

Biosfer

Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi



Biosfer

Volume
10

Nomor
2

Halaman
130-255

Bandung
Des 2025

e- ISSN
2549- 0486

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga tim redaksi jurnal Biosfer telah mempublikasikan artikel Volumen 10 No 2 pada bulan Desember 2025.

Tim redaksi mengucapkan terimakasih kepada pihak yang sudah terlibat dalam pempublikaian jurnal Biosfer, terutama pada pihak yang secara langsung mereview artikel yang sudah diterbitkan pada bulan Desember 2025.

1. Pimpinan Fakultas
2. Pimpinan Program Studi Pendidikan Biologi
3. Tim Redaksi Jurnal Biosfer
4. Tim Editor Jurnal Biosfer
5. Mitra Bestari

Bandung, Desember 2025

Pimpinan Redaksi

DAFTAR ISI

Halaman

Wacana Atemporal: Mengungkap Ilusi Eksplorasi sebagai Ancaman pada Manajemen Waktu Guru Biologi Emayulia Sastria ^{1*} , Januharmen ² , Dinyah Rizki Yanti Zebua ³	130-138
Analisis Kebutuhan Modul Ajar Interaktif Berbasis Kearifan Lokal Pesisir pada Materi Perubahan Iklim: Studi Pendahuluan Dita Agustian ^{1*} , Nissa Noor Annashr ² , Samuel Agus Triyanto ³ , Ryan Ardiansyah ⁴ , Setio Galih Marlyono ⁵	139-146
Isolasi dan Uji Antagonistik Bakteri Endofit Akar Tanaman Padi Terhadap Pertumbuhan Fungi <i>Pyricularia oryzae</i> Penyebab Penyakit Blas Irqami Rachma Dwi Dagsy ¹ , Hasyim As'ari ²	147-155
Pemanfaatan Noken Papua dalam Kajian Etnobotani: Aplikasi Kearifan Lokal sebagai Sumber Belajar dalam Materi Biologi Agustina Wilhelmina Bowaire ¹ , Siti Sriyati ^{2*}	156-165
Perbandingan Karakter Morfologi Famili Arecaceae di Wisata <i>Ori Green</i> Koptan Tulungagung Arbaul Fauziah	166-175
Pengaruh Ekstrak Daun Kratom (<i>Mitragyna speciosa</i> Korth.) Terhadap Keteraturan Siklus Estrus dan Bobot Organ Reproduksi (Ovarium dan Uterus) Mencit (<i>Mus musculus</i> L.) Melani Della Anggita Putri Buchari, Medi Hendra dan Reni Kurniati*	176-181
Identifikasi Keanekaragaman Makroalga di Pantai Nangahale Doi Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur Asnalia Idamadi ¹ & Sitti Arafah Bahruddin ²	182-192
Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Disertai Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Fase E di SMAN 16 Padang Nur Machdalena Putri, Siska Nerita, Ade Dewi Maharani	193-199
Keanekaragaman Tumbuhan Tingkat Tinggi Di Kawasan Kampus UIN Palangka Raya Jumrodah ^{1*} , Muhammad Ikhwannor ² , Nuridah ³ , Dwi Eka Sari ⁴	200-211
Penerapan Pembelajaran Inkuiiri Siswa Kelas X MAN 1 Pasaman Barat Terhadap Hasil Belajar Materi Perubahan Iklim Fitri Adila ¹ , Nurhadi ² , Mimin Mardhiah Zural ³	212-218
Pemanfaatan Ampas Kelapa Sebagai Pakan Maggot <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>) Nunik Ekawandani ¹ , Sri Riani ² , dan Diah Mustikasari ³	219-225
Evaluasi Pengelolaan Bank Sampah Digital Sri Komalaningsih ¹ Hertien Koosbandiah Surtikanti ² dan Renny Rosmawarti ³	226-233
Pengaruh Model Pbl Dengan Pembelajaran Berdiferensiasi Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Sistem Pencernaan Liana Azizah ¹ , Miftahul Hakim ²	234-241
Analisis Literatur: Strategi Pembelajaran Ekologi yang Efektif di Sekolah Menengah Silvia Isna Billa ¹ , Faudina Permatasari ²	242-248
Optimalisasi Kapasitas Kognitif Mahasiswa Pada Matakuliah Bioteknologi melalui Teknologi AI Mimi Halimah	249-255

Wacana Atemporal: Mengungkap Ilusi Eksplorasi sebagai Ancaman pada Manajemen Waktu Guru Biologi

Emayulia Sastria^{1*}, Januharmen², Dinyah Rizki Yanti Zebua³

Tadris Biologi¹, Tadris Fisika², Tadris Kimia³

¹²³Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, IAIN Kerinci

Jl. Kapten Muradi, Sungai Liuk, Kec. Pesisir Bukit, Kota Sungai Penuh, Jambi 37112, Indonesia

*email: januharmenema@gmail.com

Abstrak

Buku teks Biologi Kelas XI menyembunyikan ancaman serius karena memuat instruksi yang bersifat *atemporal* (tidak mencantumkan estimasi durasi waktu yang jelas), sehingga menciptakan kesenjangan antara tuntutan idealistik kurikulum dengan realitas alokasi waktu operasional di kelas. Tujuan penelitian ini adalah mengungkap mengapa fitur instruksional yang idealis justru menciptakan ancaman ketidakpastian manajemen waktu. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis analisis dokumen dan analisis kritis wacana *Critical Discourse Analysis* (CDA) model Fairclough. Hasil penelitian didapatkan adanya kesenjangan signifikan antara tuntutan buku teks yang idealistik dan dukungan operasional yang minim. Wacana eksploratif ini menimbulkan ilusi kemandirian belajar padahal ketiadaan panduan waktu efektif memindahkan beban perencanaan temporal dan risiko operasional kurikulum kepada guru. Konsekuensinya, guru berisiko mengorbankan kedalaman eksplorasi demi mengejar cakupan materi, yang pada akhirnya merusak kualitas proses belajar dan menghambat pencapaian tujuan Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: Ilusi Eksplorasi, Manajemen Waktu, Wacana *Atemporal*.

Abstract

The Grade XI Biology textbook contains a serious hidden threat because it presents atemporal instructions (without any clear estimation of required duration), creating a gap between the curriculum's idealistic expectations and the realities of time allocation in classroom practice. The purpose of this study is to reveal why these idealistic instructional features actually generate uncertainty in time management. This research employs a qualitative approach using document analysis and Fairclough's Critical Discourse Analysis (CDA) model. The findings show a significant gap between the textbook's idealistic demands and the minimal operational support provided. The exploratory discourse in the textbook creates an illusion of learner autonomy, even though the absence of time guidance effectively shifts the burden of temporal planning and operational curriculum risks onto teachers. As a consequence, teachers are at risk of sacrificing the depth of exploration in order to cover all required content, ultimately diminishing the quality of the learning process and hindering the achievement of the goals of the Independent Curriculum..

Keywords: Atemporal Discourse, Illusion Exploration, Time Management.

I. PENDAHULUAN

Di tengah semangat Kurikulum Merdeka yang menekankan kebebasan belajar dan eksplorasi mendalam, muncul pertanyaan penting: mengapa buku teks Biologi justru menyimpan ancaman tersembunyi berupa tuntutan aktivitas kompleks tanpa alokasi waktu yang jelas? Kurikulum Merdeka sendiri dirancang untuk memberikan keleluasaan bagi sekolah dalam menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan peserta didik, serta mendukung pembelajaran yang kontekstual, bermakna, dan selaras dengan Profil Pelajar Pancasila (Fauzan et al., 2023; Rahayu, 2025; Yafie et al., 2024). Buku "Biologi untuk SMA/MA Kelas XI" (Cetakan pertama, 2022) diterbitkan sebagai salah satu referensi utama

yang diharapkan mampu mengarahkan perubahan cara belajar siswa.

Buku Biologi Kelas XI tersebut memuat berbagai fitur pembelajaran aktif, seperti penyajian masalah kontekstual yang diperkaya pertanyaan pemantik (Rozikin & Sanjaya, 2025; Yokhebed & dkk, 2024). Dua fitur penting yang sering digunakan adalah "Ayo Mengingat Kembali!" dan "Ayo Bereksplorasi!". Fitur pertama bertujuan menghubungkan materi baru dengan pengetahuan prasyarat, sementara fitur kedua mengajak peserta didik melakukan penyelidikan awal, berpikir kritis, dan melakukan berbagai bentuk praktikum, baik secara langsung maupun virtual (Nur Fitriyanti, 2025; Waode Siti Sumianti, 2023). Secara teori, penyelidikan dan praktikum ini sejalan dengan prinsip *learning by doing* yang menjadi fondasi pembelajaran sains.

Namun, di balik desain yang tampak ideal tersebut, terdapat masalah mendasar terkait ketiadaan alokasi waktu pada aktivitas-aktivitas praktikum. Beberapa tugas yang diberikan, seperti merancang percobaan, melaksanakan praktikum, melakukan penyelidikan, hingga membuat laporan merupakan aktivitas yang secara natural membutuhkan durasi cukup panjang (Fauzan et al., 2023; Malkoc & Tonietto, 2019). Ketika aktivitas seperti ini tidak dilengkapi panduan waktu, muncul kesenjangan antara tuntutan eksplorasi yang mendalam dengan realitas keterbatasan jam pelajaran. Kondisi ini menciptakan apa yang disebut sebagai “paksaan alokasi waktu yang tak terdefinisi” (Gunawardena & Wilson, 2021; Malkoc & Tonietto, 2019). Kegiatan ini akhirnya membebani guru dan siswa untuk menyesuaikan kegiatan kompleks dalam waktu yang terbatas.

Situasi tersebut kemudian menimbulkan apa yang dapat disebut sebagai “Ilusi Eksplorasi”. Buku teks seolah memberikan ruang bagi siswa untuk melakukan penyelidikan mandiri dan pembelajaran yang mendalam, namun secara praktis gagal menyediakan dukungan instruksional yang penting, termasuk pedoman durasi waktu (Yokhebed & dkk, 2024). Ilusi ini berisiko menghambat tujuan Kurikulum Merdeka, karena guru seringkali terpaksa mengorbankan kedalaman eksplorasi demi mengejar keterbatasan waktu tatap muka.

Manajemen waktu sendiri merupakan proses penting untuk memastikan kegiatan belajar dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien (Malkoc & Tonietto, 2019). Tanpa alokasi waktu yang jelas, guru menghadapi tantangan besar dalam mengorganisasi kelas, menentukan prioritas aktivitas, dan menjaga kualitas pembelajaran. Di lapangan, banyak guru harus menyesuaikan kegiatan eksplorasi yang sebenarnya kaya menjadi aktivitas yang jauh lebih sederhana, atau bahkan menghilangkannya, agar materi dapat selesai sesuai target kalender akademik (Concilianus Laos, 2024). Selain itu, beberapa tugas penyelidikan akhirnya dialihkan menjadi pekerjaan rumah, sehingga menambah beban belajar siswa (Hayati, 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya tentang Kurikulum Merdeka cenderung berfokus pada kesesuaian konten buku teks dengan Capaian Pembelajaran atau dimensi Profil Pelajar

Pancasila (Octavia et al., 2024). Beberapa kajian juga mengulas kesiapan digital buku melalui keberadaan tautan virtual. Namun, kajian kritis yang secara khusus menyoroti dimensi temporal terutama bagaimana ketidakjelasan alokasi waktu dalam buku teks memengaruhi kualitas implementasi kegiatan eksploratif masih sangat terbatas (Fauzan et al., 2023; Kapur, 2025). Padahal, waktu merupakan sumber daya penting yang menentukan kelancaran proses penyelidikan dan keberhasilan pembelajaran berbasis eksplorasi.

Fenomena ketidakpastian waktu ini dapat dipahami melalui perspektif teori desain instruksional, yang menempatkan alokasi waktu sebagai bentuk scaffolding penting dalam mendukung keberhasilan belajar (Yusnadi, 2024). Ketika alokasi waktu tidak didefinisikan dengan jelas, proses belajar menjadi tidak terarah dan dapat mengurangi efektivitas kurikulum (Amanda et al., 2025; Rahman & Rozak, 2025). Kondisi ini berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian antara desain kurikulum dengan realitas operasional di sekolah, termasuk jumlah jam pelajaran, kesiapan laboratorium, dan kebutuhan waktu untuk pelaksanaan serta pelaporan praktikum.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menganalisis secara mendalam bagaimana “Wacana Atemporal” dalam buku teks Biologi memunculkan ilusi eksplorasi dan bagaimana hal ini menjadi ancaman bagi manajemen waktu guru Biologi dalam melaksanakan pembelajaran yang efektif sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis analisis dokumen dan analisis kritis wacana *Critical Discourse Analysis* (CDA) model Fairclough. Model ini dirancang untuk membongkar dominasi, ketidakadilan, dan ideologi yang tersembunyi dalam wacana. Model ini juga mampu menganalisis wacana secara lebih komprehensif melalui tiga level: teks, praktik wacana, dan praktik sosial.

1. Pertama, analisis teks, yaitu menelaah instruksi, struktur bahasa, dan tuntutan aktivitas eksplorasi dalam buku Biologi untuk mengidentifikasi bagaimana wacana dibentuk, termasuk ketiadaan alokasi waktu dalam

kegiatan seperti pengamatan, penelusuran video, dan simulasi virtual.

2. Kedua, analisis praktik wacana, yaitu memahami bagaimana instruksi tersebut diproduksi dan diimplementasikan di kelas, serta bagaimana guru dan siswa memaknai aktivitas yang tidak didukung manajemen waktu yang jelas sehingga memengaruhi kelancaran proses eksplorasi.
 3. Ketiga, analisis praktik sosial, yaitu menghubungkan temuan dengan pendidikan yang lebih luas, seperti tuntutan Kurikulum Merdeka seperti integrasi pada *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) dan untuk melihat bagaimana pengaturan waktu mencerminkan asumsi institusional tentang kesiapan siswa. Melalui tiga tahap ini, CDA membantu mengungkap bagaimana wacana dalam buku pelajaran berpengaruh terhadap efektivitas proses eksplorasi siswa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Penggunaan Wacana "Ayo, Bereksplorasi!"

Frasa "Ayo, Bereksplorasi!" muncul dalam segmen yang bertujuan mengajak siswa melakukan kegiatan investigatif atau praktikum sederhana. Pola yang Ditemukan: mengajak siswa mengamati, mencari data, atau melakukan percobaan. Aktivitas eksplorasi dapat berupa pengamatan data pada (Aktivitas 1.1) seperti pada gambar di bawah:



Gambar 1. Aktivitas Eksplorasi 1.1

Pada pelaksanaan Aktivitas 1.1, terlihat bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan tugas karena tidak adanya manajemen waktu yang baik selama kegiatan berlangsung. Aktivitas ini sebenarnya menuntut siswa untuk mengamati gambar mengenai rentang ukuran berbagai objek biologi, lalu

mengelompokkan objek-objek tersebut berdasarkan jenis alat yang digunakan untuk mengamatinya. Namun, tanpa pengaturan waktu yang jelas, banyak siswa menghabiskan waktu terlalu lama hanya untuk membaca dan mengamati gambar yang cukup kompleks. Akibatnya, mereka tidak sempat beralih ke tahap analisis dan diskusi kelompok secara optimal. Diskusi pun menjadi terburu-buru sehingga pengelompokan objek tidak dikerjakan dengan lengkap maupun akurat. Selain itu, beberapa kelompok tidak memiliki cukup waktu untuk menuliskan jawaban akhir di buku latihan, sehingga hasil belajar tidak terdokumentasi dengan baik. Ketidakefektifan ini menunjukkan bahwa manajemen waktu sangat penting dalam kegiatan pembelajaran berbasis observasi dan diskusi, terutama ketika materi yang dianalisis bersifat visual dan membutuhkan pemahaman konsep yang lebih mendalam (Yusnadi, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pembagian waktu yang terstruktur pada setiap tahap aktivitas agar siswa dapat bekerja lebih fokus, efisien, dan mencapai tujuan pembelajaran dengan optimal.

Aktivitas eksplorasi pada pengamatan data (Aktivitas 1.9) seperti pada gambar di bawah:

Coba pelajari struktur sel melalui di video Youtube, coba dengan kata pencarian **struktur dan organel sel**. Berdasarkan video yang kamu dapatkan coba telusuri:

Berdasarkan video tersebut, coba telusuri:

1. Benarkah semua sel memiliki membran plasma, sitoplasma, dan inti sel?
2. Apakah fungsi dari membran plasma, sitoplasma, dan inti sel?
3. Apakah struktur membran plasma, sitoplasma, dan inti sel sama di setiap sel organisme?

Gambar 2. Aktivitas Eksplorasi 1.9

Pada pelaksanaan Aktivitas 1.9, pemanfaatan teknologi melalui video YouTube seharusnya menjadi sarana penting untuk memperkaya pemahaman siswa mengenai struktur dan organel sel, sebagaimana ditekankan dalam Kurikulum Merdeka yang mendorong penggunaan media digital dalam pembelajaran. Namun dalam praktiknya, tidak adanya manajemen waktu yang baik menyebabkan siswa tidak dapat memanfaatkan kegiatan ini secara optimal. Waktu yang diberikan untuk menonton video tidak terukur atau tidak diarahkan, sehingga banyak siswa menghabiskan waktu terlalu lama

hanya untuk mencari video, memilih konten, atau menonton tanpa fokus.

Hal ini mengakibatkan siswa tidak memiliki cukup waktu untuk menjawab pertanyaan analitis yang diberikan, yaitu mengenai keberadaan membran plasma, sitoplasma, serta inti sel pada semua sel; fungsi ketiga struktur tersebut; dan perbedaannya antar organisme. Ketidakseimbangan waktu antara menonton dan mengerjakan soal membuat tujuan pembelajaran tidak tercapai, padahal integrasi IT seharusnya meningkatkan efektivitas belajar, bukan menghambatnya (Rahman & Rozak, 2025). Ketidaaan manajemen waktu juga membuat siswa kurang terarah dalam menghubungkan informasi dari video dengan konsep biologis yang seharusnya mereka pahami. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan waktu yang jelas, seperti batas waktu menonton, jeda untuk mencatat poin penting, dan waktu khusus untuk menjawab soal, agar penggunaan teknologi benar-benar mendukung pembelajaran sesuai dengan prinsip Kurikulum Merdeka.

Aktivitas eksplorasi pada pengamatan data (Aktivitas 2.2) seperti pada gambar di bawah:

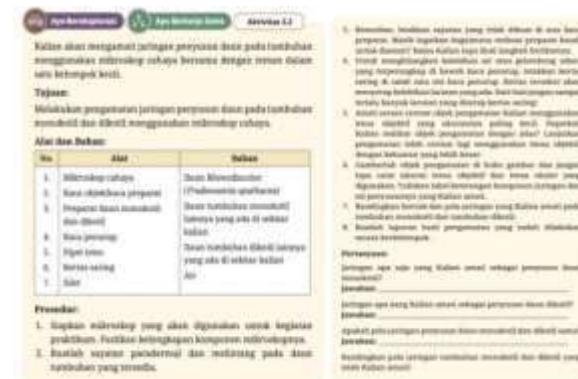


Gambar 3. Aktivitas Eksplorasi 2.2

Wacana eksplorasi pada Aktivitas 2.2 menuntun peserta didik untuk membaca literatur, memahami tahapan pengolahan manisan buah, serta merancang penyelidikan ilmiah tentang proses yang terjadi selama pembuatan manisan. Pada kegiatan ini manajemen waktu menjadi aspek yang sangat penting karena setiap langkah, seperti perendaman, pemasakan, penggulaan, hingga pengamatan perubahan tekstur dan rasa, membutuhkan durasi tertentu agar proses ilmiah seperti osmosis dan difusi dapat berlangsung optimal. Tanpa pengaturan waktu yang baik,

siswa dapat kehilangan kesempatan memperoleh data yang akurat, baik saat mencari informasi, menentukan langkah percobaan, maupun mencatat hasil pengamatan pada interval waktu yang konsisten. Oleh karena itu, wacana eksplorasi ini tidak hanya membangun pemahaman konsep, tetapi juga melatih keterampilan peserta didik dalam mengelola waktu secara efektif untuk memastikan penyelidikan berjalan sistematis dan menghasilkan temuan yang valid.

Aktivitas eksplorasi pada pengamatan data (Aktivitas 3.2) seperti pada gambar di bawah:



Prosedur:

1. Lengkap mikroskop yang akan digunakan untuk kegiatan praktikum. Pastikan berfungsi dengan baik.
2. Bantulah seorang peserta didik melakukan penyelesaian.

Hasil:

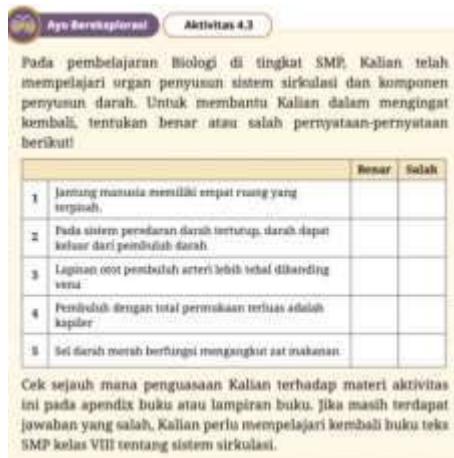
Setelah selesai mengamati jaringan penyusun daun pada tumbuhan monokotil dan dikotil menggunakan mikroskop cahaya, siswa sebenarnya melakukan serangkaian aktivitas ilmiah yang menuntut ketelitian, kemandirian, dan keterampilan proses sains, namun buku tidak memberikan alokasi waktu yang jelas sehingga berpotensi membuat kegiatan kurang terstruktur. Siswa diminta menyiapkan preparat, mengamati struktur jaringan, serta mencatat perbedaannya, tetapi idealnya alat dan bahan seperti mikroskop, kaca preparat, daun sampel, dan perlengkapan lainnya sudah disiapkan oleh laboran agar siswa dapat fokus pada proses observasi, bukan persiapan teknis. Ketidakjelasan waktu dan kesiapan alat dapat memengaruhi efektivitas eksplorasi, karena pengamatan mikroskopis membutuhkan manajemen waktu yang baik agar setiap tahap mulai dari pembuatan preparat, pengamatan, sampai analisis hasil dapat berlangsung optimal (Rahman & Rozak, 2025; Yusnadi, 2024). Dengan demikian, meskipun aktivitas eksplorasi ini sangat relevan untuk melatih kemampuan

Gambar 4. Aktivitas Eksplorasi 3.2

Wacana eksplorasi pada Aktivitas 3.2 pada pengamatan jaringan penyusun daun pada tumbuhan monokotil dan dikotil menggunakan mikroskop cahaya, siswa sebenarnya melakukan serangkaian aktivitas ilmiah yang menuntut ketelitian, kemandirian, dan keterampilan proses sains, namun buku tidak memberikan alokasi waktu yang jelas sehingga berpotensi membuat kegiatan kurang terstruktur. Siswa diminta menyiapkan preparat, mengamati struktur jaringan, serta mencatat perbedaannya, tetapi idealnya alat dan bahan seperti mikroskop, kaca preparat, daun sampel, dan perlengkapan lainnya sudah disiapkan oleh laboran agar siswa dapat fokus pada proses observasi, bukan persiapan teknis. Ketidakjelasan waktu dan kesiapan alat dapat memengaruhi efektivitas eksplorasi, karena pengamatan mikroskopis membutuhkan manajemen waktu yang baik agar setiap tahap mulai dari pembuatan preparat, pengamatan, sampai analisis hasil dapat berlangsung optimal (Rahman & Rozak, 2025; Yusnadi, 2024). Dengan demikian, meskipun aktivitas eksplorasi ini sangat relevan untuk melatih kemampuan

mengamati dan membedakan jaringan tumbuhan, diperlukan dukungan manajemen waktu dan kesiapan alat agar kegiatan berjalan lebih terarah dan hasil belajar dapat dicapai secara maksimal.

Aktivitas eksplorasi pada pengamatan data (Aktivitas 4.3) seperti pada gambar di bawah:



Gambar 5. Aktivitas Eksplorasi 4.3

Pada kegiatan Eksplorasi Aktivitas 4.3 dalam buku Biologi tersebut, tampak bahwa wacana pembelajaran menempatkan siswa sebagai individu yang diharapkan mampu secara mandiri mengingat kembali pengetahuan prasyarat tentang sistem peredaran darah tanpa adanya alokasi waktu yang jelas untuk proses *recall* tersebut. Secara discursif, teks langsung mengarahkan siswa untuk menentukan benar-salah pernyataan tanpa memberi ruang eksplorasi kognitif yang memadai, sehingga terjadi ketimpangan antara tuntutan kognitif yang tinggi dengan dukungan instruksional yang minim. Ketidakhadiran alokasi waktu ini merefleksikan asumsi implisit bahwa siswa telah memiliki kesiapan penuh dan pengetahuan yang stabil, padahal dalam praktik pembelajaran, proses mengingat kembali membutuhkan *scaffolding*, waktu, dan panduan agar kegiatan eksplorasi berjalan bermakna (Rahman & Rozak, 2025). Selain itu, wacana penilaian diri (“cek sejauh mana penguasaan kalian...”) menunjukkan orientasi evaluatif, tetapi tidak diimbangi dengan kesempatan eksploratif yang cukup, sehingga dapat membatasi konstruksi makna siswa terhadap konsep sistem sirkulasi. Analisis ini menunjukkan bahwa struktur wacana pada aktivitas 4.3 kurang mendukung prinsip

pembelajaran berkelanjutan, terutama pada tahap aktivasi pengetahuan awal yang sangat penting dalam kegiatan eksplorasi.

Aktivitas eksplorasi pada pengamatan data (Aktivitas 5.4) seperti pada gambar di bawah:

Metode Penelitian		Analisis dan Interpretasi Data			
No.	Nama	Tujuan Riset	Angket A	Angket B	Analisa Data
1.	Ratu Ratu	-	-	-	-
2.	Tututut	-	-	-	-
3.	Tututut	-	-	-	-
4.	Tututut	-	-	-	-

Penjelasan:
1. Metode = Analisis dan Interpretasi Data
2. Tujuan Riset = Tujuan Riset

Kesimpulan:

1. Sistem pengetahuan dan teknologi yang ada di kalangan masyarakat masih belum mendukung perkembangan teknologi informasi.
2. Pada masa depan teknologi yang ada di kalangan masyarakat akan semakin meningkat dan berkembang.
3. Untuk memenuhi kebutuhan pengetahuan dan teknologi.
4. Maka teknologi yang ada di kalangan masyarakat perlu ditingkatkan lagi.

Gambar 6. Aktivitas Eksplorasi 5.4

Wacana pada Aktivitas 5.5 memperlihatkan bahwa buku Biologi tersebut menampilkan arahan pembelajaran berbasis teknologi melalui kegiatan simulasi virtual donor darah, namun secara struktural tidak menyediakan alokasi waktu yang jelas bagi siswa untuk membuka dan mengeksplorasi tautan simulasi tersebut. Absennya alokasi waktu ini menciptakan ketidakseimbangan antara tuntutan pedagogis berbasis TPACK, yang menempatkan penguasaan teknologi sebagai bagian penting dari proses eksplorasi ilmiah, dengan bentuk dukungan instruksional yang justru minimal (Nurdiani et al., 2024; Sastria, 2023). Secara ideologis, teks mengasumsikan bahwa siswa dapat serta-merta mengakses, memahami, dan memanfaatkan teknologi tanpa hambatan teknis maupun kognitif, padahal pembelajaran digital membutuhkan waktu untuk orientasi, navigasi, dan pemakaian. Penugasan yang langsung mengarahkan siswa melakukan simulasi mencerminkan model pembelajaran yang masih bersifat *task-oriented*, bukan *process-oriented*, sehingga berpotensi mengurangi kedalaman eksplorasi dan kualitas pengalaman belajar yang seharusnya ditawarkan oleh integrasi teknologi (Pranata et al., 2023). Analisis ini menunjukkan bahwa ketidakhadiran manajemen waktu dalam aktivitas 5.5 dapat melemahkan tujuan pembelajaran TPACK yang ingin mendorong literasi digital dan eksplorasi bermakna.

Aktivitas eksplorasi pada pengamatan data (Aktivitas 6.3) seperti pada gambar di bawah:



Gambar 7. Aktivitas Eksplorasi 6.3

Aktivitas 6.3 pada buku biologi tersebut, yang mencakup Kegiatan 1 (simulasi virtual bagian-bagian otak) dan Kegiatan 2 (simulasi virtual aktivitas neuron), menunjukkan adanya asumsi pedagogis implisit yang dapat dianalisis secara kritis. Secara permukaan, aktivitas ini mendorong pembelajaran interaktif dan berbasis teknologi, namun ketiadaan alokasi waktu yang eksplisit merupakan bentuk kekuatan wacana institusional yang mengesampingkan realitas praktis implementasi di kelas. Hilangnya unsur penanda waktu (seperti durasi yang disarankan atau instruksi untuk dilakukan di luar jam pelajaran) menciptakan ketidakjelasan struktural yang secara diam-diam menimpa tanggung jawab manajemen waktu sepenuhnya kepada guru dan siswa, serta dapat berpotensi memperluas kesenjangan (gap) antara tuntutan kurikulum ideal (pemanfaatan simulasi virtual) dan batasan sumber daya serta waktu ajar riil.

Kurikulum Merdeka dikembangkan untuk memberikan keleluasaan (diversifikasi) dan menuntut ragam aktivitas belajar yang mendukung capaian pembelajaran yang bermakna (Rahman & Rozak, 2025; Yokhebed & dkk, 2024). Namun, buku teks Biologi ini menunjukkan kesenjangan dalam menjembatani idealisme kurikulum dengan praktik operasional: Fleksibilitas waktu dan diferensiasi pembelajaran ditekankan dalam Kurikulum Merdeka (Amanda et al., 2025). Ketersediaan fasilitas seharusnya menjadi pertimbangan dalam perumusan

aktivitas (Lin & Chen, 2025; Waode Siti Sumianti, 2023).

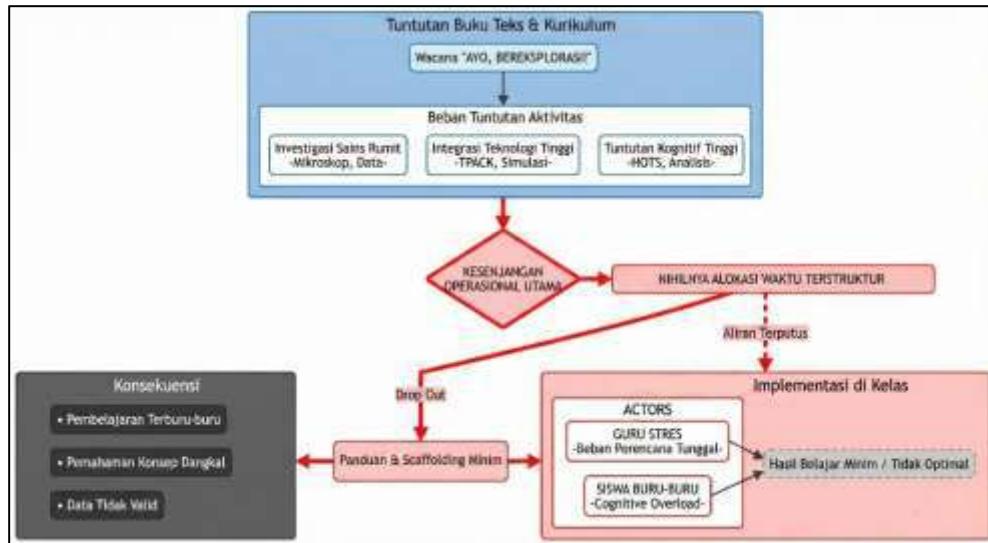
Aktivitas eksploratif yang bermakna (melalui penyelidikan) seharusnya menjadi ciri khas (Örnek & Alaam, 2025). Namun, tanpa panduan waktu, interpretasi guru menjadi tidak seragam, dan pelaksanaan kegiatan eksplorasi sering disamaratakan atau disederhanakan untuk mengamankan cakupan materi. Ini menjadi bukti bahwa teks tidak berhasil menjembatani konsep ideal Kurikulum Merdeka dalam menciptakan "ancaman ketidakpastian waktu" yang berpotensi mereduksi kualitas kegiatan.

Guru dipaksa menjadi perencana waktu (otoritas operasional) meskipun pedoman teks minim (Alemu et al., 2021; Richards et al., 2020). Mereka harus menjembatani antara tuntutan kaku teks ("Lakukanlah kegiatan penyelidikan...") dengan batasan jadwal yang realistik. Siswa menjadi penerima instruksi tanpa kontrol waktu. Mereka didorong untuk "berpikir kritis" dan "bereksplorasi", tetapi kerangka waktu untuk proses kognitif dan fisik yang kompleks ini telah diputuskan tanpa konsultasi dengan mereka. Kegiatan ini dapat merusak motivasi intrinsik dan membuat siswa merasa terasing dari kontrol atas proses belajar mandiri mereka (Pranata et al., 2023; Putri Karmia et al., 2025).

Penulis buku (Pusat Perbukuan) tampil sebagai pemegang kendali wacana (otoritas ideologis), yang mendiktekan jenis kegiatan yang dianggap penting tanpa menanggung kesulitan implementasi secara temporal. Relasi kuasa ini menunjukkan bahwa buku bekerja bukan hanya sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai alat instruksi tanpa dukungan teknis operasional (seperti estimasi waktu atau alternatif prosedur yang lebih cepat).

Di bawah ini adalah gambaran visualisasi data kualitatif mengenai kesenjangan antara tuntutan ideal buku teks dan dukungan operasional yang tersedia

.



Gambar 8. Kesenjangan (gap) antara tuntutan buku teks Biologi Kurikulum Merdeka dan dukungan operasional yang disediakan, berdasarkan temuan Analisis Wacana Kritis

pembentuk cara belajar, di mana beban implementasi yang tidak terdefinisi dialihkan ke ujung tombak Pendidikan (Fasinro, 2024; Matlala, 2025). Yakni guru dan siswa, yang harus menanggung risiko kegagalan capaian kurikulum akibat ketidakjelasan operasional

Berdasarkan pembahasan kritis ini, ada beberapa implikasi penting untuk pengembangan buku teks Biologi di masa mendatang. Penulis perlu mencantumkan estimasi waktu yang realistik (misalnya, "Durasi kegiatan: 2 x 45 menit") untuk aktivitas eksplorasi dan praktikum yang kompleks pada aktivitas "Ayo Beresplorasi". Buku perlu memberi pilihan kegiatan berjenjang (diferensiasi waktu) agar sesuai dengan variasi fasilitas dan alokasi waktu sekolah, sejalan dengan prinsip Kurikulum Merdeka (Biström & Lundström, 2021). Instruksi harus lebih dialogis, mengakui peran guru sebagai penentu kurikulum operasional, bukan sekadar perintah halus ("Ayo") yang bersifat kaku. Wacana harus memberi ruang bagi guru untuk menyesuaikan, bukan memaksa melalui

IV. KESIMPULAN

Analisis kritis terhadap buku teks Biologi Kelas XI menunjukkan adanya pola instruksional yang bermasalah. Seluruh kegiatan eksplorasi dari Aktivitas 1.1 hingga 6.3 tidak mencantumkan alokasi waktu, sehingga membentuk wacana *atemporal* yang menempatkan seluruh beban pengaturan waktu pada guru dan siswa. Fitur "Ayo, Bereksplorasi!" menuntut aktivitas kognitif tingkat tinggi dan penyelidikan yang kompleks, tetapi tidak disertai estimasi durasi yang dibutuhkan. Kesenjangan antara tuntutan aktivitas yang tinggi dan minimnya dukungan operasional membuat guru harus menyusun perencanaan waktu secara darurat. Akibatnya, guru sering mengurangi kedalaman eksplorasi demi mengejar cakupan materi, sehingga menurunkan kualitas pembelajaran dan menghambat pencapaian tujuan Kurikulum Merdeka.

DAFTAR PUSTAKA

- Alemu, M., Kind, V., Basheh, M., Michael, K., Atnafu, M., Kind, P., & Rajab, T. (2021). The knowledge gap between intended and attained curriculum in Ethiopian teacher education: identifying challenges for future development. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 51(1), 81–98. <https://doi.org/10.1080/03057925.2019.1593107>
- Amanda, M., Manja Margaret, F., Saputra, J., Setiwati, M., & Hayati, N. (2025). Dampak Perubahan Kurikulum Terhadap guru dan Peserta Didik. *Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 2(1), 79–89. <https://doi.org/https://jicnusantara.com/index.php/jic>
- Biström, E., & Lundström, R. (2021). Textbooks and action competence for sustainable development: an analysis of Swedish lower secondary level textbooks in geography and biology. *Environmental Education Research*, 27(2), 279–294. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1853063>
- Concilianus Laos. (2024). *Paradigma Pendidikan Memerdekakan: Mentransformasi Arena Mengajar Menjadi Ruang Belajar*. Sanata Dharma University Press.
- Fasinro, K. (2024). Curriculum implementation: Challenges and the prospect of education resource centres to aid effective implementation. *African Educational Research Journal*, 12(1), 1–5. <https://doi.org/10.30918/AERJ.121.23.102>
- Fauzan, F., Ansori, R. A. M., Dannur, Moh., Pratama, A., & Hairit, A. (2023). The Implementation of the Merdeka Curriculum (Independent Curriculum) in Strengthening Students' Character in Indonesia. *Aqlamuna: Journal of Educational Studies*, 1(1), 136–155. <https://doi.org/10.58223/aqlamuna.v1i1.237>
- Gunawardena, M., & Wilson, K. (2021). Scaffolding Students' Critical Thinking: A Process not an end Game. *Journal Homepage: Elsevier*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100848>
- Hayati, M. (2025). Pengembangan Executive Function Anak Melalui Pekerjaan Rumah Tangga. *JEA (Jurnal Edukasi AUD)*, 11(1), 15–29. <https://doi.org/10.18592/jea.v11i1.15940>
- Kapur, Dr. R. (2025). Honing Time-Management Skills: Vital in Completing Job Duties Within Required TimeFrame. *International Journal of Management and Humanities*, 11(7), 9–14. <https://doi.org/10.35940/ijmh.F1790.11070325>
- Lin, R., & Chen, G. (2025). Optimizing student performance: the impact of time management strategies. *Indian Academy of Sciences*, 50(3), 169. <https://doi.org/https://www.ias.ac.in/article/fulltext/sadh/050/0169>
- Malkoc, S. A., & Tonietto, G. N. (2019). Activity versus outcome maximization in time management. *Current Opinion in Psychology*, 26, 49–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cop.2018.04.017>
- Matlala, L. S. (2025). Navigating program evaluation amid health crises: Evaluator's experiences on conducting virtual focus group discussions. *Evaluation and Program Planning*, 111. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2025.102568>
- Nur Fitriyanti. (2025). *Pembelajaran Sains pada Anak Usia Dini (Teori dan Praktek)*. Duta Sais Indonesia.
- Nurdiani, N., Tauhida, T., Rosamsi, S., Studi Pendidikan Biologi, P., & Keguruan dan Ilmu Pendidikan, F. (2024). Pemanfaatan LMS Moodle dalam Pembelajaran Berbasis TPACK untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Peserta Didik Pada Materi Sistem Saraf. *Biosfer : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 9(2). <https://doi.org/https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/21571/13777>
- Octavia, E., Anwar Rube, M., & Firmansyah, S. (2024). Kendala pelaksanaan Projek Penguatan Profil Penguatan Pelajar Pancasila di SMP Negeri 9 Kota Pontianak dalam Kurikulum Merdeka. In *JPKN* (Vol. 8, Issue 1). <https://doi.org/https://journal.upgripnk.ac.id>

- [d/index.php/kewarganegaraan/article/view/7368](https://index.php/kewarganegaraan/article/view/7368)
- Örnek, F., & Alaam, S. (2025). Five Essential Features of Scientific Inquiry in Bahraini Primary School Science Textbooks and Workbooks. *Science & Education*, 34(3), 1551–1599.
<https://doi.org/10.1007/s11191-024-00523-1>
- Pranata, O. D., Sastria, E., Ferry, D., & Zebua, D. R. Y. (2023). *Analysis of Students' Emotional Intelligence and Their Relationship with Academic Achievement in Science* (pp. 395–410). Proceedings of the International Conference on Social Science and Education (ICoE SSE 2023).
https://doi.org/10.2991/978-2-38476-142-5_38
- Putri Karmia, P., Ibrahim, Y., & Rosamsi, S. (2025). Peningkatan Berpikir Kritis melalui E-Modul Sistem Saraf Berbasis Exe Learning untuk Pendidikan Berkelanjutan. *Biosfer (Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi)*, 10(1), 122–129.
<https://doi.org/https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/26986>
- Rahayu, S. (2025). *The Evolution of Education in Indonesia: A Study of the 2013 Curriculum, the Independent Curriculum, and Inclusive Education in the Digital Era* (Vol. 1, Issue 1).
[https://doi.org/https://www.ejournal.staindiundeng.ac.id/index.php/dijee/article/view/4509.](https://doi.org/https://www.ejournal.staindiundeng.ac.id/index.php/dijee/article/view/4509)
- Rahman, B., & Rozak, A. (2025). Diskoneksi Waktu Kebijakan dan Implementasi Kurikulum: Kritik atas Terbitnya Permendikdasmen No. 13 Tahun 2025 Pasca Tahun Ajaran Baru Dimulai. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 302–307.
<https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2019>
- Richards, J. B., Hayes, M. M., & Schwartzstein, R. M. (2020). Teaching Clinical Reasoning and Critical Thinking: From Cognitive Theory to Practical Application. In *Chest* (Vol. 158, Issue 4, pp. 1617–1628). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.05.525>
- Rozikin, A., & Sanjaya, E. (2025). Penerapan Pendekatan Saintifik dalam Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa SMA 8 Surabaya. *Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 55–62.
<https://doi.org/10.70716/josme.v1i2.177>
- Sastria, E. (2023). Indonesian Pre-service and In-service Science Teachers' TPACK Level. *International Journal of Biology Education Towards Sustainable Development*, 3(1), 1–15.
<https://doi.org/10.52889/ijbetsd.v3i1.143>
- Waode Siti Sumianti. (2023). Eksplorasi Implementasi Model Inkuiri Terbimbing dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Rasa Ingin Tahu Siswa Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Wadaga Waode Siti Sumianti. In *Jurnal Pendidikan Dasar* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/https://ejurnal.iainsorong.ac.id/index.php/Misool/editorialBoard>
- Yafie, E., Setyaningsih, D., Lestariningsrum, A., Saodi, S., Herlina, H., & Wiranata, I. G. L. A. (2024). Exploring Merdeka Curriculum Implementation in Diverse Preschools Settings: A Comparative Analysis of Principal Perceptions in Public and Private Schools with Varied Accreditation Levels. *Participatory Educational Research*, 11(5), 41–58.
<https://doi.org/10.17275/per.24.63.11.5>
- Yokhebed, & dkk. (2024). *Model Socioscientific Problem Based Learning with Flipped Classroom (SPBLFC) Disertai Contoh Implementasi Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka*. Universitas Tidar.
- Yusnadi. (2024). Manajemen Waktu Mahasiswa IAI Al-Aziziyah Samalanga Dalam Menghadapi Tuntutan Akademik dan Kegiatan Dayah. *Jurnal Seumutbeuet: Jurnal Pendidikan Islam*.
<https://doi.org/https://journal.ymal.or.id/index.php/yayasanmadinahjsmt/article/view/610>

Analisis Kebutuhan Modul Ajar Interaktif Berbasis Kearifan Lokal Pesisir pada Materi Perubahan Iklim: Studi Pendahuluan

**Dita Agustian^{1*}, Nissa Noor Annashr², Samuel Agus Triyanto³, Ryan Ardiansyah⁴,
Setio Galih Marlyono⁵**

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Siliwangi

²Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Siliwangi

^{3,4}Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Siliwangi

⁵Jurusan Pendidikan Geografi FKIP, Universitas Siliwangi

ABSTRAK

Latar belakang penelitian berangkat dari urgensi pendidikan lingkungan yang kontekstual dan integratif dalam menghadapi isu global perubahan iklim, khususnya di wilayah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru dan siswa terhadap pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir pada materi perubahan iklim. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan instrumen berupa angket kebutuhan, wawancara, dan telaah kurikulum. Subjek penelitian melibatkan 6 orang guru biologi dan 60 siswa sekolah menengah atas di wilayah pesisir Pangandaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) guru membutuhkan sumber belajar yang interaktif, kontekstual, dan mudah diintegrasikan dalam pembelajaran berbasis Kurikulum Merdeka; (2) siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif, visual, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari di lingkungan pesisir; (3) kearifan lokal pesisir dipandang relevan sebagai konten pembelajaran adaptasi perubahan iklim, namun belum banyak dimanfaatkan dalam modul ajar konvensional. Dengan demikian, pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir dipandang urgen untuk memperkuat literasi sains, kesadaran lingkungan, dan kemampuan adaptasi siswa terhadap perubahan iklim.

Kata kunci: analisis kebutuhan, kearifan lokal pesisir, modul ajar interaktif, perubahan iklim

ABSTRACT

This study aims to analyze the needs of teachers and students for the development of interactive teaching modules based on coastal local wisdom on climate change. The research background stems from the urgency of contextual and integrative environmental education in addressing the global issue of climate change, particularly in coastal areas. The research method used a qualitative descriptive approach with instruments in the form of a needs questionnaire, interviews, and curriculum review. The research subjects involved six biology teachers and 60 high school students in the coastal area of Pangandaran. The results showed that: (1) teachers need learning resources that are interactive, contextual, and easily integrated into learning based on the Independent Curriculum; (2) students need learning media that is interactive, visual, and relevant to daily life in coastal environments; (3) coastal local wisdom is seen as relevant as learning content for climate change adaptation, but has not been widely utilized in conventional teaching modules. Thus, the development of interactive teaching modules based on coastal local wisdom is seen as urgent to strengthen scientific literacy, environmental awareness, and students' ability to adapt to climate change.

Keywords: needs analysis, coastal local wisdom, interactive teaching modules, climate change

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini.

