisi lingkungan yang sesuai, seperti area di sekitar kali dan hutan. Proses ini juga terbantu oleh spora yang jatuh pada substrat yang tepat, terutama selama musim penghujan dan lingkungan yang lembap. Perkecambahan spora dan pertumbuhan lumut berlangsung lebih stabil pada substrat tanah. Selama musim penghujan, spora lumut yang jatuh ke tanah berkembang menjadi tumbuhan lumut baru, membentuk koloni (Fanani et al., 2019). Spora lumut hanya akan berkecambah jika kondisi lingkungan mendukung dan tidak ada faktor yang menghambat.

Rhizomnium punctatum adalah jenis lumut daun yang memiliki ciri daun berbentuk bulat berwarna hijau cerah, batangnya pendek dan tegak, serta tumbuh di lingkungan lembap seperti tepi sungai atau tanah basah. Lumut ini berkembang biak melalui spora dan sering digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan. *Dicranum scoparium* memiliki daun panjang yang melengkung, batang tegak, dan warna daun bervariasi dari hijau terang hingga gelap. Jenis ini tumbuh di tanah atau kayu lapuk pada habitat yang lembap. *Sphagnum fimbriatum* ditandai oleh batang bercabang dengan cabang muda yang tumbuh tegak dan membentuk roset di ujungnya. Sporogoniumnya memiliki tangkai pendek dengan kaki yang

membesar. Sementara itu, *Polytrichum juniperinum* memiliki daun runcing berwarna hijau keabu-abuan, batang tegak yang dapat mencapai 10 cm, dan tumbuh di tanah kering atau berpasir. Ujung daunnya sering kali tampak kemerahan (Lukitasari, 2018).

Marchantia polymorpha memiliki bentuk seperti lembaran dengan daun berwarna hijau serta tepi yang berlekuk menyerupai telinga. Lumut ini tumbuh secara berkelompok dan hanya memiliki ketinggian beberapa sentimeter. Rhizoid yang terletak di bagian bawah permukaan daunnya berperan dalam menyerap nutrisi dari tanah. Struktur lumut ini hanya terdiri dari rhizoid dan thallus, yang biasanya tersusun dalam kelompok (*cluster*). *Metzgeria furcata* merupakan lumut hati berukuran kecil dengan talus pipih bercabang dua, berwarna hijau keabu-abuan, dan tumbuh di area lembap. Reproduksi dilakukan melalui gemmae atau spora, dengan bagian sisi ventral pelelepahnya terdiri dari lebih dari dua baris sel lebar (Lukitasari, 2018).

Lumut, yang termasuk dalam divisi Bryophyta, menjalani siklus hidup dengan pergiliran generasi yang terdiri dari dua tahap utama: fase gametofit (*haploid*) dan fase sporofit (*diploid*). Fase gametofit menjadi tahap dominan, di mana gamet dihasilkan melalui struktur reproduksi yang disebut gametangium, yaitu anteridium sebagai penghasil gamet jantan dan arkegonium untuk gamet betina. Fertilisasi terjadi saat spermatozoid dari anteridium mencapai sel telur di arkegonium, membentuk zigot yang kemudian berkembang menjadi sporofit. Gametofit memiliki struktur thallus berbentuk pita bercabang, tanpa daun, yang tumbuh merambat di atas tanah atau batu. Reproduksi aseksual juga dapat terjadi melalui gemma, berupa cawan kecil berisi thalli. Sementara itu, fase sporofitnya berwarna coklat kekeklatan dan sering dilindungi oleh kaliptra yang berbulu (Riyani et al., 2024).

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa lumut di kawasan sekitar kali dan hutan tumbuh pada berbagai jenis substrat, seperti tanah,

batang pohon, dan sebagian epifit di bebatuan. Substrat yang paling banyak ditumbuhi lumut adalah permukaan bebatuan basah (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan karakteristik lumut yang cenderung hidup di habitat lembap dan teduh, seperti area di sekitar sumber mata air. Kondisi lingkungan yang lembap sangat berperan dalam penyebaran spora lumut sehingga dapat bereproduksi di habitat yang sesuai (Lestari, 2024). Selain itu, faktor lingkungan lain yang mendukung pertumbuhan lumut meliputi suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya (Endang & A, 2020).

Persebaran tumbuhan lumut di Daerah Aliran Sungai (DAS), seperti yang terdapat di Sungai Waitatiri, memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung ekosistem, khususnya di kawasan DAS tersebut. Lumut tidak hanya berfungsi dalam menjaga keseimbangan air, tetapi juga menyediakan habitat bagi berbagai jenis mikroorganisme sekaligus menjadi bioindikator perubahan lingkungan (Ardyati, 2021). Selain itu, lumut berkontribusi dalam menjaga kestabilan tanah dengan mencegah kerusakan lebih lanjut pada ekosistem. Dengan demikian, keberadaan lumut memberikan manfaat tidak hanya untuk ekosistem itu sendiri, tetapi juga bagi organisme lain yang bergantung padanya (Ohoiledjaan & Rahanra, 2024).

SIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa terdapat enam jenis lumut yang dapat tumbuh di kawasan sekitar aliran sungai dan hutan Desa Waitatiri, yaitu *Rhizomnium punctatum*, *Dicranum scoparium*, *Spahgnum fimbriatum*, *Polytrichum juniperinum*, *Marchantia polymorpha*, dan *Metzgeria furcata*.
2. Aliran sungai dan hutan Desa Waitatiri menyediakan kondisi yang mendukung pertumbuhan lumut, seperti tingkat kelembapan yang tinggi, keberadaan naungan dari pepohonan, serta substrat alami. Lumut memiliki peran penting dalam menjaga kelembapan tanah,

mencegah erosi, dan menjadi indikator kesehatan ekosistem. Namun, keberadaan lumut terancam oleh berbagai aktivitas manusia, sehingga diperlukan upaya pelestarian habitat untuk menjaga keberlanjutannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardyati, D. P. I., & Jumiati, J. (2021). PEMANFAATAN LUMUT (BRYOPHYTA) DI KAWASAN DAERAH ALIRAN SUNGAI KABURABURANA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI DI BUTON SELATAN. *JEC (Jurnal Edukasi Cendekia)*, 5(2), 31-37.
- Endang, T., & A, D. P. I. (2020). *Jurnal Biologi Tropis Inventarisasi Jenis-Jenis Lumut (Bryophyta) di Daerah Aliran Sungai Kabura- Burana Kecamatan Batauga Kabupaten Buton Selatan*.
- Fanani, M., Afriyansyah, B., Haerida, I., Biologi, J., Pertanian, F., Biologi, P., & Belitung, U. B. (2019). *DI BUKIT MUNTAL KABUPATEN BANGKA SELATAN*. 04(2004), 43–47.
- Lestari, D. (2024). Identifikasi Lumut (Bryophyta) di Sumber Mata Air di Dusun Mendiro, Kecamatan Wonossalam, Jombang. *Environmental Pollution Journal*, 4(3), 1034-1048.
- Lukitasari, M.(2018). Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Deskripsi, Klasifikasi, Potensi, dan Cara Mempelajarinya. Solo : CV. AE MEDIA GRAFIKA.
- Mulyani, E., Khotim, L., Biologi, J., & Sains, F. (2015). *Lumut Daun Epifit Di Zona Tropik Kawasan Gunung Ungaran , Jawa Tengah Abstrak Abstrak*. 16(2).
- Ohoiledjaan, M. S., & Rahanra, R. M. (2024). *Studi Literatur Identifikasi Keanekaragaman lumut (Bryophyta) dan perannya di Ekosistem*.
- Putri, T. C. (2023). *Jurnal Pendidikan MIPA*. 13, 1177–1183.
- Riyani, S., Nurhidayah, S. I., Muna, S., Putri, R., & Fianarita, V. (2024). *Identifikasi Morfologi Reproduksi Dan Perkembangan Bryophyta Pada*