Fenomena ini ditandai dengan meningkatnya suhu bumi, naiknya permukaan air laut, perubahan pola curah hujan, serta meningkatnya

frekuensi bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan badai tropis. Dampak perubahan iklim dirasakan secara nyata di kawasan pesisir, di mana masyarakatnya sangat bergantung pada sumber daya laut untuk mata pencarian. Kerentanan wilayah pesisir terhadap perubahan iklim menjadikannya salah satu area prioritas dalam upaya mitigasi dan adaptasi (Amalia et al., 2023).

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, yakni sekitar 108.000 km, serta dihuni oleh lebih dari 60% penduduk yang tinggal di wilayah pesisir. Kondisi ini menjadikan masyarakat pesisir berada di garis depan dalam menghadapi dampak perubahan iklim. Naiknya permukaan laut berpotensi menenggelamkan pemukiman pesisir, abrasi merusak garis pantai, dan intrusi air laut mengancam sumber air bersih (Agustian et.al. 2023; Yanti et.al. 2025). Tidak hanya itu, perubahan musim juga memengaruhi produktivitas nelayan dan petani pesisir. Semua ini menunjukkan bahwa adaptasi perubahan iklim menjadi keharusan, khususnya melalui jalur pendidikan (Firnadi et al., 2023).

Dalam konteks pendidikan formal, perubahan iklim telah masuk dalam kurikulum IPA di tingkat SMP dan SMA. Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya pembelajaran yang bersifat kontekstual, berbasis masalah, dan mendorong keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan literasi sains. Namun, dalam praktiknya, pembelajaran mengenai perubahan iklim masih banyak dilakukan secara teoretis, berpusat pada guru, serta kurang menyentuh realitas kehidupan siswa, terutama di daerah pesisir (Rubini et al., 2023). Akibatnya, siswa sering kali kesulitan memahami konsep-konsep abstrak seperti efek rumah kaca, pemanasan global, atau perubahan pola cuaca, sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna.

Salah satu pendekatan yang dapat menjembatani kesenjangan antara sains dan realitas adalah integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran. Kearifan lokal pesisir mencakup berbagai pengetahuan, tradisi, dan praktik masyarakat yang diwariskan secara turun-temurun. Misalnya, tradisi menjaga ekosistem Mangrove untuk melindungi pantai dari abrasi, pemahaman nelayan terhadap pola pasang surut laut, serta kebiasaan masyarakat dalam menyesuaikan pola tanam dengan musim angin.

Pengetahuan lokal ini tidak hanya relevan dalam konteks ekologis, tetapi juga mengandung nilai-nilai sosial, budaya, dan spiritual yang dapat memperkaya pembelajaran sains (Agustian, 2022; Amalia et al., 2023).

Pengintegrasian kearifan lokal dalam pembelajaran perubahan iklim dapat memberikan banyak manfaat. Pertama, siswa akan lebih mudah memahami materi karena dikaitkan dengan pengalaman yang mereka lihat sehari-hari. Kedua, siswa menjadi lebih peduli terhadap lingkungan karena merasa pembelajaran menyentuh realitas hidup mereka. Ketiga, kearifan lokal dapat menjadi jembatan antara pengetahuan ilmiah modern dengan pengetahuan tradisional, sehingga siswa dapat melihat bagaimana ilmu pengetahuan berkembang dalam konteks masyarakat (Firnadi et al., 2023).

Untuk mendukung pembelajaran yang kontekstual, diperlukan media pembelajaran yang sesuai. Salah satu media yang potensial adalah modul ajar interaktif. Modul ajar interaktif berbeda dari modul cetak tradisional karena memanfaatkan teknologi digital untuk menyajikan materi secara lebih menarik. Modul ini biasanya memuat teks, gambar, animasi, simulasi, serta kuis interaktif yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri maupun kolaboratif. Herlina & Abidin (2024) menyatakan bahwa modul interaktif dapat meningkatkan keterlibatan siswa karena mereka tidak hanya membaca, tetapi juga berinteraksi dengan materi pembelajaran melalui berbagai fitur digital. Pada era digitalisasi pendidikan, penggunaan modul interaktif menjadi semakin penting. Siswa generasi sekarang (generasi Z) terbiasa dengan perangkat digital dan visualisasi yang menarik. Oleh karena itu, pembelajaran yang hanya mengandalkan buku teks kurang efektif dalam menumbuhkan minat belajar. Modul interaktif dapat mengakomodasi gaya belajar visual, auditori, maupun kinestetik, sehingga lebih inklusif bagi berbagai tipe siswa (Pursitasari et al., 2023).

Namun, pengembangan modul interaktif tidak bisa dilakukan secara sembarangan. Produk yang dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan nyata guru dan siswa, serta relevan dengan konteks kurikulum. Oleh karena itu, tahap awal yang sangat penting dalam penelitian pengembangan adalah analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan berfungsi untuk mengidentifikasi masalah, kesenjangan, serta

harapan pengguna (guru dan siswa) terhadap media pembelajaran yang akan dikembangkan (Susilawati et al., 2023). Data ini akan menjadi dasar yang kuat untuk merancang modul ajar interaktif yang benar-benar bermanfaat, bukan sekadar produk inovasi yang tidak digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya juga mendukung pentingnya analisis kebutuhan sebelum pengembangan media ajar. Rubini et al. (2023) menunjukkan bahwa guru IPA memerlukan media pembelajaran digital yang dapat membantu menyampaikan materi kompleks dengan cara yang lebih sederhana. Pursitasari et al. (2023) menemukan bahwa siswa lebih menyukai media pembelajaran interaktif karena mampu meningkatkan pemahaman konsep sains abstrak. Firnadi et al. (2023) menekankan pentingnya mengintegrasikan pengetahuan lokal dalam pendidikan lingkungan untuk meningkatkan literasi sains sekaligus kesadaran ekologis.

Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir pada materi perubahan iklim. Fokus analisis diarahkan pada kebutuhan guru biologi dan siswa SMA di daerah pesisir, dengan mempertimbangkan aspek kurikulum, preferensi belajar, serta potensi integrasi kearifan lokal. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar yang kuat untuk tahap selanjutnya, yaitu pengembangan modul ajar interaktif yang relevan, inovatif, dan kontekstual.

Dengan adanya modul interaktif berbasis kearifan lokal pesisir, pembelajaran perubahan iklim tidak hanya menjadi lebih mudah dipahami, tetapi juga lebih bermakna bagi siswa. Mereka akan melihat bahwa isu global yang sering mereka dengar di media bukanlah sesuatu yang jauh, melainkan dekat dengan kehidupan sehari-hari mereka. Selain itu, siswa dapat belajar bahwa pengetahuan modern dan tradisional tidak saling bertentangan, tetapi dapat saling melengkapi dalam membangun solusi adaptasi perubahan iklim yang berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan abad ke-21, yakni membentuk generasi yang memiliki literasi sains, kesadaran ekologis, serta tanggung jawab sosial sebagai bagian dari warga dunia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Secara keseluruhan, penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (RnD), namun pada artikel ini dibatasi pada analisis kebutuhan dalam pengembangan modul ajar interaktif pada materi perubahan iklim. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan metode survei untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir. Subjek penelitian melibatkan 6 guru biologi yang mengajar di tingkat SMA serta 60 siswa SMA yang tinggal di kawasan pesisir. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive sampling*, dengan pertimbangan bahwa mereka memiliki pengalaman langsung dalam pembelajaran materi perubahan iklim dan relevan dengan konteks kearifan lokal pesisir.

Instrumen penelitian berupa kuesioner tertutup dan terbuka. Kuesioner untuk guru mencakup aspek: (1) persepsi terhadap pembelajaran perubahan iklim saat ini, (2) kebutuhan terhadap media ajar, (3) harapan integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran, serta (4) kesiapan menggunakan modul digital interaktif. Kuesioner untuk siswa mencakup aspek: (1) kesulitan belajar perubahan iklim, (2) minat terhadap media pembelajaran, (3) preferensi gaya belajar, serta (4) pandangan mengenai kearifan lokal pesisir.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif persentase untuk mengetahui kecenderungan respon guru dan siswa. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperjelas interpretasi data. Analisis deskriptif ini bertujuan mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi pembelajaran yang ada dengan kebutuhan nyata di lapangan, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengembangan modul ajar interaktif.

Dengan demikian, metodologi penelitian ini difokuskan pada penggalian kebutuhan pengguna (*user need analysis*) sebagai tahapan awal dalam model pengembangan media pembelajaran berbasis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini melibatkan 60 orang siswa SMA di daerah pesisir serta 6 orang guru biologi yang mengajar di tingkat SMA. Data diperoleh melalui kuesioner yang mencakup tiga aspek utama: (1) kebutuhan siswa, (2) kebutuhan guru,

dan (3) analisis kurikulum terkait pembelajaran perubahan iklim.

1. Respon Guru

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diberikan kepada guru, terdapat beberapa informasi yang didapatkan sebagaimana tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Kuesioner Guru Biologi

No.	Aspek yang Ditanyakan	Ya (%)	Tidak (%)	Keterangan
1	Materi perubahan iklim masih bersifat teoritis	83	17	5 guru menyatakan pembelajaran kurang kontekstual
2	Pernah mengintegrasikan kearifan lokal pesisir dalam pembelajaran	17	83	Hanya 1 guru yang pernah mencoba
3	Membutuhkan media ajar interaktif berbasis digital	100	0	Semua guru sepakat
4	Modul perlu memuat ilustrasi visual	100	0	Disarankan berupa gambar, grafik, atau animasi
5	Modul sebaiknya menyediakan aktivitas berbasis proyek	83	17	Agar siswa dapat eksplorasi lingkungan sekitar

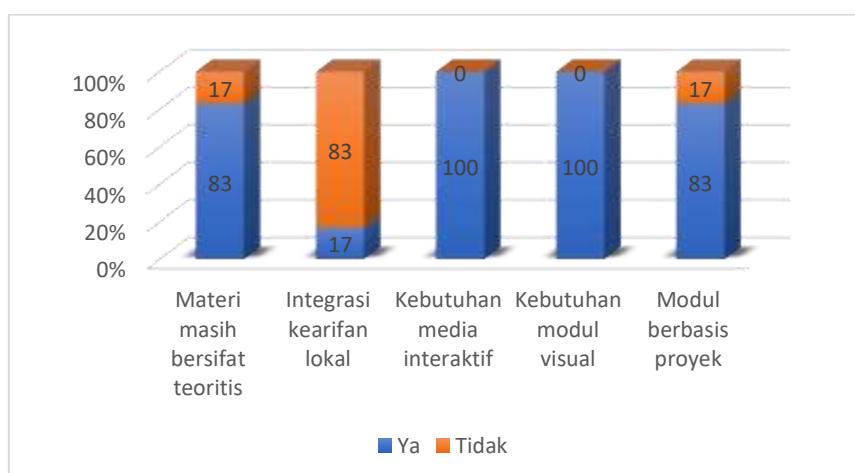
Dari 6 guru biologi, sebanyak 83% (5 guru) menyatakan bahwa materi perubahan iklim yang diajarkan selama ini masih bersifat teoretis dan belum terhubung dengan kehidupan sehari-hari siswa. Hanya 17% (1 guru) yang pernah mencoba mengaitkan materi perubahan iklim dengan kearifan lokal, misalnya tradisi menjaga hutan mangrove. Sebanyak 100% guru mengungkapkan perlunya media ajar interaktif untuk meningkatkan pemahaman siswa. Guru menekankan bahwa modul yang dikembangkan sebaiknya:

- a. memuat ilustrasi visual terkait fenomena iklim,
- b. mengintegrasikan kearifan lokal pesisir (misalnya pengetahuan pasang surut, pola

musim nelayan, dan sistem tanam pesisir), serta

- c. menyediakan aktivitas berbasis proyek agar siswa dapat melakukan eksplorasi langsung di lingkungan sekitar.

Hasil ini memperkuat pandangan bahwa guru membutuhkan media pembelajaran kontekstual dan inovatif yang mampu memfasilitasi pembelajaran sains dengan menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman nyata (Rubini et al., 2023).



Gambar 1. Deskripsi analisis kebutuhan menurut guru

2. Respon Siswa

Dari 60 siswa, sebagian besar menyatakan mengalami kesulitan dalam memahami konsep perubahan iklim jika hanya disampaikan melalui buku teks. Sebanyak 72% siswa menyatakan bahwa pembelajaran perubahan iklim kurang menarik karena minim visualisasi, sedangkan 68% siswa merasa materi yang diajarkan tidak

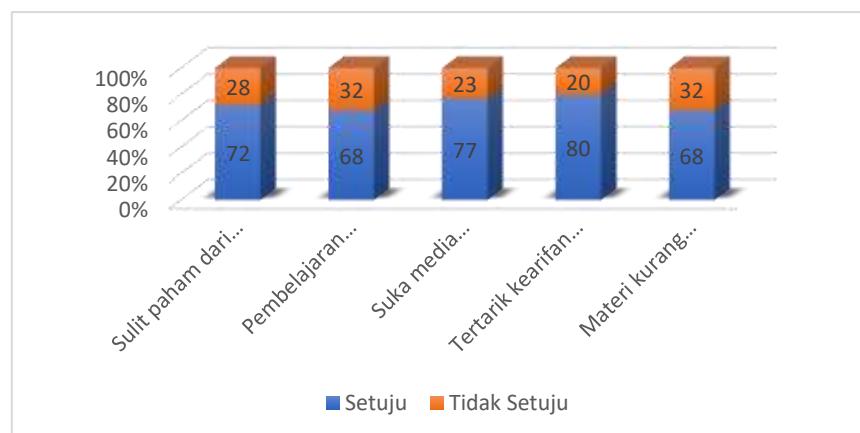
relevan dengan kehidupan mereka sehari-hari. Namun, ketika ditanya mengenai kearifan lokal, 80% siswa menunjukkan antusiasme untuk mempelajari perubahan iklim melalui pengalaman masyarakat pesisir, seperti pengetahuan tentang abrasi pantai, musim melaut, serta tradisi menjaga ekosistem mangrove. Data lebih lengkapnya disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Kuesioner Siswa

No.	Aspek yang Ditanyakan	Setuju (%)	Tidak (%)	Keterangan
1	Materi perubahan iklim sulit dipahami jika hanya dari teks	72	28	43 siswa merasa kesulitan
2	Pembelajaran perubahan iklim kurang menarik	68	32	41 siswa menilai minim visualisasi
3	Lebih suka media interaktif berbasis digital	77	23	46 siswa memilih animasi & simulasi
4	Tertarik belajar dengan kearifan lokal pesisir	80	20	48 siswa antusias pada tradisi lokal
5	Merasa materi kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari	68	32	41 siswa menganggap materi jauh dari konteks pesisir

Selain itu, 77% siswa mengungkapkan lebih menyukai media pembelajaran yang interaktif dengan animasi, simulasi, dan kuis berbasis digital dibandingkan media cetak tradisional.

Hasil ini sejalan dengan temuan Pursitasari et al. (2023) bahwa siswa lebih mudah memahami sains melalui media visual yang interaktif dibandingkan pembelajaran konvensional.



Gambar 2. Deskripsi analisis kebutuhan menurut siswa

3. Telaah Kurikulum

Analisis dokumen kurikulum menunjukkan bahwa materi perubahan iklim terdapat pada capaian pembelajaran IPA SMA di Kurikulum

Merdeka, khususnya terkait sistem bumi, ekosistem, dan perubahan lingkungan. Guru menilai bahwa meskipun kompetensi dasar telah mencakup aspek perubahan iklim, masih ada ruang besar untuk mengintegrasikan kearifan

lokal pesisir dalam bentuk studi kasus, proyek lapangan, maupun simulasi berbasis teknologi. Hal ini sesuai dengan rekomendasi Firnadi et al. (2023) bahwa pembelajaran sains yang mengintegrasikan pengetahuan lokal dapat meningkatkan literasi sains sekaligus kesadaran lingkungan.

B. Pembahasan

1. Kebutuhan Guru terhadap Modul Interaktif

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa guru membutuhkan modul ajar yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga mendorong partisipasi aktif siswa. Guru menyadari pentingnya modul digital interaktif sebagai sumber belajar tambahan yang fleksibel dan mudah diakses. Herlina & Abidin (2024) menegaskan bahwa modul interaktif mendukung pendekatan saintifik karena dapat memfasilitasi kegiatan mengamati, menanya, mencoba, dan menalar dengan cara yang lebih menarik. Selain itu, integrasi kearifan lokal pesisir menjadi kebutuhan mendesak. Guru menilai bahwa modul ajar konvensional kurang menekankan aspek kearifan lokal, padahal konteks ini sangat dekat dengan kehidupan siswa (Karmia et.al. (2025). Dengan menghubungkan pembelajaran sains pada realitas pesisir, siswa tidak hanya memahami perubahan iklim secara konseptual, tetapi juga melihat dampak langsung dalam kehidupan masyarakat mereka (Amalia et al., 2023).

2. Kebutuhan Siswa terhadap Modul Interaktif

Respon siswa memperlihatkan bahwa mayoritas membutuhkan media pembelajaran yang mampu mengonkretkan konsep abstrak. Perubahan iklim sebagai fenomena global sulit dipahami hanya melalui penjelasan verbal atau teks, sehingga diperlukan media interaktif dengan visualisasi grafis dan animasi. Hal ini sejalan dengan temuan Pursitasari et al. (2023) bahwa media berbasis visual dapat meningkatkan pemahaman konsep sains dan motivasi belajar siswa. Selain itu, siswa juga menekankan pentingnya kontekstualisasi materi. Mereka merasa lebih tertarik mempelajari perubahan iklim jika dikaitkan dengan kearifan lokal yang mereka kenal, seperti pola musim nelayan atau tradisi menjaga hutan mangrove. Temuan ini memperkuat pandangan Katmie et

al. (2023) bahwa pembelajaran berbasis kearifan lokal mampu meningkatkan relevansi materi dan membangun keterikatan emosional siswa dengan lingkungan sekitarnya.

3. Sinergi antara Guru, Siswa, dan Kurikulum

Hasil penelitian memperlihatkan adanya sinergi antara kebutuhan guru, siswa, dan kurikulum. Guru menekankan kebutuhan modul interaktif untuk mempermudah pengajaran, sementara siswa menekankan aspek visualisasi dan keterhubungan dengan pengalaman nyata. Kurikulum Merdeka sendiri menyediakan ruang fleksibel bagi pengembangan pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual. Dengan demikian, pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir merupakan jawaban yang relevan untuk menjembatani kebutuhan tersebut. Menurut Susilawati et al. (2023), analisis kebutuhan merupakan tahap krusial dalam pengembangan media pembelajaran agar produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Data dari 60 siswa dan 6 guru dalam penelitian ini memperkuat urgensi tersebut: tanpa modul interaktif berbasis lokal, pembelajaran perubahan iklim akan tetap bersifat abstrak dan kurang bermakna.

4. Implikasi bagi Pendidikan Adaptasi Perubahan Iklim

Integrasi kearifan lokal pesisir dalam modul interaktif memiliki implikasi strategis bagi pendidikan adaptasi perubahan iklim. Pertama, modul dapat menjadi sarana transfer pengetahuan tradisional ke generasi muda sehingga kearifan lokal tidak hilang tergerus modernisasi. Kedua, modul interaktif mampu membekali siswa dengan literasi sains sekaligus keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Ketiga, modul ini dapat meningkatkan kesadaran adaptasi iklim dengan menjadikan siswa agen perubahan dalam menjaga ekosistem pesisir (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Hasil penelitian ini sejalan dengan pandangan Amalia et al. (2023) bahwa kearifan lokal merupakan bagian penting dari upaya adaptasi masyarakat pesisir terhadap perubahan iklim. Melalui pengintegrasian kearifan lokal ini dalam modul pembelajaran, sekolah dapat berperan aktif membangun masyarakat yang tangguh dalam menghadapi perubahan iklim. Selain itu, peserta

didik dapat memperoleh pemahaman yang lebih kontekstual mengenai lingkungan sekitarnya, sehingga mampu menerapkan strategi adaptasi berbasis budaya yang telah terbukti efektif dilakukan secara turun-temurun.

IV. KESIMPULAN

Analisis kebutuhan melalui kuesioner kepada 6 guru dan 60 siswa menunjukkan bahwa: (1) guru membutuhkan modul interaktif yang mudah digunakan, kontekstual, dan sesuai kurikulum, (2) siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif, visual, serta terhubung dengan kehidupan nyata di pesisir, dan (3) kurikulum memberi peluang untuk mengintegrasikan kearifan lokal dalam pembelajaran perubahan iklim. Dengan demikian, pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir bukan hanya relevan, tetapi juga mendesak untuk meningkatkan kualitas pembelajaran perubahan iklim di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Siliwangi yang telah memfasilitasi tim peneliti melalui pendanaan hibah internal pada skema Penelitian Unggulan Unsil (PUU), MGMP Guru Biologi Kabupaten Pangandaran dan pengurus Koperasi dan seluruh nelayan yang telah membantu tim dalam pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, D., Sudargo, F., & Surakusumah, W. (2017). Efektifitas Pembelajaran Berbasis Masalah dalam Meningkatkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa (Studi Kasus pada Permasalahan Lingkungan Global). *BIOSFER, Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*, 2(1), 43-48. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/372/612>
- Agustian, D. (2022). *Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Perikanan Melalui Pendekatan EAFM (Studi Kasus Di PPN Palabuhanratu Sukabumi Jawa Barat)* [Disertasi]. Universitas Padjadjaran.
- Agustian, D., Megantara, N., Ihsan, Y. N., & Cahyandito, M. F. (2023). Sustainability of Social, Economic, and Institutional Aspects on Fisheries Management: Case Study at Palabuhanratu Nusantara Fishing Port, West Java. *Ecsofim: Journal of Economic and Social of Fisheries and Marine*, 11(01), 15–27. <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2023.011.01.02>.
- Ainurrohmah, S. & Sudarti, S. (2022). Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis. *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*. 8(1), 1-10.
- Amalia, V., Sanjoto, T. B., & Hardati, U. (2023). Environmental care character education based on local wisdom for marine resource management. *Jambura Geo Education Journal*, 4(2), 107–120. <https://doi.org/10.34312/jgej.v4i2.21920>
- Firnadi, A., et al. (2023). Integrating local wisdom into climate literacy: Cultural practices and climate resilience in Indonesia. *Journal of Geographical Sciences and Education*, 3(1), 45–58. <https://journal.pubsains.com/index.php/jgs/article/view/225>
- Herlina, E., & Abidin, Z. (2024). Development of interactive e-modules to improve students' scientific literacy abilities: A literature review. *Jurnal Mangifera Edu*, 8(2), 150–160. <https://jurnal.biounwir.ac.id/article/view/181>
- Karmia, P.P., Ibrahim, Y., & Rosamsi, S. (2025). Peningkatan berpikir kritis melalui e-Modul Sistem Saraf Berbasis Exe Learning Untuk Pendidikan Berkelanjutan. *BIOSFER, Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*. 10(1), 122-129. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/35257/18239>
- Katmie, K., et al. (2023). The development of a climate change mitigation and adaptation teaching module utilizing EzGCM for local content subjects in senior high schools (SMA/MA). *Jurnal Ilmiah Kanderang Tinggang*, 14(1), 88–100. <https://chem->

- upr.education/ojs/index.php/JIKT/article/view/397
- Pursitasari, I. D., Rubini, B., Suriansyah, M. I., Samsia, S., & Puspita, N. (2023). Climate change interactive teaching materials to enhance students' critical thinking skills and science attitude. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 9(5), 2332–2341.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.3196>
- Rubini, B., Pursitasari, I. D., Suriansyah, M. I., Ramadhanti, G. N., & Rachman, I. (2023). Improving students' eco-literacy through the development of electronic interactive teaching materials on climate change. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 9(1), 38–51.
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JPPI/article/view/20051>
- Susilawati, S. A., Ibrahim, M. H., Isa, N. K. M., Musiyam, M., & Noviani, R. (2023). Teachers' need analysis: Development of the Urban Heat Island module based on a contextual approach. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 28(2), 110–125.
<https://journal2.um.ac.id/index.php/jpg/article/view/26654>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Rajawali Pers.
- Yanti, A.F., Hernawati, D., Agustian, D., Badriah, L. (2025). Profil Literasi Digital Siswa SMP Pada Materi Perubahan Lingkungan. *BIOSFER, Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*. 10(1), 103-111.
<https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/20973/13829>.

Isolasi dan Uji Antagonistik Bakteri Endofit Akar Tanaman Padi Terhadap Pertumbuhan Fungi *Pyricularia oryzae* Penyebab Penyakit Blas

Irqami Rachma Dwi Dagsy¹, Hasyim As'ari²

^{1,2}Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi
Jln. Ikan Tongkol No. 22, Kertosari, Banyuwangi, Jawari Timur, Indonesia
e-mail: Hasyim.asari22@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit blas yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae* merupakan salah satu masalah utama pada produksi padi di Indonesia, dengan potensi kerugian hasil mencapai 90% pada varietas rentan. Pengendalian penyakit blas masih bergantung pada varietas tahan dan penggunaan fungisida kimia. Penggunaan fungisida kimia memiliki dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan penangan secara hayati dengan memanfaat bakteri endofit yang mempunyai kemampuan sebagai agen biocontrol. Penelitian yang dilakuakan bertujuan untuk mengisolasi dan mengetahui aktivitas biokontrol berbagai bakteri endofit akar tanaman padi terhadap fungi *P. oryzae* penyebab penyakit blas. Metode penelitian meliputi isolasi bakteri endofit dari akar padi varietas IR-46, dan dilakukan karakterisasi secara makroskopik, mikroskopik, uji biokimia, serta pengujian aktivitas biologis (produksi IAA dan pelarutan fosfat). Uji antagonistik bakteri endofit akar padi dilakukan dengan menggunakan metode kultivasi bersamaan pada media PDA serta mengukur zona hambat terbentuk di sekitar koloni bakteri dan fungi uji, yang dilakukan pengulangan 3 kali. Hasil isolasi dan karaterisasi ditemukan 3 tiga isolat yaitu dari genus *Microbacterium*, *Enterobacter*, dan *Stenotrophomonas*. Hasil uji antagonis dari ke tiga isolat bakteri endofit akar padi yang di isolasi didapatkan zona hambat terbesar pada genus *Stenotrophomonas* ($10,6 \pm 1,05$ mm), diikuti *Microbacterium* ($7,13 \pm 0,75$ mm), dan *Enterobacter* ($4,87 \pm 0,76$ mm). Kesimpulan penelitian adalah isolat *Stenotrophomonas* memiliki potensi sebagai agen biokontrol penyakit blas pada padi, dan berpotensi sebagai strategi pengendalian hayati ramah lingkungan dalam mendukung sistem pertanian organik berkelanjutan.

Kata kunci: agen biocontrol, bakteri endofit akar tanaman padi, Penyaki blas, *Pyricularia oryzae*

ABSTRACT

Rice blast disease caused by *Pyricularia oryzae* is one of the major constraints in rice production in Indonesia, with potential yield losses reaching up to 90% in susceptible cultivars. Current blast management strategies largely rely on resistant varieties and chemical fungicides. However, the use of chemical fungicides poses negative environmental impacts, thereby necessitating the development of biological control approaches through the utilization of endophytic bacteria with biocontrol potential. This study aimed to isolate and evaluate the biocontrol activity of various root endophytic bacteria from rice plants against *P. oryzae*, the causal agent of blast disease. Research procedures included the isolation of endophytic bacteria from the roots of IR-46 rice cultivar, followed by macroscopic and microscopic characterization, biochemical assays, and biological activity assessments (IAA production and phosphate solubilization). Antagonistic activity was tested using a dual culture method on PDA medium by measuring the inhibition zone formed between bacterial colonies and the fungal pathogen, conducted in three replications. Three endophytic bacterial isolates were successfully obtained and identified as belonging to the genera *Microbacterium*, *Enterobacter*, and *Stenotrophomonas*. Antagonism assays demonstrated that *Stenotrophomonas* exhibited the highest inhibition zone (10.6 ± 1.05 mm), followed by *Microbacterium* (7.13 ± 0.75 mm) and *Enterobacter* (4.87 ± 0.76 mm). The findings indicate that *Stenotrophomonas* possesses strong potential as a biocontrol agent against rice blast disease and can serve as an environmentally friendly biological control strategy to support sustainable and organic rice farming systems.

Keywords: biocontrol agent, rice root endophytic bacteria, Rice blast disease, *Pyricularia oryzae*

I. PENDAHULUAN

Penyakit blas merupakan salah satu penyakit paling merusak pada tanaman padi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia (Wiraswati *et al.*, 2019). Penyakit Blas umum ditemukan pada tanaman padi lahan kering (Lestari *et al.*, 2021), yang disebabkan oleh fungi *Pyricularia oryzae* (Zulaika *et al.*, 2018). Namun beberapa tahun terakhir penyakit blas juga telah ditemukan pada padi irigasi, yang disebabkan oleh varietas baru dari fungi *Pyricularia* (Sudir *et al.*, 2014). Wiraswati *et al.* (2019) menjelaskan bahwa 12% dari total areal pertanian padi di Indonesia setiap tahunnya terkena serangan blas, dengan potensi kehilangan panen padi mencapai 90% pada varietas rentan. Astriawati & Anfa (2025), menyatakan bahwa fungi *P. oryzae* dapat menyerang tanaman padi pada semua fase pertumbuhan, baik pada fase vegetatif maupun generatif, dengan gejala berupa bercak belah ketupat pada daun, serta kerusakan leher malai yang menjadi menyebabkan utama gagal panen (Wiraswati *et al.*, 2019). Beberapa varietas padi yang rentan terhadap serangan blas yaitu IR64 (Manojkumar *et al.*, 2020), Kabir07, IPB8G (Leiwakabessy *et al.*, 2020), Mekongga (Zulaika *et al.*, 2018), dan varietas Ciherang (Anshari *et al.*, 2021).

Pengendalian penyakit blas umumnya yang dilakukan petani yaitu dengan penanaman padi varietas yang tahan penyakit blas, serta pengaplikasian fungisida kimia (Ayaz *et al.*, 2023). Namun, kedua metode tersebut masih memiliki keterbatasan, dimana varietas tahan blas sering kehilangan ketahanannya karena munculnya varietas baru dari pathogen tanaman (Kurrata, 2020), sementara penggunaan fungisida kimia dalam jangka panjang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, serta menyebabkan resistensi patogen tanaman (Sinambela, 2024). Sehingga untuk mengatasi permasalahan penyakit blas pada tanaman padi diperlukan upaya yang ramah lingkungan yang tidak menimbulkan dampak

negatif bagi kesehatan dan lingkungan, diantaranya dengan pemanfaatan agen biokontrol berbasis mikroorganisme (Sudewi *et al.*, 2022). Mikroorganisme yang digunakan sebagai biokontrol dapat di isolasi dari organ tanaman (Jajar & Magetan, 2022), seperti daun, bunga, batang/ranting, dan juga akar tanaman (Dalimunthe *et al.*, 2023), yang dikenal sebagai mikroorganisme atau bakteri endofit tanaman (Kurnia *et al.*, 2023). Bakteri endofit memiliki hubungan simbiotik dengan tanaman inang tanpa menimbulkan gejala penyakit, serta mampu menghasilkan metabolit sekunder, diantaranya dapat bermanfaat dalam menghambat pertumbuhan pathogen tanaman (Widiantini & Hartati, 2020).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Khaskheli *et al.* (2020), menunjukkan bahwa hasil isolasi mikroorganisme endofit akar padi didapatkan beberapa genus bakteri seperti: *Bacillus*, *Fictibacillus*, *Lysinibacillus*, *Paenibacillus*, *Cupriavidus*, dan *Microbacterium*. Serta, penelitian yang dilakukan oleh Parveen *et al.* (2023), hasil isolasi bakteri endofit tanaman padi juga didapatkan bakteri seperti; *Stenotrophomonas rhizophila*, *S. maltophilia*, *B. cereus*, *Enterobacter cloacae*, dan *B. licheniformis*. Berbagai bakteri endofit tersebut dapat meningkatkan penyerapan nutrisi, kualitas tanah, dan pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan ketahanan tanaman (Sulistyoningtyas *et al.*, 2017).

Penelitian yang dilakukan Singh & Brar (2020), terkait uji antagonis *B. subtilis* dan *Streptomyces* spp. terhadap pertumbuhan *P. oryzae* didapatkan bakteri *B. subtilis* dan *Streptomyces* spp. mampu menekan perkembangan miselium *P. oryzae* hingga mencapai 90%. Penelitian yang dilakukan oleh Parveen *et al.* (2023), menunjukkan bahwa bakteri endofit padi *B. licheniformis* dan *S. rhizophila* efektif menghambat fungi penyebab penyakit blas hingga mencapai 77-79%. Penelitian lain dengan menggunakan bakteri

Rhodopseudomonas palustris juga mampu menghambat pertumbuhan fungi *P. oryzae* hingga mencapai 67,99% (Wu *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian akan melakukan isolasi dan karakterisasi bakteri endofit pada akar padi varietas IR-46, yang merupakan salah satu varietas rentan terhadap serangan blas, dan sampai saat ini kajian bakteri endofit akar varietas IR-46 masih terbatas khususnya sebagai agen biokontrol terhadap serangan blas. Adapun tujuan penelitian yang dilakukan untuk mengisolasi dan mengetahui aktivitas biokontrol berbagai bakteri endofit akar tanaman padi terhadap fungi *P. oryzae* penyebab penyakit blas.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Biologi, Universitas PGRI Banyuwangi, pada bulan Juli – Agustus 2025. Penelitian yang dilakukan melakukan pengujian terkait aktivitas antagonistik beberapa isolat bakteri endofit yang di isolasi dari akar tanaman padi terhadap pertumbuhan fungi *Pyricularia oryzae* strain B71 (CP060330.1) yang diperoleh dari penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Tahapan penelitian yang dilakukan diantaranya melakukan isolasi dan karakterisasi bakteri dari akar padi IR-64 yang diperoleh dari desa Jamabewangi, Kecamatan Sempu Banyuwangi. Tahap isolasi bakteri endofit akar padi dilakukan dengan mencuci akar padi dengan aquades steril dan divortex selama 1menit, dan dilakukan dekontaminasi dengan pencucian klorok 5% dan divortex selama 1menit, selanjutnya pembilasan dengan aquades steril. Akar padi steril dibelah secara aseptik menggunakan *cutter* steril dan ditanam pada media NA.

Selanjutnya bakteri yang tumbuh di identifikasi secara makroskopis untuk mengetahui morfologi koloni (bentuk koloni, elevasi, bentuk permukaan, warna koloni) dan

secara mikroskopis (bentuk sel dan gram bakteri). Tahap selanjutnya melakukan uji biokimia, diantaranya:

- 1) Uji katalase, uji dilakukan dengan menambahkan larutan H_2O_2 3% yang diteteskan pada gelas benda dan menambahkan 1 ose biakan bakteri, hasil positif menunjukkan gelembung
- 2) Uji oksidase, dilakukan dengan memasukkan *paper oksidase* pada suspensi bakteri uji, jika terdapat perubahan warna ungu menunjukkan hasil positif.
- 3) Uji motilitas, dilakukan dengan menggunakan media tegak SIM, dengan menusukkan jarum L pada media tegak, yang terdapat isolat bakteri. Selanjutkan dilakukan perambatan pertumbuhan bakteri pada media setelah di inkubasi selama 24 jam.
- 4) Uji pembentukan *indole* dari *tryptophane* dialakukan dengan meneteskan senyawa *kovacks* pada tabung reaksi yang telah berisi bakteri. Reaksi positif menghasilkan warna merah.

Sedangkan uji aktivitas biologis bakteri endofit akar padi yang dilakukan diantaranya;

- 1) Pembentukan IAA, pengujian dilakukan dengan menambahkan isolat bakteri pada media NA dengan penambahan *L-Triptopan* 0,1 g/ml, diinkubasi pada suhu 37°C selama 48jam, selanjutnya menambahkan reagen *Salkowski* sampai merata dan disimpan pada ruangan gelap selama 30 menit. Hasil positif menunjukkan adanya perubahan warna merah muda-merah.
- 2) Uji bakteri pelarut fosfat, uji dilakukan dengan menghitung indeks kelarutan fosfat (IKF), dari masing-masing isolat bakteri pelarut fosfat (BPF). Dengan tahapan isolat bakteri ditumbuhkan pada media *pilkovskaya*, dan diinkubasi selama 7x24 jam pada suhu 37°C. Koloni yang membentuk zona bening positif dapat melarutkan fosfat.

Uji antagonistik bakteri uji dilakukan dengan metode kultivasi pada media *Potato Dextro Agar* (PDA), dengan menumbuhkan fungi uji secara *pour plate*, dan setelah 72 jam dilakukan penanaman bakteri uji. Selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam dan dilakukan

pengamatan zona hambat (zona bening) yang terbentuk di sekitar pertumbuhan bakteri dan fungi uji.

Analisis data dilakukan dengan uji *one-way Anova* menggunakan *softwer SPSS 25.0* pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, uji dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antagonistik isolate bakteri endofit akar padi terhadap fungsi *P. oryzae*. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan antagonistik isolate bakteri uji dilanjutkan dengan uji *Duncan*.

Tabel 1. Hasil isolasi dan karakterisasi makroskopik dan mikroskopik bakteri endofit akar tanaman padi

Isolat	Karakteristik Makroskopik			Karakteristik Mikroskopik		
	Bentuk Koloni	Elevasi	Bentuk Permukaan	Warna Koloni	Bentuk Sel	Pewarnaan Gram
B1	Sirkuler	Cembung	Halus	Putih tulang	Kokus	Positif
B2	Sirkuler	Cembung	Halus	Putih tulang	Basil	Positif
B3	Sirkuler	Cembung	Halus	Cream	Basil	Negatif

Keterangan: B1 = isolat bakteri satu, B2 = isolat bakteri 2, B3 = isolat bakteri 3

Tabel 2. Hasil Uji Biokimia dan Aktivitas Biologis Bakteri endofit Akar Tanaman Padi

Pengujian	Isolat			
	B1	B2	B3	
Uji Biokimia	Katalase	+	+	+
	Oksidase	+	-	+
	Motilitas	-	+	+
Uji Aktivitas Biologis	Uji Indol	-	-	-
	IAA	+	+	+
	Fosfat	+	+	-

Keterangan:

- B1 : isolat bakteri 1
- B2 : isolat bakteri 2
- B3 : isolat bakteri 3
- Uji Katalase (+) : bergelembung
- Uji Oksidase (+) : berubah warna ungu
- Uji Motilitas (+) : adanya pergerakan bakteri
- Uji Indol (+) : warna merah
- Penghasil IAA (+) : perubahan warna merah muda – merah

Berdasarkan hasil isolasi dan karakterisasi bakteri endofit akar tanaman padi (Tabel 1 & 2) menunjukkan bahwa Isolat B1 memiliki koloni berbentuk sirkuler dengan elevasi cembung, permukaan halus, dan warna putih tulang. Secara mikroskopis, bakteri tersebut berbentuk kokus dan termasuk bakteri gram positif. Sedangkan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi bakteri endofit akar tanaman padi yang dilakukan didapatkan 3 karakteristik morfologi koloni yang berbeda, berdasarkan hasil isolasi tersebut selanjutnya dilakukan karakterisasi, dengan pengamatan morfologi secara makroskopis, mikroskopis, serta uji biokimia dan aktivitas biologis yang diuraikan pada Tabel 1 dan 2 berikut.

hasil uji biokimia menunjukkan reaksi katalase dan oksidase positif, motilitas positif, tetapi indol negatif. Selain itu, hasil uji aktivitas biologis menunjukkan isolat B1 mampu menghasilkan *indole-3-acetic acid* (IAA) dan molarutkan fosfat.

Berdasarkan ciri morfologi, biokimia, dan aktivitas biologis isolat B1 berpotensi termasuk dalam genus *Microbacterium*, yang diketahui sebagai endofit akar padi dengan kemampuan memproduksi IAA dan mendukung pertumbuhan tanaman (Patel *et al.*, 2023a). Madhaiyan *et al.*, (2010) menjelaskan bahwa bakteri *Microbacterium* dapat berfungsi sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) karena mampu memproduksi IAA dan dapat mearutkan fosfat, sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman serta meningkatkan toleransi terhadap stres abiotik. Patel, *et al.*, (2023b), juga menjelaskan bahwa kelompok genus *Microbacterium* memiliki aktivitas antifungal,

serta menunjukkan ekspresi gen pertahanan terhadap penyakit blas.

Sedangkan isolat B2 memiliki karakter koloni berbentuk sirkuler dengan elevasi cembung, permukaan halus, dan warna putih tulang. Secara mikroskopis berbentuk basil serta termasuk bakteri Gram positif. Sedangkan hasil uji biokimia menunjukkan katalase positif, oksidase negatif, motilitas positif, dan indol positif. Serta memiliki aktivitas biologis dengan menghasilkan IAA serta dapat melarutkan fosfat. Isolat B2, memiliki karakteristik bakteri genus *Enterobacter* (Parveen *et al.*, 2023). Naveed *et al.*, (2014), menjelaskan bahwa *E. cloacae* GS1 memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat, menghasilkan IAA, dan meningkatkan biomassa tanaman. Selain itu, Khaskheli *et al.*, (2020) juga menjelaskan bahwa bakteri genus *Enterobacter* umumnya ditemukan sebagai endofit tanaman dan memiliki kemampuan sebagai agen biokontrol terhadap fungi *Magnaporthe oryzae*.

Sedangkan isolat B3 memiliki karakteristik morfologi koloni sirkuler dengan elevasi cembung, permukaan halus, dan berwarna krem. Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa bakteri berbentuk basil gram negatif. Sedangkan hasil uji biokimia menunjukkan bahwa bakteri memiliki karakteristik katalase positif, oksidase positif, motilitas positif, serta indol positif. Hasil uji aktivitas biologis menunjukkan isolat B3 kemampuan menghasilkan IAA namun tidak memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Berdasarkan karakteristik yang ditemukan pada isolat B3 tersebut, bakteri dimungkinkan dalam kelompok genus *Stenotrophomonas*, yang umumnya miliki gram negatif, motil, katalase positif, dan oksidase positif Khaskheli *et al.*, (2020). Parveen *et al.* (2023), menjelaskan bahwa bakteri *Stenotrophomonas rhizophila* mempunyai kemampuan sebagai biokontrol tanaman, yang mampu menghambat pertumbuhan fungi

penyebab penyakit blas hingga mencapai 77-79%.

Berdasarkan hasil uji antagonis bakteri endofit akar tanaman padi (*Microbacterium*, *Enterobacter*, dan *Stenotrophomonas*) terhadap fungi pertumbuhan *P. oryzae* penyebab penyakit blas, menunjukkan zona hambat yang berbeda-beda yang diuraikan pada Gambar 1. dan Tabel 2. di bawah ini.



Gambar 1. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Akar Tanaman Padi terhadap pertumbuhan *P. oryzae*: B1 = *Microbacterium*; B2 = *Enterobacter*; B3 = *Stenotrophomonas*

Tabel 2. Hasil Pengukuran Zona Hambat Uji Antagonis Bakteri Endofit Akar Tanaman Padi terhadap pertumbuhan *P. oryzae*

Jenis Bakteri	Zona Hmbat (mm)			Rata-rata Zona Hmbat ± S.d (mm)
	U1	U2	U3	
<i>Microbacterium</i>	7,9	7,1	6,4	7,13 ± 0,751 _a
<i>Enterobacter</i>	4,7	5,7	4,2	4,87 ± 0,764 _b
<i>Stenotrophomonas</i>	9,8	10,2	11,8	10,6 ± 1,058 _c

Keterangan: U1-U3 = Ulangan perlakuan ke 1 – ke 3, (dengan notasi yang berda menunjukkan berbeda nyata/signifikan)

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2.) uji antagonis bakteri *Microbacterium*, *Enterobacter*, dan *Stenotrophomonas* terhadap pertumbuhan fungi *P. oryzae* menunjukkan bahwa bakteri *Stenotrophomonas* memiliki rata-rata zona hambat terbesar yaitu $10,6 \pm 1,058$ mm; selanjutnya *Microbacterium* dengan rata-rata zona hambat sebesar $7,13 \pm 0,751$ mm, dan bakteri *Enterobacter* dengan rata-rata zona hambat $4,87 \pm 0,764$ mm. memperjelas perbedaan aktivitas kemampuan zona hambat dapat melihat Gambar 2.

Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit akar padi yaitu *Stenotrophomonas* memiliki kemampuan antagonis terbesar dalam menghambat *P. oryzae*. Kemampuan antagonis *Stenotrophomonas* dalam

menghambat *P. oryzae* dipengaruhi oleh metabolit sekunder yang dihasilkan, seperti senyawa lipopeptida, siderofor, dan biosurfaktan, yang berpotensi mampu merusak membran sel fungi uji, serta membatasi ketersediaan ion Fe yang dibutuhkan oleh Fungi (Sharma et al., 2024). Selain itu bakteri genus *Stenotrophomonas* juga mampu memproduksi enzim hidrolitik seperti kitinase dan protease, yang berperan dalam degradasi dinding sel fungi, serta pertumbuhan hifa fungi akan terhambat (Khaskheli et al., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Sharma et al. (2024), menunjukkan bahwa *Stenotrophomonas maltophilia* dapat menghasilkan senyawa volatil dengan aktivitas fungistatik, serta bakteri genus *Stenotrophomonas* mampu meningkatkan ketahanan secara sistemik tanaman melalui jalur hormon jasmonat dan etilen (Zhang et al., 2023).