- Lumut Daun (Octoblepharum albidum) di Kawasan Kampus Satu UIN Sunan Gunung Djati Bandung. 1.*
Sujadmiko, H., & Vitara, P. E. (2021). *Tumbuhan Lumut di Kampus UGM*. UGM PRESS.
- Swacha, G., Zarnowiec, J., Stefa, E., Radu, W., Zygmunt, K., & Staniaszek-kik, M. (2022). *Central European forest floor bryophytes: Richness , species composition , coexistence and diagnostic significance across environmental gradients of forest habitats.* 139(May). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108954>
- Vitt, D. H., & House, M. (2021). *Bryophytes as key indicators of ecosystem function and structure of northern peatlands.* 043(1), 253–264.
- Wang, Q. H., Zhang, J., Liu, Y., Jia, Y., Jiao, Y. N., Xu, B., & Chen, Z. D. (2022). Diversity, phylogeny, and adaptation of bryophytes: insights from genomic and transcriptomic data. *Journal of Experimental Botany*, 73(13), 4306-4322.

IDENTIFIKASI KEKAYAAN JENIS TUMBUHAN PAKU DI SEKITAR ALIRAN SUNGAI DESA WAITATIRI MALUKU TENGAH

Advend Sri Rizki Sianturi^{1*}, Preilly Marsell J. Tuapattinaya²

Program studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura

Corresponding author: asianturi1712@gmail.com

Abstract

Background: Pteridophytes are vascular plants that reproduce via spores rather than seeds. This research aims to identify the richness of fern species (*Pteridophyta*) in Waitatiri Village, Central Maluku, based on morphological characteristics and benefits.

Methods: Data collection was carried out in December 2024 using the direct observation method by taking samples and analyzing the morphology of ferns in the river area of Waitatiri Village.

Results: The research results showed that there were 10 species of ferns belonging to 8 families and 8 genera, with the *Selaginellaceae* family being the most dominant throughout the course of the research. Several species such as *Asplenium rhizophyllum* and *Asplenium nidus* have significant ecological value and benefits, such as as a food source, traditional medicine and ornamental plant.

Conclusion: This research emphasizes the importance of conservation and use of ferns as part of biodiversity with ecological, economic and aesthetic functions.

Keywords: *Pteridophyta*, Waitatiri Village, Central Maluku, morphology.

Abstrak

Latar Belakang: Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) adalah tumbuhan vaskular yang berkembang biak melalui spora, bukan biji. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kekayaan jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) di Desa Waitatiri, Maluku Tengah, berdasarkan ciri morfologi, dan manfaatnya.

Metode: Pengumpulan data dilakukan pada Desember 2024 menggunakan metode observasi langsung dengan pengambilan sampel dan analisis morfologi tumbuhan paku di area kali Desa Waitatiri.

Hasil: Hasil penelitian terdapat 10 spesies tumbuhan paku yang tergolong dalam 8 famili dan 8 genus, dengan famili *Selaginellaceae* yang paling dominan sepanjang jalannya penelitian. Beberapa spesies seperti *Asplenium rhizophyllum* dan *Asplenium nidus* memiliki nilai ekologi dan manfaat signifikan, seperti sebagai sumber pangan, obat-obatan tradisional, dan tanaman hias.

Kesimpulan: Penelitian ini menegaskan pentingnya konservasi dan pemanfaatan tumbuhan paku sebagai bagian dari keanekaragaman hayati dengan fungsi ekologis, ekonomi, dan estetika

Kata kunci: *Pteridophyta*, Desa Waitatiri, Maluku Tengah, morfologi.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah yang sangat luas sekitar 750 juta hektar, terdapat sekitar 20.000 jenis hewan dan sekitar 28.000 jenis tumbuhan yang hidup di hutan membuat Indonesia memiliki banyak flora dan fauna (Regency et al., 2024). Indonesia juga merupakan negara tropis yang memiliki banyak keanekaragaman hayati tumbuhan yang tinggi. Salah satunya yaitu, tumbuhan paku (Sulfina, 2018). Tumbuhan paku ini tubuhnya dengan nyata dapat dibedakan dalam tiga bagian pokok, yaitu daun, batang dan akar (Cigalontang et al., 2024).

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) adalah kelompok tumbuhan berpembuluh (*vascular plants*) yang berkembang biak menggunakan spora, bukan biji atau bunga. Tumbuhan ini termasuk dalam tumbuhan berspora sejati, karena memiliki akar, batang, dan daun sejati yang dilengkapi dengan jaringan pembuluh (xilem dan floem) untuk transportasi air, mineral, dan hasil fotosintesis. Dalam sistem klasifikasi tumbuhan, tumbuhan paku termasuk dalam kelompok tracheophyta, yang berarti tumbuhan dengan sistem pembuluh sejati. Tumbuhan paku hidup di berbagai habitat, terutama di daerah lembab dan teduh, tetapi beberapa jenis dapat ditemukan di lingkungan kering (xerofit) dan berair (hidrofit) (Sains et al., 2024).

Tumbuhan paku umumnya dicirikan dengan pertumbuhan akarnya yang melingkar, permukaan daunnya ada bitnik – bitnik yang bentuknya ada yang menggerombol, tumbuh teratur dalam barisannya, dan tersebar. Bintik – bintik itu adalah kotak spora yang dikenal dengan istilah sporangium. Dengan spora ini tumbuhan paku dapat memperbanyak diri. Secara tidak langsung, kehadiran tumbuhan paku bermanfaat untuk menjaga kelestarian ekosistem hutan.

Desa waitatiri terletak Di Maluku Tengah, provinsi Maluku. Terdapat Hutan dan sungai dengan kondisi tanah yang relatif subur di dalam hutan tersebut. Tumbuh berbagai jenis tumbuhan termasuk

tumbuhan paku yang beranekaragam jenisnya. Namun sampai saat ini belum terdata dengan baik keanekaragaman jenis tumbuhan paku. Informasi mengenai tumbuhan paku ini perlu mendapatkan perhatian, terutama dalam rangka Upaya pelestarian dan perlindungan guna mempertahankan perannya dalam ekosistem dan pemanfaatan pemenuhan kebutuhan manusia (Syukur, 2019).

Tujuan penelitian ini, untuk mengetahui jenis – jenis *pteridophyta* dan mengidentifikasi kekayaan jenis tumbuhan paku di sekitar aliran sungai Desa Waitatiri sebagai upaya untuk menambah wawasan peneliti dan sebagai sumber bahan belajar.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa waitatiri Maluku tengah. Penetapan jalur dilakukan dengan metode “Purposive Sampling” yaitu menetapkan jalur pengamatan secara sengaja. Metode ini dipilih dengan pertimbangan Lokasi penelitian dan mewakili keseluruhan Lokasi.

Lokasi penelitian terbagi menjadi dua wilayah yaitu Lokasi di sepanjang jalan hutan dan di sekitar aliran sungai Desa Waitatiri. Jenis penelitian ini dilakukan adalah metode jelajah atau eksploratif yaitu dengan turun langsung ke lapangan dan mengambil sampel. Pada penelitian ini menggunakan data primer yaitu data yang diambil langsung dari lapangan seperti pengukuran faktor fisik (temperatur, kelembapan, pH, dan intensitas cahaya dengan menggunakan alat thermometer, pH meter, Lux meter.

Pengambilan data sekunder didapat dengan mengambil sampel secara langsung dari lokasi penelitian, lalu sampel yang sudah didapat dikumentasikan dan dimasukkan ke dalam plastik putih dan diberi label untuk diamati ciri-ciri morfologinya dan untuk mempermudah proses identifikasi. Identifikasi lalu dilakukan proses herbarium. Wawancara dengan masyarakat dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai nama lokal paku – pakuan dalam bahasa setempat dan apakah tumbuhan paku dimanfaatkan oleh masyarakat setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti di area aliran sungai Desa Waitatiri Maluku tengah ditemukan 10 jenis spesies tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dari 10 famili yang berbeda, secara keseluruhan tumbuhan paku yang dijumpai

dikelompokkan menjadi 2 kelas yaitu *Filicinae* (Paku sejati) dan *Lycopodiinae* (paku kawat). Jenis – jenis tumbuhan paku Bdimuat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) di area aliran sungai desa waitatiri