Sedangkan bakteri *Microbacterium* menunjukkan aktivitas antagonis dengan rata-rata zona hambat 7,13 mm (aktivitas antagonis sedang). Genus *Microbacterium* dikenal sebagai bakteri endofit multifungsi yang dapat berperan sebagai pemicu pertumbuhan tanaman serta berpotensi sebagai agen biokontrol pathogen (Patel et al., 2023a). penelitian yang dilakukan oleh Patel, et al. (2023b), menunjukkan bahwa bakteri *Microbacterium testaceum* menghasilkan senyawa volatil seperti *acetic acid ethyl ester*, *propanoic acid ethyl ester*, dan *hexadecanoic acid*) yang mampu menghambat perkembangan spora *M. oryzae* serta menyebabkan malformasi konidia. Selain genus *Microbacterium* umumnya dapat menghasilkan IAA, siderofor, dan enzim hidrolitik yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres biotik serta serangan pathogen tanaman (Madhaiyan et al., 2010). Senyawa siderofor dan enzim hidrolitik yang dihasilkan *Microbacterium* sangat berperan dalam merusak membran sel fungi uji sehingga pertumbuhan hifa dapat terhambat(Poltronieri & Zolla, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian Isolat *Enterobacter* menunjukkan kemampuan antagonis terendah dibandingkan isolat bakteri endofit akar tanaman padi lainnya. Menurut Parveen et al. (2023), Genus *Enterobacter* umumnya mampu memproduksi *indole-3-acetic acid* (IAA), pelarutan fosfat, dan siderofor, yang sangat berperan dalam pemicu pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan aktivitas biokontrol pathogen. Selain itu, penelitian yang dilakukan Khaskheli et al. (2020), juga menjelaskan bahwa strain *E. cloacae* memiliki aktivitas antagonis terhadap fungi melalui produksi enzim pektinase, namun memiliki efektivitas lebih rendah dibandingkan genus *Stenotrophomonas* dan *Bacillus*.

Hasil analisis data menggunakan uji anova juga mempertegas bahwa *Microbacterium*, *Enterobacter*, dan *Stenotrophomonas* mampu menghambat pertumbuhan *P. oryzae* secara signifikan dengan nilai P lebih kecil dari $\alpha = 0,05$; serta f hitung lebih besar dari f tabel ($33,106 > 4,147$). Selanjutnya uji lanjut dengan uji *Duncan* menegaskan bahwa kemampuan antagonis bakteri *Microbacterium*, *Enterobacter*, dan *Stenotrophomonas* berbeda secara signifikan.

IV. KESIMPULAN

Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit akar tanaman padi didapatkan 3 genus bakteri yaitu *Stenotrophomonas*, *Microbacterium*, dan *Enterobacter*, memiliki kemampuan antagonis yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas, Dimana isolat bakteri *Stenotrophomonas* memiliki aktivitas antagonis tertinggi, diikuti dengan isolat bakteri *Microbacterium* dan *Enterobacter*.

Pengaplikasian bakteri endofit akar tanaman padi, dapat menjadi strategi biokontrol *pathogen* yang ramah lingkungan dalam menekan penyakit blas, sekaligus mendukung sistem pertanian organik yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavi, P., & al., et. (2014). *Stenotrophomonas rhizophila*: A novel plant-associated bacterium with antifungal properties. *Journal of Applied Microbiology*. <https://doi.org/10.1111/jam.12489>
- Anshari, I., Rianto, F., & Sarbino, S. (2021). Uji Ketahanan Beberapa Varietas Padi terhadap Patogen Blas (*Pyricularia oryzae*). *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 10(1). <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.26418/jspe.v10i1.44267>
- Astriawati, F., & Anfa, D. Q. (2025). Isolasi dan Karakterisasi Fungi *Pyricularia oryzae* Penyebab Penyakit Blast Pada Tanaman Padi. *Biospecies*, 18(1), 16–24. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v18i1.38524>
- Ayaz, M., Li, C.-H., Ali, Q., Zhao, W., Chi, Y.-K., Shafiq, M., & al., et. (2023). Bacterial and Fungal Biocontrol Agents for Plant Disease Protection: Journey from Lab to Field, Current Status, Challenges, and Global Perspectives. *Molecules*, 28, 6735. <https://doi.org/10.3390/molecules2818673>
- Berg, G., & al., et. (2024). The genus *Stenotrophomonas* in agriculture: Biocontrol and plant health perspectives. *Microorganisms*. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020362>
- Dalimunthe, A. I. R., Susanna, & Hakim, L. (2023). Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Asal Tanaman Padi Sawahdi Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 550–564.
- Jajar, D., & Magetan, K. (2022). Formula Bakteri Endofit dalam Pupuk Organik sebagai Pemacu Kesehatan Tanaman Jagung di Mentaos, Gudo, Jombang. *Seminar Nasional Pengabdian Dan CSR*, 2019, 198–203.
- Khaskheli, M. A., Wu, L., Chen, G., Chen, L., Hussain, S., Song, D., Liu, S., & Feng, G. (2020). Isolation and characterization of root-associated bacterial endophytes and their biocontrol potential against major fungal phytopathogens of rice (*Oryza sativa* L.). *Pathogens*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/pathogens9030172>
- Kurnia, T. I. D., Nurmasari, F., & As'ari, H. (2023). *Potensi Konsorsium Mikroba Endofit Akar Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dalam meningkatkan Produktivitas Pertanian Buah Naga*. 8(2), 106–114.
- Kurrata, G. (2020). *Ingkat Keparahan Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae* Cav.) dan Analisis Gen Terkait Virulensi Menggunakan Metode Scar (Sequence Characterized Amplified Region)*. Universitas Hasanuddin.
- Leiwakabessy, C., Inayati, F., Jambormias, E., Patty, J., & Rhony, E. (2020). *Ketahanan Enam Varietas Padi Terhadap Penyakit Blas (Pyricularia oryzae Cav .) pada Lahan Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan The Resistance of Six Rice Varieties Against Blast Disease (Pyricularia oryzae Cav .) on Irrigated and Rainfed Lowland Rice Fields*. 16(2), 147–156. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.2.147>
- Lestari, S. A., Ramdan, E. P., & Kulsum, U. (2021). Identifikasi Penyebab Penyakit Blas Padi Pada Kombinasi Pola Tanam System of Rice Intensification (SRI) dan Jajar Legowo. *Publisher :Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture*, 312–321. <https://doi.org/10.25047/agropross.2021.235>
- Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Kang, B. G., Lee, Y. J., Chung, J. B., & Sa, T. M. (2010). *Microbacterium azadirachtae* sp. nov., a plant-growth-promoting bacterium isolated from the rhizosphere of neem trees. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60(4), 988–994. <https://doi.org/10.1099/ijss.0.012005-0>
- Manojkumar, H. B., Deepak, C. A., Harinikumar, K. M., Rajanna, M. P., & Chethana, B. (2020). Molecular profiling of blast resistance genes and evaluation of leaf and

- neck blast disease reaction in rice. *Journal of Genetics*, 99(52).
- Naveed, M., Mitter, B., Reichenauer, T. G., Wieczorek, K., & Sessitsch, A. (2014). Increased drought stress resilience of maize through endophytic colonization by Enterobacter sp. FD17. *Plant and Soil*, 379, 335–350. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2074-0>
- Parveen, S., Mohiddin, F. A., Bhat, M. A., Baba, Z. A., Jeelani, F., Bhat, M. A., Nabi, S. U., Hamid, B., Bandey, S., Rasool, F., Amin, Z., Al-Ashkar, I., Adnan, M., & El Sabagh, A. (2023). Characterization of Endophytic Microorganisms of Rice (*Oryza sativa L.*) Potentials for Blast Disease Biocontrol and Plant Growth Promoting Agents. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 92(11), 3021–3041. <https://doi.org/10.32604/phyton.2023.030921>
- Patel, A., Sahu, K. P., Mehta, S., Balamurugan, A., Kumar, M., Sheoran, N., Kumar, S., Krishnappa, C., Ashajyothi, M., Kundu, A., Goyal, T., Narayanasamy, P., & Kumar, A. (2023). Rice leaf endophytic *Microbacterium testaceum*: Antifungal actinobacterium confers immunocompetence against rice blast disease. *Frontiers in Microbiology*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1055159>
- Patel, A., Sahu, K. P., Mehta, S., Javed, M., Balamurugan, A., Ashajyothi, M., Sheoran, N., Ganesan, P., Kundu, A., Gopalakrishnan, S., Gogoi, R., & Kumar, A. (2023). New Insights on Endophytic *Microbacterium*-Assisted Blast Disease Suppression and Growth Promotion in Rice: Revelation by Polyphasic Functional Characterization and Transcriptomics. *Microorganisms*, 11(2), 1–27. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020362>
- Poltronieri, P., & Zolla, L. (2019). Volatile organic compounds produced by *Microbacterium* spp. trigger plant growth promotion. *Journal of Plant Interactions*. <https://doi.org/10.1080/17429145.2019.1592183>
- Sharma, P., Pandey, R., & Chauhan, N. S. (2024). Biofertilizer and biocontrol properties of *Stenotrophomonas maltophilia* BCM emphasize its potential application for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1364807>
- Sinambela, B. R. (2024). The Impact of Pesticide Use in Agricultural Activities on The Environment and Health Bilker Roensis Sinambela. *Jurnal Agrotek*, 8(2), 178–187.
- Singh, N., & Brar, J. S. (2020). Biological Control of Rice Blast Disease (*Pyricularia oryzae*) using Bacterial Consortia Formulation in Malwa Region (Punjab). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(9), 3939–3948. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.908.453>
- Sudewi, S., Ratnawati, R., Bangkele, L. I., Idris, I., Jaya, K., & Saleh, A. R. (2022). Aktivitas Bakteri Endofit Asal Padi Lokal Kamba dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni *Alternaria Porri* Secara In Vitro. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v7i1.2856>
- Sudir, Nasution, A., Santoso, & Nuryanto, B. (2014). Penyakit blas *Pyricularia grisea* pada tanaman padi dan strategi pengendaliannya [Rice blast disease and its control strategy]. *Iptek Tanaman Pangan*, 9(2), 85–96.
- Sulistyoningtyas, M. E., Roviq, M., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada Pertumbuhan Bud Chip Tebu (*Saccharum officinarum L.*). *J. Produksi Tanaman*, 5(3), 396–403.
- Widiantini, F., & Hartati, F. (2020). Endophytic bacteria of healthy rice plants origin produce antifungal volatile compound inhibiting the in vitro growth of *Pyricularia oryzae* Cav., the causal agent of rice blast disease. *Jurnal Cropsaver*, 3(1), 31–36.
- Wiraswati, S. M., Rusmana, I., Nawangsih, A. A.,

-
- & Wahyudi, A. T. (2019). Antifungal activities of bacteria producing bioactive compounds isolated from rice phyllosphere against *Pyricularia oryzae*. *Journal of Plant Protection Research*, 59(1), 86–94. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.126047>
- Wu, X., Chen, Y., Chen, C., Huang, Q., Qin, Y., Zhang, X., Li, C., Tan, X., Liu, Y., & Zhang, D. (2022). Combining the microbial agent *Rhodopseudomonas palustris* strain PSB-06 with fungicides for controlling rice blast. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1072156>
- Zhang, J., Sun, Y., He, Y., Liu, L., Wang, X., & Li, H. (2023). *Pseudomonas alcaliphila* Ej2 promotes rice growth and suppresses blast disease under saline stress. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1134768. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1134768>
- Zulaika, Z., Soekarno, B. P., & Nurmansyah, A. (2018). Pemodelan Keparahan Penyakit Blas pada Tanaman Padi di Kabupaten Subang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(2), 47–53. <https://doi.org/10.14692/jfi.14.2.47>

Pemanfaatan Noken Papua dalam Kajian Etnobotani: Aplikasi Kearifan Lokal sebagai Sumber Belajar dalam Materi Biologi

Agustina Wilhelmina Bowaire¹, Siti Sriyati^{2*}

^{1,2} Departemen Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154

sriyati@upi.edu

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pemanfaatan Noken Papua dalam kajian etnobotani sebagai sumber pembelajaran dalam materi biologi. Noken, tas tradisional khas Papua yang terbuat dari serat pohon melinjo (*Gnetum gnemon*). Meskipun Noken memiliki nilai budaya dan ekologis yang besar, pemanfaatannya dalam pendidikan, khususnya dalam pembelajaran biologi, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi Noken sebagai sumber belajar dalam pembelajaran biologi, khususnya dalam kajian etnobotani. Melalui pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus, penelitian ini mengidentifikasi bagaimana Noken dapat diintegrasikan dalam kurikulum biologi untuk mengajarkan konsep-konsep seperti keanekaragaman hayati, ekologi, dan keberlanjutan. Hasil wawancara dengan guru biologi dan masyarakat adat menunjukkan bahwa meskipun Noken belum dimanfaatkan secara luas dalam pendidikan formal, terdapat potensi besar untuk menggunakan Noken sebagai alat bantu pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan tradisional dengan sains. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi Noken dalam pembelajaran biologi dapat memperkaya kurikulum, memperkenalkan siswa pada kearifan lokal, dan mendorong kesadaran terhadap pelestarian budaya dan lingkungan. Dengan demikian, Noken tidak hanya sebagai simbol budaya, tetapi juga sebagai alat pendidikan yang mendalam dan relevan untuk generasi muda Papua.

Kata Kunci— etnobotani, kearifan lokal, noken Papua, pembelajaran biologi

Abstract

This study examines the use of Papuan Noken in ethnobotanical studies as a learning resource in biological materials. Noken, a traditional Papuan bag made from the fibers of the melinjo tree (*Gnetum gnemon*). Although Noken has great cultural and ecological value, its use in education, particularly in biology learning, is still limited. This research aims to explore the potential of Noken as a learning resource in biology learning, especially in ethnobotanical studies. Through a qualitative descriptive approach with a case study method, this study identifies how Noken can be integrated into the biology curriculum to teach concepts such as biodiversity, ecology, and sustainability. Interviews with biology teachers and indigenous peoples show that although Noken has not been widely used in formal education, there is great potential for using it as a learning tool that connects traditional knowledge with science. This study concludes that the integration of Noken in biology learning can enrich the curriculum, introduce students to local wisdom, and encourage awareness of cultural and environmental preservation. Thus, Noken is not only a cultural symbol, but also a tool of in-depth and relevant education for the young generation of Papuans.

Keywords: biology education, ethnobotany, local wisdom, noken Papua

I. PENDAHULUAN

Noken, tas tradisional khas Papua yang terbuat dari bahan alami seperti serat pohon melinjo (*Gnetum gnemon*) seperti pada Gambar 1, tidak hanya berfungsi praktis sebagai wadah, tetapi juga menjadi simbol penting yang mencerminkan kearifan lokal masyarakat Papua. Penelitian menunjukkan bahwa Noken berperan sebagai medium yang efektif untuk mendidik masyarakat tentang pentingnya melestarikan lingkungan hidup, sesuai dengan praktik etnobotani yang mengedepankan pemahaman terkait pemanfaatan tumbuhan oleh masyarakat setempat (Godfrey et al., 2022; Helakombo et al., 2022; La Rosa et al., 2021;

Lestari et al., 2024; Mulhauser & Gaille, 2024;

Mullalija et al., 2021; Pratama et al., 2024).



Gambar 1. Noken papua

Dalam konteks pendidikan, Noken dapat dijadikan sebagai sumber pembelajaran yang menarik, terutama dalam kajian etnobotani. Penggunaan Noken dalam pendidikan dapat membantu siswa memahami dan menghargai hubungan antara budaya lokal dan pengetahuan

ilmiah. Penelitian di lapangan menunjukkan bahwa pendekatan ini berkontribusi pada pengembangan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya keragaman hayati dan cara tradisional dalam mempertahankan lingkungan hidup (Ridwan, Sriyati, et al., 2024; Ridwan, Fadilah, et al., 2024; Suhartati et al., 2025; Virijai et al., 2024).

Lebih lanjut, Noken berperan dalam pencapaian tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama dalam konteks pendidikan berkualitas dan pelestarian budaya. Gerakan *zero waste* yang mengaitkan penggunaan Noken sebagai alternatif untuk tas plastik dapat menjadi inspirasi dalam mengedukasi masyarakat tentang perlunya menjaga keseimbangan lingkungan (Jakiyudin et al., 2022). Selain itu, pengenalan Noken sebagai simbol dalam proses pendidikan politik di Papua menunjukkan bagaimana aspek budaya dapat berkontribusi pada mewujudkan nilai-nilai demokrasi Pancasila di Indonesia (Kayame, 2022, 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengintegrasikan Noken dalam kegiatan pendidikan untuk memperkuat identitas budaya serta pengetahuan ekologi generasi mendatang (Gombo, 2024; Suhartati et al., 2025).

Integrasi pembelajaran mengenai Noken dengan materi biologi dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai hubungan manusia dengan alam dan pemanfaatan sumber daya alam (Firmansyah et al., 2023). Dengan memanfaatkan Noken dalam pembelajaran biologi, siswa dapat mengeksplorasi berbagai aspek, termasuk keberagaman tanaman yang digunakan dalam pembuatannya, serta mendiskusikan pentingnya pelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati yang mendasari produksi Noken tersebut (SAIBA et al., 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis etnobotani yang melibatkan Noken dapat memfasilitasi pemahaman yang lebih baik tentang siklus kehidupan tanaman dan interaksi mereka dengan manusia (Nursela et al., 2023). Dalam konteks ini, siswa tidak hanya belajar mengenai sifat-sifat biologis dari bahan yang digunakan untuk membuat Noken, tetapi juga mengenai cara masyarakat Papua memanfaatkan sumber daya alam secara berkelanjutan. Pembelajaran seperti ini sangat relevan karena menggabungkan pengetahuan lokal dengan kurikulum sains, sehingga mendorong siswa

untuk mengapresiasi dan melestarikan warisan budaya mereka (W. S. Handayani et al., 2025; Hawa et al., 2021).

Dengan demikian, pemanfaatan Noken sebagai sumber belajar dalam materi biologi merupakan langkah strategis untuk menghubungkan pengetahuan budaya dengan pendidikan formal, sekaligus mendorong generasi muda untuk lebih menghargai warisan budaya mereka dan pelestarian lingkungan yang menjadi inti dari kehidupan sehari-hari mereka sebagai bagian dari masyarakat yang berkelanjutan (W. S. Handayani et al., 2025; Lidi et al., 2021; Ridwan, Sriyati, et al., 2024; SAIBA et al., 2023; Virijai et al., 2024).

Beberapa penelitian telah menunjukkan pentingnya mengintegrasikan kearifan lokal dalam pendidikan, terutama dalam pembelajaran biologi (Sholihah et al., 2023). Penelitian yang dilakukan menekankan bahwa memasukkan elemen kearifan lokal, seperti pemanfaatan tanaman dalam kehidupan sehari-hari, dapat secara signifikan meningkatkan kesadaran siswa terhadap pelestarian alam dan keberagaman budaya (Ridwan, Sriyati, et al., 2024).

Penelitian lain juga menegaskan bahwa pembelajaran berbasis kearifan lokal tidak hanya berfokus pada menyampaikan informasi, tetapi juga berfungsi sebagai alat motivasi bagi siswa untuk lebih peduli terhadap lingkungan (Fitriyah et al., 2022). Lebih jauh lagi, integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran biologi mempunyai potensi untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam isu-isu lingkungan serta mendorong mereka untuk berperan aktif dalam melestarikan alam (Layuk et al., 2023).

Dengan demikian, pengaplikasian kearifan lokal dalam pendidikan biologi tidak hanya memberikan pengayaan materi ajar tetapi juga membantu siswa membangun karakter dan sikap pro-pelestarian yang lebih kuat, sehingga memfasilitasi pembelajaran yang komprehensif dalam memahami nilai-nilai budaya dan ekologis (Munandar et al., 2022; Saefullah et al., 2017; Syahfitri & Muntahanah, 2024).

Namun, meskipun berbagai penelitian telah mengungkapkan manfaat penggunaan kearifan lokal dalam pendidikan, belum banyak yang mengkaji secara mendalam tentang pemanfaatan Noken Papua dalam materi biologi, khususnya dalam konteks etnobotani. Noken, yang memiliki sejarah panjang dalam kehidupan masyarakat adat Papua, belum

sepenuhnya dimanfaatkan sebagai alat bantu pembelajaran yang berbasis kearifan lokal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kebaruan ilmiah dalam pemanfaatan Noken sebagai sumber belajar dalam materi biologi, dengan fokus pada aspek etnobotani.

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka di atas, masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah bagaimana integrasi Noken Papua dalam kajian etnobotani dapat diterapkan sebagai sumber belajar dalam materi biologi? Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana Noken Papua dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam materi biologi, yang meliputi penerapan konsep-konsep biologi yang berkaitan dengan ekosistem dan pemanfaatan tanaman lokal.

Penelitian ini menawarkan kontribusi ilmiah yang signifikan dengan mengintegrasikan kearifan lokal dalam konteks pembelajaran biologi melalui pemanfaatan Noken Papua sebagai sumber belajar. Kebaruan ilmiah dari penelitian ini terletak pada penggunaan Noken sebagai alat bantu dalam pembelajaran biologi yang belum banyak dikaji sebelumnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru bagi pengembangan kurikulum berbasis kearifan lokal dan memperkaya pendekatan pembelajaran biologi yang lebih kontekstual dan relevan dengan budaya lokal.

II. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih karena akan mendalamai makna sosial, budaya, dan pendidikan yang terkandung dalam penggunaan Noken Papua sebagai alat edukasi berbasis kearifan lokal.

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini mencakup satu orang guru biologi dari tiga Sekolah Menengah Atas Negeri di Papua dan 5 orang masyarakat pembuat Noken yang dipilih berdasarkan pengalaman dan keterlibatan mereka dalam proses pembuatan Noken. Informan ini akan diminta untuk memberikan wawasan mengenai proses pembuatan Noken, makna budaya yang terkandung di dalamnya, serta peran Noken dalam kehidupan mereka.

C. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Validitas konten instrumen dilakukan dengan meminta pendapat dari ahli dalam bidang biologi dan pendidikan. Uji validitas wawancara dilakukan dengan metode triangulasi sumber. Proses ini melibatkan verifikasi informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti guru biologi, siswa, dan ahli etnobotani. Triangulasi ini memastikan bahwa data yang dikumpulkan dari wawancara dapat dipercaya dan memiliki kesesuaian. Hasil uji validitas wawancara menunjukkan bahwa informasi yang diperoleh dari berbagai informan saling mendukung, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen wawancara valid dan memberikan gambaran yang akurat mengenai pemanfaatan Noken dalam pembelajaran. Hasil uji reliabilitas instrumen menunjukkan nilai koefisien Cronbach Alpha 0,88 untuk wawancara, yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang tinggi. Oleh karena itu, instrumen tersebut dapat dianggap reliabel dan dapat digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini.

D. Prosedur Penelitian



Gambar 2. Prosedur Penelitian

E. Teknik Analisis Data

Data wawancara dan observasi akan dianalisis dengan menggunakan analisis tematik, yaitu mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari data yang terkumpul. Selanjutnya dilakukan triangulasi data untuk memastikan konsistensi data dan memperkaya pemahaman dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber (wawancara, observasi, angket, dan dokumentasi).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Wawancara dilakukan dengan guru biologi dan masyarakat adat yang ahli dalam pembuatan Noken. Berikut adalah ringkasan temuan utama dari wawancara pada Tabel 1.

Tabel 1.
Hasil Wawancara guru biologi dan masyarakat adat

No.	Peserta Wawancara	Temuan Utama
1.	Guru Biologi	<p>Pemahaman Guru tentang Noken: Semua guru yang diwawancara menyatakan bahwa mereka belum pernah menggunakan Noken sebagai alat bantu pembelajaran biologi. Namun, mereka mengakui bahwa Noken bisa menjadi contoh yang menarik untuk mengajarkan konsep etnobotani, terutama mengenai pemanfaatan tumbuhan dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>Potensi Noken dalam Pembelajaran: Guru-guru tersebut menyarankan agar Noken digunakan untuk mengajarkan hubungan antara manusia dan alam, khususnya terkait dengan pemanfaatan sumber daya alam yang dapat ditemukan di Papua.</p>
2.	Masyarakat Pembuat Noken	<p>Proses Pembuatan Noken: Masyarakat adat Papua yang diwawancara menjelaskan bahwa pembuatan Noken melibatkan keterampilan khusus dan pemilihan bahan alam yang ramah lingkungan. Mereka juga menjelaskan bahwa Noken memiliki makna budaya yang dalam, menjadi simbol dari kehidupan masyarakat adat.</p> <p>Relevansi Noken dalam Pendidikan: Mereka percaya bahwa Noken bisa menjadi alat pendidikan yang kuat karena mengajarkan siswa tentang pentingnya pelestarian alam dan kearifan lokal yang ada di Papua.</p>

Sebagian besar guru biologi yang diwawancara mengungkapkan bahwa mereka belum pernah menggunakan Noken sebagai alat bantu dalam pembelajaran biologi. Hal ini menunjukkan adanya kekurangan dalam integrasi kearifan lokal, khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan alam, dalam kurikulum pendidikan formal. Meskipun demikian, mereka mengakui potensi Noken sebagai contoh yang menarik dalam mengajarkan konsep etnobotani. Ini relevan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pendekatan berbasis kearifan lokal dan budaya dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi biologi (Munandar et al., 2022; Saefullah et al., 2017; Syahfitri & Muntahanah, 2024).

Masyarakat adat yang diwawancara percaya bahwa Noken memiliki potensi yang kuat untuk

menjadi alat pendidikan. Noken dapat mengajarkan siswa tentang pentingnya pelestarian alam dan kearifan lokal, dua tema yang sangat relevan dalam konteks pendidikan di Papua. Hal ini sejalan dengan penelitian yang mengungkapkan bahwa penggunaan benda budaya lokal dalam pendidikan tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga mendekatkan siswa dengan nilai-nilai yang ada dalam budaya mereka. Ini menunjukkan bahwa Noken bisa menjadi jembatan yang menghubungkan pengetahuan sains dengan pengajaran tentang keberagaman budaya dan alam (Gombo, 2024; Suhartati et al., 2025). Berikut akan dibahas hasil identifikasi Noken yang berpotensi diintegrasikan dalam pembelajaran biologi pada Tabel 2

Tabel 2.
Hasil Identifikasi Noken yang Berpotensi Diintegrasikan dalam Pembelajaran Biologi

No.	Aktivitas	Pengetahuan Masyarakat/Sains Asli	Sains Ilmiah	Materi Biologi
1.	Membuat Noken dari Serat Tanaman Lokal	Masyarakat Papua memiliki pengetahuan tradisional tentang pembuatan Noken yang terbuat dari serat tanaman alami, seperti serat pohon melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>). Mereka percaya bahwa bahan alami ini memiliki kekuatan dan ketahanan yang sangat baik untuk membawa beban berat.	Penelitian botani mengungkapkan bahwa serat dari pohon melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>) mengandung selulosa yang kuat dan tahan lama, menjadikannya bahan yang ideal untuk pembuatan produk seperti Noken. Serat ini juga memiliki daya tahan terhadap kelembapan dan serangan mikroba (Bhiftime et al., 2022)	Keanekaragaman Hayati, Taksonomi, Bioteknologi Tanaman
2.	Proses Pengolahan Serat untuk Noken	Setelah dipanen, serat pohon melinjo diproses dengan cara yang tradisional, yaitu dengan merebusnya untuk	Secara ilmiah, pengolahan serat dengan perebusan dapat memecah ikatan lignin dalam selulosa, yang membuat serat lebih mudah diproses menjadi bahan tenun.	Fisiologi Tanaman, Kimia Tanaman

No.	Aktivitas	Pengetahuan Masyarakat/Sains Asli	Sains Ilmiah	Materi Biologi
3.	Penggunaan Noken dalam Kehidupan Sehari-hari	melembutkan serat, kemudian mengeringkannya sebelum dianyam menjadi Noken. Proses ini melibatkan keterampilan tangan yang telah diwariskan turun temurun.	Teknik pengeringan juga memperkuat struktur serat, meningkatkan ketahanannya terhadap kerusakan fisik (Ferreira et al., 2015; Kimura et al., 2015; Liu et al., 2023).	Ergonomi, Fisiologi
4.	Kearifan Lokal dalam Membuat Noken	Noken digunakan dalam kehidupan sehari-hari oleh masyarakat Papua untuk membawa hasil bumi, seperti sagu, buah-buahan, dan hasil tangkapan lainnya. Ini menunjukkan pentingnya Noken sebagai alat yang praktis dan efisien, serta memiliki nilai simbolik dan budaya yang mendalam.	Studi tentang penggunaan alat tradisional dalam konteks budaya menunjukkan bahwa Noken memiliki desain yang efisien secara ergonomis. Struktur anyaman serat memberikan distribusi beban yang merata, sehingga meminimalkan stres pada tubuh saat membawa beban (Ramandey et al., 2025; Yota et al., 2025)	Ekologi Konservasi, Kearifan Lokal dalam Biologi, Pengelolaan Sumber Daya Alam
5.	Penyaluhan Kearifan Lokal kepada Generasi Muda	Proses pembuatan Noken mengandung filosofi dan kearifan lokal yang mengajarkan keterhubungan manusia dengan alam. Dalam pembuatan Noken, masyarakat Papua menghargai keberlanjutan dan keseimbangan alam, serta menjaga hubungan harmonis dengan sumber daya alam yang mereka ambil.	Pendekatan etnobotani dalam memahami kearifan lokal mengungkapkan pentingnya pelestarian tanaman lokal yang digunakan dalam pembuatan Noken. Konsep keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam juga dapat diaplikasikan dalam konsep biologi keberlanjutan dan konservasi (Murad et al., 2013; SAIBA et al., 2023; Suwardi et al., 2020)	Pendidikan Lingkungan, Kearifan Lokal dalam Pendidikan, keberlanjutan
6.	Pemanfaatan Noken dalam Ekonomi Lokal	Masyarakat Papua secara aktif mentransfer pengetahuan membuat Noken kepada generasi muda untuk memastikan kelangsungan budaya tersebut. Mereka mengajarkan teknik pembuatan Noken dalam kegiatan sehari-hari, seperti acara adat atau dalam kelompok kecil.	Program pendidikan dan pelatihan berbasis kearifan lokal dapat digunakan untuk mengajarkan teknik pembuatan Noken, yang juga berfungsi sebagai media untuk mengajarkan keberlanjutan lingkungan kepada generasi muda (Haryati et al., 2024; Hutapea, 2025; Iriawan et al., 2023; Lefaan & Sitorus, 2024; Wijaya, 2017)	Ekonomi Sumber Daya Alam, Konsep Ekonomi Berkelanjutan, Kearifan Lokal dalam Ekonomi
7.	Fungsi Noken dalam Budaya dan Sosial	Noken juga diperdagangkan sebagai barang ekonomi oleh masyarakat Papua. Banyak masyarakat menggunakan Noken sebagai sumber pendapatan tambahan, yang dijual di pasar atau dipakai dalam acara tradisional.	Ekonomi lokal berbasis produk tradisional seperti Noken mengajarkan pentingnya ekonomi berbasis sumber daya alam. Pengembangan produk lokal berbasis sumber daya terbarukan juga mendukung ekonomi yang berkelanjutan (W. S. Handayani et al., 2025; Marpaung & Bakti, 2024; Wahyuni et al., 2024; Yang et al., 2018; Zafriana et al., 2024)	Antropologi Budaya, Sosial Ekologi, Biologi Budaya

No.	Aktivitas	Pengetahuan Masyarakat/Sains Asli	Sains Ilmiah	Materi Biologi
8.	Pemilihan Tanaman untuk Pembuatan Noken	Tanaman yang digunakan untuk membuat Noken diambil berdasarkan pengetahuan lokal tentang kekuatan dan ketahanan serat. Misalnya, pohon melinjo dipilih karena seratnya yang kuat dan tahan lama.	Pemilihan bahan baku alami untuk pembuatan produk dapat dijelaskan melalui studi botani tentang sifat mekanik serat, serta pentingnya memilih tanaman yang sesuai dengan kebutuhan pengrajin (RUNTUBOI et al., 2023; Zariya et al., 2025)	Bioteknologi Tanaman, Ekologi Tanaman
9.	Keterampilan Anyaman dalam Pembuatan Noken	Masyarakat Papua memiliki keterampilan tangan yang sangat terampil dalam menganyam serat menjadi Noken. Teknik ini diajarkan secara turun-temurun melalui observasi langsung dan praktik.	Penelitian mengenai teknik anyaman dapat dijelaskan dalam konteks ilmu material dan ergonomi, yang menunjukkan bagaimana teknik tradisional menghasilkan produk dengan ketahanan dan fungsionalitas yang optimal (Fajrie et al., 2024; Ginting et al., 2025; Rusdiyanti et al., 2024; Taneo et al., 2025)	Ilmu Material, Ergonomi
10.	Konservasi Tanaman Sumber Noken	Keberlanjutan pembuatan Noken bergantung pada pelestarian tanaman yang digunakan untuk membuat Noken. Masyarakat Papua menjaga keberlanjutan tanaman ini melalui kebijakan konservasi yang berbasis pada tradisi lokal.	Konservasi tanaman yang digunakan dalam pembuatan Noken dapat dianalisis dalam konteks konservasi tanaman dan praktik pertanian berkelanjutan, yang membantu menjaga keseimbangan ekosistem lokal (Anon et al., 2023; Pikei & Sihombing, 2023; SAIBA et al., 2023)	Konservasi Keanekaragaman Hayati, Ekologi, Sumber Daya Alam

Tabel 2 menunjukkan berbagai aktivitas yang terkait dengan pembuatan dan pemanfaatan Noken dalam kehidupan masyarakat adat Papua, serta pengetahuan masyarakat dan sains ilmiah yang dapat dihubungkan dengan materi biologi. Setiap aktivitas yang digambarkan mengandung elemen kearifan lokal yang dapat diintegrasikan dalam kurikulum biologi, dengan aplikasi yang kaya baik dari perspektif sains maupun nilai budaya. Penelitian sebelumnya, khususnya dalam kajian etnobotani, memberikan dasar kuat untuk memahami bagaimana Noken dan praktik tradisional ini dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran biologi.

Hasil identifikasi Noken dalam konteks pembelajaran biologi menunjukkan bahwa integrasi budaya lokal dengan pengetahuan ilmiah dapat memperkaya kurikulum dan pemahaman siswa terhadap berbagai konsep sains. Contohnya, pembuatan Noken menggunakan serat pohon melinjo tidak hanya terkait dengan pengetahuan tradisional tentang bahan alami, tetapi juga membuka diskusi terkait dengan kekuatan dan ketahanan serat secara botani, yang dapat dieksplorasi dalam konteks material sains (Avianto et al., 2021; Suanda et al., 2024). Proses pengolahan serat secara

tradisional, seperti perebusan dan pengeringan, menghadirkan peluang untuk menjelaskan prinsip kimia yang mendasari ketahanan serat, memberi konteks yang relevan untuk mengaitkan ilmu kimia dengan praktik lokal (Alimah, 2019; Suanda et al., 2024).

Lebih jauh lagi, penggunaan Noken dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Papua dapat dianalisis dari perspektif ergonomi dan fisiologi. Desain Noken mencerminkan upaya adaptasi manusia terhadap kebutuhan fungsional dan lingkungan, yang dapat dikaitkan dengan prinsip-prinsip fisik dan ergonomi dalam pembelajaran biologi (Avianto et al., 2021; Samderubun et al., 2023). Selain itu, kearifan lokal yang terkandung dalam pembuatan Noken mencerminkan esensi keberlanjutan dan hubungan harmonis antara manusia dan alam, yang sesuai dengan tema-tema ekologi dan konservasi yang diajarkan dalam kurikulum biologi (Payong, 2022; Suryadi & Jasiah, 2023).

Mengintegrasikan kearifan lokal, seperti pembuatan Noken, dalam pembelajaran biologi dapat memfasilitasi perspektif yang lebih holistik dan mendalam mengenai hubungan antara sains, budaya, dan keberlanjutan. Ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk tidak hanya belajar

teori sains tetapi juga bagaimana ilmu tersebut diaplikasikan dalam konteks budaya mereka sendiri, mendukung pelestarian budaya dan lingkungan sekaligus meningkatkan pemahaman ilmiah mereka (Alimah, 2019; Samderubun et al., 2023; Suanda et al., 2024).

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan Noken Papua dalam pembelajaran biologi dapat memperkaya pemahaman siswa tentang hubungan antara budaya lokal dan pengetahuan ilmiah. Noken, sebagai alat tradisional yang terbuat dari serat pohon melinjo, tidak hanya memiliki nilai fungsional, tetapi juga mengandung kearifan lokal yang relevan dengan konsep-konsep biologi seperti keanekaragaman hayati, taksonomi, ekologi, dan keberlanjutan.

Pendekatan berbasis etnobotani yang melibatkan Noken sebagai sumber belajar dapat mendorong siswa untuk lebih menghargai warisan budaya mereka dan memperkuat kesadaran terhadap isu-isu lingkungan yang mendasar. Melalui integrasi kearifan lokal dalam kurikulum biologi, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan ilmiah, tetapi juga memahami aplikasinya dalam konteks budaya mereka sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, S. (2019). Kearifan Lokal Dalam Inovasi Pembelajaran Biologi: Strategi Membangun Anak Indonesia Yang Literate Dan Berkarakter Untuk Konservasi Alam. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 5(1). <https://doi.org/10.33654/jph.v5i1.574>
- Anon, W., Yogi, R., Runtuboi, Y. Y., Dwiranti, F., Sagrim, M., Anon, M., Djitmau, D. A., & Yogi, N. (2023). Knowledge and Values of Noken From Three Highlander Ethnics in Indonesian New Guinea. *European Modern Studies Journal*, 7(2), 176–193. [https://doi.org/10.59573/emsj.7\(2\).2023.17](https://doi.org/10.59573/emsj.7(2).2023.17)
- Avianto, B. N., Marjanto, D. K., Ulumuddin, I., Sudrajat, U., & Julizar, K. (2021). Ethnotechnology Noken-Papua as Carrying Capacity for Enhancing Local Economic Development. *International Journal of Social Economics*, 48(10), 1476–1491. <https://doi.org/10.1108/ijse-12-2020-0819>
- Bhiftime, E. I., Dewa, R. T., & Pratomo, A. N. (2022). Proposed Novel Eco-Friendly Natural Fiber of *Gnetum Gnemon* for Military Grade Applications. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 189. <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i1.2892>
- Fajrie, N., Nisa, Z. A., & Purbasari, I. (2024). Analisis Bentuk dan Fungsi Produksi Seni Anyaman Bambu Griya Deling Desa Jepang Kabupaten Kudus. *Jurnal Pendidikan Seni Rupa Undiksha*, 14(1), 122–130. <https://doi.org/10.23887/jjpsp.v14i1.78052>
- Ferreira, S. R., de Andrade Silva, F., Lima, P. R. L., & Toledo Filho, R. D. (2015). Effect of Natural Fiber Hornification on the Fiber Matrix Interface in Cement Based Composite Systems. *Key Engineering Materials*, 668, 118–125. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KE.M.668.118>
- Firmansyah, F., Sholeh Hidayat, Suroso Mukti Leksono, & Ujang Jamaludin. (2023). Kearifan Lokal dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan Hidup di Cagar Alam Rawa Danau (CARD). *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 8(1), 1–5. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v8i1.8405>
- Fitriyah, L., Suryani, S., & Febriyanto, D. (2022). Pendidikan Karakter Berbasis Kearifan Lokal Pada Program Studi Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia. *Geram*, 10(2), 23–31. [https://doi.org/10.25299/geram.2022.vol10\(2\).10582](https://doi.org/10.25299/geram.2022.vol10(2).10582)
- Ginting, I. E. B., Tanduh, Y., Silvianingsih, Y. A., Herianto, H., & Hastari, B. (2025). Kearifan Lokal Masyarakat Desa Buntoi Kabupaten Pulang Pisau Dalam Pemanfaatan Rotan. *HUTAN TROPIKA*, 20(1), 100–111. <https://doi.org/10.36873/jht.v20i1.20633>
- Godfrey, M., Bronner, L., & Soper, K. (2022). Using Ethnobotany and Aquaponics to Engage Native Youth in STEM. *Great Plains Research*, 32(2), 87–93. <https://doi.org/10.1353/gpr.2022.0009>
- Gombo, M. (2024). Matematika Dan Kearifan Lokal: Noken Sebagai Media Edukatif Di Tanah Papua. *Haga*, 3(1), 127–138. <https://doi.org/10.57094/haga.v3i1.2640>
- Gwijangge, E., Frank, S. A. K., & Manalip, L. M. M. (2025). Noken Sebagai Alat Transportasi & Simbol Identitas Perempuan Suku Wallak. *Novjuis*, 1(1), 42–51. <https://doi.org/10.64281/novjuis.v1i1.7>

- Handayani, E., & Hardjanto, U. S. (2023). The Noken System as a Symbol of the Supreme Deliberation of Indigenous Peoples in Papua Anthropological Study of Law and Constitutional Law. *Interdisciplinary Journal and Hummanity (Injury)*, 2(11), 893–899. <https://doi.org/10.58631/injury.v2i11.137>
- Handayani, W. S., Prastiwi, Y., & Hidayat, N. (2025). Building Character Through Noken: Learning Based on Papuan Local Wisdom. *Dialectical Literature and Educational Journal*, 9(2), 82–89. <https://doi.org/10.51714/dlejpancasakti.v9i2.124>
- Haryati, T., Mirin, A., & Silstiowati, W. N. (2024). Pemberdayaan Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah Pembuatan Tas Noken Sebagai Budaya Dan Kearifan Lokal Papua Pegungan. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(4), 2447–2466. <https://doi.org/10.53625/jirk.v4i4.8664>
- Hawa, N. N., Zakaria, S. Z. S., Razman, M. R., & Majid, N. A. (2021). Geography Education for Promoting Sustainability in Indonesia. *Sustainability*, 13(8), 4340. <https://doi.org/10.3390/su13084340>
- Helakombo, Y., Tanjung, R. H., & Suharno, S. (2022). Etnobiologi Tumbuhan Sebagai Bahan Baku Tas Noken Oleh Suku Yali Di Distrik Abenaho Kabupaten Yalimo, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 14(2), 87–94. <https://doi.org/10.31957/jbp.2291>
- Hutapea, D. A. (2025). Peran Kearifan Lokal Dalam Membentuk Karakter Siswa Sd. *JCP*, 1(11), 1242–1247. <https://doi.org/10.60145/jcp.v1i11.235>
- Iriawan, H., Hasim, D., & Haz, M. (2023). Pelatihan Pembuatan Noken Pada Ibu-Ibu Asli Papua Di Kelurahan Fandoi. *Abdi Masyarakat*, 5(1), 2148. <https://doi.org/10.58258/abdi.v5i1.5492>
- Jakiyudin, A. H., Husain, N. A., & Yusuf, M. (2022). Kampanye Zero Waste Melalui Noken Dalam Mendukung Pencapaian SDGs 2030. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Pgri Palangka Raya*, 1, 283–296. <https://doi.org/10.54683/puppr.v1i0.30>
- Kayame, Y. (2022). Kearifan Lokal “Noken” Papua Bagi Nilai Demokrasi Pancasila Di Indonesia. *DeCive*, 2(12), 448–456. <https://doi.org/10.56393/decive.v2i12.1205>
- Kayame, Y. (2023). Papua “Noken” Local Wisdom for the Strenghtness of Democratic Pancasila Values in Indonesia. *Jurnal Setia Pancasila*, 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.36379/jsp.v3i2.290>
- Kimura, M., Shinohara, Y., Takizawa, J., Ren, S., Sagisaka, K., Lin, Y., Hattori, Y., & Hinestroza, J. P. (2015). Versatile Molding Process for Tough Cellulose Hydrogel Materials. *Scientific Reports*, 5(1), 16266. <https://doi.org/10.1038/srep16266>
- La Rosa, A., Cornara, L., Saitta, A., Salam, A. M., Grammatico, S., Caputo, M., La Mantia, T., & Quave, C. L. (2021). Ethnobotany of the Aegadian Islands: safeguarding biocultural refugia in the Mediterranean. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-021-00470-z>
- Layuk, Y., Mangolo, E., & Budiarti, I. (2023). Implementasi Pendidikan Karakter Untuk Membentuk Kepribadian Holistik Peserta Didik Melalui Kearifan Lokal Noken Papua. *Kalam Cendekia Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(3). <https://doi.org/10.20961/jkc.v11i3.82418>
- Lefaan, A., & Sitorus, F. R. P. P. (2024). Sosialisasi Noken Sebagai Filosofi Masyarakat Desa Melalui Lembaga Pendidikan Sekolah Berparadigma Konstruktivistik. *Epistema*, 5(1), 18–30. <https://doi.org/10.21831/ep.v5i1.72622>
- Lestari, E. S., Sajidan, S., Rahmawati, F., & Indrowati, M. (2024). The Inquiry Ethnobotany Learning Model: An Instructional Design Model To Enhance Student Environmental Literacy. *Journal of Baltic Science Education*, 23(2), 377–389. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.377>
- Lidi, M. W., Daud, M. H., & Bolong, M. Y. M. (2021). Potensi Kearifan Lokal Tambi Uma Suku Ende Sebagai Sumber Belajar Biologi Dan Pendidikan Karakter. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 45. <https://doi.org/10.17977/um052v12i1p45-51>
- Liu, X., Zhu, X., Peng, J., Song, D., Xu, W., & Zhu, K. (2023). Fabrication and characterization of chemical crosslinked cellulose fiber by dissolving cellulose in alkali urea aqueous solvent. *Journal of Applied Polymer Science*, 140(8). <https://doi.org/10.1002/app.53533>
- Marpaung, D., & Bakti, S. (2024). Kontribusi Lazismu Dalam Membangun Kemandirian Ekonomi Masyarakat Miskin Melalui Bantuan

- Modal Bagi UMKM. *Irajpkm*, 2(2), 53–58. <https://doi.org/10.56862/irajpkm.v2i2.128>
- Mulhauser, B., & Gaille, E. (2024). How Can Citizen Science in a Botanical Garden Enrich the Discipline of Ethnobotany? *Economic Botany*, 78(2), 150–168. <https://doi.org/10.1007/s12231-024-09606-0>
- Mullalija, B., Mustafa, B., Hajdari, A., Quave, C. L., & Pieroni, A. (2021). Ethnobotany of rural and urban Albanians and Serbs in the Anadrini region, Kosovo. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68(5), 1825–1848. <https://doi.org/10.1007/s10722-020-01099-9>
- Munandar, A., Noer, M., & Syahni, R. (2022). *Keragaman Bentuk Kearifan Lokal Masyarakat Suku Mentawai Di Kawasan Wisata Bahari Pulau Siberut Diversity Form Of Local Wisdom Of The Mentawai Tribe Community In The Marine Tourism Area Of Siberut Island.* <http://www.mentawaikab.go.id>
- Murad, W., Azizullah, A., Adnan, M., Tariq, A., Khan, K. U., Waheed, S., & Ahmad, A. (2013). Ethnobotanical assessment of plant resources of Banda Daud Shah, District Karak, Pakistan. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 77. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-77>
- Nursela, A., Setiadi, A. E., & Qurbaniah, M. (2023). Potensi Tumbuhan Berkhasiat Obat di Desa Pekawai Kabupaten Melawi sebagai Sumber Belajar Biologi. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 8(2), 115–122. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v8i2.7197>
- Payong, M. R. (2022). Adaptasi Nilai-Nilai Budaya Lokal Dalam Pendidikan: Studi Penggunaan Go'et Dalam Pendidikan Agama Katolik. *Dunamis Jurnal Teologi Dan Pendidikan Kristiani*, 7(1), 384–400. <https://doi.org/10.30648/dun.v7i1.753>
- Pikei, T., & Sihombing, A. A. (2023). Noken Local Wisdom as Representation of God's Love. *Al-Qalam*, 29(1), 102. <https://doi.org/10.31969/alq.v29i1.1254>
- Pratama, H., Hikmat, A., & Hidayati, S. (2024). Ethnobotany and Traditional Medicine as Educational Tourism. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1366(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1366/1/012053>
- Ramandey, J. M., Suryadi, S., Liborang, H. F., & Dharsono, W. W. (2025). Pengaruh Pola Anyaman terhadap Sifat Mekanik Serat Kulit Pohon Melinjo untuk Pengembangan Produk Tas Noken. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(2), 1928–1936. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i2.40122>
- Ridwan, R., Fadilah, S. I., Aziz, A. M., Kusnadi, K., Rahman, T., & Virijai, F. (2024). Kajian Pedagogik : Strategi Pembelajaran pada Konsep Ekosistem dan Lingkungan untuk Siswa SMA. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 6(3), 2701–2722. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6975>
- Ridwan, Sriyati, S., Virijai, F., Azizah, C. N., & Mulya, B. S. (2024). Kajian Etnobotani dalam Indigenous Knowledge Arat Sabulungan Masyarakat Mentawai Sebagai Aplikasi Etnopedagogi dalam Materi Biologi pada Kurikulum Merdeka. *Pedagogi Hayati*, 8(1), 1–11.
- RUNTUBOI, Y. Y., PADANG, D. A., PEDAY, M. H., AROBAYA, A. Y. S., UNGIRWALU, A., AURI, A., DIMARA, P. A., SUSANTI, C. M. E., PANAMBE, N., & BENU, N. M. H. (2023). The indigenous art of orchid noken making by the Mee Tribe in the highland of Central Mountains, Indonesian Papua. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(7). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240727>
- Rusdiyanti, D., Hayati, L., Husna, N., Annur, S., & Sya'ban, M. F. (2024). Eksistensi Anyaman Purun Sebagai Penopang Perekonomian Masyarakat di Kampung Purun Banjarbaru. *Hamzanwadi Journal of Science Education*, 1(1), 25–35. <https://doi.org/10.29408/hijase.v1i1.25605>
- Saefullah, A., Samanhudi, U., Nulhakim, L., Berlian, L., Rakhamawan, A., Rohimah, B., Zaky, R. A., & Islami, E. (2017). Efforts to Improve Scientific Literacy of Students through Guided Inquiry Learning Based on Local Wisdom of Baduy's Society. *Saefullah*, 3(2), 84–91.
- SAIBA, Y., Ungirwalu, A., Murdjoko, A., Brearley, F. Q., Peday, M. H., Yowei, R. N., Imburi, C. S., Runtuboi, Y. Y., Djitmau, D. A., & Sa'diyah, S. H. (2023). Ethnobotany and Conservation Applications in the Noken Making by the Sougb Tribe of West Papua, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(8). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240861>

- Samderubun, G., Nugroho, H., & Suharko, S. (2023). Noken, Women's Identity Space and Strategy in Power Contestation. *Asian Journal of Social and Humanities*, 2(03), 2019–2032. <https://doi.org/10.5988/ajosh.v2i03.197>
- Sholihah, M., Alfi, C., & Fatih, M. (2023). Pengembangan LKS Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Keragaman Sosial Budaya Bangsa Siswa Kelas V. *Edukatif Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 997–1007. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i2.4897>
- Suanda, I. W., Subrata, I. M., & Rusmayanthi, K. I. (2024). Etnopedagogi Sebagai Media Pelestarian Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran Biologi. *Emasains*, 13(2), 87–95. <https://doi.org/10.59672/emasains.v13i2.3687>
- Suhartati, S., Genisa, M. U., & Saputri, W. (2025). Exploring the Potential of Biodiversity: An Ethnobotany Approach as a Learning Resource at SMA Negeri 1 Tempilang. *Gema Wiralodra*, 15(3). <https://doi.org/10.31943/gw.v15i3.728>
- Suryadi, S., & Jasiah, J. (2023). Transformasi Pendidikan Dasar Melalui Kearifan Lokal: Pendekatan Kualitatif Terhadap Pengembangan Kurikulum. *Wiyata Dharma Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 11(2), 163–170. <https://doi.org/10.30738/wd.v11i2.17109>
- Suwardi, A. B., ZIDNI ILMAN NAVIA, TISNA HARMAWAN, SYAMSUARDI, & ERIZAL MUKHTAR. (2020). Ethnobotany and conservation of indigenous edible fruit plants in South Aceh, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(5). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210511>
- Syahfitri, J., & Muntahanah. (2024). The effectiveness of local wisdom-based interactive digital module on students' critical thinking disposition. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(4), 2170–2177. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i4.28256>
- Taneo, P. N. L., Turmudi, T., Nurlaelah, E., & Fatimah, S. (2025). Analisis Transformasi Geometri dalam Motif Anyaman Daun Lontar Masyarakat Amanuban: Kajian Etnomatematika. *Media Pendidikan Matematika*, 13(1), 413–428. <https://doi.org/10.33394/mpm.v13i1.15571>
- Virjai, F., Liliawati, W., Sriyati, S., & Ridwan, R. (2024). Ethnoscience Study of Tabuik Pariaman, West Sumatra in Physics Learning. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, 5(1), 53–58. <https://doi.org/10.30599/uteach.v5i1.845>
- Wahyuni, S., Samnuzulsari, T., Suryaningsih, S., Igiasi, T. S., Niko, N., & Qurdiansyah, A. (2024). Membangun Kemandirian Ekonomi Perempuan Suku Laut Melalui Home Industry Berbasis Sumber Daya Dan Potensi Lokal Di Pulau Lipan Kabupaten Lingga. *Room of Civil Society Development*, 3(1), 21–29. <https://doi.org/10.59110/rcsd.304>
- Wijaya, N. (2017). Eksistensi Noken Sebagai Sistem Pemilihan Umum Dalam Perspektif Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Pada Masyarakat Adat Papua. *Jurnal Restorative Justice*, 1(1), 62–72. <https://doi.org/10.35724/jrj.v1i1.1909>
- Yang, Y., Shafi, M., Song, X., & Yang, R. (2018). Preservation of Cultural Heritage Embodied in Traditional Crafts in the Developing Countries. A Case Study of Pakistani Handicraft Industry. *Sustainability*, 10(5), 1336. <https://doi.org/10.3390/su10051336>
- Yota, W., Swangnetr Neubert, M., & Kaewdok, T. (2025). Ergonomic Design and Evaluation of Cloth-Pulling Devices for Praewa Silk Weavers. *F1000Research*, 14, 477. <https://doi.org/10.12688/f1000research.163622.3>
- Zafriana, L., Nasution, A. H., Nasution, A. H., Setiawati, E. M., Fatmawati, S., & Muryono, M. (2024). Pemberdayaan Ekonomi Lokal Melalui Pelatihan Dan Kolaborasi Di Kampoeng Herbal Soerabaja. *Kontribusi Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 95–105. <https://doi.org/10.53624/kontribusi.v5i1.493>
- Zariya, A., Ashari, M., & Pasyah, S. B. (2025). Estetika Monroe Breadsley Pada Tas Noken Irarutu Kaimana Papua Barat. *Macora*, 2(1), 15–22. <https://doi.org/10.56983/macora.v2i1.1>

Perbandingan Karakter Morfologi Famili Arecaceae di Wisata *Ori Green* Koptan Tulungagung

Arbaul Fauziah

Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Sayyid Ali
rahmtullh Tulungagung
Jl. Mayor Sujadi No.46, Kudusan, Plosokandang, Kec. Kedungwaru, Kabupaten
Tulungagung, Jawa Timur 66221Indonesia
e-mail: arbaul.fauziah@uinsatu.ac.id

Abstrak

Famili *Arecaceae* merupakan kelompok tumbuhan penting dengan keragaman morfologi yang dapat digunakan sebagai dasar identifikasi dan pengelolaan konservasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi spesies *Arecaceae* serta membandingkan karakter morfologinya di Wisata *Ori Green* Koptan, Tulungagung. Penelitian dilakukan pada Maret–Mei 2023 menggunakan metode jelajah (eksplorasi), kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menemukan empat spesies, yaitu *Elaeis guineensis*, *Livistona saribus*, *Cyrtostachys renda*, dan *Adonidia merrillii*. Keempat spesies memiliki ciri umum berupa batang berkayu, tumbuh tegak, dan daun majemuk lengkap, namun menunjukkan variasi pada bentuk batang, pola percabangan, warna batang, bentuk ujung dan pangkal daun, serta pola pertulungan. *L. saribus* memiliki batang silindris, sedangkan tiga spesies lainnya berbentuk bulat; percabangan *C. renda* bersifat simpodial, berbeda dari spesies lain yang monopodial. Perbedaan juga ditemukan pada morfologi bunga, terutama bentuk mahkota dan variasi warna. Penelitian ini menyimpulkan bahwa spesies *Arecaceae* di lokasi penelitian memiliki karakter dasar yang serupa namun memperlihatkan diferensiasi morfologi yang jelas, sehingga berpotensi digunakan sebagai acuan identifikasi dan pengelolaan lanskap.

Kata Kunci— Famili Arecaceae, *Ori Green* Koptan, Karakter Morfologi, Wisata

Abstract

The family *Arecaceae* represents an important group of plants with diverse morphological characteristics that can be used for species identification and conservation management. This study aims to identify *Arecaceae* species and compare their morphological characteristics in the *Ori Green* Koptan Tourism Area, Tulungagung. The research was conducted from March to May 2023 using an exploratory survey method and analyzed descriptively and qualitatively. The results recorded four *Arecaceae* species, namely *Elaeis guineensis*, *Livistona saribus*, *Cyrtostachys renda*, and *Adonidia merrillii*. All species share general characteristics such as woody, erect stems and complete compound leaves; however, variations were observed in stem shape, branching patterns, stem color, leaf apex and base, and venation types. *L. saribus* has a cylindrical stem, while the other species have round stems. *C. renda* exhibits sympodial branching, in contrast to the monopodial branching found in the other species. Differences were also observed in floral morphology, particularly in petal shape and color. The study concludes that *Arecaceae* species in the study area exhibit similar basic morphological traits but show clear morphological differentiation, which can be used as a reference for species identification and landscape management.

Keywords: Arecaceae Family, *Ori Green* Koptan, Morphological Characteristics, Tourism

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman tanaman yang tinggi (Kurniasih, 2019; Prapitasari, 2020). Di antara berbagai tumbuhan tersebut, salah satunya adalah kelompok tumbuhan dari famili Arecaceae. Tumbuhan dari famili Arecaceae yang ada di Indonesia terdiri dari 31 marga yang tersebar di

berbagai wilayah meliputi Kalimantan, Jawa, Sumatera, Sulawesi, dan Papua. Sebagian besar marga tersebut terdapat di Indonesia bagian timur. Di antara marga tersebut, ada delapan marga yang endemik di Pulau Kalimantan yaitu marga Aridarum, Bakoa, Buchepalandra, Ooia, Pedicellarum, Phymatarum, Picinia, dan Schotteriella, serta ada satu marga yang endemik di Papua yaitu *Holochlamys* (Novianti et al.,

2023). Famili Arecaceae banyak tumbuh di Indoensia karena tumbuhan ini umumnya tumbuh subur di kawasan tropis yang sesuai dengan kondisi di Indonesia (Teusiit et al., 2024). Secara umum, famili Arecaceae tersebar di wilayah tropis dan sub tropis (Rahmawati & Sulistiowati, 2021). Salah satu daerah di Indonesia yang terdapat famili Arecaceae adalah Kawasan Wisata Ori Green Koptan Tulungagung.

Wisata Ori Green Koptan merupakan salah satu tempat wisata yang terdapat di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Wisata Ori Green Koptan merupakan wisata ini dikelola oleh Koperasi Petani (KOPTAN) Jasa Tirta yang berada di Dusun Jengglik, Desa Sendang, Kecamatan Sendang, Kabupaten Tulungagung. Wisata ini beroperasi sejak tahun 2018. Sebagai destinasi wisata, kawasan ini menyuguhkan sensasi alami pegunungan dengan luas tanah 3 hektar. Wisata ini merupakan wisata buatan yang bernuansa alam, air dan edukasi. Wisata ini dikelilingi oleh persawahan, sungai alami, dan diimbangi juga dengan udara yang masih sejuk. Selain sebagai kawasan wisata, di dalamnya juga terdapat berbagai macam tumbuh-tumbuhan, termasuk tumbuhan dari famili Arecaceae. Adanya berbagai macam tumbuhan di kawasan ini menjadikan kawasan ini juga berpotensi sebagai kawasan wisata edukasi, khususnya bidang Botani. Namun, sampai saat ini, berbagai tumbuhan tersebut belum pernah diinventarisasi sehingga belum terdapat informasi lebih dalam terkait berbagai macam karekater dari masing-masing tumbuhan tersebut, khususnya tumbuhan dari famili Arecaceae.

Famili Arecaceae dapat dimanfaatkan untuk tanaman hias (Azzarooha et al., 2022). Hal ini disebabkan adanya bentuk dan warna yang khas (Hamidi et al., 2022). Famili Arecaceae (palem-paleman) tergolong tumbuhan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Hamidi et al., 2022). Tumbuhan dari famili Arecaceae merupakan sumber karbohidrat yang menyimpan pati dan gula dan dapat digunakan untuk bahan pembuatan minyak goreng (Elik et al., 2022).

Dilihat dari karakter morfologinya, terdapat beberapa jenis tumbuhan dari famili Arecacea yang memiliki batang kuat sehingga dapat digunakan untuk bahan bangunan dan sebagian jenis lainnya memiliki daun yang cocok untuk bahan anyaman (Elik et al., 2022; Y. N. Kurniawan et al., 2020; Teusiit et al., 2024). Selain itu, ada tumbuhan famili Arecacea lainnya yang buahnya digunakan sebagai penyegar, yaitu buah pinang (Hamidah et al., 2022). Buah pinang ini biasanya digunakan untuk menyirih (Y. N. Kurniawan et al., 2020). Di samping pinang, ada palem waregu (*Rhapis exelsa*) yang berguna untuk tanaman hias dan anyaman rotan (Hutasuhut, 2020). Selain itu, beberapa tumbuhan dari famili Arecaceae juga dimanfaatkan sebagai sumber makanan, minuman, bahan bangunan, alat kerajinan, dan pemanfaatan lainnya yang dapat meningkatkan pendapatan keluarga, seperti di Pulau Ambon (Teusiit et al., 2024) dan masyarakat Dayak Randu' yang berada di desa Batu Buil Kecamatan Belimbings, Kabupaten Melawi, Pontianak (Prayogi et al., 2022). Tumbuhan dari famili Arecaceae juga memiliki nilai etnobotani yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di berbagai daerah, seperti di Bali yang menggunakan untuk perlengkapan upacara adat agama Hindu (Harsono et al., 2025; Surata et al., 2022).

Arecaceae merupakan famili tertua di antara tumbuhan Angiospermae lainnya (Hutasuhut, 2020). Famili Arecaceae termasuk tumbuhan monokotil yang bertangkai tunggal atau berumpun (Vanesa et al., 2025). Tumbuhan dari famili Arecaceae ini beragam, ada tumbuhan yang berupa semak dengan dengan tinggi kurang dari 2 meter serta ada juga yang berupa pohon dengan tinggi 2-10 meter, bahkan ada juga pohon yang tingginya mencapai 100 meter (Irfandy et al., 2023). Batang tumbuhan dari famili Arecaceae ada yang tegak dan tumbuh ke atas, dan ada juga yang bertipe liana (merambat pada pohon lain). Bahkan, ada varietas lainnya yang seluruh tubuhnya berupa daun (tidak berbatang) (Yassir & Asnah, 2019). Keanekaragam yang terdapat pada berbagai spesies dan varietas tumbuhan dari famili Arecaceae inilah yang menarik untuk diidentifikasi lebih dalam. Oleh

sebab itu, penelitian tentang identifikasi dan karakterisasi tumbuhan dari famili Arecaceae ini penting untuk dilakukan. Hasil identifikasi dan karakterisasi ini nantinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi lebih jauh terkait potensi pemanfaatan tumbuhan dari famili Arecaceae, baik bagi masyarakat luas maupun untuk penyediaan *database* dalam kelimuan Biologi.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2023. Penelitian dilakukan di Wisata Ori Green Koptan yang terletak di Dusun Jengglik RT 01 RW 01, Desa Sendang, Kecamatan Sendang, Kabupaten Tulungagung.

B. Eksplorasi

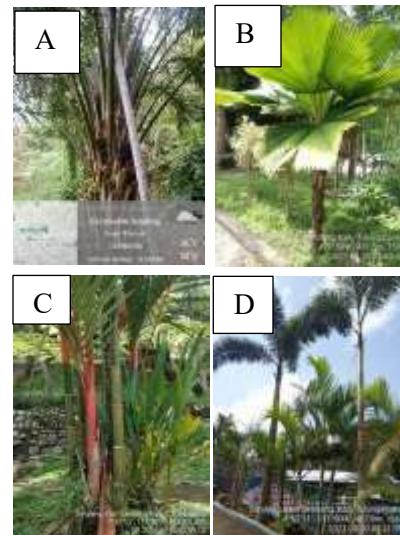
Eksplorasi (penjelajahan) dilakukan untuk menemukan tumbuhan yang tergolong famili Arecaceae. Tumbuhan yang diperoleh dari hasil eksplorasi dicatat dalam buku kolektor dan didokumentasikan dalam bentuk gambar. Selanjutnya dilakukan identifikasi jenis tumbuhan dengan mencocokkan ciri-ciri yang ada pada tumbuhan dengan gambar yang mengacu pada buku identifikasi tumbuhan.

C. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif. Data hasil eksplorasi diidentifikasi morfologi, nama lokal, nama ilmiah, dan klasifikasinya berdasarkan urutan takson. Hasil analisis data disajikan dalam bentuk tabel dan teks naratif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kawasan wisata *Ori Green* Koptan Tulungagung terdapat empat spesies yang termasuk dalam famili Arecaceae. Tanaman tersebut terdiri dari kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), palem kipas (*Livistona saribus*), palem merah (*Cyrtostachys renda*), dan palem putri (*Adonidia merrillii*) (Gambar 1).



Gambar 1. Tumbuhan dari famili Arecaceae di wisata Ori Green Koptan Tulungagung (A) Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), (B) Palem kipas (*Livistona saribus*), (C) Palem merah (*Cyrtostachys renda*), dan (D) Palem putri (*Adonidia merrillii*).

Macam spesies dari famili Arecaceae yang ada di kawasan ini memang tidak banyak. Hal ini disebabkan fungsi utama kawasan ini adalah sebagai lokasi wisata, sehingga keberadaan tumbuhan di lokasi ini disesuaikan dengan kebutuhan dan faktor abiotik yang cocok untuk lingkungan tumbuh tanaman tersebut. Misalnya, pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), akarnya digunakan untuk membantu penyerapan air. Kemudian pada palem kipas (*Livistona saribus*), palem merah (*Cyrtostachys renda*), dan palem putri (*Adonidia merrillii*) digunakan sebagai tanaman hias. Daya tarik dari palem merah (*Cyrtostachys renda*) terlihat dari pelelehnya yang indah dan berwarna merah. Sedangkan palem putri (*Adonidia merrillii*), selain berfungsi sebagai tanaman hias juga digunakan untuk pembatas jalan di lokasi wisata tersebut.

Famili Arecaceae tergolong tumbuhan monokotil. Batangnya beruas-ruas dan tidak memiliki kambium sejati. Famili Arecaceae berupa pohon atau liana (menyerupai tali yang memanjang pada pohon lain) dan memiliki akar serabut. Daun famili Arecaceae berupa daun majemuk dan tangkai daunnya berpelepah. Pelelehnya ini membungkus batang. Bunganya tersusun dalam kerangka (berupa mayang), buah tertutup dengan lapisan luar yang tebal (sabut),

dan bijinya saat masih muda relatif cair dan semakin tua akan semakin mengeras (Yusman, 2022).

Famili Arecaceae memiliki karakteristik antara lain batangnya lurus, panjang, dan keras (Novianti et al., 2023). Sedangkan daunnya berpelepas (Syahruddin et al., 2023). Sebagian jenisnya ada yang memiliki bunga dan buah (Laia, 2024). Tanaman dari famili ini memiliki akar yang kuat (Hutasuhut, 2020). Karakteristik morfologi yang khas famili Arecaceae, di antaranya adalah batang lurus yang menjulang tinggi di atas permukaan tanah dengan ketinggian berkisar 10 sampai 30 meter, daun menyirip, dan akar serabut (Novianti et al., 2023).

Famili Arecaceae dikenal sebagai tumbuhan yang banyak dimanfaatan untuk tanaman hias. Namun, beberapa jenis tumbuhan dari famili Arecaceae ada yang dapat digunakan sebagai sumber pangan, sandang, dan bahan bangunan (Puspita et al., 2020). Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) banyak dimanfaatkan untuk bahan bangunan dan kerajinan tangan. Bahkan, oleh masyarakat Dayak Randu' Pontianak, tanaman ini juga dimanfaatkan untuk sayuran (Nuryanti et al., 2015). Selain itu, kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) juga dimanfaatkan oleh masyarakat di Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar (Handayani & Ridwan, 2023). Masyarakat di wilayah tersebut memanfaatkan pelepas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) untuk kayu bakar dan tandannya untuk bahan pembuatan kompos, sedangkan buahnya digunakan sebagai penghasil minyak (R. Kurniawan, 2022; Purwaningsih et al., 2024). Di samping itu, kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) juga dapat digunakan untuk pakan ternak sapi dan akarnya dapat berperan dalam penyerapan air (Barokah et al., 2024; Sabri, 2019). Kombinasi limbah pelepas kelapa sawit dan pinang dapat digunakan sebagai serat dalam pembuatan komposit dengan campuran bubur kertas sebagai bahan utamanya (Yusman, 2022).

Palem merah (*Cyrtostachys renda*) berasal dari Kalimantan dan merupakan tanaman asli Indonesia. Habitat palem merah (*Cyrtostachys renda*) biasanya pada dataran rendah. Ciri khusus palem merah (*Cyrtostachys renda*) terletak pada

pelepasnya yang berwarna merah menyala dan tumbuh berumpun (Winarno et al., 2019). Palem merah (*Cyrtostachys renda*) memiliki batang berkayu dan tingginya berkisar antara 6-14 m di atas permukaan tanah. Batangnya tidak bercabang dan berbentuk silinder dengan diameter mencapai 26 cm. Pada batang terdapat ruas-ruas bekas daun dan batangnya ini berwarna hijau. Batang palem merah (*Cyrtostachys renda*) memiliki pelepas yang panjangnya mencapai 47 cm dengan panjang tangkai hingga 35 cm. Palem merah (*Cyrtostachys renda*) memiliki daun dengan tipe majemuk menyirip, panjangnya mencapai 125 cm. Pada tiap tangkai daun terdapat anak tangkai daun berjumlah genap dan jumlahnya mencapai 28 pasang. Daunnya memiliki lebar sekitar 6 cm, tepi daun rata dan permukannya licin, pangkal daun membujat, dan ujungnya meruncing (Octarina et al., 2022).

Palem putri (*Adonidia merrillii*) banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias dan pembatas jalan (Triastiari & Harijono, 2019). Batang palem putri (*Adonidia merrillii*) berbentuk bulat dengan tipe batang tunggal tidak bercabang dan tumbuh tegak, serta permukaan batangnya berwarna abu-abu kusam. Palem putri (*Adonidia merrillii*) memiliki daun dengan tipe daun lengkap, bentuk majemuk menyirip, memiliki tulang daun sejar, ujungnya runcing dan tepinya rata, pangkal daunnya tumpul, dan daunnya berwarna hijau. Akar palem putri (*Adonidia merrillii*) adalah tipe akar serabut dan buah yang berbentuk lonjong, berjenis batu, berwarna hijau saat masih muda dan berwarna merah ketika sudah tua. Meskipun palem putri (*Adonidia merrillii*) memiliki buah, namun buah tersebut tidak dapat dikonsumsi (Novianti et al., 2023). Adapun klasifikasi dari palem putri yaitu tergolong dalam kingdom Plantae, Subkingdom Tracheobionta, Super Divisi Spermatophyta, Divisi Magnoliophyta, Kelas Liliopsida, Sub Kelas Arecidae, Ordo Arecales, Famili Arecaceae, Genus *Adonidia*, Spesies *Adonidia merrillii* (Becc.) (Habibi & Damayanti, 2021).

Dari berbagai tumbuhan yang tergolong famili Arecaceae yang ada di wisata Ori Green Koptan Tulungagung, terdapat perbedaan antara spesies satu dengan spesies yang lain, meskipun spesies tersebut masuk dalam kategori famili yang sama.

Pada penelitian ini, perbedaan karakter morfologi tersebut terfokus dan didasarkan pada karakter morfologi batang, daun, dan bunga.

Famili Arecaeae termasuk dalam jenis batang berkayu, memiliki bentuk batang bulat (teres) kecuali palem kipas (*Livistona saribus*) batangnya berbentuk silinder (seperti tabung). Permukaan batang memiliki tekstur yang kasar sebab terdapat berkas daun pada kulit batang. Batang famili arecaceae memiliki warna yang beragam, pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) batang berwarna coklat, batang palem putri (*Adonidia merrillii*) berwarna hijau keabu-abuan, batang palem kipas (*Livistona saribus*) berwarna hijau kecoklatan, dan batang palem merah (*Cyrtostachys renda*) berwarna hijau kekuningan.

Arah tumbuh batang pada famili arecaceae tegak lurus ke atas sedangkan arah tumbuh cabangnya condong ke atas. Tipe percabangannya monopodial kecuali palem merah (*Cyrtostachys renda*) yang memiliki tipe cabang simpodial (**Tabel 1**).

Tipe batang monopodial merupakan tumbuhan yang memiliki batang pokok (utama) yang kemudian dari batang pokok tersebut muncul cabang-cabangnya. Pada tipe monopodial ini batang pokok terlihat jelas sehingga dapat dibedakan antara batang utama dengan cabang-cabangnya. Sedangkan tipe batang simpodial adalah jika batang utama sulit dibedakan dengan cabang-cabangnya (Rosanti, 2018).

Tabel 1.
Perbandingan karakter morfologi batang famili arecaceae di wisata Ori Green Koptan Tulungagung

Spesies	Karakter Batang						
	Jenis	Bentuk	Permukaan	Arah tumbuh batang	Arah tumbuh cabang	Warna batang	Tipe percabangan
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. (Kelapa sawit)	Berkayu	Bulat	Kasar	Tegak lurus ke atas	Condong ke atas	Coklat	Monopodial
<i>Livistona saribus</i> (Palem kipas)	Berkayu	Silinder	Kasar	Tegak lurus ke atas	Condong ke atas	Hitam kecoklatan	Monopodial
<i>Cyrtostachys renda</i> (Palem merah)	Berkayu	Bulat	Kasar	Tegak lurus ke atas	Condong ke atas	Hijau kekuningan	Simpodial
<i>Adonidia merrillii</i> (Palem putri)	Berkayu	Bulat	Kasar	Tegak lurus ke atas	Condong ke atas	Hijau keabu-abuan	Monopodial

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) termasuk ke dalam golongan habitus perdu hingga pohon dengan kisaran tinggi mencapai 30 m. Batang kelapa sawit merupakan batang berkayu berwarna coklat dengan arah tumbuh tegak lurus dan tidak memiliki cabang batang (Idris et al., 2020).

Palem kipas (*Livistona saribus*) merupakan jenis tanaman berhabitus pohon (Hilmy, 2023). Batang palem kipas (*Livistona saribus*) termasuk batang berkayu, berbentuk silinder, dan warna batang hitam keabu-abuan. Pada permukaan batang juga dapat dijumpai ruas-ruas sebagai bekas daun yang bertekstur kasar. Palem kipas (*Livistona saribus*) memiliki batang dengan arah tumbuh tegak lurus dan tidak bercabang. Tinggi tanaman ini berkisar antara 1-2 meter. Daun

palem kipas (*Livistona saribus*) berwarna hijau mengkilap (Serkadifat et al., 2025).

Palem merah (*Cyrtostachys renda*) termasuk tumbuhan dengan batang berkayu yang memiliki bentuk silinder, arah tumbuh tegak lurus ke atas, tipe percabangannya simpodial dengan permukaan batang yang dipenuhi berkas daun (Novianti et al., 2023).

Palem putri (*Adonidia merrillii*) memiliki tinggi batang mencapai 7 m dengan arah tumbuh tegak lurus di atas permukaan tanah. Permukaan batang palem putri memperlihatkan berkas daun, berbentuk bulat, dan batang berwarna abu-abu dengan tipe percabangan monopodial (Rahim, 2022).

Selain morfologi batang, juga terdapat perbedaan pada morfologi daun. Daun famili arecaceae termasuk tipe daun majemuk dengan bentuk memanjang. Daun famili Arecaceae memiliki struktur daun yang lengkap, mulai dari tangkai daun, pelepas daun, dan helai daun. Ujung daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan palem merah (*Cyrtostachys renda*) runcing dengan pangkal tumpul. Sedangkan pada palem kipas (*Livistona saribus*) dan palem putri (*Adonidia merillii*) memiliki ujung yang meruncing dan pangkal yang membulat. Pada

tumbuhan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), palem merah (*Cyrtostachys renda*), dan palem putri (*Adonidia merillii*) termasuk dalam kategori pertulangan sejar dengan tepi rata. Sedangkan pada palem kipas (*Livistona saribus*) pertulangan daun membulat dan tampak bergerigi di ujung daunnya. Famili arecaceae memiliki daun berwarna hijau dengan tekstur kasar dan kaku. Pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan palem putri (*Adonidia merillii*) permukaan bawah daunnya terdapat bulu-bulu tipis (**Tabel 2**).

Tabel 2.
Perbandingan karakter morfologi daun famili arecaceae wisata Ori Green Koptan Tulungagung

Spesies	Karakter Daun								
	Ujung	Pangkal	Pertulangan	Tepi	Daging	Tekstur	Filotaksis	Warna	Permukaan
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. (Kelapa sawit)	Runcing	Tumpul	Sejajar	Rata	Kaku	Kasar	Berhadapan	Hijau	Berduri
<i>Livistona saribus</i> (Palem kipas)	Meruncing	Membulat	Melengkung	Bergerigi	Tipis, kaku	Agak kasar	Berhadapan	Hijau	Gundul
<i>Cyrtostachys renda</i> (Palem merah)	Runcing	Tumpul	Sejajar	Rata	Kaku	Agak kasar	Berhadapan	Hijau	Gundul
<i>Adonidia merillii</i> (Palem putri)	Meruncing	Membulat	Sejajar	Rata	Tipis, kaku	Agak kasar	Berhadapan	Hijau	Berbulu

Daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan daun lengkap dikarenakan memiliki tangkai daun, pelepas daun, dan helai daun. Daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) bertipe majemuk yang memiliki susunan tulang daun menyirip. Bentuk daun memanjang seperti pedang dengan ujung runcing dan pangkal yang tumpul. Tepi daun yang merata dengan tekstur daun kasar dan kaku. Pada pelepas daun kelapa sawit terdapat modifikasi berupa duri dengan filotaksis daun yang berhadapan (Yabani, 2024).

Daun palem kipas (*Livistona saribus*) termasuk daun tunggal yang lengkap. Bentuk helai daunnya seperti kipas yang memiliki ujung daun meruncing, pangkal daun membulat, tepi daunnya merata, dan memiliki susunan tulang daun melengkung. Permukaan atas daun halus mengkilap sedangkan permukaan bawah daun halus tidak mengkilap (Pasambuna et al., 2025).

Daun palem merah (*Cyrtostachys renda*) termasuk tipe majemuk dan warna hijau tua dengan bentuk daun memanjang. Palem merah (*Cyrtostachys renda*) memiliki ujung daun runcing, pangkal daun tumpul, dan tepi daun rata tanpa gerigi. Permukaan atas daunnya licin

sedangkan daun bagian bawah agak kasar (Pitopang et al., 2025).

Daun palem putri (*Adonidia merillii*) berbentuk memanjang seperti pedang yang termasuk ke dalam jenis daun majemuk menyirip. Ujung daun palem putri meruncing dengan pangkal membulat. Susunan tulang daun menyirip, tepi rata tidak berbulu atau bergerigi, serta permukaan yang licin dengan tekstur tipis dan kaku. Serkadifa (2025) menyatakan bahwa daun palem putri memiliki daun yang mirip dengan palem raja namun ukurannya lebih lebar dan warnanya lebih hijau. Pada penelitian tersebut, juga dilaporkan bahwa batang palem putri berbentuk silinder dan beruas dengan tinggi mencapai 2 meter (Pitopang et al., 2025; Rana et al., 2023).

Di samping batang dan daun, bunga famili Arecaceae juga memiliki perbedaan karakter morfologi pada masing-masing spesiesnya. Secara umum, bunga pada famili Arecaceae tergolong bunga majemuk yang terletak di ketiak daun. Bunga kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) memiliki bentuk mahkota oval dengan jumlah mahkota tiga helai, jumlah benang sari enam, dan warna bunga coklat muda. Bunga palem putri

(*Adonidia merrillii*) memiliki bentuk mahota oval dengan jumlah mahkota 3 helai, jumlah putik satu, dan warna bunga kekuningan. Bunga palem kipas (*Livistona saribus*) memiliki bentuk mahkota segitiga atau spiral dengan jumlah mahkota enam helai, jumlah putik tiga, jumlah benang sari enam, dan warna bunga kuning. Pelem kipas (*Livistona saribus*) termasuk dalam

bunga yang berjenis kelamin ganda atau biseksual, karena pada satu bunga terdapat putik dan benang sari. Bunga palem merah (*Cyrtostachys renda*) memiliki bentuk mahkota oval yang berwarna kuning keputih-putihan (**Tabel 3**).

Tabel 3.
Perbandingan karakter morfologi bunga famili arecaceae wisata Ori Green Koptan Tulungagung

Spesies	Karakter Bunga							
	Tipe	Letak	Tipe Alat Kelamin	Bentuk mahkota	Jumlah mahkota	Jumlah putik	Jumlah benang sari	Warna
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. (Kelapa sawit)	Majemuk	Ketiak daun	<i>monoecious</i>	Oval	3	-	6	Coklat muda
<i>Livistona saribus</i> (Palem kipas)	Majemuk	Ketiak daun	<i>monoecious</i>	Segitiga	6	3	6	Kuning
<i>Cyrtostachys renda</i> (Palem merah)	Majemuk	Ketiak daun	<i>monoecious</i>	Oval	-	-	-	Kuning keputih-putihan
<i>Adonidia merrillii</i> (Palem putri)	Majemuk	Ketiak daun	<i>monoecious</i>	Oval	3	1	-	Kekuningan

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) memiliki bunga majemuk terdiri dari bunga jantan dan betina. Bunga jantan berbentuk lonjong, sedangkan bunga betina berbentuk bulat (Sabara, dkk., 2024). Sedangkan palem kipas (*Livistona saribus*) berbunga kecil berwarna kekuningan. Bunga ini tumbuh dalam tandan perbungaan bercabang panjang yang muncul di bawah tajuk daun (). Bunga palem merah (*Cyrtostachys renda*) berbentuk bulir, panjangnya 15-20 cm. Setiap bulir terdiri dari 5-20 anak bulir. Bunganya tersusun dalam dua deretan pada anak bulirnya yang berbentuk oval (bulat telur) dan ujungnya runcing (Kolimag & Kaligis, 2008). Bunga palem merah (*Cyrtostachys renda*) berkemiringan tunggal (unisexual) dan berumah satu (*monoecious*). Warnanya mulai hijau, merah, krem, dan putih keruh dan terletak pada batang aksilar. Bunga palem putri (*Adonidia merrillii*) juga termasuk bunga unisexual dan *monoecious*. Bunganya berwarna krem hingga putih keruh. Tipe simetri bunganya radial (national park flora & fauna web).

KESIMPULAN

Famili Arecaceae yang terdapat di Wisata Ori Green Koptan Tulungagung terdiri dari empat

spesies, yaitu kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), palem kipas (*Livistona saribus*), palem merah (*Cyrtostachys renda*), dan palem putri (*Adonidia merrillii*). Famili Arecaceae memiliki karakteristik khusus pada setiap organnya. Famili araceae memiliki batang berkayu, permukaan kasar, dan arah tumbuh tegak lurus ke atas, berdaun lengkap, dengan tipe majemuk, teksturnya kasar dan kaku, dan berwarna hijau, serta memiliki bunga majemuk yang terletak di ketiak daun. Namun, terdapat perbedaan pada bentuk dan tipe percabangan batangnya. Semua spesies memiliki batang berbentuk bulat dan tipe percabangan monopodial kecuali *Livistona saribus* yang berbentuk silinder dan *Cyrtostachys renda* dengan tipe simpodial. Sedangkan warna batang dari famili Arecaceae beranekaragam, yaitu coklat (*Elaeis guineensis* Jacq.), hijau keabu-abuan (*Adonidia merrillii*), hijau kecoklatan (*Livistona saribus*), dan hijau kekuningan (*Cyrtostachys renda*). Karakteristik khusus juga terdapat pada organ daun. Ujung daun *Elaeis guineensis* Jacq. dan *Cyrtostachys renda* runcing dengan pangkal tumpul, sedangkan *Livistona saribus* dan *Adonidia merrillii* memiliki ujung meruncing dan pangkalnya membulat.

Pertualangan daun *Elaeis guineensis* Jacq., *Cyrtostachys renda*, dan *Adonidia merillii* sejajar dengan tepi rata, sedangkan *Livistona saribus* membulat dan ujungnya bergerigi. Selain batang dan daun, bunga dari masing-masing spesies juga memiliki keunikan. Mahkota bunga *Elaeis guineensis* Jacq. dan *Adonidia merillii* berbentuk oval, sedangkan *Livistona saribus* berbentuk segitiga atau spiral. Dilihat dari sisi warnanya, bunga *Elaeis guineensis* Jacq. berwarna coklat muda, sedangkan *Adonidia merillii* dan *Livistona saribus* berwarna kekuningan.

DAFTAR RUJUKAN

- Azzaroih, C., Husna, F. N., Rahayu, M., Salsabila, S. N., & Hanifah, U. N. (2022). Keanekaragaman Famili Asteraceae di Pematang Sawah Desa Ubung Kaja, Denpasar Utara, Denpasar. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 199–206. <https://doi.org/10.24002/biota.v7i3.5237>
- Barokah, M., Dewi, F. L. S., & Rahmawati, A. (2024). Dampak Keseimbangan Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*): Review Literature. *Agritechpedia*, 2(01), 48–54.
- Elik, E. N., Nge, S. T., & Ballo, A. (2022). Inventarisasi Jenis Tanaman Umbi-Umbian yang Berpotensi Sebagai Sumber Karbohidrat Alternatif di Kecamatan Amarasi Selatan Kabupaten Kupang. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 13(2), 257. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v13i2.6355>
- Habibi, M. W., & Damayanti, A. Y. (2021). Inventarisasi Spermatophyta di Ponpes Nuris Jember Tahun Ajaran 2021. *Jurnal Biosense*, 4(01), 19–32. <https://doi.org/10.36526/biosense.v4i01.1430>
- Hamidah, H., Mahrudin, M., & Irianti, R. (2022). Etnobotani Areca catechu L. (Pinang) Suku Dayak Bakumpai Bantuil Kabupaten Barito Kuala Berbentuk Buku Ilmiah Populer. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(4), 51–66. <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol1.Iss4.322>
- Hamidi, H., Nurokhman, A., Riswanda, J., Hiras Habisukan, U., Ulfa, K., Yachya, A., & Maryani, S. (2022). Identifikasi Jenis Tumbuhan Family Zingiberaceae di Kebun Raya Sriwijaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 15(02), 60–66. <https://doi.org/10.36456/stigma.15.02.6273.60-66>
- Handayani, T., & Ridwan, R. (2023). Pemanfaatan Tumbuhan dalam Acara Adat oleh Masyarakat Suku Gayo di Desa Penosan Sepakat Kecamatan Blangjerango Kabupaten Gayo Lues, Aceh. *Jurnal Hutan Lestari*, 11(1), 51–62. <https://doi.org/10.26418/jhl.v11i1.59338>
- Harsono, B. M. H., Prasetyo, T. H. P., & Jannah, I. N. J. (2025). Studi Etnobotani Pemanfaatan Tumbuhan pada Upacara Adat Ngaben Suku Bali di Desa Patoman Kabupaten Banyuwangi, Indonesia. *Biologiei Educația*, 5(2), 91–105. <https://doi.org/10.62734/be.v5i2.736>
- Hutasuhut, M. A. (2020). Inventarisasi Jenis-Jenis Arecaceae Di Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Leuser Desa Telagah Kabupaten Langkat Sumatera Utara. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi Dan Terapan*, 2(2), 1. <https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v2i2.7823>
- Idris, I., Mayerni, R., & Warnita. (2020). Karakterisasi Morfologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Di Kebun Binaan Ppks Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Riset Perkebunan*, 1(1), 45–53. <https://doi.org/10.25077/jrp.1.1.45-53.2020>
- Irfandy, M. R., Dharmono, D., & Riefani, M. K. (2023). Keanekaragaman Spesies Araceae Di Kawasan Mangrove Desa Sungai Bakau Kecamatan Kurau. *JUPENJI: Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 2(2), 17–27. <https://doi.org/10.57218/jupenji.Vol2.Iss2.627>

- Kurniasih, Y. (2019). *Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten.* <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/1357>
- Kurniawan, R. (2022). *Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos Pelepas Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Pinang (Areca catechu L.)* [Skripsi, Universitas Batanghari]. <http://repository.unbari.ac.id/1540/>
- Kurniawan, Y. N., Nuraini, N., Kamelia, K., Mantang, R., Zulfadli, Z., & Rupa, D. (2020). *Borneo Journal of Biology Education (BJBE)*, 2(1), 16–23. <https://doi.org/10.35334/bjbe.v2i1.1736>
- Laia, W. (2024). Keanekaragaman dan Hubungan Kekerabatan antara Spesies Anggota Famili Araceae Berdasarkan Morfologi di Desa Sifaoroasi. *FAGURU: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan*, 3(1), 18–33. <https://doi.org/10.57094/faguru.v3i1.1186>
- Novianti, D., Nursaidah, D., & Supriatna, A. (2023). Karakterisasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Famili Arecaceae Di Kampus 1 UIN Sunan Gunung Djati Bandung. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(1), 65–79. <https://doi.org/10.55606/jurrit.v2i1.1437>
- Nuryanti, S., Linda, R., & Lovadi, I. (2015). Pemanfaatan Tumbuhan Arecaceae (Palem-Paleman) Oleh Masyarakat Dayak Randu' Di Desa Batu Buil Kecamatan Belimbing Kabupaten Melawi. *Protobiont*, 4(1). <https://doi.org/10.26418/protobiont.v4i1.9662>
- Otarina, N., Atvinola, R., Novel, P., & Riastuti, R. D. (2022). Inventarisasi Bentuk Helaian Daun pada Tumbuhan di Taman Olahraga Silampari Lubuklinggau. *Borneo Journal of Biology Education (BJBE)*, 4(1), 57–75. <https://doi.org/10.35334/bjbe.v4i1.2842>
- Pasambuna, H., Nini, W., Pobela, E., Karundeng, F., Paputungan, N. G., Tawaja, R. D., & Paputungan, R. (2025). The Production Forest area Surrounding Badaro Village, Modayag District, East Bolaang Mongondow Regency, and the Non-Timber forest Products that the Local Population Uses. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 325–333. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i1.8433>
- Pitopang, R., Amar, A., & Ramawangsa, P. A. (2025). 222 Jenis Tanaman Lanskap di Kota Palu. *Ganesha Kreasi Semesta*. <https://repository.ganeshakreasisemesta.com/publications/638239/>
- Prapitasari, B. (2020). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Jenis Anggrek (Orchidaceae) di Resort Selabintana Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) Jawa Barat. *Biosfer : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 5(1), 24–30. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v5i1.2569>
- Prayogi, J., Wardenaar, E., & Kartikawati, S. M. (2022). Etnobotani Bahan Pangan Masyarakat Dusun Pematang Merbau Desa Sungai Awan Kiri Kecamatan Muara Pawan Kabupaten Ketapang. *Jurnal Hutan Lestari*, 10(2), 319. <https://doi.org/10.26418/jhl.v10i2.50762>
- Purwaningsih, P., Saragih, E. W., & Santoso, B. (2024). Diseminasi Pemanfaatan Limbah Pelepas Kelapa Sawit dan Kotoran Sapi menjadi Briket Arang sebagai Bahan Bakar Alternatif di Kampung Majemus Distrik Masni Kabupaten Manokwari. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 8(1), 172–183. <https://doi.org/10.29407/ja.v8i1.19031>
- Puspita, D., Notosoedarmo, S., & Fauzi, M. R. (2020). Studi Etnobotoni di Kawasan Kars Bukit Bulan untuk Mendukung Studi Arkeologi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 270–283. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.2.270-283>
- Rahim, S. (2022). *Mengenal Biodiversitas Tumbuhan Dari Geosite Danau Limboto-Gorontalo (Suatu Tinjauan Ekologi)*

- Biodiversitas dan Lingkungan Danau). Deepublish.
- Rahmawati, I., & Sulistiyowati, T. I. (2021). Identifikasi Jenis Tumbuhan dari Famili Asteraceae Di Kawasan Wisata Irenggolo Kediri. *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 14(01), 40–47. <https://doi.org/10.36456/stigma.14.01.3614.40-47>
- Rana, E., Hamka, L., & Wiharto, M. (2023). *Flora Pekarangan: Dusun Kebumen Desa Mulyasri Kecamatan Tomoni Kabupaten Luwu Timur*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Sabri, B. (2019). *Aplikasi Urin Sapi Pada Beberapa Media Tanam Untuk Perkecambahan Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq) Di Pre Nursery* [Other, Universitas Islam Riau]. <https://repository.uir.ac.id/8399/>
- Serkadifat, Y., Wattimena, L., & Osok, Y. (2025). Identifikasi Keanekaragaman Palem (arecaceae) Di Taman Wisata Alam Sorong Distrik Klaurung Kota Sorong. *Median: Jurnal Ilmu Eksakta*, 17(2), 103–111. <https://doi.org/10.33506/md.v17i2.4567>
- Surata, I. K., Sudiana, I. M., Seniwati, N. P., Nova Dwi Marhaeni, I. G. A. A., & Sukawidana, I. N. (2022). *Studi Keanekaragaman Hayati dan Morfologi Tanaman Upakara Yadnya Hindu Bali*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6410090>
- Syahruddin, M., Saparuddin, S., Islamiyah, Z. T., & Arjun, M. (2023). Eksplorasi Jenis dan Pemanfaatan Tanaman Obat Di Bumi Patowonua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 197–220. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v9i2.335>
- Teusiit, Y. N., Tuhumuri, E., & Sahertian, D. E. (2024). Jenis-Jenis Tumbuhan Anggota Famili Arecaceae di Desa Soya Kota Ambon dan Pemanfaatannya. *Biofaal Journal*, 5(1), 026–033. <https://doi.org/10.30598/biofaal.v5i1pp026-033>
- Triastiari, A., & Harijono, H. (2019). Pengaruh Pengeringan dan Lama Maserasi dengan Pelarut Ganda Etanol dan Heksana terhadap Senyawa Bioaktif Kulit Buah Palem Putri (*Veitchia Merillii*). *Jurnal Pangandaran Agroindustri*, 7(1), 18–29. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2019.007.01.3>
- Vanesa, B., Hayati, A., & Zayadi, H. (2025). Studi Keanekaragaman Tumbuhan Liar pada Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Kecamatan Wajak Kabupaten Malang. *Sciscitatio*, 6(2), 108–120. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2025.62.220>
- Winarno, G. D., Harianto, S. P., Masruri, N. W., & Bintoro, A. (2019). *Buku Ajar Pengelolaan Hasil Hutan Bukan Kayu Andalan Lampung*. Graha ilmu. <http://repository.lppm.unila.ac.id/19885/>
- Yabani. (2024). *Optimalisasi Produksi Bahan Tanaman Unggul Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Melalui Kajian Polinasi Buatan*. <https://repository.uma.ac.id/handle/123456789/26773>
- Yassir, M., & Asnah, A. (2019). Pemanfaatan Jenis Tumbuhan Obat Tradisional di Desa Batu Hamparan Kabupaten Aceh Tenggara. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 6(1), 17. <https://doi.org/10.22373/biotik.v6i1.4039>
- Yusman, N. (2022). *Analisis Sifat Mekanik Campuran Bubur Kertas Dengan Serat Tanaman Suku Palmae (Arecaceae)* [Thesis, Universitas Medan Area]. <https://repository.uma.ac.id/handle/123456789/17227>

Pengaruh Ekstrak Daun Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) Terhadap Keteraturan Siklus Estrus dan Bobot Organ Reproduksi (Ovarium dan Uterus) Mencit (*Mus musculus* L.)