Famili	Jenis	Habitat
Blechnaceae	<i>Stenochlaena palustris</i>	T
Selaginellaceae	<i>Selaginella apoda</i>	T
Athyriaceae	<i>Diplazium</i>	T
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	T
Polypodiaceae	<i>Phelebodium aureum</i>	T/E
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	T
Aspleniaceae	<i>Asplenium rhizophyllum</i>	E
Aspleniaceae	<i>Asplenium nidus</i>	E
Dryopteridaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	T
Dryopteridaceae	<i>Cyrtomium falcatum</i>	T

Berdasarkan hasil identifikasi, famili tumbuhan paku yang ditemukan sebanyak 8 famili yaitu, Famili *Blechnaceae*, Famili *Selaginellaceae*, Famili *Athyriaceae*, Famili *Dennstaedtiaceae*, Famili *Polypodiaceae*, Famili *Pteridaceae*, Familia *Aspleniaceae*, Famili *Nephrolepidaceae* dan Famili *Dryopteridaceae*. Berdasarkan pola penyebarannya paling tinggi adalah family *Selaginellaceae* yang pola penyebarannya berkelompok di wilayah teresterial hal ini disebabkan Kawasan Desa Waitatiri memiliki kondisi lingkungan abiotik dan biotiknya mendukung penyebaran pertumbuhan tumbuhan paku. Lingkungan hutan Desa Waitatiri ditumbuhi dengan pepohonan rapat dan terdapat aliran sungai. Menurut (Tumbuhan et al., 2020) kanopi hutan yang rapat dan kondisi kelembaban yang tinggi merupakan kondisi lingkungan yang mendukung kehidupan tumbuhan.

Jenis-jenis paku ini banyak ditemukan di area aliran sungai Desa Waitatiri Maluku tengah karena tumbuhan paku menyukai sinar matahari, tempat hidup terbuka, terdistribusi dengan luas dan tanah yang lembab (Wanira et al., 2018).

Famili *Blechnaceae* spesies *Stenochlaena palustris* adalah tumbuhan paku dengan ciri-ciri yang pucuknya berwarna kecoklatan, pada daunnya yang mudah berwarna hijau cerah, sedangkan daun yang sudah dewasa berwarna Hijau tua, bentuk daun menyirip atau panjang dengan ujung yang meruncing dan tepi daun begerigi, sedang daun yang masih muda tepinya rata. Panjang batang mencapai 6 cm, Tulang daun menyirip dengan banyak anak daun menyebar secara teratur. Tangkai daun panjang berbentuk silindris dan tidak berbulu sorus pada tumbuhan paku yang di amati ini tidak di temukan karena tumbuhan yang di amati masih muda (Nezha, 2014).

Famili *Selaginellaceae* dengannya spesies *Selaginella apoda* Termasuk tumbuhan paku yang sangat banyak di temukan pada hutan desa waitatiri Secara keseluruhan, *Selaginella apoda* merupakan spesies dengan karakteristik unik karena daunnya yang kecil. *Selaginella apoda* memiliki batang dengan daun kecil yang tersusun dalam dua baris, serta daun yang lebih besar dalam dua baris lainnya. Daunnya memiliki urat yang jelas, Batangnya berdaun dengan percabangan dikotom. Daun vegetatifnya berbentuk seperti sisik, pendek, dan bervariasi dalam bentuk serta ukuran pada satu nodus. Strobilusnya biasanya tegak dengan panjang 1-2 cm. Spora dua tipe yaitu mikrospora dan megaspora. *Selaginella apoda* bisa tumbuh di berbagai iklim. Tumbuhan ini mampu bertahan hidup dari seleksi alam tanpa modifikasi morfologi yang signifikan (Weststrand & Korall, 2016).

Famili *Athyriaceae* spesies *Diplazium* memiliki ciri cukup khas, dengan daun yang majemuk, terbagi menjadi beberapa segmen, dan letaknya saling berhadapan. Daun paku ini memiliki bentuk memanjang dengan tepi yang agak berlekuk. dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai tanaman pangan. Daun muda dari beberapa spesies *Diplazium* sering dimanfaatkan sebagai sayur, kaya akan nutrisi, dan dipercaya memiliki kandungan gizi yang baik untuk kesehatan (Ibrahim et al., 2024).