Melani Della Anggita Putri Buchari, Medi Hendra dan Reni Kurniati*

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Mulawarman

Jalan Barong Tongkok no 4. Kampus Unmul, Gunung Kelua. Samarinda 75123

*E-mail Korespondens: renikaizar@gmail.com

Abstrak

Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) dipercaya sebagai tanaman obat yang tersebar di Asia Tenggara termasuk di Indonesia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kratom dapat mempengaruhi sistem reproduksi jantan, namun penelitian berhubungan reproduksi betina masih sedikit, sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh pemberian ekstrak daun kratom terhadap keteraturan siklus estrus dan bobot organ reproduksi(ovarium dan uterus) mencit (*Mus musculus* L.). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 kali pengulangan selama 21 hari. Hewan uji yang digunakan yakni 20 ekor mencit betina dewasa berumur 2,5-3 bulan dengan berat badan 25-30 gram. Hewan uji dibagi atas 4 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Kelompok kontrol diberi 0,5 ml larutan CMC 1% (placebo), sedangkan kelompok perlakuan diberi ekstrak kratom secara berurutan 0,5 ml dosis 100 mg/kgBB (P1), dosis 200 mg/kgBB (P2) dan dosis 300 mg/kgBB yang terlarut dalam CMC 1%. Pengamatan keteraturan siklus estrus mencit menggunakan metoda apusan vagina, dimulai pada hari pertama sebelum diberikan perlakuan, kemudian dilanjutkan setiap 5 hari sekali. Siklus estrus dikategorikan teratur apabila terdapat tiga fase siklus estrus yang sama secara berurutan selama pengamatan. Pada hari ke-21 mencit dibedah untuk diambil ovarium dan uterus, kemudian ditimbang. Data dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kratom dosis 100-300 mg/kgBB.dapat menyebabkan persentase keteraturan siklus estrus menurun secara signifikan seiring bertambahnya dosis dan peningkatan bobot ovarium secara signifikan pada kelompok perlakuan, namun tidak berpengaruh pada bobot uterus dan berat badan mencit.

Kata kunci: estrus, kratom, mencit, ovarium, uterus

Abstract

Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) is believed to be a medicinal plant widespread in Southeast Asia, including Indonesia. Several studies have shown that kratom can affect the male reproductive system, but research related to female reproduction is still limited. Therefore, the purpose of this study was to examine the effect of kratom leaf extract on the regularity of the estrous cycle and the weight of the reproductive organs (ovaries and uterus) of mice (*Mus musculus* L.). This study employed a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and five replications over 21 days. The test animals used were 20 adult female mice aged 2.5-3 months with a body weight of 25-30 grams. The test animals were divided into four groups: one control group and three treatment groups. The control group received 0.5 mL of 1% CMC solution (placebo), while the treatment group received kratom extract in sequential doses of 100 mg/kg BW (P1), 200 mg/kg BW (P2), and 300 mg/kg BW, all dissolved in 1% CMC. Observation of the regularity of the mice's estrous cycle using the vaginal swab method, starting on the first day before treatment, then continuing every 5 days. The estrous cycle was categorized as regular if there were three identical estrous cycle phases sequentially during the observation. On the 21st day, the mice were dissected to remove the ovaries and uterus, then weighed. Data were analyzed using ANOVA and Duncan's multiple range test. The results showed that administration of kratom extract at doses of 100-300 mg/kgBW caused a significant decrease in the percentage of estrous cycle regularity with increasing doses and a significant increase in ovarian weight in the treatment group. However, they did not affect the uterine weight and body weight of the mice.

Keywords: estrus, kratom, mice, ovaries, uterus

I. PENDAHULUAN

Obot-obat tradisional pada umumnya berasal dari tumbuh-tumbuhan yang banyak tumbuh di lingkungan tempat tinggal masyarakat (Huda, et al., 2017). Salah satu

tumbuhan yang biasa digunakan sebagai obat tradisional di lingkungan masyarakat Kalimantan adalah kratom (*Mitragyna speciosa*). Kratom tumbuh di beberapa negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Thailand dan

Malaysia. Tanaman ini telah lama digunakan sebagai pengobatan tradisional karena kandungan senyawanya untuk mengatasi berbagai keluhan penyakit seperti nyeri, demam, batuk dan hipertensi (Singh et al.,2020). Adapun cara mengonsumsi daun kratom yang paling populer adalah dikonsumsi sebagai teh, meskipun cara lain seperti mengunyah daun (cara tradisional), atau dibuat menjadi ekstrak juga dilakukan (Hafidzah, et al., 2024).

Kratom memiliki beberapa potensi lain diantaranya sebagai antidiabetes (Limcharoen et al., 2022), antiinflamasi (Salim et al., 2022), antibakteri (Juanda et al., 2019), dan antioksidan (Yuniarti et al., 2020) yang telah banyak dilakukan penelitiannya. Adapun kandungan tanaman kratom diantaranya flavonoid, fenol, saponin, tannin dan alkaloid. Salah satu kandungan alkaloid pada kratom adalah mitraginin dan 7-hidroksimitraginin (Juanda et.al.,2019).

Mitraginin memiliki efek agonis terhadap reseptor opioid. Hal ini membuat kratom memiliki sifat yang mirip dengan morfin. Morfin merupakan salah satu jenis alkaloid opioid yang diketahui dapat mempengaruhi sistem reproduksi baik pria maupun wanita. Penelitian MatDaud (2011), menyatakan bahwa pemberian ekstrak daun kratom selama 14 hari pada mencit jantan dengan dosis 100 dan 200 mg/kg menunjukkan peningkatan jumlah sperma mencit. Namun hasil survei Deebel et al. (2023) menyatakan beberapa pria dewasa yang mengonsumsi kratom dalam jangka waktu panjang dan teratur menimbulkan efek secara seksualitas yakni ejakulasi dini dan penurunan hasrat seksual.

Pada hewan mamalia non primata siklus reproduksinya disebut siklus estrus. Siklus ini terdiri dari empat fase yaitu, proestrus, estrus, metestrus dan diestrus. Hewan betina hanya reseptif terhadap hewan jantan yaitu pada fase estrus. Siklus ini dikendalikan oleh hormon-hormon reproduksi seperti progesteron dan estrogen (Huda,et al.,2017). Obat herbal seringkali mengandung fitoestrogen yang dapat berikatan dengan reseptor estrogen, sehingga dapat berpengaruh seperti estrogen (Rahmi, et al., 2023).

Jika mengonsumsi kratom sebagai obat tradisional dalam jangka tertentu ada kemungkinan juga berpengaruh terhadap hormon reproduksi yang pada akhirnya juga akan

mempengaruhi siklus reproduksi dan organ reproduksi betina. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun kratom terhadap keteraturan siklus estrus dan berat organ reproduksi (uterus dan ovarium).

II. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pembagian kelompok pada Tabel di bawah ini.

Tabel1. Rancangan penelitian pemberian ekstrak kratom pada mencit betina selama 21 hari.

Kelompok	Dosis (mg/kgBB)	Jumlah mencit (ekor)
Kontrol	Placebo (CMC 1%)	5
Perlakuan 1	100 dalam CMC 1%	5
Perlakuan 2	200 dalam CMC1%	5
Perlakuan 3	300 dalam CMC 1%	5

B. Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya, *dissecting set*, jarum pentul, jarum sonde, syringe 1 cc, cawan petri, pipet tetes, grinder, gelas beaker, labu ukur, spatula, evaporator, *hotplate*, toples kaca, kandang mencit, kaca objek, timbangan analitik dan mikroskop.

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya, mencit betina, ekstrak daun kratom, larutan fisiologis NaCl 0,9%, *methylene blue*, alkohol 70%, CMC 1%, styrofoam, *cotton bud*, pellet dan sekam.

C. Pembuatan Ekstrak Kratom

Daun kratom diperoleh Desa Sidomukti, Kecamatan Muara Kaman, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Daun kratom yang digunakan adalah daun yang relatif muda dan tidak ada bercak atau cacat. Daun yang sudah dipetik kemudian dicuci, lalu dikering anginkan. Setelah daun kering dihaluskan dengan menggunakan *grinder* sehingga diperoleh bubuk simplisia. (Susanto, et al., 2023).

Sebanyak 500 g simplisia direndam dalam pelarut etanol 96% sebanyak 2 liter dan dihomogenkan. Selanjutnya didiamkan pada suhu ruang selama 3 hari, lalu disaring dan dipekatan dengan menggunakan evaporator pada suhu 60°C. (Anindita et al., 2023).

D. Perlakuan Hewan Uji

Hewan uji yang dipakai adalah mencit (*Mus musculus L.*) betina dewasa berumur 2-3 bulan dengan berat 25-30 g. Mencit diperoleh dari peternak mencit di Samarinda. Penggunaan hewan uji mencit karena lebih mudah menanganinya, murah dan mudah didapatkan di Samarinda. Mencit terlebih dahulu diaklimatisasi selama satu minggu di laboratorium sesuai standar prosedur. Sebelum diberi perlakuan semua mencit ditimbang berat badannya dan dilakukan pemeriksaan siklus estrus awal. Setelah itu, mencit diberikan perlakuan sesuai dengan kelompok pada rancangan penelitian. Pemberian ekstrak daun kratom dilakukan selama 21 hari secara oral menggunakan jarum sonde.

E. Pengamatan Siklus Estrus

Pengamatan keteraturan siklus estrus mencit dimulai pada hari pertama sebelum diberikan perlakuan, kemudian dilanjutkan setiap 5 hari sekali. Siklus estrus dikategorikan teratur apabila terdapat tiga fase siklus estrus yang sama secara berurutan selama pengamatan (Sitaswi et al., 2016).

Pengamatan siklus estrus mencit dilakukan pada jam 08.00-10.00 pagi dengan metode apusan vagina. Pembuatan preparat apus vagina dimulai dengan memasukkan ujung *cotton bud* yang telah dibasahi larutan fisiologis NaCl ke dalam vagina mencit lalu diputar searah jarum jam. Setelah itu oleskan *cotton bud* diatas kaca objek dan dikering anginkan hingga kering. Kemudian difiksasi menggunakan alkohol 70% lalu diwarnai dengan *methylene blue* dan didiamkan selama 5 menit. Terakhir dicuci menggunakan air mengalir kemudian diamati dibawah mikroskop untuk ditentukan fasenya (Pertiwi & Ihsani, 2019).

F. Pembedahan dan Penimbangan Ovarium dan Uterus

Mencit yang telah diambil seluruh data siklus estrusnya, ditimbang berat badannya, selanjutnya dieutanasia dengan menggunakan metode dislokasi leher. Mencit dibedah untuk diambil ovarium dan uterus. Kemudian ovarium dan uterus mencit diletakkan didalam

cawan petri yang telah diberi larutan fisiologis NaCl 0,9% lalu dibersihkan dari berbagai jaringan serta lemak yang menempel. Apabila organ sudah bersih selanjutnya dikeringkan dengan kertas tissue dan ditimbang (Setyawati et al., 2021).

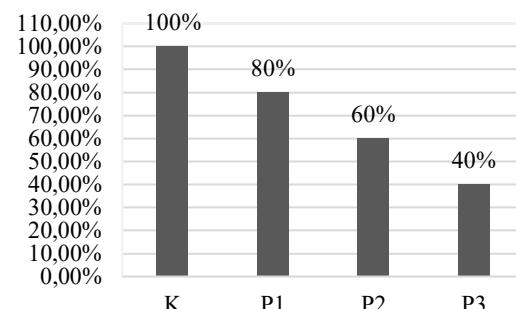
G. Analisis Data

Data siklus estrus disajikan dalam bentuk persentase keteraturan siklus. Sedang data berat organ (ovarium dan uterus) dan selisih berat badan dianalisis dengan menggunakan software SPSS versi 25 dengan analisis parametrik One-Way Anova dan dilanjutkan Duncan Multiple Range Test (DMRT) jika berbeda signifikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keteraturan Siklus Estrus

Satu siklus estrus pada mencit berlangsung 4-5 hari. Siklus estrus pada penelitian ini diamati setiap lima hari sekali, selama 21 hari. Siklus estrus dinyatakan teratur jika terdapat tiga kali pengamatan berurutan ada pada fase yang sama. Keteraturan siklus estrus dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik pengaruh ekstrak daun kratom (*M. speciosa*) terhadap keteraturan siklus estrus mencit (*M. musculus*). K: Kontrol, P1 : Perlakuan dengan dosis 100 mg/kgbb; P2: Perlakuan dengan dosis 200 mg/kgbb; P3: Perlakuan dengan dosis 300 mg/kgbb.

Pada Gambar 1. terlihat bahwa kelompok kontrol (K) yang tidak mendapat perlakuan (placebo) didapati 100% siklus estrusnya teratur. Sejalan dengan apa disampaikan Sitaswi et al. (2016) bahwa siklus estrus mencit dalam populasi yang dipelihara dalam kondisi laboratorium menunjukkan keteraturan yang cukup tinggi, yaitu $>80\%$.

Persentase keteraturan siklus estrus pada kelompok perlakuan (P1-P3) menurun jika dibandingkan dengan kelompok K seiring

dengan peningkatan dosis yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kratom dengan dosis 100-300 mg/kgBB berpotensi bersifat antifertilitas karena menyebabkan gangguan keteraturan siklus estrus. Menurut Kim & Park (2012) Zat aktif herbal bisa langsung atau tidak langsung mengubah pelepasan GnRH (hipotalamus) atau respons hipofisis (LH/FSH), sehingga folikulogenesis, ovulasi, dan pembentukan korpus luteum terganggu akhirnya berujung pada perubahan keteraturan siklus.

Kratom mengandung alkaloid utama mitragynine dan 7-hydroxymitragynine yang dimetabolisme oleh beberapa isoenzim CYP. Isoenzim CYP adalah keluarga enzim dalam tubuh yang tergabung dalam sistem Cytochrome P450 (CYP450). Kelompok enzim ini yang berperan dalam metabolisme obat, detoksifikasi zat asing (xenobiotik), dan metabolisme hormon, termasuk hormon reproduksi. Beberapa isoenzim CYP berperan dalam biosintesis, aktivasi dan inaktivasi hormon reproduksi betina (estrogen dan progesterone). Perubahan aktivitas CYP oleh kratom dapat mempengaruhi kadar hormon, berdampak pada poros hipotalamus-hipofisa-gonad dan siklus estrus (Meireles, et al., 2012).

Ketidakteraturan siklus estrus karena pemberian kratom dengan dosis 100-300 mg/kgBB pada penelitian ini diduga karena kratom mengandung fitoestrogen yang dapat berikatan dengan reseptor estrogen, sehingga mempengaruhi estrogen internal yang mengatur siklus estrus.

B. Bobot Ovarium dan Uterus

Tabel 2.Rata-rata bobot ovarium dan uterus mencit setelah pemberian ekstrak daun kratom selama 21 hari

Kelompok	Berat Ovarium (g)	Berat Uterus(g)
Kontrol	0,0056±0,00068 ^a	30,80±1,20 ^a
P1	0,0150±0,00114 ^b	22,00±1,14 ^a
P2	0,0126±0,00117 ^b	27,00±0,54 ^a
P3	0,0128±0,00124 ^b	24,80±2,59 ^a

Keterangan: Kontrol : tidak diberikan perlakuan; P1: dosis 100 mg/kgBB; P2:dosis 200 mg/kgBB; P3: dosis 300 mg/kgBB; Data *mean* ± SE yang diikuti oleh huruf *superscript* berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata signifikan $p<0,05$.

Tabel 2. Menunjukkan bahwa bobot rata-rata ovarium kelompok perlakuan (P1-P3) lebih berat secara signifikan dibandingkan kelompok Kontrol. Sedang antar perlakuan

tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya pemberian kratom dengan 100-300mg/kgBB dapat meningkatkan berat ovarium.

Ovarium merupakan organ penghasil ovum dan hormon steroid salah satunya adalah estrogen. Folikel de Graaf adalah penghasil hormon estrogen sebagai akibat rangsangan FSH. Jika kadar estrogen meningkat dapat menyebabkan ukuran Folikel de Graaf luteum juga meningkat, sehingga diduga juga mempengaruhi berat ovarium (Ayuningtyas et al, 2020).

Pada penelitian ini didapatkan adanya peningkatan bobot ovarium, diduga kratom dapat mempengaruhi kadar hormon yang berperan dalam sistem reproduksi yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi bobot uterus. Menurut Aninda & Zayani (2022) beberapa hormon yang meregulasi sistem reproduksi adalah *Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH)*, *Luteinizing Hormone (LH)*, *Follicle Stimulating Hormone (FSH)*, *estrogen* dan *progesterone*. Kontrol hormon reproduksi yang seimbang untuk memastikan folikel dan oosit tumbuh serta berkembang dengan baik dari segi ukuran dan struktural, sehingga juga mempengaruhi ukuran ovarium.

Bobot uterus ternyata tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dengan semua perlakuan (Tabel 2.). Ini berarti pemberian kratom dosis 100-300 mg/kgBB tidak mempengaruhi bobot uterus.

Bobot uterus dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketebalan lapisan endometrium, lemak, usia mencit, kadar/konsentrasi hormon, dan sekresi kelenjar uterus (Simanungkalit, et al, 2024). Beberapa kandungan metabolit sekunder dari ekstrak daun kratom adalah alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid, tanin, dan terpenoid steroid (Alvianto, el.al, 2025; Kurniati,et al, 2024). Sangat memungkinkan jika metabolit sekunder tersebut dikonsumsi akan mempengaruhi hormon-hormon reproduksi, yang pada akhir mempengaruhi kondisi uterus dan bobotnya. Pemberian ekstrak kratom dengan dosis 100-300 mg/kgBB tidak sampai mempengaruhi bobot uterus.

C. Berat Badan

Sebagai data tambahan sebelum perlakuan semua mencit ditimbang berat badannya,

demikian pula sebelum dibedah diakhir penelitian.

Tabel 3.Rata-rata selisih berat badan mencit setelah pemberian ekstrak daun kratom selama 21 hari.

Kelompok	Selisih berat badan (g)
Kontrol	1,40±0,67 ^a
P1 (dosis 100mg/kgBB)	6,40±1,80 ^a
P2 (dosis 200mg/kgBB)	- 0,40±0,60 ^a
P3 (dosis 300mg/kgBB)	3,80±2,59 ^a

Keterangan: Data $mean \pm SE$ yang diikuti oleh huruf *superscript* pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata signifikan $p<0,05$

Tidak ada pengaruh ekstrak daun kratom dosis 100-300 mg/kgBB yang signifikan terhadap berat badan secara statistik (Tabel 3). Menurut Afandi et al (2021), perubahan berat badan mencit dapat menggambarkan efek toksik setelah pemberian ekstrak uji, dimana ekstrak uji memiliki efek samping yang bermakna terhadap suatu hewan, jika terjadi penurunan berat badan lebih dari 10 % dari sebelum pengujian.

Pada penelitian ini tidak terjadi penurunan berat badan secara signifikan dibandingkan kontrol, sehingga dikatakan ekstrak kratom dengan dosis 100-300 mg/kgBB tidak bersifat toksik.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak kratom dengan dosis 100-300 mg/kgBB dapat menyebabkan gangguan keteraturan siklus estrus dan peningkatan bobot ovarium, namun tidak berpengaruh pada bobot uterus dan berat badan mencit. Gangguan keteraturan siklus estrus tersebut membuat kratom berpotensi sebagai antifertilitas.

Daftar Pustaka

- Afandi, F., Siregar,V.O. & Ahmad, I.(2021). Uji Toksisitas Ekstrak Berbasis Nades dari Daun Kadamba (*Mitragyna Speciosa* Korth) terhadap Mencit (*Mus Musculus*). *14th Proc. Mul. Pharm. Conf.*
- Alvianto,D., Utoro,P.A.R., Witoyo, J.E., Khoirina, A.D., Permatasari, N.D.& Rahayu,L.F. (2025). Ulasan Singkat Profil Fitokimia dan Aktivitas Biologi dari Daun Kratom . *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian* 14(2), 2025, 144-155.

Anindita,M.N & Zayani,N. (2022). The Effect Of Giving Zuriate Fruit Tea (*Hyphaene Thebaica*) On Morfometry Of The Ovarium Of Mice (*Mus Musculus*). *Nusantara Hasana Journal*. 1(9). 134-138.

Anindita, P.R., Setyawati, H., In Wahyuni, K., Oktavia Putri, D., & Ambari, Y. (2023). Uji Sediaan Krim Ekstrak Daun Kratom (*Mitragyna Speciosa* Korth.) yang Berpotensi sebagai Antinosiseptif pada Mencit Jantan Galur DDY. *Jurnal Pharmascience*, 10(1), 1–13. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/pharmascience>.

Ayuningtyas,D., Anita,K.W. & Irwanto, Y. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Biji Pepaya terhadap Jumlah Folikel Preantral, Antral dan Berat Ovarium Tikus Putih Betina Galur Wistar. *Journal of Issues in Midwifery*.

Deebel, N. A., Scarberry, K., O'connor, C. A., Dutta, R., Matz, E., Hanlon, C. A., & Terlecki, R. P. (2023). Investigating the Impact of Kratom (*Mitragyna speciosa*) Use Upon Male Sexual Health. *Research and Reports in Urology*, 15, 69–76. <https://doi.org/10.2147/RRU.S390094>

Hafidzah, N.H., Rizki, A.S., Feki, M.,Maizuldri, Z. & Sujatmiati, A. (2024). Pemanfaatan Daun Kratom sebagai Alternatif Pengobatan Penyakit Gangguan Kecemasan dan Depresi. *Trends in Applied Sciences, Social Sciences, and Education*. 2(1). 25-36.

Huda,N.K., Sumarmin, R. & Ahda, Y. Pengaruh Ekstrak Samiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) Terhadap Siklus Estrus Mencit (*Mus musculus* L. Swiss Webster). *Eksakta*. 18(2).

Juanda, E., & Andayani, S. (2019). Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of Kratom Leaf (*Mitragyna speciosa* Korth.) Against *Aeromonas hydrophilla*. *Life Sci*, 9(3), 155-158.

Kim, S.H & and Park, M.J. (2012). Effects of phytoestrogen on sexual development. *Korean J Pediatr* .55(8).

Kurniati, R., Patang, F., Bulaan, D.R. & Hariani, N.(2024). Uji Potensi Bee Pollen *Trigona incisa* Menurunkan Kadar Gula

- Darah Mencit (*Mus musculus*) yang Dibebani Glukosa. *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio.* 9(1).
- Limcharoen, T., Pouyfung, P., Ngamdkomai, N., Prasopthum, A., Ahmad, A. R., Wisdawati, W., Prugsakij, W., & Warinhomhoun, S. (2022). Inhibition of α -Glucosidase and Pancreatic Lipase Properties of *Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil. (Kratom) Leaves. *Nutrients*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/nu14193909>
- Mat Daud, M.S., Mastura, W., Mossadeq, S., Kadir, A. A., & Hussein, F. N. (2011). *Effect Of Short-Term Ingestion Of The Methanolic Extract Of Mitragyna speciosa On Sperm Quality In Mice*. In: 6th Seminar on Veterinary Sciences, 11-14 Jan. 2011, Faculty of Veterinary Medicine, Universiti Putra Malaysia.
- Meireles, V., Rosado, T., Barroso, M., Soares, S., Gonçalves, J., Luís, Â., Caramelo, D., Simão, A.Y., Fernández, N., Duarte, A.P., & Gallardo, E. (2019). *Mitragyna speciosa*: Clinical, Toxicological Aspects and Analysis in Biological and Non-Biological Samples. *Medicines*, 6(35): 1-21.10.3390/medicines6010035 www.mdpi.com/journal/medicines
- Pertiwi, W., & Ihsani, N. (2019). Siklus Estrus Mencit Betina Virgin (*Mus musculus*) Strain BALB/c setelah Terpapar Berbagai Jenis Sound. *Journal of Science, Technology and Entrepreneur*, 1(2), 127–133.
- Rahmi, A., Ardana,A.A., Husnia, A., Aprilya, R., Atifah, Y. &Rahmatika,H. (2023). Pengaruh Ekstrak Tebu Hitam Terhadap Siklus Estrus Mencit Betina (*Mus musculus*). *Prosiding SEMNAS BIO 2023 UIN Raden Fatah Palembang*.
- Setyawati, I., Wirasiti, N. N., & Yuni, L. P. E. K. (2021). Potential of *Calliandra calothrysus* Leaf Extract to Maintain Estrogen Concentration and Uterine Thickness in Rats. *Biosaintifika*, 13(2), 230–236.<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v13i2.31063>
- Simanungkalit, R.Y., Kurniati,R.& Ariani, R. (2024). Pengaruh Ekstrak Etanol Buah Takokak (*Solanum torvum* S.) terhadap Jumlah Folikel Ovarium dan Bobot Uterus pada Mencit Betina (*Mus musculus* L.). *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio.* 9(2).
- Singh, D., Narayanan, S., Grundmann, O., Jeng, N., Chear, Y., Murugaiyah, V., Bariyah, S., Hamid, S., Yusof, S. M., Dzulkapli, E. B., & Balasingam, V. (2020). Long-Term Effects of Kratom (*Mitragyna speciosa*) Use. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 16(4), 64-72.
- Sitaswi, A. J., Mardiati, S. M., & Soedarto, J. (2016). Efek Antifertilitas Ekstrak Air dari Biji *Carica papaya* terhadap Keteraturan Siklus Estrus Mencit (*Mus musculus* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 1(1), 68-74.
- Susanto, D., Natalia, D., & Widiyantoro, A. (2023). Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Daun Kratom (*Mitragyna speciosa*) Terhadap Jamur *Microsporum canis*. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3(3): 949-959. <https://doi.org/10.36312/jcm.v3i3.2481>
- Yuniarti, R., Nadia, S., Alamanda, A., Zubir, M., Syahputra, R. A., & Nizam, M. (2020). Characterization, Phytochemical Screenings and Antioxidant Activity Test of Kratom Leaf Ethanol Extract (*Mitragyna speciosa* Korth) Using DPPH Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012026>

Identifikasi Keanekaragaman Makroalga di Pantai Nangahale Doi Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur

Asnalia Idamadi¹ & Sitti Arafah Bahruddin²

Pendidikan Biologi, Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Maumere

Jl. Jendral Sudirman, Kecamatan Alok Timur, Maumere 86118 Indonesia

e-mail: asnalia01idamadi@gmail.com¹ & sittiarafahbahruddin@gmail.com²

Abstrak

Makroalga memiliki beragam manfaat, namun informasi awal yang didapatkan peneliti bahwa jenis-jenis Makroalga yang ditemukan di Pantai Nangahale Doi belum diketahui sampai saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman Makroalga di Pantai Nangahale Doi Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini menggunakan metode pengamatan dan transek (*line transect*). Penelitian ini dilakukan di Pantai Nangahale Doi, Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur, pada 26 Januari 2025 sampai 10 Februari 2025. Lokasi penelitian terdapat 3 stasiun dengan masing-masing stasiun memiliki 3 transek serta setiap transek memiliki 4 buah plot dengan luas wilayah ± 15.000 m². Pembagian stasiun berdasarkan pada sebaran makroalga. Hasil penelitian ini ditemukan 6 spesies makroalga dari 3 divisi. Nilai indeks keanekaragaman (H') yaitu -1.065 (kategori rendah) indeks kelimpahan ditemukan dengan jumlah tertinggi yaitu (47,252 ind/m²) pada spesies *Padina australis* dan jumlah terendah yaitu (1,648 ind/m²) pada spesies *Turbinaria ornata*. Parameter lingkungan utama yang mempengaruhi makroalga adalah suhu, pH., dan substrat.

Kata Kunci—Identifikasi; Keanekaragaman; Makroalga

Abstract

Macroalgae have various benefits, but initial information obtained by researchers indicates that the types of macroalgae found on Nangahale Doi Beach are currently unknown. This study aims to determine the diversity of macroalgae at Nangahale Doi Beach, Sikka Regency, East Nusa Tenggara. This study uses observation and transect (line transect) methods. This study was conducted at Nangahale Doi Beach, Sikka Regency, East Nusa Tenggara, from January 26, 2025, to February 10, 2025. There were three research stations, each with three transects, and each transect had four plots with an area of $\pm 15,000$ m². The stations were divided based on the distribution of macroalgae. The results of this study found six species of macroalgae from three divisions. The diversity index (H') value was -1.065 (low category), and the abundance index was found to be highest (47.252 ind/m²) in the species *Padina australis* and lowest (1.648 ind/m²) in the species *Turbinaria ornata*. The main environmental parameters affecting macroalgae are temperature, pH, and substrate.

Keywords: Identification; Diversity; Macroalgae

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki keanekaragaman hayati (biodiversitas) sangat tinggi yaitu laut. Salah satu organisme laut yang banyak dijumpai hampir di seluruh pantai Indonesia adalah makroalga. Makroalga memiliki peranan penting bagi keseimbangan ekosistem laut yaitu sebagai produsen primer, sumber makanan utama bagi biota laut, tempat perlindungan beberapa organisme dari predator dan sebagai penyerap karbon (Meiyasa *et al.*, 2020). Selain itu, Makroalga juga memiliki peranan penting dalam kelangsungan ekosistem pantai, apabila pengambilan alga secara liar dan permintaan yang tinggi serta pencemaran dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Pemetaan akan kondisi alam Indonesia dapat menambah wawasan masyarakat akan pentingnya upaya pelestarian alam serta pengenalan terhadap manfaat akan kekayaan alam yang tersedia

Makroalga merupakan jenis tumbuhan yang berukuran besar dan memiliki struktur tubuh seperti *thallus*. Makroalga termasuk kedalam kingdom Protista yang mirip dengan tumbuhan berkarakter warna dan pigmen berbeda. Makroalga hidup dengan cara menempel di berbagai substrat seperti batu, batu berpasir, kayu, cangkang molluska dan tumbuhan epifit lainnya. Menempelnya makroalga pada substrat bertujuan agar makroalga tidak hanyut terbawa arus laut, gelombang, maupun pasang surut. Selanjutnya, Makroalga juga mampu menempel pada bagian karang yang sudah mengalami pelapukan (Tarigan *et al.*, 2020). Secara ekologi, makroalga berperan sebagai habitat, dan sumber makanan untuk beberapa biota laut serta berperan sebagai indikator pencemaran di perairan pantai. Selanjutnya, secara ekonomis makroalga telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai industri pangan maupun non pangan (Tarigan *et al.*, 2020).

Secara umum, makroalga terdiri dari 3 kelas yakni alga hijau (*Chlorophyta*), alga merah (*Rhodophyta*), alga coklat (*Phaeophyta*). Alga hijau memiliki pigmen berwarna hijau. Pigmen tersebut dari klorofil yang terkandung di dalam alga. Alga merah merupakan alga yang memiliki pigmen berwarna merah, hal ini karena adanya cadangan pigmen fikorietrin yang terkandung di dalam alga merah. Selain itu, alga merah juga

mengandung beberapa pigmen seperti klorofil, karotenoid dan fikosianin. Sementara itu, alga coklat merupakan alga yang memiliki ukuran paling besar bila dibandingkan dengan alga hijau dan alga merah. Alga coklat memiliki pigmen berwarna cokelat, pigmen tersebut berasal dari senyawa fikosantin yang lebih banyak terkandung di dalam alga (Syamsiyah *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil observasi awal, sebagian masyarakat Nangahale Doi khususnya di wilayah pesisir belum memahami jenis-jenis Makroalga. Masyarakat hanya mengetahui bahwa spesies ini merupakan tumbuhan laut yang dapat dijual belikan untuk digunakan sebagai agar-agar dan *hand body lotion*. Selama proses observasi, sepanjang garis pantai Nangahale Doi ditemukan beberapa lokasi keberadaan biota laut yang sangat melimpah dan ada pula sebagian wilayah yang kondisi perairan berbanding terbalik. Salah satu biota laut yang diamati yaitu keberadaan makroalga. Hal itu dikarenakan belum adanya penelitian sebelumnya terkait makroalga tersebut dan makroalga mudah ditemukan. Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk mengidentifikasi jenis-jenis makroalga yang berada di perairan laut Nangahale Doi.

Berdasarkan latar belakang di atas dan lokasi



yang dianggap tepat untuk melakukan penelitian. Maka, peneliti tertarik untuk menggali lebih jauh terkait Makroalga. Sehingga pada kesempatan ini judul yang tepat yaitu "Identifikasi

Keanekaragaman Makroalga di Pantai Nangahale Doi Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur”.

II. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pantai Nangahale Doi, Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur, pada 26 Januari hingga 10 Februari 2025.

Gambar 3.1: Peta lokasi pengamatan (Sumber: *Google Earth*)

b. Alat

Alat yang digunakan diantaranya, rol meter, tali rafia, pasak, alat tulis, kamera, termometer, pH meter, buku identifikasi/jurnal.

c. Prosedur Pengambilan Data

Metode yang digunakan merujuk pada penelitian (Bahruddin & Juniyati, 2023) dengan menggunakan metode pengamatan dan transek. Transek yang digunakan adalah *Line Transect* yang dimodifikasi.

Lokasi penelitian dibutuhkan 3 stasiun dengan masing-masing stasiun memiliki 3 transek serta setiap transek memiliki 4 buah plot dengan luas wilayah $\pm 15.000 \text{ m}^2$. Pembagian stasiun berdasarkan pada sebaran makroalga dan survei pada lokasi penelitian untuk mendapatkan informasi tentang pasang tertinggi air laut. Pengamatan spesies didalam transek meliputi: a) menentukan titik transek pada setiap stasiun b) meletakan plot sesuai dengan panjang transek 100 m, c) disetiap masing-masing transek dibuat dalam 4 buah plot sebagai lokasi pengambilan sampling pendataan untuk diidentifikasi dengan ukuran masing-masing plot 1x1 m, jarak antara

plot 25 m, d) mencatat spesies yang berada didalam plot.

Pengukuran faktor abiotik yang di ambil meliputi pH, suhu, dan substrat, sedangkan analisis data yang digunakan meliputi:

Kelimpahan Makroalga

$$Di = \frac{ni}{N} \times 100$$

Keterangan :

Di = Jumlah kelimpahan (ind/m^2)

ni = jumlah spesies ke I

N = Jumlah seluruh individu

Kelimpahan spesies antara 0 tiidak ada; 1-10 kurang; 11-20 cukup; >20 sangat banyak

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

$$H' = -\sum \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

ni = Jumlah Individu jenis ke-i

N = Jumlah seluruh individu

$H'<1$ = Rendah

$H'>1<3$ = Sedang

$H'>3$ = Tinggi

III. HASIL DAN PMBAHASAN

Hasil

1. Jenis-Jenis Makroalga yang terdapat di Pantai Nangahale Doi.

Hasil penelitian makroalga di pantai Nangahale Doi Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur diperoleh 6 spesies makroalga yang terdiri dari 3 (tiga) spesies makroalga coklat, 2 (dua) spesies makroalga hijau, dan 1 (satu) spesies makroalga merah. Secara lebih detail dapat dilihat dari pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Jenis-jenis Makroalga yang ditemukan di Pantai Nangahale Doi

Divisi	Spesies	Stasiun			\sum Individu	Gambar Spesies
		I	II	III		
<i>Phaeophyta</i>	<i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J.Agardh, 1848	2	0	1	3	
	<i>Sargassum cinereum</i> J.Agardh, 1848	49	17	13	79	
	<i>Padina australis</i> Hauck, 1887	26	18	42	86	
<i>Chlorophyta</i>	<i>Halimeda tuna</i> (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux 1816	2	0	3	5	
	<i>Bornetella oligospora</i> Solms-Laubach, 1892	2	0	2	4	
<i>Rhodophyta</i>	<i>Acanthopora spicifera</i> (M.Vahl) Børgesen, 1910	2	1	2	5	
Σ Spesies		83	36	63	182	

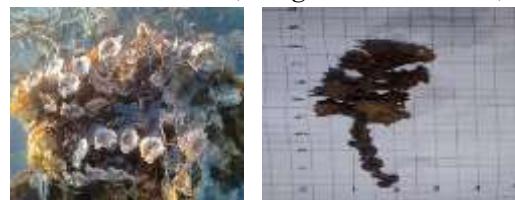
Berdasarkan data tabel diatas dijelaskan bahwa Divisi yang banyak ditemukan adalah divisi *Phaeophyta* (alga coklat) dengan jumlah 3 (tiga) spesies. Sedangkan divisi yang sedikit ditemukan pada lokasi penelitian adalah divisi *Rhodophyta* (alga merah) yaitu berjumlah 1(satu).

Stasiun I menunjukkan keanekaragaman spesies makroalga paling tinggi dibandingkan dua stasiun lainnya. Dari tiga transek (I, II, III), total ditemukan 6 spesies dari tiga divisi makroalga yaitu:

1. *Phaeophyta*: *Padina australis*, *Sargassum cinereum*, *Turbinaria ornata*
2. *Chlorophyta*: *Halimeda tuna*, *Bornetella oligospora*
3. *Rhodophyta*: *Acanthopora spicifera*

Transek I adalah yang paling beragam, dengan semua spesies tercatat hadir, termasuk *Turbinaria ornata* dan *Halimeda tuna* dalam jumlah kecil. Spesies dominan: *Sargassum cinereum* (total 49 individu di stasiun, terbanyak di Transek I— 20 individu), *Padina australis* juga hadir merata di semua transek.

Stasiun II memiliki keanekaragaman spesies yang paling rendah, hanya ditemukan 3 spesies, semuanya terdapat di Transek I yaitu *Padina australis*, *Sargassum cinereum*,



dan *Acanthopora spicifera*. Pada Transek II dan III, hanya ditemukan dua spesies dominan yaitu *Padina australis* dan *Sargassum cinereum*, yang tersebar merata namun dalam jumlah sedang. Tidak ada spesies dari *Chlorophyta* yang ditemukan di stasiun ini. Spesies dominan: *Padina australis* dan *Sargassum cinereum*, masing-masing 18 dan 17 individu di stasiun ini.

Stasiun III menampilkan jumlah total individu yang tinggi namun keanekaragaman yang cukup sedang (6 spesies), yaitu: *Padina australis*, *Sargassum cinereum*, *Turbinaria ornata*, *Halimeda tuna*, *Bornetella oligospora*, dan *Acanthopora spicifera*.

Transek III memiliki jumlah individu dan spesies terbanyak yaitu 5 spesies, 25 individu, disusul Transek I dan II. Spesies paling dominan: *Padina australis* (42 individu), ditemukan di semua transek dengan distribusi merata (14 individu/transek). Dan *Sargassum cinereum* juga cukup tinggi, meskipun tidak ditemukan di Transek II. Secara lebih detail dapat dilihat pada lampiran 4.

Deskripsi jenis dan klasifikasi makroalga yang terdapat di pantai Nangahale Doi sebagai berikut:

a. Divisi *phaeophyta*

1) *Turbinaria ornata*

Turbinaria ornata memiliki ciri umum seperti *Turbinaria* lainnya yaitu batang silindris, tegak, kasar dan terdapat bekas-bekas percabangan, *holdfast* berupa cakram kecil dengan perakaran radial dan percabangan berputar sekeliling batang utama. Perbedaan



dengan jenis lainnya adalah daun yang



berbentuk seperti corong dengan pinggir bergerigi. Pada *Turbinaria ornata* ini jika diperhatikan lebih signifikan *thallusnya* memiliki bentuk seperti kupukupu yang bertumpuk dan *holdfastnya* yang berbentuk akar tunggal yang menempel kuat. Aktifitas *Turbinaria ornata* berperan sebagai antioksidan, penyembuh luka, antiulcer, hepatoprotektor, anti-inflamasi, anti diabetes dan juga anti bakteri.

(1)

(2)

Gambar 4.1 (1) *Turbinaria ornata* (Dok.



Pribadi, 2025) (2) Literatur

Klasifikasi

Kingdom: *Chromista*

Filum: *Ochrophyta*

Kelas: *Phaeophyceae*

Ordo: *Fucales*

Famili: *Sargassaceae*

Genus: *Turbinaria*



Spesies: *Turbinaria ornata* (Turner)
J. Agardh, 1848

2) *Sargassum cinereum*

Spesies *Sargassum cinereum* memiliki warna *thallus* cokelat tua, berbentuk silindris, dengan percabangan menyerupai pohon, dan memiliki alat pelekat berupa rhizoid, adapun ciri khas yang dimiliki oleh sargassum yaitu dibagian pangkal terdapat *bladder*. *Bladder* (gelembung udara) berfungsi untuk menopang cabang-cabang *thallus* terapung kearah permukaan agar mendapat cahaya matahari

(1) (2)

Gambar: 4.2 (1) *Sargassum cinereum* (Dok.
Pribadi, 2025) (2) Literatur

Klasifikasi

Kingdom: *Chromista*

Filum: *Ochrophyta*

Kelas : *Phaeophyceae*

Ordo : *Fucales*

Famili : *Sargassaceae*

Genus : *Sargassum*

Spesies: *Sargassum cinerum* J. Agardh,

1848

3). *Padina australis*

Padina australis memiliki thallus berbentuk kipas dengan permukaan licin dan halus, lembaran bersegmen tipis (*lobus*) disertai garis-garis berambut radial serta dengan panjang berkisar 4-5, bewarna coklat kekuningan. Warna pada makroalga ini dipengaruhi oleh pengapuran yang



terjadi pada permukaan daun. *Padina australis* memiliki *holdfast rhizoid* berbentuk seperti cakram kecil yang berserbut dan dapat ditemukan di bebatuan dan pasir.

(1)

(2)

Gambar: 4.3 (1) *Padina australis* (Dok. Pribadi, 2025) (2) Literatur

KlasifikasiKingdom: *Chromista*Filum: *Ochrophyta*Kelas: *Phaeophyceae*Ordo: *Dictyotales*Famili: *Dictyotaceae*Genus: *Padina*Spesies: *Padina australis* Hauck, 1887**b. Divisi *Clorophyta*****1) *Halimeda tuna***

Halimeda tuna jenis ini berbentuk seperti bunga kaktus dengan *thallus* daun yang jelas yang berbentuk pipih dan keras

(1)

(2)

Gambar: 4.4 (1) *Halimeda tuna* (Dok. Pribadi, 2025) (2) Literatur

KlasifikasiKingdom: *Plantae*Filum: *Chlorophyta*Kelas: *Ulvophyceae*Ordo: *Bryopsidales*Famili: *Halimedaceae*Genus: *Halimeda*

Spesies : *Halimeda tuna* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816

2) *Bornetella oligospora*

Thallus silindris dan berbentuk seperti jari, melengkung, bagian bawah *thallus* berwarna hijau dan coklat kemerahan pada bagian atas, hidup membentuk koloni di daerah berbatu pada daerah intertidal.

(1)

(2)

Gambar: 4.5 (1) *Bornetella oligospora* (Dok. Pribadi, 2025) (2) Literatur

KlasifikasiKingdom: *Plantae*Filum: *Chlorophyta*Kelas: *Ulvophyceae*Ordo: *Dasycladales*Famili: *Dasycladaceae*Genus: *Bornetella*

Spesies: *Bornetella oligospora* Solms-Laubach, 1892.

c. Divisi *Rodophyta*

Acanthopora spicifera memiliki warna *thallus* merah kecoklatan dengan *thallus* berbentuk silindris, memiliki percabangan *thallus* tidak beraturan dan hidup di substrat batu berpasir



Gambar: 4.6 (1) *Acanthopora spicifera* (Dok. Pribadi, 2025) (2) Literatur

Klasifikasi

Kingdom: *Plantae*

Filum: *Rhodophyta*

Kelas: *Florideophyceae*

Ordo: *Ceramiales*

Famili: *Rhodomelaceae*

Genus: *Acanthophora*

Spesies: *Acanthophora spicifera* (M.Vahl)

Borgesen, 1910.

2. Indeks Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman Makroalga

a. Indeks Kelimpahan

Kelimpahan adalah jumlah individu yang menempati wilayah tertentu atau jumlah individu suatu spesies per kuadrat atau persatuan volume. Selain itu, kelimpahan relatif adalah proporsi yang direpresentasikan oleh masing - masing spesies dari seluruh individu dalam suatu komunitas mendefinisikan kelimpahan sebagai pengukuran sederhana jumlah spesies yang terdapat dalam suatu komunitas atau tingkatan trofik berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa kelimpahan adalah jumlah atau banyaknya individu pada suatu area tertentu dalam suatu komunitas.

Tabel 4.2 Kelimpahan Makroalga

No	Nama jenis	Kelimpahan (Ind/m ²)
1.	<i>Turbinaria ornata</i>	1,648
2.	<i>Sargassum cinereum</i>	43,406
3.	<i>Padina australis</i>	47,252
4.	<i>Halimeda tuna</i>	2,747

5.	<i>Bornetella oligospora</i>	2,197
6.	<i>Acanthopora spicifera</i>	2,747

Berdasarkan perhitungan tabel 4.2 bahwa kelimpahan di perairan Nangahale Doi spesies *Padina australis* ditemukan dengan jumlah tertinggi yaitu dengan jumlah spesies 86 spesies dengan kelimpahan (47,252 Ind/m²) kemudian disusul dengan spesies *Sargassum cinereum* yaitu dengan jumlah spesies 79 spesies dengan kelimpahan (43,406 Ind/m²) sedangkan spesies *Halimeda tuna*, dan *Acanthopora spicifera* ditemukan dengan jumlah tergolong rendah dengan masing — masing spesies 5 spesies dengan kelimpahan (2,747 Ind/m²) dan disusul dengan spesies *Bornetella oligospora* yaitu jumlah 4 spesies dengan kelimpahan (2,197 Ind/m²) sedangkan spesies dengan jumlah terendah yaitu *Turbinaria ornata* jumlah spesies yang ditemukan 3 spesies dengan kelimpahan (1,648 Ind/m²).

b. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman adalah suatu pernyataan atau penggambaran secara matematis untuk mempermudah dalam menganalisa informasi-informasi jumlah individu masing-masing jenis dalam suatu komunitas. Ini merupakan suatu cara sederhana untuk menyatakan indeks keanekaragaman adalah dengan menentukan persentase komposisi dari suatu contoh, dimana semakin banyak jenis yang terdapat dalam suatu contoh, semakin besar keanekaragaman meskipun nilai ini juga sangat tergantung jumlah total individu masing-masing.

Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil sebagai mana tertera pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Indeks Keanekaragaman Makroalga

Parameter	Nilai	Keterangan

Shannon-Wiener (H)	-1.065	Keragaman jenis rendah
-----------------------	--------	---------------------------

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa indeks keanekaragaman sebesar -1.065 hal ini menunjukkan keanekaragaman makroalga di Perairan Nangahale Doi Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur rendah. Hal ini berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dimana $H<1$ = keanekaragaman rendah, $H>1<3$ = keanekaragaman sedang, dan $H>3$ = keanekaragaman tinggi.

3. Hubungan Faktor Abiotik

Kualitas perairan secara fisik dan kimia sangat memengaruhi keberadaan makroalga. Suhu, salinitas, intensitas cahaya (kecerahan), gerakan air (arus), dan zat hara adalah parameter utama lingkungan komunitas makroalga. Suhu memainkan peran penting dalam proses alami organisme akuatik, seperti mengatur aktivitas metabolisme pertumbuhan dan fisiologi, serta memainkan peran dalam proses reproduksi dan pH memiliki peran penting bagi pertumbuhan makroalga. Faktor lingkungan yang diukur adalah faktor fisika perairan berupa suhu menggunakan termometer, kuat arus menggunakan bola arus, dan kedalaman menggunakan tongkat berskala. Adapun faktor kimia perairan yang diukur berupa salinitas menggunakan refaktometer dan pH menggunakan pH meter faktor lingkungan yang di ukur pada lokasi penelitian ini berfokus pada faktor fisika perairan berupa suhu dengan menggunakan termometer dan faktor kimia perairan yang diukur berupa pH menggunakan pH meter dan faktor biologis berupa substrat.

Tabel 4.4 Keadaan Faktor Kimia dan Fisika

No	Lokasi	pH	Suhu (°C)	Substrat
1.	Stasiun I	9,5	50	Berbatu dan berpasir
2.	Stasiun II	9,5	50	Berpasir

3.	Stasiun III	9,5	50	Berkarang dan berbatu
----	-------------	-----	----	-----------------------

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa angka parameter pada setiap stasiun pengamatan memiliki nilai yang sama. Kondisi substrat pada lokasi memungkinkan makroalga untuk berkembang. Kondisi substrat pada stasiun II berupa Pasir yang memungkinkan kurangnya jumlah keanekaragaman spesies makroalga, keanekaragaman makroalga dapat dilihat pada tabel 4.4 spesies makroalga yang bermacam-macam banyak ditemukan pada stasiun pengamatan I dan III. Sebab lokasi pengamatan tersebut sangat mendukung untuk perkembangan dan pertumbuhan Makroalga karena didominasi bebatuan dan karang yang memungkinkan spesies Makroalga tumbuh dan menempel. Selanjutnya Nilai derajat keasaman (pH) pada stasiun I, II dan III masing-masing 9,5 Nilai derajat keasaman tersebut menunjukkan rentang yang baik bagi pertumbuhan makroalga. Hasil pengukuran suhu pada tiap stasiun perairan Pantai Nangahale Doi suhu pada kisaran 50°C, kisaran tersebut menunjukkan suhu yang ada pada kisaran tidak aman untuk pertumbuhan maksimal makroalga. Seperti proses fotosintesis sangat dipengaruhi oleh suhu. Apabila suhu tinggi maka aktifitas fotosintesis akan terganggu bahkan terhenti.

Pembahasan

1. Jenis-jenis makroalga yang berada di Pantai Nangahale Doi

Hasil pengamatan di paantai Nangahale Doi terkait spesies makroalga terdapat 6 jenis spesies makroalga yang telah ditemui yaitu Turbinari ornata dengan jumlah individu, Sargassum cinereum dengan jumlah 79 individu, Padina australis dengan jumlah 86 individu, Halimeda tuna dengan jumlah 5 individu, Bornetella oligospora dengan jumlah 4 individu, dan Acanthopora spicifera dengan jumlah 5 individu. Hasil tersebut didasarkan pada pemahaman dan berbandingan beberapa literatur yang menunjukkan spesifikasi pada spesies tersebut. Adapun perbandingan berdasarkan bentuk morfologi makroalga yang man setiap makroalga disesuaikan dengan hasil temuan kemudian secara umum berdasarkan jumlah

spesies makroalga bahwa *Padina australis* memiliki jumlah terbanyak dari spesies makroalga lainnya.

Padina australis dengan ciri morfologi memiliki bentuk halus berupa lembaran seperti kipas, berwarna coklat, dengan percabangan dichotoma dan tipe hondfast berbentuk cakram, hal ini dapat menunjukkan bahwa *Padina australis* bisa bertahan hidup pada perubahan lingkungan sekitar. menyatakan bahwa distribusi *Padina* sp yang cukup luas menunjukkan bahwa, alga ini memiliki tingkat toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan lingkungan. Terlebih lagi, alga ini paling umum ditemukan pada daerah intertidal dekat bibir pantai yang sangat rentan dengan perubahan lingkungan, baik yang terjadi akibat adanya pasang surut dan pasang naik maupun yang terjadi akibat adanya pengaruh dari darat.

2. Indeks Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman

Adapun karakteristik populasi indeks keanekaragaman jenis makroalga di pantai Nangahale Doi menunjukkan secara keseluruhan masuk dalam kategori rendah. Berdasarkan perhitungan Shannon — Wiener bahwa tingkat keanekaragaman makroalga yang diperoleh yaitu -1.065 , dimana jika $H<1$ = keanekaragaman rendah, $H>1<3$ = keanekaragaman sedang, dan $H>3$ = keanekaragaman tinggi. Hal itu dikarenakan beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi, seperti kondisi substrat, suhu, pH, salinitas, dan faktor lingkungan lainnya, sebagaimana yang di paparkan oleh bahwa keanekaragaman tergantung pada kondisi fisik dari lingkungan tersebut.

Kondisi lingkungan yang tidak mendukung akan menyebabkan makroalga tumbuh tidak subur dan memiliki jenis keanekaragaman berbeda-beda sehingga dapat dikategorikan dalam indeks keanekaragaman rendah. juga menyatakan bahwa rendahnya nilai indeks keanekaragaman banyak disebabkan oleh kompleksitas habitat akibat kerusakan substrat atau gelombang tinggi. Faktor lain yang menyebabkan rendahnya keanekaragaman adalah aktivitas manusia yang berlebihan. Indeks keanekaragaman spesies yang

diperoleh dipengaruhi oleh heterogenitas substrat. Kestabilan, kekerasan, tekstur dan porositas substrat penting artinya bagi pertumbuhan makroalga yang mendukung kelimpahannya.

Adapun indeks kelimpahan makroalga dapat dilihat pada tabel 4.2 makroalga di perairan Nangahale Doi spesies *Padina australis* ditemukan dengan jumlah tertinggi $47,252 \text{ Ind/m}^2$ dan spesies *Tubinaria ornata* ditemukan dengan jumlah terendah $1,648 \text{ Ind/m}^2$. berdasarkan perhitungan dimana D0 = tidak ada, D1-10 = kurang, D11-20 = cukup, D>20 = sangat banyak.

3. Hubungan Faktor Abiotik

Keberadaan makroalga disuatu perairan sangat dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi terhadap lingkungannya, baik lingkungan fisik kimia maupun lingkungan biologisnya. Lingkungan fisik kimia meliputi pH, suhu dan substrat. Sedangkan lingkungan biologisnya yaitu kompetisi dan predator alaminya. Sehingga keanekaragaman makroalga bergantung pada kondisi habitatnya, meskipun masing-masing makroalga memiliki kemampuan adaptasi berdasarkan jenisnya. Maka, dapat disimpulkan kondisi lingkungan suatu perairan merupakan faktor utama pertumbuhan dan perkembangan makroalga.

Keanekaragaman makroalga yang ada pada seluruh stasiun di pengangaruhi oleh kondisi substrat dan letaknya pada zona pasang surut. Substrat dasar mayoritas makroalga yang ditemukan adalah bebatuan dan karang sebagai substrat utama, sehingga pada stasiun II (substrat berpasir) memiliki keanekaragaman yang lebih kecil dari stasiun I dan III dikarenakan jenis substrat ini hanya bisa ditempati oleh sebagian kecil makroalga. Serupa dengan ungkapan dalam penelitiannya yaitu keanekaragaman jenis makroalga ditentukan oleh habitat (substrat). Oleh karena itu terdapatnya keanekaragaman jenis makroalga di daerah pasang-surut (intertidal) antara lain disebabkan pula oleh heterogenitas substratnya. Di tempat yang memiliki substrat pecahan karang batu mati, karang masif dan pasir yang lebih stabil mempunyai keanekaragaman alga yang lebih tinggi

dibandingkan dengan tempat yang hanya bersubstrat pasir dan lumpur. Selain itu, faktor fisik turut mempengaruhi keanekaragaman jenis Makroalga seperti suhu, cahaya matahari, geraka air, dan faktor kimia seperti salinitas, derajat keasaman (pH), dan zat hara serta faktor biologi seperti pemangsaan oleh ikan herbivora dan kompetisi antar jenis Makroalga.

Jika dilihat kondisi lingkungan yang telah diperoleh pada lokasi pengamatan menunjukkan kondisi stabil ekosistem dalam berkembangnya makroalga. Dapat dilihat pada (tabel 4.4) bahwasanya kondisi pH yang baik (9,5) menunjukkan bahwa lingkungan tersebut mendukung pertumbuhan makroalga. mengemukakan bahwasanya biota air memiliki sifat sensitif terhadap perubahan pH dan cenderung bertahan hidup pada pH berkisar 7,3 - 7,6. Makroalga memiliki rentang hidup pada lingkungan laut dengan derajat keasaman antara 6,8 - 9,6. Namun, suhu yang tinggi (50°C) dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan optimal makroalga, seperti yang dipaparkan bahwasanya rentang suhu optimal pertumbuhan makroalga berkisar 5-35 °C. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada kondisi pH yang ideal, suhu yang ekstrem dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan makroalga.

Kondisi ekosistem laut Nangahale Doi sekitar area pengamatan banyak ditemukan kerusakan terumbu karang. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa aktivitas masyarakat sekitar pantai yang kurang memperhatikan kelestarian laut. Masyarakat yang sebagian berprofesi sebagai nelayan mengabaikan fungsi dari biota yang berada pada ekosistem laut. Kondisi tersebut berdasarkan pengamatan yang dilakukan pagi menjelang siang hari, bahwa masih banyak terdapat sampah nelayan dan sampah rumah tangga yang tersebar di perairan laut Nangahale Doi. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya biota laut. serupa dengan penelitian bahwa pencemaran air laut ini juga sangat berpengaruh pada ekosistem laut dan biota, namun juga manusia itu sendiri. Karena manusia sangat membutuhkan air dalam kehidupan mereka masing-masing untuk

mencukupi dalam berbagai aktivitas kehidupan. Jika air laut terkena pencemaran, karena itu jenis kebutuhan air yang dibutuhkan oleh manusia ikut tercemar sehingga dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit yang akan dialami oleh manusia itu sendiri. Pencemara air laut yang disebabkan oleh plastik menimbulkan dampak merugikan bagi biota laut.

Selain itu, banyak aktivitas masyarakat setempat yang mengakibatkan rusaknya ekosistem laut seperti perahu nelayan yang membuang jangkar tanpa memperhatikan kondisi terumbu karang sekitar. Sehingga aktivitas tersebut dapat menyebabkan peningkatan kerusakan ekosistem laut yang mengakibatkan hilang dan menurunnya jumlah biota di perairan laut Nangahale Doi. Sehingga faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap perkembangan dan keragaman hewan laut, tidak terkecuali makroalga itu sendiri. Hal serupa disampaikan oleh bahwa faktor abiotik merupakan satu dari banyak faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangbiakan makroalga, suhu, salinitas dan pH tertentu dibutuhkan makroalga sebagai agar dapat tumbuh secara normal dan optimal sehingga faktor abiotik memiliki pengaruh yang besar bagi kehidupan makroalga.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang keanekaragaman makroalga di pantai Nangahale Doi. Maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Makroalga yang terda di Pantai Nangahale Doi Kabupaten Sikka NusaTenggara Timur meliputi 3 divisi terdiri dari 6 jenis makroalga yaitu *Turbinaria ornata* 3 individu, *Sargassum cinereum* 79 individu, *Padina australis* 86 individu, *Halimeda tuna* 5 individu, *Bornetella oligospora* 4 individu, *Acanthopora spicifera* 5 individu.
2. Tingkat keanekaragaman makroalga di Pantai Nangahale Doi menunjukkan dalam kategori rendah yaitu -1.065. nilai indeks kelimpahan tinggi 47,252 Ind/m² pada spesies *Padina australis*.
3. Kondisi lingkungan abiotik di pantai

Nangahale Doi yaitu, suhu permukaan perairan pada seluruh stasiun pengamatan di pantai Nangahale Doi berkisar 50°C. Adapun pH yang di ukur di pantai Nangahale Doi tergolong optimal yakni berkisar 9,5 sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan makroalga. Sedangkan substrat yang banyak di temukan di pantai Nangahale Doi berupa batuan karang dan berpasir. Dasar perairan seperti ini merupakan lingkungan yang cocok bagi pertumbuhan makroalga. Namun suhu yang ekstrem juga dapat mempengaruhi pertumbuhan makroalga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsaniyah, S. ... Assyifa, I. (2021). Keanekaragaman Jenis Makroalga di Perairan Pulau Nangka Kabupaten Bangka Tengah Diversity of Macroalgae in The Waters of Nangka Island Central Bangka District. *Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi Dan Mikrobiologi*, 06(1), 17–22. <https://doi.org/> <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v6i1.2573>
- Bahruddin, S. A., & Juniyati, H. (2023). Studi Keanekaragaman Invertebrata Di Kawasan Perairan Teluk Maumere Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pro-Life*, 10(1), 642–653. <https://ejournal.uki.ac.id/index.php/prolife>
- Meiyasa, F. ... Ndahawali, S. (2020). Identifikasi Makroalga di Perairan Moudolung Kabupaten Sumba Timur. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), 202. <https://doi.org/10.25134/quagga.v12i2.2751>
- Nurfadilah ... Silviana. (2023). Identifikasi Rumput Laut Di Perairan Pulau Panjang Kota Bontang, Kalimantan Timur. *Maspuri Journal - Marine Science Research*, 15(1), 01–13. <https://doi.org/10.56064/maspuri.v15i1.17>
- Rantung, L. C. I. ... Rampengan, M. M. F. (2024). Macroalgae Diversity in Seagrass Ecosystem at Ranowangko Dua Village Beach. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(2), 146–155. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i2.55852>
- Syamsiyah, N. ... Hasanuddin, U. (2021). *Uji Aktivitas Anti Agreasi Platelet Isolat Polisakarida Sulfat dari Alga Cokelat (Sargassum polycystum) Secara In Vitro In Vitro Test Of Anti Platelet Aggregation Activity Of Sulfated Polycacc Harides Isolate From Brown Algae (Sargassum polycystum)*. chrome-Tarigan, N. ... Meiyasa, F. (2020). eksplorasi keanekaragaman makroalga di perairan londalima kabupaten sumba timur. *BIOSFER,J.Bio.*, 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/biosfer.v5i1.2547>
- Winowoda, S. D. ... Siahaan, R. (2020). Kekayaan Dan Potensi Senyawa Bioaktif Makroalga Di Pesisir Atep Oki, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(3), 7. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.3.2020.30454>

Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Disertai Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Fase E di SMAN 16 Padang

Nur Machdalena Putri, Siska Nerita, Ade Dewi Maharani
 Pendidikan Biologi, Fakultas Saintek, Universitas PGRI Sumatera Barat
 Jl. Gunung Panggilun, Kota Padang 25111 Indonesia
 e-mail: nurmachalenaputri01@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan berfikir kritis siswa, hal ini disebabkan kurang aktifnya siswa saat diskusi dan partisipasi pada tugas kelompok. Media yang digunakan guru kurang menarik sehingga siswa kesulitan mengembangkan kemampuan berfikirnya. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa Fase E di SMAN 16 Padang melalui penerapan model pembelajaran inkuiiri terbimbing disertai video pada materi Inovasi Teknologi Biologi. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan rancangan penelitian *Randomized Control Group Posttest Only Design*. Sampel terdiri atas kelas X E1 sebagai kelas eksperimen dan X E6 sebagai kelas kontrol yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda untuk mengukur kemampuan berfikir kritis, dan data dianalisis menggunakan uji t. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen 78,1, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol 66,7. Uji t menghasilkan $t_{hitung} = 3,74 > t_{tabel} = 1,66$, sehingga terdapat pengaruh pada model pembelajaran yang diterapkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Penerapan model inkuiiri terbimbing disertai video dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa.

Kata Kunci— Berfikir Kritis, Inkuiiri Terbimbing, Kurikulum Merdeka, Media Video, Pembelajaran Abad 21

Abstract

This research is motivated by the low critical thinking skills of students, this is caused by the lack of student activity during discussions and participation in group assignments. The media used by teachers are less interesting so that students have difficulty developing their thinking skills. This study aims to improve the critical thinking skills of Phase E students at SMAN 16 Padang through the application of a guided inquiry learning model accompanied by videos on the material of Biological Technology Innovation. This type of research is an experimental study with a Randomized Control Group Posttest Only Design research design. The sample consisted of class X E1 as the experimental class and X E6 as the control class selected through purposive sampling techniques. The research instrument was a multiple-choice test to measure critical thinking skills, and data were analyzed using a t-test. The results showed that the average critical thinking skills of the experimental class were 78.1, higher than the control class 66.7. The t-test produced a $t_{count} = 3.74 > t_{table} = 1.66$, so there is an influence on the applied learning model. Thus, it can be concluded that the application of a guided inquiry model accompanied by videos can improve students' critical thinking skills.

Keywords: *Biology Learning, Guided Inquiry, Critical Thinkin, Independent curriculum, Video Media, 21 st Century Learning*

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi adalah salah satu bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA). Pada dasarnya biologi bukanlah ilmu yang sulit dipelajari, dengan belajar biologi berarti belajar mengenai diri sendiri dan lingkungan yang ada disekitarnya. Biologi juga berkaitan dengan cara mencari tahu dan memahami alam secara sistematis, sehingga biologi bukan hanya penguasaan dan pengumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan (Harefa *et al.*, 2022).

Pembelajaran Biologi tidak hanya membekali siswa dengan proses belajar dengan menghafal konsep saja, tetapi guru mata pelajaran Biologi perlu mengajarkan pembelajaran Biologi dengan berbagai strategi untuk memvisualisasikan serta mengkomunikasikan agar materi dapat dengan mudah difahami serta dapat menjadi pemahaman bermakna bagi siswa (Harefa *et al.*, 2022).

Dampak era globalisasi saat ini turut berpengaruh terhadap penyelenggaraan pendidikan, ini tentunya menjadi tantangan bagi guru sebagai tenaga pendidik untuk mampu

menghasilkan luaran siswa yang mampu menggunakan *life skills*. Kemampuan *life skills* tentu akan menghasilkan sumber daya yang kompeten layaknya masyarakat dunia abad 21 (Sahil *et al.*, 2021).

Pembelajaran Biologi selaras dengan keterampilan abad 21 yaitu kemampuan berkolaborasi, kemampuan berfikir kritis, komunikasi, kreatifitas dan inovasi, merupakan keterampilan dan kemampuan yang dibutuhkan di era saat ini, karena pembelajaran Biologi dalam abad 21 siswa belajar melalui pengalaman, serta contoh-contoh permasalahan di dunia yang sebenarnya baik di lingkungan sekolah atau luar sekolah (Afelia *et al.*, 2023).

Pembelajaran abad 21 menekankan pada pengembangan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan masa depan, seperti berfikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital. Hal ini menuntut adanya perubahan dalam metode pengajaran dan pendekatan yang digunakan oleh para guru di seluruh dunia (Rahmaniya & Haryanto, 2024).

Pengetahuan yang bermakna diperoleh dari proses. Belajar dengan proses membuat pengetahuan yang diperoleh lebih bermakna bagi siswa melalui keterampilan berfikir. Pengembangan potensi siswa tidak lepas dari proses mengembangkan kemampuan berpikir siswa dan keterampilan berfikir tingkat tinggi, salah satunya kemampuan berfikir kritis (Masitoh dan Ariyanto, 2017).

Berfikir kritis merupakan pemikiran yang bersifat selalu ingin tahu terhadap suatu permasalahan yang ada sehingga akan terus mencari informasi untuk mencapai suatu pemahaman yang tepat. Kemampuan berfikir kritis adalah kemampuan yang dapat diasah dan diajarkan kepada siswa (Nurfiyani & Mustofa, 2020).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada bulan januari 2025 dengan guru biologi yang mengajar di SMAN 16 Padang, diperoleh informasi bahwa guru telah menerapkan model *Discovery Learning*, menggunakan metode ceramah, diskusi dan tanya jawab. Dengan menerapkan model ini ternyata masih ada siswa yang kurang aktif dalam pembelajaran seperti pada saat diskusi masih ada siswa yang kurang

berpartisipasi pada tugas kelompok, karena mereka perlu penyesuaian pembelajaran yang sesuai dengan gaya belajar dan minat siswa. Hal ini membuat siswa pasif karena hanya mendengarkan dan menghafal penjelasan guru saja, akibatnya akan kesulitan mengembangkan kemampuan berfikir karena tidak terbiasa mengajukan pertanyaan dan mengemukakan pendapat.

Permasalahan ini berdampak pada rendahnya hasil belajar yang dimiliki siswa Fase E pada materi Inovasi Teknologi Biologi, terlihat dari hasil penilaian harian siswa yang masih rendah. Kelas X Fase E terdiri dari 11 kelas dengan total 354 siswa, secara keseluruhan hanya 148 siswa yang mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) dengan persentase 41,81%. Sementara itu, 206 siswa lainnya memperoleh nilai di bawah (KKTP) dengan persentase 58,19%. Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan oleh sekolah adalah 76 untuk materi inovasi teknologi biologi.

Proses pembelajaran yang pasif akan menyebabkan siswa kesulitan dalam mengungkapkan setiap pemikiran yang dimilikinya, faktor ini disebabkan karena peserta didik tidak terbiasa dalam menyampaikan pendapat dan ide-ide yang dimiliki pada saat proses pembelajaran, sehingga berdampak pada rendahnya kemampuan berfikir kritis yang dimiliki peserta didik. Rendahnya kemampuan berfikir kritis siswa pada dasarnya disebabkan oleh beberapa faktor. Adapun faktornya adalah kurangnya materi pembelajaran yang menyediakan wadah bagi siswa untuk berliterasi yang mendorong siswa untuk berfikir kritis dan selalu melatih keterampilan berfikir kritis dalam pembelajaran (Sonia *et al.*, 2023).

Hadirnya kurikulum merdeka belajar diharapkan menjadi solusi dari permasalahan tersebut dan sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia. Hal ini dikarenakan kurikulum merdeka belajar adalah jawaban atas ketatnya persaingan sumber daya manusia di seluruh dunia pada abad ke-21. Ada tiga kompetensi terpenting di abad 21 yaitu kemampuan berfikir, bertindak dan hidup di dunia. Kemampuan berfikir termasuk berfikir

kritis, berfikir kreatif dan pemecahan masalah (Khusna et al., 2023).

Berdasarkan hal tersebut untuk meningkatkan keterampilan berfikir kritis dapat digunakan model pembelajaran yang menekankan keaktifan, motivasi dan semangat belajar peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan menekankan pada aktivitas siswa adalah model pembelajaran inkuiiri terbimbing (Sonia et al., 2023).

Penerapan inkuiiri terbimbing dapat membantu siswa dalam memperoleh pemahaman yang jelas tentang suatu konsep dan ide di mana siswa terlibat secara langsung, sehingga siswa dapat mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pembelajaran menggunakan inkuiiri terbimbing menjadikan pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah di mengerti, dipahami oleh siswa serta dapat menciptakan kondisi belajar di mana peserta didik terlibat secara aktif (Boimau et al., 2022).

Pembelajaran inkuiiri merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berfikir kritis dan analitis sebagai bagian dari proses mental untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan. Pembelajaran inkuiiri mendorong siswa berfikir dan bekerja atas inisiatif sendiri, membantu siswa mengembangkan konsep diri yang positif, mengembangkan ide untuk menyelesaikan tugas dengan caranya sendiri, dan menghindarkan peserta didik dari cara belajar menghafal (Murni, 2020).

Model pembelajaran inkuiiri terbimbing banyak melibatkan keaktifan siswa, peserta didik didorong untuk lebih belajar aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip untuk mereka sendiri yang melibatkan proses mental dengan kegiatan-kegiatan antara lain mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis data dan membuat kesimpulan (Novitasari et al., 2017).

Pada kegiatan pembelajaran dengan menggunakan inkuiiri terbimbing diperlukan adanya media pembelajaran, dengan adanya bantuan media pembelajaran akan mempermudah guru menyampaikan materi serta mempermudah siswa dalam memahami materi.

Adapun media yang digunakan yaitu video, media ini akan digunakan saat proses penyampaian materi ajar (Hendrawati, 2017).

Media pembelajaran berupa video merupakan salah satu media inovatif audio visual yang dapat menunjang pembelajaran yang lebih menarik. Video pembelajaran dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi, hal ini juga termasuk bentuk pengembangan professional guru dalam mengekplorasi penggunaan video dalam pembelajaran (Rahmawati dan Atmojo, 2021).

Video sangat berguna untuk mengajarkan keterampilan, karena kemungkinan adanya pengulangan sehingga suatu keterampilan bisa dipelajari berulang ulang. Proses pembelajaran menggunakan media video diharapkan dapat mengurangi kekurangan model pembelajaran inkuiiri serta dapat meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa dalam kehidupan sehari-hari (Triyono, 2022).

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing disertai Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Fase E Di SMAN 16 Padang”.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei Tahun Pelajaran 2024/2025. Penelitian ini dilakukan pada 2 kelas sampel yaitu, kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada penelitian ini rancangan yang digunakan adalah *Randomized Control Group Postest Only Design*. Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan (*treatment*) dengan menggunakan model pembelajaran Inkuiiri terbimbing dan kelas kontrol diberikan perlakuan menggunakan model *Discovery Learning*. Kedua kelas dilakukan test yang sama. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa X Fase E SMAN 16 Padang yang terdiri dari 11 kelas tahun ajaran 2024/2025.

Pengambilan sampel menggunakan Teknik *Purposive Sampling* dengan mempertimbangkan kesamaan nilai rata-rata. Menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan dengan pengundian dan memperhatikan nilai rata-rata

kelas yang mendekati sama. Data yang diambil dari subjek penelitian melalui tes merupakan data primer dalam penelitian ini. Sementara itu, data yang diperoleh dari guru biologi dianggap sebagai data sekunder dalam penelitian ini.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah dalam bentuk tes yang dijadikan penilaian sumatif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berupa soal kemampuan berfikir kritis dalam bentuk pilihan ganda dengan pilihan 5 option. Agar didapatkan tes yang benar-benar valid, reliabilitas serta memperhatikan indeks kesukaran dan daya beda, maka terlebih dahulu dilakukan uji coba tes dengan melalakukan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Uji validitas, 2) Uji reliabilitas, 3) Uji indeks kesukaran, 4) Uji daya pembeda. Data yang sudah valid dilakukan tes akhir sehingga diperoleh soal yang valid untuk diujikan kepada kedua kelas sampel.

Selanjutnya teknik analisis data penelitian ini dilakukan pengolahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) skoring adalah kegiatan penilaian pada jawaban peserta didik dalam tes sumatif dengan ketentuan skor yang telah ditetapkan, 2) menjumlahkan skor jawaban yang diperoleh dari tiap-tiap siswa berdasarkan soal tes akhir sesuai indikator keterampilan berfikir kritis, Teknik persentase yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rumus: $P = F/n \times 100\%$ untuk melihat capaian kemampuan berfikir kritis peserta didik yang kemudian dikelompokkan menjadi 5 kategori sangat kritis, kritis, cukup kritis, kurang kritis dan tidak kritis. Kategorisasi untuk tiap aspek dan indikator dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori kemampuan berfikir kritis

Rentang	Kategori
81%-100%	Sangat kritis
61%-80%	Kritis
41%-60%	Cukup kritis
21% 40%	Kurang kritis
0-20%	Tidak kritis

Sumber: (Riduwan, 2013)

Setelah melakukan uji instrumen, selanjutnya adalah penelitian. Untuk melakukan uji analisis data digunakan uji T, sebelum dilakukan uji T dilakukan uji normalitas untuk mengetahui normal tidaknya disttribusi data penelitian, uji homogenitas untuk menentukan

data sampel homogen dan uji hipotesis untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh terhadap kedua kelas sampel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

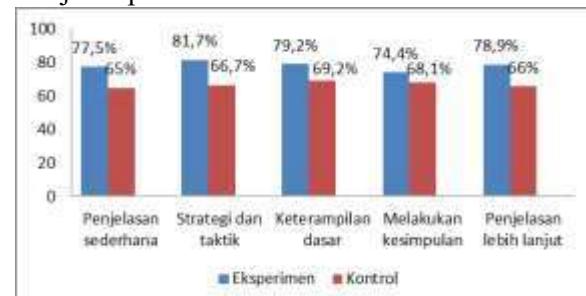
Hasil penelitian penerapan model pembelajaran Inkuiiri terbimbing berpengaruh terhadap kemampuan berfikir kritis pada siswa Fase E di SMAN 16 Padang. Nilai rata-rata kemampuan berfikir kritis dan hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Nilai rata-rata Kemampuan Berfikir Kritis dan Hasil Uji

N o	Data	Kelas Ekperim en	Kelas Kontrol	Hipotesis
1.	Rata-rata	78,1	66,7	$t_{hitung} > t_{tabel}$
2.	Uji normalita s	$L_o < L_{tabel}$ $= 0,0398 <$ $0,14$	$L_o < L_{tabel}$ $= 0,0398 <$ $0,14$	$t_{hitung} > t_{tabel}$ $3,74 > 1,66$ $H_1 =$ diterima
3.	Uji homogen itas	$F_{hitung} < F_{tabel} = 1,37$ $< 1,76$		

Berdasarkan Tabel 2 diketahui rata-rata hasil penilaian kemampuan berfikir kritis pada kelas eksperimen yaitu 78,1 dan kelas kontrol 66,7. Sedangkan pada penilaian kemampuan berfikir kritis uji t diperoleh $t_{hitung} 3,74 > t_{tabel} 1,66$, berarti hipotesis (H_1) diterima.

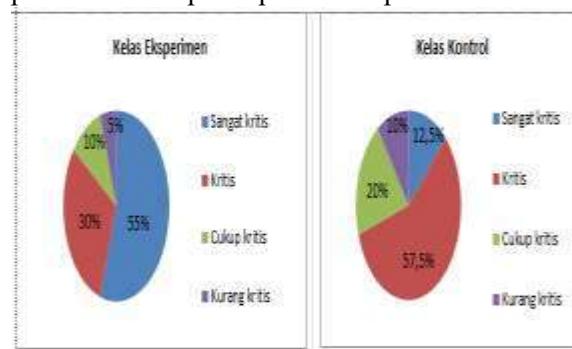
Berdasarkan indikator kemampuan berfikir kritis siswa SMAN 16 Padang secara detail disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Nilai Kemampuan Berfikir Kritis Kelas Sampel berdasarkan indikator

Dari persentase kemampuan berfikir kritis siswa didapatkan hasil rata-rata keseluruhan indikator 78,3% pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol didapatkan rata-rata keseluruhan 67%. Nilai kemampuan berfikir kritis pada kelas eksperimen yang paling bagus yaitu pada indikator strategi dan taktik (81,7%) dan nilai yang paling rendah yaitu melakukan kesimpulan (74,4%), sedangkan pada kelas kontrol nilai kemampuan berfikir kritis yang paling bagus yaitu keterampilan dasar (69,2%) dan yang paling rendah pada indikator penjelasan sederhana (65%).

Persentase kategori kemampuan berfikir kritis pada kelas sampel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase kategori kemampuan berfikir kritis kelas sampel

Berdasarkan persentase kategori kemampuan berfikir kritis siswa didapatkan hasil pada kelas eksperimen 95% sudah bagus kemampuan berfikirnya dan untuk kelas kontrol 90% sudah bagus kemampuan berfikir kritisnya. Dari rata-rata kelas eksperimen didapatkan hasil 23 orang siswa yang tuntas dan 17 orang siswa tidak tuntas. Sedangkan pada kelas kontrol didapatkan hasil 11 orang siswa yang tuntas dan 29 siswa yang tidak tuntas.

B. Pembahasan

Pada hasil uji-t diketahui bahwa model Inkuiiri Terbimbing disertai video dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa. Karena pada pembelajaran yang diterapkan dengan model inkuiiri terbimbing menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran melalui bimbingan yang terstruktur dari guru melalui LKPD. Dalam

penerapan model inkuiiri terbimbing pada materi inovasi teknologi biologi, penggunaan video memiliki peran yang sangat strategis dalam mendukung pembelajaran inkuiiri dengan tetap mendapat arahan dari guru melalui pertanyaan-pertanyaan pemandu. Video digunakan sebagai stimulus awal untuk menumbuhkan rasa ingin tahu siswa dan memunculkan pertanyaan kritis terhadap fenomena biologi yang ditampilkan. Dengan demikian, integrasi video ke dalam pembelajaran inkuiiri terbimbing tidak hanya memperkaya sumber belajar, tetapi juga memperkuat proses kemampuan berfikir kritis siswa.

Hasil penelitian Winarni (2009) menunjukkan bahwa melalui inkuiiri terbimbing siswa dapat dikondisikan untuk berfikir kritis, dari observasi yang siswa lakukan dapat memunculkan suatu kesimpulan sehingga siswa dapat menemukan konsep sendiri secara ilmiah. Pengetahuan akan melekat lebih lama apabila siswa dilibatkan secara langsung dalam proses pembelajaran (Masitoh & Ariyanto, 2017).

Hasil penelitian Rokhmatika (2015) mengemukakan bahwa model inkuiiri terbimbing secara signifikan mempunyai rata-rata nilai berfikir kritis lebih besar dibandingkan berfikir kritis pada kelas kontrol. Langkah-langkah pembelajaran inkuiiri terbimbing lebih berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan dengan model pembelajaran di kelas kontrol. Inkuiiri terbimbing melalui langkah-langkahnya memfasilitasi siswa untuk memecahkan masalah. Kemampuan untuk memecahkan masalah yang dimiliki seseorang dapat ditunjukkan melalui beberapa indikator, misalnya mampu mengidentifikasi masalah, memiliki rasa ingin tahu, bekerja secara teliti dan mampu mengevaluasi keputusan (Triyono, 2022).

Berfikir kritis memang tidak mudah, akan tetapi kemampuan berfikir kritis dapat dipelajari dan dilatih. oleh karena itu, guru harus menemukan metode pembelajaran yang melibatkan siswa dalam berfikir kritis. Selain metode, hal yang perlu dipersiapkan dalam kegiatan belajar adalah media pembelajaran salah satunya video pembelajaran. Video

pembelajaran dapat dijadikan sebagai media dengan berbagai macam visualisasi, diantaranya berupa penjelasan dari guru secara langsung maupun dibuat dengan adanya animasi-animasi. Selain itu, siswa dapat memutar ulang video ketika ingin mengulas kembali materinya, serta video pembelajaran dapat menunjang untuk metode inkuiri dengan merangsang siswa dalam memunculkan pertanyaan-pertanyaan setelah menyaksikan video pembelajaran, sehingga pembelajaran lebih aktif dan siswa dapat menambah kemampuan berfikir kritis (Yuliyani & Hidayah, 2022).

Hasil nilai kemampuan berfikir kritis siswa di SMA N 16 Padang Semester Genap diatas KKTP pada kelas eksperimen didapatkan rata-rata 57,5% hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berfikir kritis siswa masih dikategori cukup kritis, sedangkan pada kelas kontrol kemampuan berfikir kritis siswa 27,5% dengan kategori kurang kritis. Murni (2020) menyatakan bahwa persentase capaian kemampuan berfikir kritis dapat dikategorikan cukup kritis apabila mulai dari rata-rata 41%-60% dan kategori kurang kritis 21%-40%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan indikator paling tinggi pada kelas eksperimen mengatur strategi dan taktik, tingginya nilai pada indikator strategi dan taktik menunjukkan bahwa siswa mampu merancang langkah-langkah sistematis dalam menyelesaikan masalah yang diberikan selama proses pembelajaran. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik model inkuiri terbimbing, dimana guru memberikan bimbingan dan arahan yang terstruktur, termasuk pertanyaan pemandu yang membantu siswa untuk menetukan strategi yang tepat. Indikator paling rendah yaitu melakukan kesimpulan, rendahnya hasil pada indikator ini menunjukkan bahwa meskipun siswa mampu mengumpulkan dan memahami informasi, tetapi siswa masih mengalami kesulitan dalam menyusun kesimpulan logis dari data yang tersedia. Siswa cenderung hanya menyebutkan kembali informasi tanpa mampu mengaitkannya dengan konsep secara mendalam.

Sedangkan pada kelas kontrol indikator paling tinggi yaitu keterampilan dasar, karena

siswa mampu menunjukkan kemampuan awal seperti mengamati, mengidentifikasi informasi penting, serta memahami istilah dan konsep dasar yang berkaitan dengan materi biologi. Indikator paling rendah yaitu penjelasan sederhana disebabkan oleh kurangnya kepercayaan diri siswa dalam mengungkapkan ide, atau keterbatasan dalam menyusun argumen secara lisan maupun tulisan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing disertai video dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa pada materi inovasi teknologi biologi Fase E SMA N 16 Padang Tahun Ajaran 2024/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Afelia, Y. D., Utomo, A. P., & Sulistyaningsih, H. (2023). Implementasi Model Problem Based learning (PBL) Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi pada Mata Pelajaran Biologi di Kelas X SMA. *Jurnal Biologi*, 1(2).
- Boimau, S. K., Tukan, M. B., Lawung, Y. D., & Boelan, E. G. (2022). Pengembangan LKPD Dengan Memanfaatkan Indikator Alami Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Titrasi Asam Basa. 1(2), 374–380.
- Harefa, M., Lase, N. K., & Zega, N. A. (2022). Deskripsi Minat Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(2), 381–389. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i2.65>
- Hendrawati. (2017). Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Video Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Materi Sistem Pernapasan. *Jurnal Akuntansi*, 11.
- Khusna, S., Khasanah, I., Musa, M. M., & Rini, J. (2023). Kurikulum Merdeka Belajar melalui Pembelajaran Abad 21 untuk Meningkatkan Kompetensi 4C Siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Prosiding Semai 2: Seminar Nasional PGMI*, 1(1), 22–34.
- Masitoh, I. D., & Ariyanto, J. (2017). Pengaruh

- Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIA pada Materi Pencemaran Lingkungan di Surakarta. *Bioedukasi*, 10(1), 71–79. <http://dx.doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v10i1.11276>
- Murni, S. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal of Classroom Action Research*, 2(1).
- Novitasari, A., Ilyas, A., Amanah, S. N., Biologi, P., Tarbiyah, F., Keguruan, D., Islam, U., Raden, N., & Negeri, U. (2017). Pendahuluan Kualitas kehidupan suatu bangsa sangat dipengaruhi oleh faktor pendidikan. Peran faktor pendidikan sangat pentinguntuk menciptakan kehidupan bangsa yang cerdas, 91. 8(1), 91–104.
- Nurfiyani, I. O., & Mustofa, R. F. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Poe (Predict-Observe- Explain) Terhadap Hasil Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Keanekaragaman Hayati. 4(2), 67–72.
- Rahmaniya, N., & Haryanto, L. (2024). Analisis Pemahaman Guru Terhadap Pembelajaran Abad 21 di SMP N 3 Kebonagung Satu Atap. *JPK: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 01(03), 6–11.
- Rahmawati, F., & Atmojo, I. R. W. (2021). Analisis Media Digital Video Pembelajaran Abad 21 Menggunakan Aplikasi Canva Pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Basicedu*, 5(6).
- Riduwan. (2013). *Dasar-Dasar Statistik*. Bandung: Alfabeta.
- Sahil, J., Hasan, S., Haerullah, A., Saibi, N., Biologi, P., Keguruan, F., Khairun, U., Bandara, J., Kel, B., Kota, A., & Utara, T. (2021). *Penerapan Pembelajaran Abad 21 Pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri Kota Ternate*. 7(1).
- Sonia, T., Alberida, H., Arsih, F., & Selaras, G. H. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi. *Bioilm: Jurnal Pendidikan*, 9(1), 78–86. <https://doi.org/10.19109/bioilm.v9i1.14081>
- Triyono, T. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Berbantuan Video Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII Pada Materi Sistem Pernapasan di SMP Negeri 9 Halmahera Utara. *Jurnal Bioedukasi*, 5(2), 134–141. <https://doi.org/10.33387/bioedu.v5i2.5477>
- Yuliyani, M., & Hidayah, N. (2022). Pengaruh Metode Inkuiiri Berbasis Video Pembelajaran terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Keaktifan Siswa Kelas VIII. *CIRCLE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(02).