Famili *Dennstaedtiaceae* spesies *Pteridium aquilinum* mencakup beberapa ciri yang membedakannya dari tanaman lain yaitu Daunnya besar dan terdiri dari bagian induk yang disebut rachis. Daun ini terbagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan menyirip, dengan bentuk segitiga dan ujungnya meruncing. Kondisi cahaya yang memiliki antioksidan. Sedangkan spesies *Cyrtomium falcatum* memiliki ciri khas daun majemuk, menyirip, berwarna hijau mengkilap, dan bertekstur agak kaku. Anak daun berbentuk falcat (melengkung seperti sabit) dengan ujung runcing. Bagian atas

tinggi, daun tumbuhan paku menjadi lebih keras, lebih tebal, serta menjadi lebih toleran terhadap perubahan lingkungan sekitar (Sari et al., 2022).

Famili *Polypodiaceae* spesies *Phelebodium aureum* Daunnya berbentuk lanset dengan warna kehijauan. Permukaan daun yang khas mengkilap dan Ukuran Daun cukup besar, dapat mencapai panjang hingga 50-200 cm dan lebar daun (Sofiyanti et al., 2021).

Famili *Pteridaceae* spesies *Adiantum capillus-veneris* biasanya tumbuh dengan tinggi sekitar 30-45 cm. Daunnya berbentuk sirip atau menyirip, berwarna hijau keperakan, dengan bentuk yang halus dan lentur.

Famili *Aspleniaceae* spesies *Asplenium rhizophyllum* dan *Asplenium nidus*, pada hutan desa waitatiri maluku tengah terdapat 2 jenis spesies dalam satu famili. Spesies *Asplenium rhizophyllum* cirinya yaitu Ukuran Daun cukup panjang, kadang mencapai lebih dari 30 cm. sedangkan ciri khas utama dari *Asplenium nidus* daunnya yang besar, lebar, dan berbentuk lancip, yang tumbuh dalam formasi roset atau sarang di tengah. Warna Daun hijau cerah dan teksturnya yang halus. Daunnya bisa mencapai panjang hingga 1 meter atau lebih (Sianturi et al., 2021).

Famili *Dryopteridaceae* spesies *Nephrolepis cordifolia* Warna daun hijau mengkilap, dengan permukaan yang halus dan menarik. Famili *Dryopteridaceae* spesies *Nephrolepis cordifolia* adalah tumbuhan. Dengan Tinggi 100 cm, batang berwarna hijau, terdapat bulu-bulu halus pada sepanjang batang, bahan pangan. Biasanya ini digunakan untuk penyembuhan beberapa penyakit diantaranya penyakit diabetes, infeksi yang disebabkan jamur ataupun bakteri. Karena pada tumbuhan ini daun licin, sedangkan bagian bawah memiliki sorus (struktur penghasil spora). Sorus tersusun dalam barisan di sepanjang tulang daun sekunder (Sri Rizki Sianturi, 2020).

Tabel 2. Faktor-Faktor Lingkungan pada ketinggian 200 MpdI

Desa Waitatiri (Mdpl)	pH Tanah	Kelembaban Tanah	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya (Lux)
200	5,3	59	24,9	62	20,53

Ketinggian suatu wilayah memainkan peran penting dalam membentuk karakteristik lingkungan, seperti iklim dan kondisi tanah. Berdasarkan hasil riset yang di dapatkan, faktor-faktor lingkungan pada ketinggian desa waitatiri dapat di lihat dalam tabel di atas.

Setiap tingkat ketinggian Wilayah menghadirkan kondisi lingkungan yang unik, termasuk variasi suhu, tekanan udara, kelembapan, serta intensitas cahaya. Kelembapan pada wilayah ini dipengaaaruhi oleh suhu udara yang mencapai 24,9 °. Jika suhu udara semakin tinggi maka kelembaban akan semakin menurun, semakin rendah suhu udara maka kelembaban akan semakin tinggi.

SIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Desa Waitatiri, Maluku Tengah, ditemukan 10 spesies tumbuhan paku yang tergolong dalam 8 famili dan 8 genus.
2. Famili *Aspleniaceae* merupakan kelompok yang paling dominan, dengan spesies *Asplenium rhizophyllum* dan *Asplenium nidus* yang memiliki manfaat penting sebagai sumber pangan, tanaman obat, dan hias.
3. Beberapa famili lain yang ditemukan adalah *Blechnaceae*, *Selaginellaceae*, *Athyriaceae*, *Dennstaedtiaceae*, *Polypodiaceae*, *Pteridaceae*, dan *Dryopteridaceae*. Keberadaan tumbuhan paku di aliran sungai Desa Waitatiri dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang lembap, tanah subur, dan paparan sinar matahari.
4. Penelitian ini menegaskan pentingnya konservasi tumbuhan paku sebagai bagian dari keanekaragaman hayati yang memberikan manfaat ekologis, ekonomi, dan estetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Cigalontang, K., Tasikmalaya, K., Saputra, E., Fauzan, M. R., Muslim, R., & Gunawan, I. (2024). *Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (Filicinae) di Curug Ciparay Desa*.
- Ibrahim, Y., Gurnita, & Karima, E. M. (2024). Identification of the Diversity of Fern Plant Types in Mount Masigit Kareumbi Buru Park, Bandung, Indonesia. *Journal of Law and Sustainable Development*, 12(2), e3174. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i2.3174>
- Nezha, R. (2014). *Kekayaan jenis tumbuhan paku*. 1–203.
- Regency, L., Fithi, H., Fathia, S. D., Basri, H., & Jayanti, E. T. (2024). *Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Kawasan Taman Wisata Alam Kerandangan Kabupaten Lombok Barat (Diversity Of Ferns In The Kerandangan Nature Tourism Park Area , West*. 1(Desember), 62–72. <https://doi.org/10.71024/bioindikator/2024/v1i2/82>
- Sains, F., Teknologi, D. A. N., & Ar-raniry, U. I. N. (2024). *DI KAWASAN WISATA AIR TERJUN PRIA LAOT*.
- Sari, F. R., Kiswardianta, B., & Dewi, N. K. (2022). Penyusunan Ensiklopedia Berbasis Identifikasi Morfologi Dan Anatomi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Jalur Pendakian Gunung Lawu Via Cemoro Kandang. *Seminar Nasional Sosial, Sains, Pendidikan, Humaniora (Senassdra)*, 1(1), 1166–1171.
- Sianturi, A., Ridlo, S., & Retnoningsih, A. (2021). Diversity and distribution of ferns at different altitudes in Central Java. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052016>

- Sofiyanti, N., Iriani, D., Taufiq, I., Sari, M., Irawan, A., & M. Syauqi, F. (2021). Diversity, structure and composition of pteridophyte in varying habitats in Karimun Besar Island, Riau Islands Province, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(11), 4847–4856.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d221117>
- Sri Rizki Sianturi. (2020). The Phenetic Relationship of Ferns (Polypodiaceae) at the Ascent of Cemoro Kandang, Mount Lawu. *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, 2(50), 18–25.
- Syukur, M. (2019). Jenis Dan Pemanfaatan Paku Pakuan Oleh Masyarakat Desa Ulak Jaya Kecamatan Sintang Kabupaten Sintang. *Piper*, 15(28), 12–21.
<https://doi.org/10.51826/piper.v15i28.296>
- Tumbuhan, K., Pteridophyta, P., Tanglapui, D., Timur, K. A., Alor, K., Mowata, J., Hendrik, A. C., Daud, Y., Studi, P., Biologi, P., Keguruan, F., Kristen, U., Wacana, A., & Ntt, K. (2020). *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*. 5(2), 75–86.
- Weststrand, S., & Korall, P. (2016). Phylogeny of selaginellaceae: There is value in morphology after all! *American Journal of Botany*, 103(12), 2136–2159.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1600156>