Keanekaragaman Tumbuhan Tingkat Tinggi Di Kawasan Kampus UIN Palangka Raya

Jumrodah^{1*}, Muhammad Ikhwannor², Nuridah³, Dwi Eka Sari⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Tadris Biologi, UIN Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia

Jalan G.Obos, Kompleks Islamic Centre Palangka Raya, 73112

*e-mail: jumrodah@uin-palangkaraya.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu pusat megabiodiversitas dunia dengan lebih dari 31.750 jenis tumbuhan, sekitar 40% di antaranya bersifat endemik. Keanekaragaman tumbuhan tingkat tinggi berperan penting dalam kestabilitan ekosistem, terutama di ruang terbuka hijau seperti lingkungan kampus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman tumbuhan tingkat tinggi di area Gedung Pascasarjana Kampus UIN Palangka Raya. Metode yang digunakan adalah survei eksploratif dengan teknik jelajah dan analisis kuantitatif menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'). Waktu penelitian dilaksanakan pada minggu kedua bulan Mei. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Plot 1 belakang pascasarjana ditemukan 329 individu dari 7 spesies dengan nilai H' sebesar 0,88 (kategori keanekaragaman rendah), didominasi oleh *Imperata cylindrica* (76%). Sementara itu, di Plot 2 belakang pascasarjana ditemukan 134 individu dari 11 spesies dengan nilai H' sebesar 1,97 (kategori keanekaragaman tinggi), dengan distribusi individu yang lebih merata. Perbandingan kedua plot menunjukkan bahwa distribusi yang seimbang antar spesies lebih memengaruhi tingginya keanekaragaman daripada jumlah individu semata. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengelolaan vegetasi dan konservasi tumbuhan tingkat tinggi untuk mendukung stabilitas dan keberlanjutan ekosistem di lingkungan kampus.

Kata Kunci: Keanekaragaman tumbuhan, Konservasi, Ruang Terbuka Hijau

Abstract

*Indonesia is one of the world's megabiodiversity centers with more than 31,750 plant species, around 40% of which are endemic. Higher plant diversity plays an important role in ecosystem stability, especially in green open spaces such as campus environments. This study aims to analyze higher plant diversity in the Postgraduate Building area of the UIN Palangka Raya Campus. The method used was an exploratory survey with exploration techniques and quantitative analysis using the Shannon-Wiener diversity index (H'). The research was conducted in the second week of May. The results showed that in Plot 1 behind the postgraduate, 329 individuals from 7 species were found with an H' value of 0.88 (low diversity category), dominated by *Imperata cylindrica* (76%). Meanwhile, in Plot 2 behind the postgraduate, 134 individuals from 11 species were found with an H' value of 1.97 (high diversity category), with a more even distribution of individuals. Comparison of the two plots shows that a balanced distribution between species has a greater influence on high diversity than the number of individuals alone. This study emphasizes the importance of vegetation management and conservation of higher plants to support the stability and sustainability of ecosystems in the campus environment.*

Keywords: Plant diversity, Conservation, Green Open Space

I. PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati tumbuhan di Indonesia merupakan salah satu pusat megabiodiversitas dunia. Meskipun hanya mencakup sekitar 1,3% dari luas permukaan bumi, Indonesia menjadi rumah bagi sekitar 10% spesies tumbuhan berbunga dunia. Hingga tahun 2017, tercatat lebih dari 31.750

jenis tumbuhan di Indonesia, dengan sekitar 25.000 di antaranya merupakan tumbuhan berbunga (Setiawan, 2022). Sekitar 40% dari spesies tersebut bersifat endemik, hanya ditemukan di wilayah Indonesia. Keanekaragaman ini tersebar di berbagai tipe ekosistem, mulai dari dataran rendah,

pegunungan, wilayah pesisir, hingga pulau-pulau kecil. Wilayah Papua, Kalimantan, dan Sumatera dikenal sebagai kawasan dengan kekayaan spesies dan tingkat endemisme tertinggi (Kusmana, 2015). Di sisi lain, sekitar 240 spesies tanaman dinyatakan langka dan 36 spesies pohon terancam punah, sehingga konservasi menjadi upaya mendesak dalam menjaga keberlanjutan keanekaragaman hayati tumbuhan Indonesia.

Tumbuhan tingkat tinggi termasuk pohon, semak, dan herba berperan sebagai produsen primer dalam ekosistem darat (Nurmeilisa et al., 2024). Tumbuhan ini tidak hanya menghasilkan oksigen dan bahan organik, tetapi juga menjadi tempat hidup dan sumber makanan bagi berbagai organisme (Ayatusa'adah et al., 2025). Struktur dan morfologi tumbuhan tingkat tinggi umumnya kompleks, terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah, yang memungkinkan mereka beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi (Nur A'in et al., 2024). Pola hidupnya meliputi siklus pertumbuhan vegetatif dan generatif, serta kemampuan berinteraksi dengan mikroorganisme tanah, seperti mikoriza dan bakteri pereduksi nitrogen, yang memengaruhi kesehatan dan produktivitas komunitas tumbuhan (Sutaryo et al., 2022). Beberapa faktor yang memengaruhi keberadaan dan distribusi tumbuhan tingkat tinggi diantaranya adalah kondisi tanah, ketersediaan air, intensitas cahaya, kompetisi antarspesies, serta gangguan manusia seperti pemangkasan dan pembangunan (Faisal & Nuraini, 2023).

Keanekaragaman spesies tumbuhan tingkat tinggi mencerminkan kondisi stabilitas dan kesehatan suatu ekosistem. Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang tinggi menunjukkan jika komunitas tumbuhan itu seimbang, tanpa adanya dominasi spesies tertentu. Studi oleh Sodikin (2023) di kawasan konservasi plasma nutfah Kalimantan Timur

menunjukkan bahwa nilai H' yang tinggi pada strata semai, pancang, dan pohon menandakan ekosistem yang mendukung keberadaan berbagai spesies secara optimal. Tumbuhan tingkat tinggi juga berkontribusi dalam mengatur iklim mikro, mencegah erosi, menyimpan karbon, serta menyediakan bahan pangan, obat-obatan, dan kayu (Baderan et al., 2021).

Lingkungan kampus sebagai salah satu bentuk ruang terbuka hijau perkotaan memiliki potensi besar dalam pelestarian keanekaragaman tumbuhan. Kampus dapat menjadi habitat alami maupun semi-alami bagi tumbuhan yang tumbuh liar maupun yang ditanam untuk kepentingan estetika, konservasi, dan edukasi (Jumrodah & Lestariningsih, 2020). Studi serupa yang dilakukan di Kampus Universitas Negeri Gorontalo dan UIN Sumatera Utara membuktikan bahwa lingkungan kampus mampu mendukung kehidupan puluhan spesies tumbuhan dengan indeks keanekaragaman yang cukup tinggi (Mokodompit et al., 2022; Hartono & Tanjung, 2024). Analisis kuantitatif terhadap keanekaragaman tumbuhan, seperti penggunaan indeks Shannon-Wiener, diperlukan untuk mengukur stabilitas komunitas tumbuhan dan menentukan langkah strategis dalam pengelolaan ruang hijau.

Kampus UIN Palangka Raya memiliki area vegetasi terbuka yang belum banyak diteliti secara ilmiah, khususnya dalam konteks keanekaragaman tumbuhan tingkat tinggi. Keterbatasan data dasar mengenai komposisi dan distribusi tumbuhan dapat menjadi hambatan dalam perencanaan ruang hijau kampus yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Padahal, informasi mengenai komposisi dan distribusi tumbuhan sangat penting sebagai dasar perencanaan ruang terbuka hijau yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Mengingat pesatnya pembangunan fisik dan potensi perubahan

tata ruang kampus, penelitian ini menjadi mendesak untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks keanekaragaman tumbuhan tingkat tinggi di area Gedung Pascasarjana UIN Palangka Raya, sehingga hasilnya dapat memberikan gambaran kondisi ekosistem lokal dan mendukung upaya konservasi vegetasi di lingkungan kampus.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah survey eksplorasi, yaitu mengadakan pengamatan secara langsung pada lokasi penelitian. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik jelajah. Teknik jelajah ini dilakukan dengan menjelajahi lokasi satu wilayah yang terdapat vegetasi tumbuhan. Pengambilan data dilakukan di Kampus UIN Palangka Raya, yang terdiri dari belakang Gedung pascasarjana. Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada minggu kedua bulan Mei. Data yang diperoleh, dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Selanjutnya pada proses identifikasi tumbuhan dianalisis dengan mendeskripsikan ciri-ciri dari

tumbuhan yang ditemukan dan analisis kuantitatif untuk menghitung keanekaragaman tumbuhan dengan menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$$

$$\text{Dimana : } P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman

N_i = Jumlah individu dalam satu spesies

N = Jumlah total individu spesies yang ditemukan

s = Jumlah spesies (Rozak, 2020).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan, tumbuhan tingkat tinggi yang ditemukan di area belakang Gedung pascasarjana ada 7 spesies yang berbeda. Hasil pengamatan di area belakang Gedung pascaarjana pada plot 1 dengan kuadran 10×10 m ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Plot 1 Belakang Pascasarjana

No	Spesies	Bahasa lokal	Habitus	Ciri
1.	<i>Melaleuca leucadendron</i>	Kayu Galam	Pohon	Kulit tebal berlapis-lapis
2.	<i>Imperata cylindrica</i>	Ilalang	Semak	Daun runcing, Panjang dan kasar
3.	<i>Passiflora foetida</i>	Sentheit/ Rambusa	Semak	Buahnya yang bulat kecil seperti kelereng dan diselimuti seperti jaring
4.	<i>Ageratum conyzoides</i>	Bandotan	Semak	Daunnya yang berbentuk bulat telur dan bunganya berwarna keunguan
5.	<i>Causonis trifolia</i>	Kepialu	Semak	Buah berwarna hitam
6.	<i>Acacia mangium</i>	Pohon akasia	Pohon	Kulit batang yang kasar dan berkerut
7.	<i>Uncaria acida</i>	Kait-kait	Semak	Memiliki kait pada batangnya yang panjangnya 2-3 cm



Gambar 1 Kayu galam

Kayu galam dikenal sebagai pohon dengan kulit tebal berlapis-lapis yang

memiliki manfaat utama sebagai bahan konstruksi, khususnya untuk tiang rumah dan jembatan di lahan gambut karena ketahanannya terhadap pelapukan dan air. Selain itu, kayu galam juga digunakan sebagai bahan baku arang dan memiliki potensi sebagai tanaman reklamasi lahan gambut, meskipun referensi khusus dari

jurnal tidak ditemukan dalam hasil pencarian ini.



Gambar 2 Ilalang

Ilalang (*Imperata cylindrica*) memiliki banyak manfaat, antara lain sebagai bahan bioherbisida dan biofungisida alami karena mengandung senyawa bioaktif seperti 2-ethyl-1-hexanol yang efektif menghambat pertumbuhan gulma dan jamur pathogen. Akar ilalang juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk meningkatkan stamina dan daya tahan tubuh, terbukti secara ilmiah mampu meningkatkan stamina mencit jantan. Selain itu, ilalang dapat digunakan sebagai bahan penutup alas kandang ayam, bahan baku pulp dan kertas, serta sebagai media alternatif pertumbuhan jamur merang yang dapat meningkatkan hasil panen jamur (Rosdiana et.al 2023).



Gambar 3 Senthiet/Rambusa

Senthiet/Rambusa (*Passiflora foetida*) memiliki buah bulat kecil yang dilindungi struktur seperti jaring. Tanaman ini dikenal dalam pengobatan tradisional sebagai sumber antioksidan dan antimikroba, serta digunakan untuk mengobati luka, demam, dan gangguan pencernaan.



Gambar 4 Bandotan

Bandotan (*Ageratum conyzoides*) merupakan semak dengan daun bulat telur dan bunga keunguan yang banyak digunakan

sebagai tanaman obat tradisional. Ekstrak bandotan memiliki aktivitas antibakteri, antijamur, dan antiinflamasi, serta dapat digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama pertanian.



Gambar 5 Kepialu

Kepialu (*Causonis trifolia*) dikenal sebagai semak dengan buah hitam. Tanaman ini secara tradisional digunakan sebagai obat herbal untuk mengatasi masalah pencernaan dan sebagai antioksidan.



Gambar 6 Pohon Akasia

Pohon Akasia (*Acacia mangium*) kulit batang kasar dan berkerut bermanfaat sebagai tanaman penghijauan, reklamasi lahan, dan sumber kayu industri serta pulp. Akasia juga berperan dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan melalui fiksasi nitrogen.



Gambar 7 Kait kait

Kait-kait (*Uncaria acida*) memiliki batang dengan kait khas. Tanaman ini dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional sebagai antiinflamasi dan antipiretik, serta digunakan untuk mengobati luka dan infeksi.

Berdasarkan data pada tabel 1. Selanjutnya dilakukan analisis indeks keanekaragaman tumbuhan menggunakan rumus Shannon-wiener ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman

No	Nama Spesies	Jumlah	ni/N	ln n/N	H'
1	<i>Melaleuca leucadendron</i>	8	0,02	-3,72	-0,09
2	<i>Imperata cylindrica</i>	250	0,76	-0,27	-0,21
3	<i>Passiflora foetida</i>	6	0,02	-4,00	-0,07
4	<i>Ageratum conyzoides</i>	25	0,08	-2,58	-0,20
5	<i>Causonis trifolia</i>	5	0,02	-4,19	-0,06
6	<i>Acacia mangium</i>	1	0,00	-5,80	-0,02
7	<i>Uncaria acida</i>	34	0,10	-2,27	-0,23
Total		329			0,88

Berdasarkan data mengenai indeks keanekaragaman tumbuhan, tercatat sebanyak 329 individu dari 7 spesies yang teridentifikasi. Spesies paling dominan adalah *Imperata cylindrica* dengan jumlah individu sebanyak 250 atau sekitar 65% dari total populasi. Dominasi spesies ini menghasilkan nilai H' sebesar -0,21, yang menunjukkan kontribusi besar terhadap rendahnya penyebaran merata antar spesies. Spesies lain yang cukup menonjol adalah *Uncaria acida* yang juga memberikan kontribusi terhadap indeks keanekaragaman. Sementara itu, spesies seperti *Acacia mangium*, *Causonis trifolia*, dan *Stenochaena palustris* hanya memiliki 1–6 individu, dengan nilai H' sangat kecil (sekitar -0,02 hingga -0,07), menunjukkan tingkat kelangkaan yang tinggi. Nilai total indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') adalah 0,88, yang termasuk dalam kategori keanekaragaman rendah. Ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah spesies tidak terlalu sedikit, struktur komunitasnya sangat didominasi oleh satu spesies *Imperata cylindrica*, sehingga distribusi spesies tidak merata. Secara keseluruhan, komunitas ini memiliki keanekaragaman yang terbatas karena tingginya dominasi spesies tertentu.

Dominasi spesies tertentu dalam suatu komunitas tumbuhan merupakan faktor utama yang memengaruhi nilai indeks keanekaragaman jenis. Berdasarkan hasil

penelitian, dominasi *Imperata cylindrica* yang mencapai 65% dari total individu menyebabkan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') hanya sebesar 0,88, yang tergolong dalam kategori rendah. Fenomena ini sejalan dengan temuan dalam Nuraina et.al (2018), yang menegaskan bahwa nilai indeks dominansi yang tinggi menandakan penguasaan komunitas oleh satu spesies, sehingga menurunkan keanekaragaman secara keseluruhan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa dominasi satu spesies akan menurunkan nilai H' meskipun jumlah spesies relatif banyak, karena distribusi individu menjadi tidak merata. Hal ini diperkuat oleh Anjani et. al (2022), yang menyoroti bahwa nilai kemerataan (evenness) yang rendah akibat dominasi spesies tertentu akan menurunkan nilai keanekaragaman meskipun kekayaan jenis cukup tinggi. Lebih lanjut, penelitian Nahlunnisa et.al (2016) juga menemukan bahwa dominasi jumlah individu yang tidak proporsional pada satu spesies akan menurunkan nilai indeks Shannon-Wiener, karena indeks ini sensitif terhadap distribusi individu antar spesies. Dengan demikian, meskipun komunitas memiliki sembilan spesies, tingginya dominasi *Imperata cylindrica* menyebabkan komunitas tersebut memiliki struktur yang tidak seimbang dan keanekaragaman yang terbatas.

Secara keseluruhan, menegaskan bahwa dominasi spesies tertentu seperti *Imperata cylindrica* sangat berpengaruh dalam menurunkan nilai keanekaragaman dan menciptakan distribusi individu yang tidak merata dalam komunitas tumbuhan.

Pengamatan kedua dilakukan di area belakang Gedung pascaarjana pada plot 2 dengan kuadran 2 x 2 m. Hasil pengamatan ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Plot 2 Belakang Pascasarjana

No	Spesies	Bahasa lokal	Habitus	Ciri
1.	<i>Ageratum conyzoides</i>	Bandotan	Semak	Daun berbentuk bulat telur, bunga ungu kebiruan, berbau khas
2.	<i>Axonopus compressus</i>	Rumput Israel	Semak	Daun sempit, menjalar, membentuk karpet hijau padat
3.	<i>Imperata cylindrica</i>	Alang-alang	Semak	Daun panjang dan tajam, bunga putih seperti bulu
4.	<i>Pennisetum purpureum</i>	Rumput Gajah	Semak	Batang tinggi, daun panjang, digunakan sebagai pakan ternak
5.	<i>Passiflora foetida</i>	Rambusa	Semak	Daun menjari, buah bulat kecil tertutup benang halus, berbau khas
6.	<i>Mimosa pudica</i>	Putri malu	Semak	Daun menutup saat disentuh, bunga bulat berwarna ungu muda
7.	<i>Mikania micrantha</i>	Sembung Rambat	Semak	Daun segitiga, pertumbuhan sangat cepat, bunga kecil putih kehijauan
8.	<i>Aerva sanguinolenta</i>	Sisik Betok	Semak	Daun kecil, berbulu, warna hijau keperakan
9.	<i>Ipomoea aquatica</i>	Kangkung	Semak	Batang berongga, daun berbentuk panah, bunga ungu pucat
10.	<i>Cleome gynandra</i>	Maman Lanang	Semak	Daun menjari, bau khas, bunga putih hingga ungu muda
11.	<i>Cyperus rotundus</i>	Rumput Teki	Semak	Daun sempit, bunga coklat keunguan, akar berbentuk umbi



Gambar 8 Bandotan

Bandotan (*Ageratum conyzoides*) mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tannin, dan glikosida yang memberikan manfaat farmakologis sebagai antidiabetes, antiinflamasi, antioksidan, analgesik, ansiolitik, dan antibakteri. Ekstrak bandotan terbukti efektif untuk pengobatan infeksi bakteri, luka, dan infeksi saluran pencernaan, serta memiliki efek analgesik dan antioksidan yang signifikan.



Gambar 9 Rumput Israel

Rumput Israel (*Axonopus compressus*) atau rumput pahit mengandung metabolit sekunder seperti tannin, alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid, dan karotenoid. Ekstrak etanol rumput ini menunjukkan aktivitas antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen, sehingga berpotensi sebagai agen antimikroba alami.



Gambar 10 Alang-alang

Alang-alang (*Imperata cylindrica*) diketahui memiliki rizosfer yang kaya mikroorganisme bermanfaat, khususnya

bakteri agens hayati yang dapat digunakan untuk pengendalian hayati patogen tanaman seperti *Rigidoporus microporus*. Selain itu, alang-alang juga menghasilkan senyawa alelopati yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya.



Gambar 11 Rumput Gajah

Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) merupakan sumber hijauan pakan ternak yang sangat produktif, dengan produksi biomassa tinggi dan kandungan nutrisi yang baik. Rumput ini tidak hanya digunakan untuk pakan ruminansia, tetapi juga untuk ternak non-ruminansia, dan dapat diolah menjadi silase atau pupuk organik.



Gambar 12 Rambusa

Rambusa (*Passiflora foetida*) memiliki kandungan senyawa aktif yang bermanfaat untuk menurunkan kadar kolesterol, bersifat antiulcer, dan memiliki aktivitas antioksidan. Ekstrak daun rambusa terbukti secara signifikan menurunkan indeks ukus dan meningkatkan pH lambung, serta mengurangi peroksidasi lipid.



Gambar 13 Putri Malu

Putri Malu (*Mimosa pudica*) dikenal memiliki efek farmakologis sebagai antidiabetes, antioksidan, antidepresan, antihiperlipidemik, antiinflamasi, antihiperurisemia, dan penyembuh luka

bakar. Senyawa potensial yang terkandung di dalamnya antara lain luteolin, apigenin, quercetin, avicularin, dan stigmasterol.



Gambar 14 Sembung Rambat

Sembung Rambat (*Mikania micrantha*) dikenal memiliki aktivitas antiinflamasi, antimikroba, dan antioksidan. Ekstrak daunnya mengandung senyawa aktif seperti seskuiterpen, flavonoid, dan asam fenolat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen serta mempercepat penyembuhan luka. Beberapa studi juga menunjukkan potensi tanaman ini dalam menghambat sel kanker secara *in vitro*. Selain itu, tanaman ini juga menghasilkan senyawa alelopati yang memengaruhi pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya.



Gambar 15 Sisik Betok

Sisik Betok (*Aerva sanguinolenta*) memiliki khasiat farmakologis sebagai antidiabetes, antioksidan, dan hepatoprotektif (pelindung hati). Tanaman ini mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan fenol yang berperan dalam menetralkan radikal bebas. Di beberapa negara Asia Selatan, tumbuhan ini digunakan secara tradisional untuk mengobati gangguan hati, infeksi saluran kemih, dan peradangan.



Gambar 16 Kangkung

Kangkung (*pomoea aquatica*) dikenal luas sebagai sayuran dengan nilai gizi tinggi dan memiliki potensi sebagai agen antidiabetes dan neuroprotektif. Kandungan utama yang bermanfaat meliputi flavonoid, vitamin C, karotenoid, dan asam fenolat. Studi menunjukkan bahwa ekstrak daun kangkung mampu menurunkan kadar glukosa darah dan berperan dalam perlindungan terhadap stres oksidatif pada sel otak.



Gambar 17 Maman Lanang

Maman Lanang (*Cleome gynandra*) memiliki khasiat sebagai antiinflamasi, antibakteri, dan antikanker. Tanaman ini mengandung senyawa fitokimia seperti glukosinolat, flavonoid, dan vitamin A serta C yang tinggi. Selain digunakan sebagai sayuran lokal di beberapa daerah, tanaman ini juga menunjukkan aktivitas imunomodulator dan dapat digunakan dalam pengobatan

herbal untuk masalah pencernaan dan infeksi kulit.



Gambar 18 Rumput Teki

Rumput Teki (*Cyperus rotundus*) merupakan tanaman obat yang digunakan dalam pengobatan tradisional sebagai antidiabetes, analgesik (peredam nyeri), antidepresan, dan antimikroba. Umbi rumput teki kaya akan senyawa seperti *cyperene*, *cyperol*, dan *patchoulenone* yang berperan dalam mengurangi peradangan serta membantu meredakan gangguan pencernaan dan nyeri haid. Tanaman ini juga dilaporkan memiliki aktivitas antikanker dan sebagai pengatur hormon wanita.

Berdasarkan data dalam tabel 3, Plot 2 belakang pascasarjana dilakukan analisis indeks keanekaragaman tumbuhan menggunakan rumus Shannon-wiener sebagai berikut:

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman

No	Nama Spesies	Jumlah Individu	ni/N	ln n/N	H'
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	32	0,24	-1,43	-0,34
2	<i>Axonopus compressus</i>	10	0,07	-2,60	-0,19
3	<i>Imperata cylindrica</i>	37	0,28	-1,29	-0,36
4	<i>Pennisetum purpureum</i>	1	0,01	-4,90	-0,04
5	<i>Passiflora foetida</i>	1	0,01	-4,90	-0,04
6	<i>Mimosa pudica</i>	6	0,04	-3,11	-0,14
7	<i>Mikania micrantha</i>	18	0,13	-2,01	-0,27
8	<i>Aerva sanguinolenta</i>	7	0,05	-2,95	-0,15
9	<i>Ipomoea aquatica</i>	2	0,01	-4,20	-0,06
10	<i>Cleome gynandra</i>	13	0,10	-2,33	-0,23
11	<i>Cyperus rotundus</i>	7	0,05	-2,95	-0,15
		134	1,00	-32,66	1,97

Berdasarkan data pada Tabel 4. tercatat sebanyak 134 individu yang terdiri dari 11 jenis tumbuhan. Spesies yang paling dominan dalam komunitas ini adalah *Imperata*

cylindrica dengan 37 individu (28%), diikuti oleh *Ageratum conyzoides* sebanyak 32 individu (24%), dan *Mikania micrantha* sebanyak 18 individu (13%). Ketiga spesies

ini memberikan kontribusi terbesar terhadap struktur komunitas, dengan nilai H' masing-masing -0,36, -0,34, dan -0,27. Sementara itu, beberapa spesies seperti *Pennisetum purpureum*, *Passiflora foetida*, dan *Ipomoea aquatica* hanya memiliki 1–2 individu dengan nilai H' yang sangat kecil (-0,04 sampai -0,06), yang menunjukkan bahwa keberadaan mereka tidak terlalu signifikan terhadap keseluruhan komunitas. Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') total adalah 1,97, yang menunjukkan tingkat keanekaragaman tinggi. Ini berarti bahwa meskipun ada spesies yang dominan, distribusi individu antar spesies relatif lebih merata dibandingkan dengan tabel sebelumnya.

Komunitas tumbuhan yang memiliki jumlah spesies lebih banyak dan distribusi individu yang lebih merata akan menunjukkan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang lebih tinggi, menandakan ekosistem yang lebih stabil dan sehat. Berdasarkan data pada tabel “Indeks Keanekaragaman Jenis” kedua, tercatat 134 individu dari 11 spesies dengan nilai H' sebesar 1,97. Nilai ini termasuk dalam kategori keanekaragaman tinggi, yang menunjukkan bahwa meskipun terdapat spesies dominan seperti *Imperata cylindrica* (28%), *Ageratum conyzoides* (24%), dan

Mikania micrantha (13%), distribusi individu antar spesies relatif seimbang.

Fenomena ini selaras dengan temuan Anjani et.al (2022) dan Nuraina et.al (2018), yang menyatakan bahwa tingginya nilai H' menunjukkan komunitas memiliki struktur yang lebih merata dan tidak terlalu didominasi oleh satu spesies. Penelitian Studi Keanekaragaman Spesies Tumbuhan oleh Nahlunnisa (2016) juga mendukung bahwa semakin merata distribusi individu antar spesies, semakin tinggi pula nilai keanekaragaman yang dicapai, sehingga ekosistem menjadi lebih stabil dan resilien terhadap gangguan lingkungan. Selain itu, keberadaan beberapa spesies dengan jumlah individu yang sedikit, seperti *Pennisetum purpureum*, *Passiflora foetida*, dan *Ipomoea aquatica*, memang tidak memberikan kontribusi besar terhadap nilai H' , namun tetap memperkaya komposisi spesies dalam komunitas.

Tabel 5. Rata-Rata Keanekaragaman

Nama Plot	Jumlah Spesies	ni/N	ln n/N	H'
Plot 1	329	1,00	-22,83	0,88
Plot 2	134	1,00	-32,66	1,97
Nilai Rata-rata	25,72	1,00	-27,74	-0,099990038

Berdasarkan data perhitungan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') pada dua plot yang diamati seperti Tabel 5, terdapat perbedaan mencolok dalam nilai keanekaragaman spesies, yaitu plot 1 memiliki jumlah individu 329 dan indeks keanekaragaman $H' = 0,88$. Plot 2 memiliki jumlah individu 134 dan indeks keanekaragaman $H' = 1,97$

Plot 1 cenderung didominasi oleh beberapa spesies tertentu. Hal ini terlihat dari data sebelumnya yaitu *Imperata cylindrica* yang mendominasi jumlah individu secara signifikan (76%). Hal ini menyebabkan nilai keanekaragaman menjadi rendah, meskipun jumlah individu secara keseluruhan cukup besar. Plot 2, meskipun memiliki jumlah individu yang lebih sedikit, menunjukkan penyebaran spesies yang lebih seimbang, sehingga meningkatkan nilai H' . Hal ini mencerminkan kondisi lingkungan yang mungkin lebih stabil dan mendukung keberadaan berbagai spesies secara seimbang. Pertumbuhan tanaman akan meningkat jika suhu meningkat dan kelembaban menurun, begitupun sebaliknya (Gurnita et al., 2022).

Perbandingan kedua nilai H' menunjukkan bahwa Plot 2 memiliki keanekaragaman spesies yang lebih tinggi dibandingkan dengan Plot 1. Nilai H' pada Plot 2 hampir dua kali lipat dari Plot 1, yang mengindikasikan bahwa komposisi spesies di Plot 2 lebih beragam dan distribusinya lebih merata.

Dengan demikian, komunitas tumbuhan pada data ini dapat dikatakan lebih sehat dan stabil, karena mampu menopang fungsi ekosistem sehingga distribusi individu antar spesies lebih merata dan tidak terjadi dominasi ekstrim oleh satu spesies saja. Kondisi ini sangat penting untuk menjaga fungsi ekosistem dan meningkatkan ketahanan komunitas terhadap perubahan lingkungan. Hal ini mengindikasikan ekosistem yang lebih stabil dan tidak terlalu

didominasi oleh satu atau dua spesies saja (Permatasari et al., 2025).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di dua plot di area belakang Gedung Pascasarjana, ditemukan perbedaan signifikan dalam struktur komunitas tumbuhan tingkat tinggi. Plot 1 terdiri dari 7 spesies dengan jumlah individu sebanyak 329 dan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 0,88, yang tergolong dalam kategori keanekaragaman rendah. Hal ini disebabkan oleh dominasi spesies *Imperata cylindrica* yang mencapai 76% dari total individu, sehingga distribusi spesies menjadi tidak merata. Sebaliknya, Plot 2 mencatat 11 spesies dengan total individu sebanyak 134 dan nilai H' sebesar 1,97 yang tergolong dalam kategori keanekaragaman tinggi. Meskipun terdapat beberapa spesies dominan seperti *Imperata cylindrica* dan *Ageratum conyzoides*, distribusi individu antar spesies di Plot 2 lebih seimbang, mencerminkan ekosistem yang lebih stabil dan sehat. Perbandingan ini menunjukkan bahwa jumlah spesies dan penyebaran individu yang merata memiliki pengaruh besar terhadap tingginya nilai keanekaragaman. Oleh karena itu, upaya konservasi dan pengelolaan vegetasi perlu mempertimbangkan dominasi spesies serta mendorong keberagaman jenis untuk menjaga stabilitas ekosistem lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, W., Umam, A. H., & Anhar, A. (2022). Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Vegetasi Hutan Pada Taman Hutan Raya Lae Kombih Kecamatan Penanggalan, Kota Subulussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 770-778.
- Ayatusa'adah, Jumrodah, Hasanah, U., Meiana, N. A., Gunawan, Awaluddin, A. M., & Hayati, E. (2025).

- Inventarisasi Tumbuhan Paku Pada Biotop Terdedah Dan Ternaung Di Kawasan Habaring Hurung Palangka Raya. *JPSP: Jurnal Penelitian Sains Dan Pendidikan*, 5(1).
- Baderan, D. W. K., Rahim, S., Angio, M., & Salim, A. B. (2021). Keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan spesies tumbuhan dari geosite potensial benteng otanaha sebagai rintisan pengembangan geopark provinsi Gorontalo. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 14(2), 264-274.
- Faisal, M., & Nuraini, S. (2023). *Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Distribusi Vegetasi di Ekosistem Urban*. *Ekologi Perkotaan*, 5(2), 88–94.
- Gurnita, Prasasti, A. R., Ibrahim, Y., & Mulyadi, A. (2022). Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Di Taman Buru Gunung Masigit Kareumbi, Cicalengka. *BIOSFER: Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*, 7(1).
- Jumrodah, J., & Lestariningsih, N. (2020). Inquiry Based Learning On The Ability To Write Scientific Material On Plant Physiology In Pre-Service Biology Teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042002>
- Hartono, A., & Tanjung, I. F. (2024). Identifikasi Keanekaragaman Tumbuhan Poaceae di Kampus II UIN Sumatra Utara. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 74-82.
- Kumar, A., & Sharma, R. (2022). Ethnomedicinal, Phytochemical and Pharmacological Aspects of Cleome gynandra. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 15(5), 85–89.
- Kusmana, C., & Hikmat, A. (2015). Keanekaragaman hayati flora di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 5(2), 187-187.
- Liu, C. M., & Wang, H. (2021). Bioactive Compounds and Pharmacological Properties of Cyperus rotundus – A Review. *Pharmacognosy Reviews*, 15(29), 24–30.
- Mokodompit, R., Kandowangko, N. Y., & Hamidun, M. S. (2022). Keanekaragaman Tumbuhan di Kampus Universitas Negeri Gorontalo Kecamatan Tilong Kabila Kabupaten Bone Bolango. *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 7(1), 75-80.
- Nahlunnisa, H., Zuhud, E. A., & Santosa, Y. (2016). Keanekaragaman spesies tumbuhan di arealnilai konservasi tinggi (nkt) perkebunan kelapa sawit provinsi riau. *Media Konservasi*, 21(1), 91-98.
- Nuraina, I., & Prayogo, H. (2018). Analisa komposisi dan keanekaragaman jenis tegakan penyusun hutan tembawang jelomuk di Desa Meta Bersatu kecamatan Sayan Kabupaten Melawi. *Jurnal Hutan Lestari*, 6(1).
- Nurmeilisa, Jumrodah, & Supriatin, A. (2024). The Potential of Sea Pandan (*Pandanus tectorius*) Fiber as a Non-Food Industry Material Towards Sustainable Development. *Eksakta : Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 25(01), 99–110. <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol2-5-iss01/489>
- Nur A'in, L., Jumrodah, & Supriatin, A. (2024). The Potential Utilization Of Rasau Fiber (*Pandanus helicopus*) As An Alternative Non-Food Industry Material Towards A Creative Economy. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*,

- 10(2), 196–209.
<https://doi.org/10.31289/biolink.v10i2.11195>
- Patil, U. S., & Jadhav, R. N. (2019). Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Aerva sanguinolenta*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 11(3), 1–6.
- Permatasari, D., Safe'i, R., & Rusita. (2025). Perubahan Nilai Kesehatan Hutan Berdasarkan Indikator Biodiversitas Pohon Di Hutan Rakyat Desa Kubu Batu. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil: Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan Dan Pertanian*, 09(01).
- Rosdiana, D., Owliyah, S. N., Rahmawati, D., Gunawan, D., Mufid, F. Z., & Benatar, G. V. (2023). Analisis Senyawa Bioaktif Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Yang Berpotensi Sebagai Biofungisida Dengan Gc-Ms (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). *Ja-Crops (Journal Of Agrotechnology And Crop Science)*, 1(2), 20-24.
- Rukmana, R. (2020). *Tanaman Obat Tradisional dan Khasiatnya*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rozak, A. H., Astutik, S., Mutaqien, Z., Sulistyawati, E., & Widyatmoko, D. (2020). Efektifitas Penggunaan Tiga Indeks Keanekaragaman Pohon Dalam Analisis Komunitas Hutan; Studi Kasus di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Indonesia. *Journal of Forest Research and Nature Conservation*, 17(1), 35-47.
- Setiawan, A. (2022). Keanekaragaman hayati Indonesia: Masalah dan upaya konservasinya. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), 13-21.
- Sari, P., & Hermanto, B. (2023). Potensi Antioksidan dan Antidiabetes Ekstrak Etanol Daun Kangkung (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Gizi dan Fitofarmaka Indonesia*, 4(1), 15–22.
- Silalahi, M. (2016). Keanekaragaman dan distribusi tumbuhan bermanfaat di pekarangan kampus Universitas Kristen Indonesia (UKI) Cawang, Jakarta Timur. *Jurnal Biologi*, 20(2), 75-82.\
- Sodikin, D. M. (2023). Keanekaragaman Tumbuhan Di Kawasan Pelestarian Plasma Nutfah Pt Surya Hutani Jaya Provinsi Kalimantan Timur. *Journal of Forestry And Environment*, 6(2), 100-106.
- Sutaryo, E., Mulyani, E., & Prasetya, A. (2022). *Adaptasi Morfologi dan Struktur Akar pada Tumbuhan Tingkat Tinggi di Lingkungan Tertekan*. *Jurnal Biologi Tropika*, 14(1), 25–32.
- Zhang, X., Li, Y., & Wang, L. (2021). Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Mikania micrantha*: A Review. *Journal of Ethnopharmacology*, 266, 113456.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113456>

Penerapan Pembelajaran Inkuiiri Siswa Kelas X MAN 1 Pasaman Barat Terhadap Hasil Belajar Materi Perubahan Iklim

Fitri Adila¹, Nurhadi², Mimin Mardhiah Zural³

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Sumatera Barat
Jl. Gunung Pangilun, Kec. Padang Utara, Kota Padang

e-mail: adilafitri1003@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi akibat dari pembelajaran *teacher center*, kurangnya kemampuan guru dalam menggunakan media dan pengelolaan kelompok belajar, membuat siswa menjadi tidak tertarik dalam pembelajaran, yang berdampak pada hasil belajar siswa di kelas X MAN 1 Pasaman Barat yang jauh di bawah KKTP (hanya 37–57%). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan pembelajaran inkuiiri pada siswa Kelas X MAN 1 Pasaman Barat terhadap hasil belajar materi Perubahan Iklim. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan *randomized control-group posttest only design*. Sampel penelitian yaitu kelas X.E5 sebagai kelas eksperimen dengan pembelajaran inkuiiri, dan kelas X.E6 sebagai kelas kontrol dengan pembelajaran *direct learning* (ceramah dan diskusi kelompok). Penilaian dilakukan pada tiga ranah hasil belajar (sikap, pengetahuan, dan keterampilan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa data pada semua aspek berdistribusi normal dan homogen. Uji hipotesis memperlihatkan bahwa Nilai thitung untuk ranah afektif (1,93), kognitif (2,54), dan psikomotor (4,85) semuanya lebih besar dari t tabel (1,66). Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran inkuiiri berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar.

Kata Kunci: hasil belajar, inkuiiri, kognitif, pembelajaran biologi, perubahan iklim

Abstract

This research was motivated by *teacher centered* learning, limited teacher ability in using instructional media, and poor management of learning groups, which caused students to become less interested in learning and had an impact on the learning outcomes of Grade X students at MAN 1 Pasaman Barat that were far below the Minimum Mastery Criteria (only 37–57%). The purpose of this study was to determine the effect of the implementation of inquiry learning on the learning outcomes of Grade X students at MAN 1 Pasaman Barat on Climate Change material. This study employed an experimental method with a *randomized control-group posttest only design*. The research sample consisted of class X.E5 as the experimental class using inquiry learning and class X.E6 as the control class using *direct learning* (lectures and group discussions). Assessment was conducted in three domains of learning outcomes (attitude, knowledge, and skills). The results showed that data in all aspects were normally distributed and homogeneous. Hypothesis testing showed that the calculated t-values for the affective (1.93), cognitive (2.54), and psychomotor (4.85) domains were all greater than the t-table value (1.66). This proves that inquiry learning has a significant effect on improving learning outcomes.

Keywords: biology learning, climate change, cognitive, inquiry, learning outcomes

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan suatu proses yang dirancang, dilaksanakan, serta dievaluasi secara terstruktur untuk membantu peserta didik mencapai tujuan belajar dengan cara yang efektif dan efisien (Widiasworo, 2017). Tujuan, materi, dan metode merupakan komponen dari pembelajaran yang perlu diperhatikan guru serta penilaian. Pembelajaran ini juga disebut sebagai hubungan yang dilakukan timbal balik antara peserta didik dan pendidik. dimana tujuan, materi, metode serta penilaian dapat mendukung proses pembelajaran (Rusman, 2015).

Pembelajaran tidak hanya meliputi kegiatan belajar mengajar yang terjadi antara peserta didik dengan guru. Tetapi, dalam proses pembelajaran tersebut, ada interaksi yang intens antara peserta didik dengan guru. Peserta didik sebagai pelaku utama (subjek) pembelajaran, sedangkan guru sebagai fasilitator yang mendampingi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Oleh karena itu, seharusnya peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran (Jayawardana, 2017). Namun, untuk membuat peserta didik menjadi lebih aktif membutuhkan kreativitas dari seorang guru dalam merancang dan mengelola suatu pembelajaran.

Pembelajaran biologi adalah salah satu bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA). Pada dasarnya biologi bukanlah ilmu yang sulit dipelajari, dengan belajar biologi berarti belajar mengenai diri sendiri dan lingkungan yang ada disekitarnya (Harefa dkk., 2022). Biologi juga berkaitan dengan cara mencari tahu dan memahami alam secara sistematis. Sehingga biologi bukan hanya penguasaan dan pengumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan (Harefa dkk., 2022).

Pembelajaran biologi tidak cukup disampaikan dalam pembelajaran dikelas hanya melalui transfer pengetahuan dari guru ke siswa namun perlu diberikan pengalaman belajar yang mendorong siswa untuk berpikir lebih dalam tentang materi yang ada. Dengan adanya inovasi tersebut di atas dituntut seorang guru untuk lebih kreatif dan inovatif, sehingga tolak ukur dalam

pembelajaran tidak hanya bertumpu pada hasil namun, juga pada saat proses belajar itu berlangsung (Arimbawa, 2022).

Pembelajaran yang kreatif dan inovatif hendaknya sinergis dengan paradigma baru dalam dunia pendidikan yang berorientasi pencapaian kompetensi. Dalam hal ini, tanggung jawab belajar berada pada diri peserta didik, tetapi guru tetap bertanggung jawab untuk menciptakan situasi yang mendorong prakarsa, motivasi dan tanggung jawab peserta didik untuk belajar sepanjang hayat (Nur wahidah, 2023).

Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh peneliti pada bulan januari tahun 2025 dengan salah satu guru biologi kelas X MAN 1 Pasaman Barat, didapatkan beberapa informasi, yaitu (1) sekolah sudah menerapkan kurikulum merdeka dari tahun 2023 dan menerapkan pendekatan saintifik dalam pembelajaran, namun seluruh kelas X mulai dari X.E 1 sampai dengan X.E 7 masih dilaksanakan dengan *teacher centered*; (2) untuk mendukung pembelajaran, guru menggunakan model pembelajaran kooperatif; (3) sebagian besar peserta didik menunjukkan ketidak-aktifan dalam diskusi, kurang percaya diri untuk bertanya, serta tidak fokus saat pembelajaran berlangsung; dan (4) Guru jarang menggunakan media pembelajaran, tidak mengelola kelompok berdasarkan kemampuan akademik peserta didik, dan kurang memanfaatkan teknologi dalam mengajar. Hal-hal ini dapat mengakibatkan peserta didik merasa bosan, tidak tertarik, dan lebih fokus pada hal-hal lain di luar materi pelajaran.

Permasalahan pembelajaran ini berdampak pada pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran, salah satunya materi perubahan iklim. Materi perubahan iklim ini menuntut pemahaman siswa mengenai kejadian atau fenomena perubahan yang terjadi pada iklim, gejala perubahan iklim, dampak perubahan iklim, penyebab perubahan iklim, upaya perubahan iklim, dan kerjasama global untuk mengatasi perubahan iklim. Namun akibat pembelajaran yang pasif tersebut siswa kurang memahami konsep-konsep pembelajaran materi perubahan iklim ini yang tampak pada hasil belajar siswa, dimana siswa yang mendapatkan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) 80 yang ditetapkan sekolah hanya sedikit.

Hal ini dibuktikan dari hasil penilaian tengah semester biologi siswa kelas X fase E pada materi Perubahan Iklim Semester Genap 2023/2024, dimana dari 7 (tujuh) kelas X MAN 1 Pasaman Barat, tidak satupun yang mendapatkan KKTP melebihi 80%, karena kelas-kelas tersebut hanya mendapatkan KKTP antara 37%-57%. Sehingga dari data tersebut diketahui KKTP siswa tergolong rendah pada materi perubahan iklim.

Hasil belajar merupakan hasil dari suatu interaksi tindak belajar dan tindak mengajar. Hasil belajar sebagai salah satu indikator pencapaian tujuan pembelajaran di kelas tidak terlepas dari faktor-faktor yang memengaruhi hasil belajar itu sendiri. Hasil belajar merupakan perubahan dalam pengetahuan, pemahaman, keterampilan dan nilai sikap yang bersifat sangat relatif dan berbekas dari suatu aktifitas mental atau psikis yang berlangsung dalam interaksi aktif dengan lingkungan (Berutu & Tambunan, 2018). hasil belajar merupakan prestasi belajar peserta didik secara keseluruhan, yang menjadi indikator kompetensi dan derajat perubahan perilaku yang bersangkutan (Wahida dkk., 2022).

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu adanya upaya yang dilakukan oleh guru untuk meningkatkan proses pembelajaran biologi maka diperlukan model pembelajaran yang tepat dalam proses pembelajaran dengan menggunakan pembelajaran Inkuiri, karena menurut Makawiyah dkk., (2024) dengan inkuiri siswa akan mengerti konsep-konsep dasar dan ide-ide dengan lebih baik, mendorong siswa untuk berpikir, dan bekerja atas inisiatifnya sendiri, lebih objektif, dan memberikan kepuasan yang bersifat dari dalam diri siswa dan situasi proses belajar menjadi lebih merangsang.

Hal ini didasarkan karena setiap peserta didik memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap informasi dari guru. Oleh karena itu, peran guru dalam menentukan cara penyampaian materi sangatlah penting agar pembelajaran dapat dipahami dengan baik. Salah satu pendekatan yang diyakini mampu mempermudah siswa dalam memahami serta mengingat materi adalah penggunaan model pembelajaran inkuiri. Pembelajaran inkuiri merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis untuk mencari dan

menemukan sendiri jawaban yang sudah pasti dari suatu masalah yang dipertanyakan (Siregar, 2023).

Pembelajaran inkuiri adalah salah satu model pembelajaran dimana peserta didik dituntut untuk memperoleh pengetahuan, kemampuan, dan sikap baru melalui prosedur ilmiah serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan lain (Herdianty dkk., 2021). Tujuan dari pembelajaran inkuiri yaitu untuk melatih peserta didik agar memiliki kedisiplinan yang tinggi dan melatih keterampilan intelektual peserta didik dengan cara merangsang rasa ingin tahu peserta didik (Farida dkk., 2024).

Berdasarkan latar belakang, maka peneliti telah melakukan penelitian dengan judul Penerapan Pembelajaran Inkuiri Kepada Siswa Kelas X MAN 1 Pasaman Barat Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Perubahan Iklim.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Mei hingga Agustus 2025 di MAN 1 Pasaman Barat pada Tahun Ajaran 2024/2025. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan memberikan penerapan pembelajaran inkuiri pada proses pembelajaran, sedangkan sebagai kelas kontrol diberikan pembelajaran dengan pendekatan saintifik. Pada penelitian ini rancangan yang digunakan adalah *randomized posttest only control design*.

Populasi pada penelitian ini adalah kelas X MAN 1 Pasaman Barat tahun ajaran 2024/2025 sebanyak dua kelas dengan jumlah peserta didik 65 peserta didik. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sampling* yang merupakan teknik pengambilan sampel yang mana setiap kelompok memiliki karakteristik yang sama atau nilai yang mendekati sama. Pada pemilihan kelas uji untuk dijadikan sampel diambil dari rata-rata nilai sama atau mendekati sama. Pemilihan kelas kontrol dan eksperimen dilakukan oleh peneliti dengan metode cabut lot. Berdasarkan hasil undian, diperoleh kelas X.E 5 sebagai kelas eksperimen dan kelas X.E 6 sebagai kelas kontrol.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes yang

merupakan data primer dalam penelitian berupa soal pilihan ganda sebanyak 31 soal. Data sekunder diperoleh dari guru berupa hasil belajar PTS siswa kelas X Fase E MAN 1 Pasaman Barat di Semester Genap Tahun Pelajaran 2024/2025.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah penilaian ranah kognitif yaitu tes tertulis, berupa soal objektif dengan lima option yang diberikan kepada kelas eksperimen dan kontrol. Agar didapatkan tes yang benar-benar valid, reliabilitas serta memperhatikan indeks kesukaran dan daya beda, maka terlebih dahulu dilakukan uji coba tes dengan melalakukan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Uji validitas, 2) Uji reliabilitas, 3) Uji indeks kesukaran, 4) Uji daya pembeda. Data yang sudah valid dilakukan tes akhir sehingga diperoleh soal yang valid untuk diujikan kepada kedua kelas sampel.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengolahan data dengan uji normalitas yaitu untuk mengetahui apakah data pada keseluruhan sampel berdistribusi normal, uji homogenitas yaitu untuk melihat kedua kelas sampel memiliki versisama/berbeda, dan uji hipotesis berfungsi untuk mengetahui dugaan sementara sesuai/tidaknya pengaruh terhadap kedua kelas sampel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

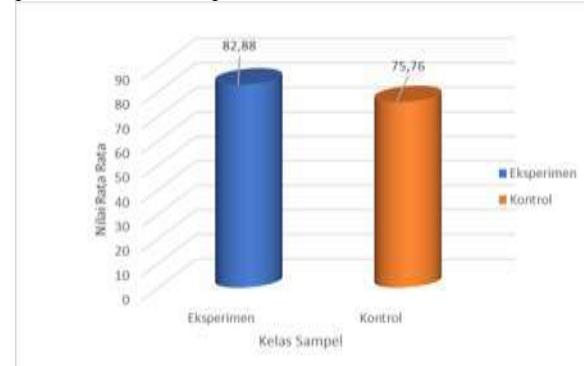
A. Hasil

Hasil penelitian penerapan pembelajaran inkuiri pada siswa kelas X MAN 1 Pasaman Barat berpengaruh terhadap hasil belajar pada materi perubahan iklim. Hasil belajar siswa kelas X MAN 1 Pasaman Barat pada materi perubahan iklim dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Belajar Siswa Kelas X MAN 1 Pasaman Barat Pada Materi Perubah

No	Data	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Hipotesis
1	Rata-rata	82,88	75,76	t_{hitung}
2	Uji normalitas	$L_O < l_{tabel}$ $= 0,0573 < 0,15$	$L_O < L_{tabel}$ $= 2,54 < 1,66$	$t_{hitung} > t_{tabel}$ $= 1,66 < 2,54$ $H_1 = \text{diterima}$
3	Uji homogenitas	$F_{hitung} < F_{tabel} = 0,75 < 1,84$		

Penilaian ranah kognitif diperoleh melalui tes akhir pada materi perubahan iklim. Tes akhir ini terdiri dari 25 soal yang semuanya merupakan soal pilihan ganda. Data hasil penilaian dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata rata hasil belajar ranah kognitif kelas sampel

Berdasarkan Gambar 1. diketahui bahwa rata-rata hasil belajar siswa pada penilaian kognitif di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Pada penilaian kognitif hasil uji hipotesis H_1 diterima dengan nilai rata-rata kelas eksperimen 82,88 dan kelas kontrol 75,76 dimana ketercapaian KKTP 69% untuk kelas eksperimen sedangkan kelas kontrol hanya 39%. Jadi, adanya perbedaan hasil belajar ranah kognitif yang signifikan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Berarti pembelajaran inkuiri yang diterapkan di kelas eksperimen mampu meningkatkan pemahaman siswa tentang materi perubahan iklim.

Tabel 2. Hasil belajar siswa terlihat dari KKTP

Kelas	Jumlah Siswa	KKTP	Tuntas		Tidak Tuntas	
			Σ	%	Σ	%
Eksperimen	32	80	22	69	10	31
Kontrol	33	80	13	39	20	61

B. Pembahasan

Penggunaan model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran perubahan iklim berpengaruh pada peningkatan hasil belajar siswa di ranah kognitif di kelas X MAN 1 Pasaman Barat. Rata-rata nilai kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol ($69,37 > 59,64$). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pembelajaran inkuiri berpengaruh positif dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Pada proses pembelajaran kelas eksperimen, saat mengumpulkan data, merumuskan hipotesis, siswa diminta untuk mencari jawaban dari berbagai sumber yang telah disediakan oleh guru. Jadi apabila siswa menemukan jawaban tersebut dengan hasil usahanya, maka materi tersebut akan terjaga di dalam memori siswa. Hal ini sesuai menurut Noviar dan Hastuti (2015), siswa yang berperan aktif dalam pembelajaran akan sangat berpengaruh terhadap tingginya hasil belajar siswa.

Sedangkan pada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran saintifik, meskipun langkah-langkah pembelajaran sudah mengikuti tahapan seperti mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengkomunikasikan, namun peran guru masih lebih dominan dalam proses penyampaian materi, sehingga pendekatan saintifik tersebut tidak mempengaruhi aktivitas siswa. Akibatnya, siswa cenderung mengikuti arahan guru tanpa banyak melakukan eksplorasi mandiri, sehingga pemahaman konsep kognitif yang terbentuk tidak sekuat pada kelas eksperimen yang mengutamakan aktivitas siswa untuk menemukan konsep. Menurut Alfarobi dkk., (2025) pembelajaran inkuiri menggabungkan pertanyaan dan keterlibatan aktif untuk belajar siswa menggunakan keterampilan aktif, berkelanjutan, dan berdasarkan pengetahuan sendiri yang melibatkan eksplorasi, mempertanyakan, membuat penemuan dan pengujian penemuan untuk menemukan pemahaman baru.

Tohir dan Mashari, (2020) juga menyatakan dengan adanya model pembelajaran inkuiri kegiatan belajar dapat melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan peserta didik untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri. Sasaran utama kegiatan pembelajaran inkuiri adalah keterlibatan peserta didik secara maksimal dalam proses kegiatan belajar, keterarahannya kegiatan secara logis dan sistematis.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa model inkuiri memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan hasil belajar kognitif siswa dibandingkan dengan pendekatan saintifik,

khususnya pada materi perubahan iklim di kelas X MAN 1 Pasaman Barat. Tingkat pemahaman siswa terhadap materi juga dapat dilihat pada saat evaluasi. Menurut Ardaya, (2016) Tingkat pemahaman siswa sangat dipengaruhi oleh aktivitas belajarnya. Jika aktivitas belajar meningkat dan membaik, maka pemahaman konsep terhadap materi akan tercermin dari hasil evaluasi, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan hasil serta ketuntasan belajar. Samaduri, (2022) menyatakan bahwa pengetahuan yang diperoleh peserta didik dari hasil belajar menghasilkan suatu pemahaman terhadap materi yang telah diajarkan. Setiap siswa memiliki kemampuan wawasannya masing-masing dalam mengeksplorasi suatu ilmu pengetahuan yang dipelajarinya.

Zural, (2018) juga mengatakan bahwa ranah kognitif sangat berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hal ini terlihat dari kegiatan pembelajaran berbasis masalah yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, mencari informasi, dan mengolah pengetahuan secara mandiri maupun kelompok. Kemampuan memahami konsep, menghubungkan pengetahuan dengan masalah nyata, serta menarik kesimpulan dari hasil diskusi menjadikan siswa lebih mudah menguasai materi. Dengan kata lain, semakin baik kemampuan kognitif siswa dalam memahami dan mengolah informasi, maka semakin baik pula hasil belajar yang dicapai.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran inkuiri pada proses pembelajaran dapat mempengaruhi hasil belajar materi perubahan iklim pada siswa kelas X MAN 1 Pasaman Barat pada ranah kognitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarobi, M., (2025). Respon Siswa Kelas XI SMAN 7 Tambun Selatan terhadap Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dalam Pembelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi pada Manusia. 3, 77–83. JUDIKA : Jurnal Pendidikan dan Bahasa, 3(2), 2025

- 77-83.Doi:
<https://doi.org/10.59696/judika.v3i2>
- Ardaya, D. A. (2016). Penerapan Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Materi IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(1), 72–83.
- Arimbawa, G.P.A. (2020). Penerapan Metode Inkuiiri Melalui Pemanfaatan Media Powerpoint Berbasis Mandiri untuk Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Belajar Biologi Mandiri pada Tema Sistem Kekebalan Tubuh manusia. 3(3) 2020, 557-563.
Doi:<http://dx.doi.org/10.23887/jippg.v3i3>
- Berutu, M. H. A., & Tambunan, M. I. H. (2018). Pengaruh Minat dan Kebiasaan Belajar Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Sma Se-Kota Stabat. *Jurnal Biolokus*, 1(2), 109. <https://doi.org/10.30821/biolokus.v1i2.351>
- Farida, D., Jariyah, A., Sinta, V. P., Wae, M., Biologi, J. P., Flores, U., Ratulangi, J. S., Tengah, K. E., & Ende, K. (2024). *Penerapan Model Inkuiiri Berbasis Etnobiologi Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik di SMPN 11 Satarmese*. 9(2).
- Harefa, M., Lase, N. K., & Zega, N. A. (2022). Deskripsi Minat Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(2), 381–389. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i2.65>
- Herdianty, Rifka dkk. 2021. “Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Kelas VIII SMP Negeri 13 Makassar.” *Jurnal UNM* (i)
- Jayawardana, H. B. A. (2017). Paradigma Pembelajaran Biologi Di Era Digital. *Jurnal Bioedukatika*, 5(1), 12. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v5i1.5628>.
- Maulani, B. I. G., Hardiana, H., & Jamaluddin, J. (2023). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Biologi Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem-Based Learning dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas X IPA 2 SMA Negeri 7 Mataram Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2632–2637. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1728>.
- Makawiyah, Zuraida, dan Salbiah (2024). *Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Pada Materi Ruang Lingkup Biologi Untuk Meningkatkan Hasil*. *Jurnal Sains Riset (JSR)* 522–531.
Doi:<http://dx.doi.org/10.23887/jippg.v3i3>
- Noviar, D., dan Hastuti, D. R. (2015). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Berbasis Scientific Approach Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X di SMA N 2 Banguntapan T.A. 2014 / 2015. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 42. <Https://Doi.Org/10.20961/BioedukasiUns.V8i2.3874>.
- Nurwahidah (2023). *Upaya Meningkatkan Aktivitas Belajar , Keterampilan Berpikir Kritis , dan Pemahaman Konsep Biologi Siswa melalui Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah*. *Jurnal Penelitian dan PKM Bidang Ilmu Pendidikan*. 4(1).
- Rusman. (2015). *Pembelajaran Tematik Terpadu*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Siregar, R. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiiri Terhadap Hasil Belajar Siswa Biologi Materi Pokok Jamur (Fungi) Di Kelas X SMA Negeri 1 Angkola Timur. *Jurnal Edugenesis*, 6(3), 28–35.
- Samaduri, A. (2022). *Analisis Pemahaman Konsep Siswa Yang Diukur Menggunakan Tes Pilihan Ganda*. *Jurnal Pendidikan Glasser*.

- 6 (1) 109-120
Doi:10.32529/glasser.v6i1.1466
- Siregar, R. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Siswa Biologi Materi Pokok Jamur (Fungi) di Kelas X SMA Negeri 1 Angkola Timur. *Jurnal Edugensis*, 6(3), 28–35.
- Tohir, A., & Mashari, A. (2020). *Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas IV SDN 27 Tegineneng*. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar* 4(1), 48–53.
- Wahida M., Margunayasa G., dan Gunartha W., (2022). *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing*. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*. 9(2) 2022. 274–285
DOI:<https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i2.676>.
- Widiasworo, E. (2017). Inovasi Pembelajaran Biologi Berbasis Life Skill & Entrepreneurship. Media Publisher.
- Zural, M.M., dan Febrinaldi, R. (2018). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem-Based Learning Terhadap Aktifitas Siswa. *Bioconcreta*, Volume 4(1), 19–30. <https://doi.org/10.22202/bc.2018.v4i1.2801>.

Pemanfaatan Ampas Kelapa Sebagai Pakan Maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*

Nunik Ekawandani¹, Sri Riani², dan Diah Mustikasari³

^{1,2,3}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Wanita Internasional
Jl. Pasirkaliki No. 179A, Kota Bandung Indonesia
e-mail: nunik.ekawandani@iwu.ac.id¹

Abstrak

Sampah organik merupakan sampah yang cepat membusuk dan dapat menimbulkan bau yang bisa mengganggu kesehatan dan estetika lingkungan. Banyak alternatif untuk mengelola sampah perkotaan saat ini, salah satunya adalah dengan menjadi sumber pakan alternatif dalam budidaya maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*. Maggot ini salah satu solusi inovatif dalam pengelolaan sampah dan pengembangan industri berkelanjutan. Salah satu sampah organik yang potensial namun belum dimanfaatkan secara optimal adalah ampas kelapa. Ampas kelapa mengandung serat dan nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan maggot, namun perlu dioptimalkan dalam formulasi pakan agar efisien dalam menghasilkan biomassa maggot berkualitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengelola sampah ampas kelapa yang ada di lingkungan menjadi sumber pakan alternatif dalam budidaya maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* dengan variasi pakan dengan sampah organik lainnya. Metode penelitian yang dilakukan adalah desain eksperimen rancang acak kelompok dengan 5 perlakuan dan 3 pengulangan. Hasil dari setiap perlakuan memperlihatkan perbedaan yang nyata, dari berat, panjang dan keberlangsungan hidup dari maggot tersebut. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa dengan komposisi pakan 50% ampas kelapa dan 50% sampah organik (P3) menunjukkan pertumbuhan yang paling baik.

Kata Kunci: Ampas kelapa, *Black soldier fly* (BSF), Maggot, Pengelolaan sampah

Abstract

*Organic waste decomposes rapidly and can generate odors that negatively affect environmental health and aesthetics. Various alternative approaches to urban waste management have been developed, one of which is its utilization as an alternative feed source in the cultivation of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) maggots. This species offers an innovative solution for waste processing as well as opportunities for sustainable industrial development. Among the various types of organic waste, coconut pulp represents a promising yet underutilized resource. It contains fiber and nutrients that can support maggot growth, although its formulation as feed requires optimization to efficiently produce high-quality maggot biomass. This study aims to utilize coconut pulp waste found in the surrounding environment as an alternative feed source for the cultivation of Black Soldier Fly maggots, combined with variations of other organic waste materials. The research employed an experimental method using a randomized block design with five treatments and three replications. The results of each treatment showed significant differences in the weight, length, and survival of the maggots. Observations showed that a feed composition of 50% coconut pulp and 50% organic waste (P3) demonstrated the best growth.*

Keywords: *Coconut pulp, Black Soldier Fly, Maggot, Waste Management.*

I. PENDAHULUAN

Sampah menjadi masalah lingkungan yang masih hangat saat ini di perkotaan, dimana penanganan yang belum tepat dan kesadaran masyarakat untuk mengurangi dan memanfaatkan sampah masih sangat minim. Pengelolaan sampah organik biasanya dengan cara mengubahnya menjadi pupuk kompos (Satrio, 2021), baik pupuk kompos dalam bentuk padat ataupun dalam bentuk pupuk cair (POC).

Produksi kelapa dan industri pengolahan santan menghasilkan ampas kelapa dalam volume besar, limbah ini kerap kali tidak dimanfaatkan dan berpotensi menjadi masalah lingkungan. Ampas kelapa merupakan salah satu sampah organik yang bisa banyak ditemui di sampah domestik di Indonesia, karena kelapa merupakan salah satu bahan baku dalam masakan tradisional di Indonesia. Tetapi ampas kelapa ini memiliki sifat yang cepat membusuk dan menimbulkan bau, sehingga perlu untuk secepatnya ditangani.

Pemanfaatan ampas kelapa sebagai sumber pakan untuk sistem biokonversi (larva BSF) dapat menjadi solusi ekonomi-sirkular: mengurangi limbah sekaligus menghasilkan produk bernilai tinggi (protein, minyak). Studi lokal menunjukkan ampas kelapa dapat berfungsi sebagai media pakan dan memengaruhi pertumbuhan maggot ketika dikombinasikan dengan bahan lain atau melalui fermentasi.

Biokonversi adalah salah satu teknik pengelolaan sampah organik. Menurut Mujahid, 2017 biokonversi merupakan proses penghancuran sampah organik melalui proses fermentasi dan penguraian oleh bakteri, jamur dan larva serangga family Calliphoridae, Muscidae, Stratiomyidae. Prosesnya berlangsung secara anaerob, salah satu pengurai ini adalah *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)*. Sehingga BSF ini bisa menjadi alternatif dalam pengelolaan sampah yang efektif di perkotaan, karena tidak membutuhkan ruang yang luas serta bisa dilakukan perorangan untuk pengelolaan sampah domestik.

Menurut Chikova, 2015, BSF merupakan serangga yang berasal dari Benua Amerika dan tersebar hampir ke seluruh dunia khususnya di wilayah subtropis dan tropis, termasuk Indonesia. BSF ini merupakan lalat yang tidak membawa vector penyakit, mempunyai siklus

hidup yang pendek. Tetapi larvanya yang disebut maggot memiliki keistimewaan bisa mengubah sampah organik menjadi protein hewani dan lemak serta mengurangi massa sampah hamper 50% hingga 60 % (Fahmi, 2018). Kebanyakan maggot ini dimanfaatkan sebagai pakan ternak (unggas ataupun ikan).

Black Soldier Fly (Hermetia illucens)

Black Soldier Fly (Hermetia illucens) merupakan serangga dari ordo Diptera yang fase larvanya dikenal sebagai maggot. Larva BSF memiliki kemampuan luar biasa dalam menguraikan berbagai jenis limbah organik, termasuk limbah rumah tangga, limbah pasar, dan limbah agroindustri. Kemampuan ini menjadikan BSF sebagai organisme potensial dalam sistem pengelolaan sampah berkelanjutan berbasis biokonversi (Diener et al., 2011; Amrul et al., 2022).

Fase larva merupakan tahap paling aktif dalam mengonsumsi pakan dan menyerap nutrien. Pada fase ini, larva mampu mengonversi bahan organik menjadi biomassa bernilai tinggi berupa protein dan lemak, serta menghasilkan residi berupa frass yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Siddiqui et al., 2022).

Maggot *Black Soldier Fly* atau biasa disebut larva lalat tentara hitam sebenarnya adalah serangga kecil yang punya peran besar dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Jika biasanya kita menganggap lalat itu menjijikkan dan sumber penyakit, *Black Soldier Fly* justru berbeda. Lalat dewasa BSF tidak makan, tidak hinggap di makanan, dan tidak menularkan penyakit. Tugas utamanya hanyalah berkembang biak. Yang berperan penting justru larvanya, yaitu maggot.

Maggot BSF dikenal sebagai "mesin pengurai alami". Mereka mampu mengonsumsi berbagai macam sampah organik, mulai dari sisa sayuran, buah busuk, limbah pasar, hingga ampas kelapa. Dengan raksasa, maggot mengubah limbah-limbah itu menjadi biomassa yang kaya protein dan lemak. Jadi, limbah yang biasanya hanya menumpuk dan menimbulkan bau, bisa diubah menjadi sesuatu yang bermanfaat.

Lebih dari sekadar produk, keberadaan maggot BSF memberi kita pelajaran penting, bahwa limbah bukanlah akhir dari segalanya.

Sampah bisa menjadi awal dari sesuatu yang baru, jika kita tahu cara memanfaatkannya. Maggot BSF adalah jembatan yang menghubungkan antara limbah dan nilai tambah, antara masalah dan solusi.



Gambar 1. Siklus hidup *Black Soldier Fly*
(Sumber: generasibiologi.com)

Telur → larva (fase makan) → prepupa → pupa → dewasa. Fase larva (makan aktif) biasanya berlangsung ±14–21 hari tergantung suhu dan kualitas pakan. Pada suhu optimal, periode bisa lebih pendek, suhu suboptimal memperlambat pertumbuhan (Siddiqui, 2022). Larva BSF efisien mengkonversi berbagai limbah organik menjadi biomassa kaya protein dan lemak, periode budidaya pra-pupa biasanya 14–24 hari tergantung substrat dan kondisi lingkungan.

Ampas Kelapa

Ampas kelapa merupakan limbah padat hasil samping industri pengolahan kelapa yang masih mengandung serat kasar, sisa minyak, dan karbohidrat kompleks. Meskipun jumlahnya melimpah dan murah, ampas kelapa memiliki keterbatasan sebagai pakan tunggal karena kandungan nitrogen yang relatif rendah dan struktur serat lignoselulosa yang sulit dicerna (Azman et al., 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ampas kelapa secara langsung sebagai media pakan menghasilkan pertumbuhan larva yang lebih lambat dibandingkan media limbah yang lebih kaya protein. Namun, potensi ampas kelapa dapat ditingkatkan melalui perlakuan awal seperti fermentasi atau pencampuran dengan bahan organik lain yang kaya nitrogen (Lim et al., 2022).

Fermentasi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mengolah ampas kelapa menjadi pakan. Fermentasinya menggunakan spora *Aspergillus niger* atau bahan aditif lainnya, seperti Effective Microorganism (EM4). Proses ini memungkinkan terjadinya reaksi, dimana senyawa kompleks diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim dari mikroorganisme (Kristianto, 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa larva BSF mampu mengurangi massa limbah organik hingga 30–79%, tergantung pada jenis dan kualitas substrat (Gold et al., 2018).

Kandungan nutrisi dalam ampas kelapa, yaitu protein kasar (5,6%), karbohidrat (38,1%), lemak kasar (16,3%), serat kasar (31,6%), kadar abu (2,6%) dan kadar air (5,5%) (Wulandari, 2017).

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah desain eksperimen rancang acak kelompok dengan 5 perlakuan dan 3 pengulangan. Hasil dari setiap perlakuan memperlihatkan perbedaan yang nyata, dari berat, ukuran dan warna dari maggot tersebut. Berikut komposisi pakan maggot: P0=Kontrol 100% sampah organik sisa makanan, P1=100% ampas kelapa murni segar, P2=75% ampas kelapa + 25% sampah organik sisa makanan, P3=50% ampas kelapa + 50% sampah organik sisa makanan, P4=25% ampas kelapa + 75% sampah organik sisa makanan.

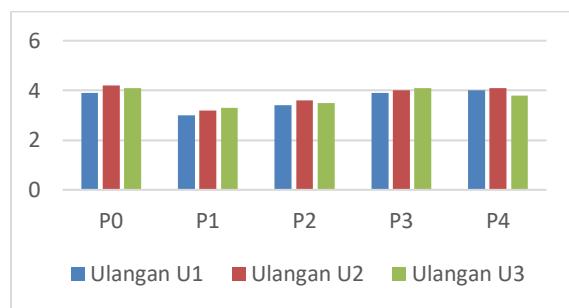
Formulasi pakan dengan mengombinasikan ampas kelapa dengan bahan tambahan seperti dedak, molase, atau fermentasi dengan EM4 untuk meningkatkan nilai nutrisinya. Uji coba dilakukan untuk menemukan komposisi pakan terbaik yang mendukung pertumbuhan maggot secara optimal, ditinjau dari segi tekstur, kadar air, dan kestabilan fermentasi.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: telur/larva BSF umur 3–5 hari, dedak, ampas kelapa, limbah organik domestic, EM4, air bersih. Dan alat yang digunakan wadah rearing (plastik/boks), timbangan digital, termometer dan hygrometer, pH meter/kertas pH, ayakan, sarung tangan, masker medis, spray dan alat tulis dan lembar observasi.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

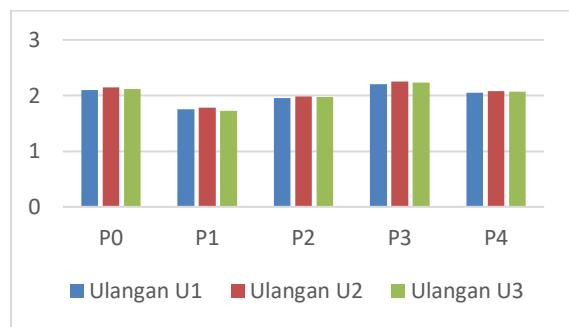
Hasil

Grafik rata-rata pada gambar 2 menunjukkan komposisi pakan memberikan pengaruh nyata terhadap bobot rata-rata maggot BSF, perlakuan P3 adalah menghasilkan bobot yang tertinggi, berbeda dengan perlakuan lainnya. P1 menunjukkan bobot terendah.



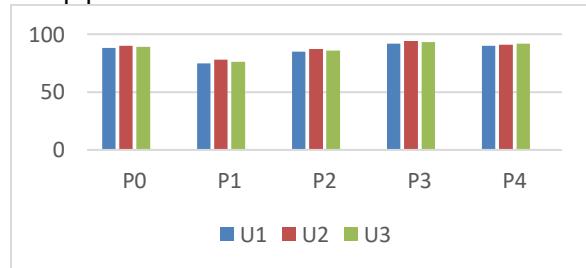
Gambar 2. Rata-rata bobot maggot

Grafik berikut menunjukkan panjang maggot yang berbeda nyata antarperlakuan P3 menunjukkan panjang maggot tertinggi dan terendah pada P1



Gambar 3. Rata-rata panjang maggot

Berikut grafik kelangsungan hidup maggot menunjukkan perlakuan pakan berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup pada P3



Gambar 4. Grafik pertumbuhan maggot

Pembahasan

Tingginya bobot maggot pada perlakuan P3 menunjukkan bahwa kombinasi ampas kelapa dan sampah organik sisa makanan mampu menyediakan nutrisi yang lebih seimbang, terutama antara sumber energi dan protein. Sampah organik sisa makanan umumnya kaya protein dan nitrogen, sementara ampas kelapa berfungsi sebagai sumber energi dan serat. Keseimbangan nutrien tersebut mendukung efisiensi metabolisme dan akumulasi biomassa larva. Sebaliknya, penggunaan ampas kelapa secara tunggal pada P1 cenderung membatasi pertumbuhan karena kandungan proteininya relatif rendah, sehingga pertumbuhan maggot menjadi terhambat.

Pola pertumbuhan panjang maggot sejalan dengan bobot tubuh yang dihasilkan. Pakan dengan komposisi seimbang pada P3 memungkinkan larva memperoleh asupan nutrien yang cukup untuk mendukung pertumbuhan jaringan tubuh secara optimal. Pertumbuhan panjang tubuh mencerminkan perkembangan struktural larva, yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan protein dan energi dalam pakan. Rendahnya panjang maggot pada P1 mengindikasikan bahwa pakan berbasis ampas kelapa tunggal belum mampu memenuhi kebutuhan nutrisi esensial bagi pertumbuhan larva secara maksimal.

Tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada P3 dan P4 menunjukkan bahwa proporsi sampah organik yang lebih besar dalam pakan mampu meningkatkan kualitas lingkungan mikro bagi larva, seperti kelembapan dan ketersediaan nutrisi. Nutrisi yang mencukupi berperan penting dalam meningkatkan daya tahan larva terhadap stres lingkungan. Sebaliknya, rendahnya survival rate pada P1 diduga disebabkan oleh keterbatasan nutrisi dan tekstur pakan yang kurang sesuai, sehingga mempengaruhi kemampuan larva untuk bertahan hidup dan berkembang.

Budidaya maggot BSF telah mendapat perhatian luas sebagai solusi pengelolaan limbah organik sekaligus produksi protein/massa larva berkualitas tinggi untuk pakan ternak atau aquakultur. Namun potensi itu hanya dapat

dimaksimalkan jika kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, ventilasi, media tumbuh) dikontrol dengan baik, karena maggot sangat sensitif terhadap fluktuasi lingkungan (Ilham, 2025)

Penelitian dan pengalaman praktis menunjukkan bahwa kegagalan menjaga kondisi optimal bisa mengakibatkan mortalitas tinggi, pertumbuhan lambat, atau kualitas nutrisi yang buruk (Tasna, 2025). Dengan suhu rata-rata 27°C – 35°C, kelembaban 60% - 75%, cahaya dan oksigen yang cukup.



Gambar 5. Telur maggot



Gambar 6. Pakan maggot



Gambar 7. Rak budidaya

Perbedaan fisik jelas terlihat pada setiap perlakuan, mulai dari berat total, ukuran dan warna maggot terlihat perbedaan diantara perlakuan, semakin banyak pakan ampas kelapa makan warna maggot semakin putih bersih warnanya tetapi ukurannya lebih kecil dari maggot biasanya. Komposisi protein dan lemak larva dipengaruhi pakan; larva yang diberi limbah yang diperkaya atau pretreated menunjukkan protein kasar tinggi (30%–45% kering) dan lipid dengan profil asam lemak yang sering mengandung lauric acid (mirip sifat minyak kelapa) (Amrul, 2022).

Menurut Minggawati, Infa, *et al.*, 2019 yang mengatakan pertumbuhan maggot

dipengaruhi oleh kondisi media, tempat pertumbuhan, nutrisi yang terkandung dalam suatu media. Jelas sekali perbedaan nutrisi pada pakan 100% sampah organik dengan 100% ampas kelapa pertumbuhan maggot jauh berbeda, sampah organic yang terdiri berbagai macam sampah sisa makanan memiliki komposisi yang keraneka ragam dibandingkan pakan ampas kelapa.



Gambar 8. Maggot dewasa siap panen

Herlinae, *et al.*, 2021 bahwa media yang terlalu basah akan menghambat pertumbuhan maggot bahkan dua kali lebih lambat jika dibandingkan pada media yang lembab (tidak kering dan juga tidak terlalu basah). Pada pakan ampas kelapa lebih kering dibandingkan pakan sampah organik.

Semakin banyak jumlah substrat yang diberikan, maka kandungan air yang dihasilkan juga semakin tinggi (Jiang *et al.*, 2019; Sarpong *et al.*, 2019). Tetapi apabila jumlah substrat yang diberikan sesuai dengan kebutuhan hidupnya maka dapat dipastikan larva maggot lebih efisiensi dalam memakan sampah atau limbah lebih tinggi sehingga dapat mengurangi pembusukan sampah yang mengakibatkan kadar air tinggi (da Silva and Hesselberg, 2020).

Umumnya larva BSF lebih mudah mereduksi sampah organik dengan tekstur lunak, diantaranya: sisa makanan, sayuran, nasi, sampah organik yang sudah busuk (Suciati dan Faruq, 2017). Sehingga pakan sebaiknya melalui proses fermentasi terlebih dahulu untuk memudahkan untuk dicerna oleh larva maggot.

Kepadatan larva yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kompetisi pakan dan menurunkan tingkat kelangsungan hidup. Oleh karena itu, pengaturan kepadatan menjadi faktor penting dalam penelitian maupun budidaya skala produksi (Yuan *et al.*, 2022).

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian pemanfaatan ampas kelapa terhadap pertumbuhan maggot menunjukkan pada P3 bobot maggot, panjang maggot dan keberlangsungan hidup cukup baik. Sedangkan pada P1 menunjukkan pertumbuhan yang paling rendah. Dapat disimpulkan sisa sampah organik ini memiliki kandungan protein dan nitrogen yang baik untuk pertumbuhan maggot. Keterbatasan nutrisi menyebabkan terhambatnya pertumbuhan maggot.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapat dukungan finansial dari Program Hibah Penelitian dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2025, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrul, N. F., et al. (2022). A review of organic waste treatment using *black soldier fly* (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(9), 1–18.
- Azman, N. A., et al. (2025). Growth performance and nutritional composition of black soldier fly larvae fed coconut-based waste. *Malaysian Applied Biology*, 54(1), 45–56.
- Cickova, H., Newton, G., Lacy, R., and Kozanek, M. (2015). The Use of Fly Larvae for Organic Waste Treatment. *Waste Management* 35: 68–80.
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Conversion of organic material by black soldier fly larvae. *Waste Management & Research*, 29(8), 1–7.
- Fahmi, Melta Rini. (2018). *Magot Pakan Ikan Protein Tinggi & Biomesin Pengolahan Sampah Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gold, M., et al. (2018). Decomposition of biowaste by black soldier fly larvae. *Waste Management*, 82, 302–318.
- Herlinae, H., Y. Yemima, and Lista Ariatie Kadie. (2021). Respon Berbagai Jenis Kotoran Ternak Sebagai Media Tumbuh Terhadap Densitas Populasi Maggot (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal Of Tropical Animal Science)* 10.1: 10-15.
- Jiang, C. L. et al. (2019). Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) strengthen the metabolic function of food waste biodegradation by gut microbiome', *Microbial Biotechnology*. doi: 10.1111/1751-7915.13393.
- Kristianto, Ludi Kartika, (2023). Potensi Ampas Kelapa sebagai Bahan Pakan Ternak Alternatif di Kalimantan Timur. *Warta BSIP Perkebunan*, 1(1): 17-21.
- Lim, J. J., et al. (2022). Cellulase-pretreated agro-industrial waste as substrate for black soldier fly larvae. *Journal of Insect Science*, 22(3), 1–10.
- Minggawati, Infa, et al. (2019). Pemanfaatan Tumbuhan Apu-Apu (*Pistia stratiotes*) Untuk Menumbuhkan Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Pakan Ikan. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian* 44.1: 77-82.
- Mujahid, A. A. Amin, Hariyadi, dan M. R. Fahmi. (2017). Biokonversi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan *Trichoderma* Sp. dan Larva Black Soldier Fly Menjadi Bahan Pakan Unggas. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 5: 5-10.
- Sarpong, D. et al. (2019) ‘Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) larvae’, *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. doi: 10.1007/s40093-019-0268-4.
- Siddiqui, S. A., et al. (2022). Black soldier fly larvae and their affinity for organic waste processing. *Journal of Environmental Management*, 302, 113–121.
- Silva, da. G. D. P. and Hesselberg, T. (2020) ‘A Review of the Use of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to Compost Organic Waste in Tropical Regions’, *Neotropical Entomology*. doi: 10.1007/s13744-019-00719-z.
- Suciati, R. dan H. Faruq. (2017). Efektifitas media pertumbuhan maggot *Hermetia illucens* (lalat tentara hitam) sebagai solusi

- pemanfaatan sampah organik. *Jurnal Biosfer dan Pendidikan Biologi*, 2(1): 8-13.
- Tasna, Sabhila Ainun. (2025), Optimasi Nutrisi maggot BSF dengan Penerapan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kandang Berbasis IoT. *KOMNET: Jurnal Komputer, Jaringan dan Internet*, 3(2), 177-187.
- Wulandari, S., F. Fathul, Liman. (2015). Pengaruh berbagai komposisi limbah pertanian terhadap kadar air, abu, dan serat kasar pada wafer. *J. Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3 (3) : 104-109.
- Yuan, M. C., et al. (2022). Effect of feeding rate on growth performance and waste reduction of BSF larvae. *Animals*, 12(2), 1–14.

Evaluasi Pengelolaan Bank Sampah Digital

Sri Komalaningsih¹ Hertien Koosbandiah Surtikanti² dan Renny Rosmawarti³

^{1,3} Prodi Sarjana Kesehatan Masyarakat, STIKes Dharma Husada, Jl Terusan Jkt 75. Bandung

² Program Studi Biologi FPMIPA UPI. Jl Setia Budi Bandung

Srikomalaningsih1961@gmail.com, hertien_surtikanti@yahoo.com

Sampah merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan masyarakat, terutama di daerah perkotaan. Sampah apabila tidak ditangani secara baik dan benar dari sumber sampah, maka akan menimbulkan masalah terhadap kesehatan, sosial, ekonomi dan keindahan. Untuk mengurangi timbunan sampah dapat dilakukan dengan cara mengolah sampah dari sumbernya. Sampah merupakan permasalahan lingkungan dan masyarakat yang hingga kini belum ada solusinya. Terbatasnya tempat pembuangan sampah, memberikan permasalahan sampah ini semakin kompleks. Bank sampah digital menjadi salah satu alternatif dalam strategi pengelolaan sampah. Bank sampah digital merupakan salah satu program berbantuan digital yang dapat mengubah pola pandangan masyarakat terhadap pengelolaan sampah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menganalisis pemanfaatan bank sampah digital. Studi *Literature Review* dengan langkah pencarian *database* berbasis *online* melalui *Google Scholar*. *Literature Review* menunjukkan bahwa pengelolaan sampah terdiri atas pengurangan sampah. Pengurangan sampah meliputi mengurangi timbunan sampah, mendaur ulang, dan pengelolaan kembali sampah tersebut. Masyarakat sebagai penghasil sampah tergabung dalam bank sampah dan melakukan aktivitas pengumpulan, pemilahan, dan penabungan sampah anorganik bernilai ekonomi di bank sampah. Kemudian sampah dijual ke bandar sampah dan bank sampah mendapatkan uang dari penjualan yang kemudian didepositkan ke tabungan masyarakat sesuai dengan harga beli sampah dari masyarakat. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah melalui bank sampah digital adalah karakteristik individu masyarakat bank sampah digital, dukungan lingkungan bank sampah digital dan persepsi masyarakat terhadap tata kelola Bank sampah digital.

Kata Kunci: Efektivitas, evaluasi, pengelolaan bank sampah digital

Abstract

Waste is an inseparable part of people's lives, especially in urban areas. If waste is not handled properly and correctly from the source, it will cause problems for health, social, economic and aesthetics. To reduce waste accumulation can be done by processing waste from its source. Waste is an environmental and social problem that until now has no solution. Limited landfills make this waste problem even more complex. Digital waste banks are an alternative in waste management strategies. Digital waste banks are one of the digital-assisted programs that can change people's perspectives on waste management. Objective: To analyze and determine the evaluation of utilizing digital waste banks. Literature Review study with online-based database search steps through Google Scholar. Literature Review shows that waste management consists of waste reduction. Waste reduction includes reducing waste accumulation, recycling, and re-managing the waste. Communities as waste producers are joined in waste banks and carry out activities of collecting, sorting, and saving inorganic waste with economic value in waste banks. The waste is then sold to waste dealers, and the waste bank receives the proceeds, which are then deposited into community savings based on the purchase price of the waste. Factors influencing community participation in waste management through digital waste banks include the individual characteristics of the digital waste bank community, environmental support for the digital waste bank, and community perceptions of digital waste bank governance.

Keywords: Effectiveness, evaluation, digital waste bank management

I. PENDAHULUAN

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Pengelolaan sampah spesifik adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan. Tempat pemrosesan akhir adalah tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Bank sampah adalah

tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/ atau digunakan ulang yang memiliki nilai ekonomi (PP no 29/2020).

Data program lingkungan PBB (*UNEP*) menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara penghasil sampah makanan tertinggi di Asia Tenggara dengan 20,93 ton sampah tiap tahunnya. Sampah dapat menjadi penyebab utama masalah lingkungan dan pemicu terbesar bencana banjir, sehingga apabila tidak ditangani dengan baik maka akan menimbulkan masalah lingkungan dan sosial

yang lebih serius. Perkembangan jumlah penduduk yang pesat setiap tahunnya berbanding lurus dengan jumlah sampah yang dihasilkan, sehingga pengelola persampahan mengalami banyak tekanan akibat jumlah timbulan sampah yang makin besar, oleh karena itu efektivitas pengelolaan sampah pun harus ikut meningkat. Pengelolaan sampah dari setiap daerah masing-masing memiliki tujuan dalam mengontrol sampah yang dihasilkan oleh penduduknya (Wisysari, 2022).

Sampah merupakan konsekwensi dari adanya aktivitas manusia. Sejalan dengan peningkatan penduduk dan gaya hidup modern, maka hal ini berpengaruh pada volume sampah. Permasalahan sampah merupakan masalah yang belum terselesaikan dengan baik hingga saat ini. Berkaitan dengan hal tersebut, dari timbunan sampah dapat membawa dampak negatif pada lingkungan. Sebagaimana data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bahwa pada tahun 2020 total produksi sampah nasional telah mencapai 67,8 juta ton. Artinya ada sekitar 185.753 ton sampah setiap harinya dihasilkan oleh 270 juta penduduk atau setiap penduduk memproduksi sekitar 0,68 kilogram sampah per hari. Angka tersebut meningkat dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, dimana pada tahun 2018 produksi sampah nasional sudah mencapai 64 juta ton dari 267 juta penduduk (Ahmad 2022).

Salah satu solusi dalam mengurangi limbah sampah adalah dibentuknya Bank Sampah Digital yang mengikuti konsep penampungan sampah kering atau sampah anorganik yang menggunakan manajemen seperti perbankan. Tetapi sistem ini merupakan pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang menggunakan teknologi digital untuk mendata jumlah/jenis sampah dan penukaran sampah menjadi nilai ekonomis. Bank sampah digital ini merupakan inovasi dalam manajemen sampah di mana penyaluran dan pencatatan sampah dilakukan melalui *platform* digital baik berupa aplikasi mobile maupun berbasis web. Konsep ini menggabungkan prinsip ekonomi sirkular: 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), edukasi masyarakat, dan insentif finansial bagi pengguna. Adanya sistem ini memungkinkan masyarakat untuk menabung sampah, yang kemudian dikelola dan didaur ulang. Di satu sisi adanya Bank Sampah Digital dapat menambah pendapatan masyarakat dengan adanya penukaran

tersebut (Kodriyah, dkk. 2022).

Beberapa bank sampah digital tidak hanya menggunakan uang untuk pengganti sampah yang disetor. Ada juga bank sampah digital yang menggunakan sembako, seperti beras, minyak goreng, dll. Cara kerjanya pun sama, sampah yang ditabung nantinya akan dikalkulasi di buku tabungan, lalu suatu saat bisa ditukarkan dengan sembako. Tujuan penulis melakukan studi literatur review untuk membahas evaluasi pengelolaan bank sampah digital di masyarakat.

II. METODE PENELITIAN

Pencarian literatur dilakukan pada *database* yang ada di perpustakaan elektronik, yaitu dengan penulusuran di internet melalui *google scholar*. Strategi yang digunakan dalam pencarian ialah kata kunci yang dikembangkan dari PICO (*Population/Problem; Intervention; Comparison; Outcome*). PICO pada penelitian ini adalah pengelolaan bank sampah [P], sampah [I], bank sampah[C], efektifitas pemanfaatan bank sampah [O].

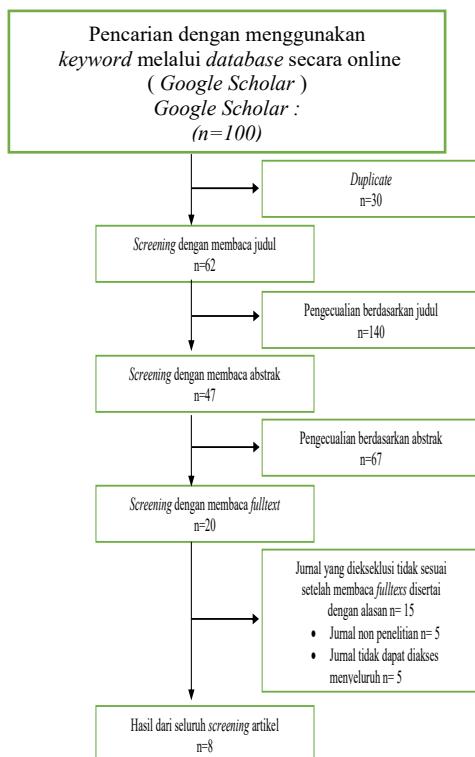
Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur artikel atau jurnal ilmiah berbahasa Indonesia adalah ‘sampah’ ‘pengelolaan sampah’ ‘evaluasi dan bank sampah’ ‘evaluasi pengelolaan bank sampah’. Adapun untuk pencarian artikel atau jurnal ilmiah berbahasa Inggris, kata kunci yang digunakan adalah ‘waste’ ‘evaluation’ ‘waste management’ ‘evaluation of waste bank management’.

Sumber data yang digunakan pada *literatur review* ini yaitu artikel atau jurnal ilmiah yang telah terakreditasi, kemudian dilakukan pemilihan literatur dengan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 16 jurnal nasional dan 4 jurnal internasional, rentang waktu penerbitan jurnal nasional dan jurnal internasional adalah lima tahun terakhir mulai dari tahun 2018 – 2022. Jurnal yang dipakai merupakan jurnal yang telah terakreditasi. Penulis menggunakan jurnal yang sudah ber ISSN, DOI, serta PISSN. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah jurnal tidak dalam bentuk *full texts* atau tidak dapat mengakses secara penuh, jurnal diterbitkan dibawah tahun 2017, jurnal yang belum ada akreditasi.

Adapun penyusunan *literature review* dengan cara pengumpulan data sesuai kriteria inklusi dan eksklusi didapatkan 100 artikel dari *Google*

Scholar. Langkah selanjutnya dilakukan *screening* berdasarkan judul, isi abstrak dan *full text*. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan

cara membaca dan mengekstraksi hasil dengan menggunakan bagan prisma *flowchart*.



Gambar 1. Prisma Flowchart

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan artikel jurnal 4, 5, 6, dan 7 menunjukkan bahwa kehadiran bank sampah diharapkan dapat menumbuhkan kesadaran bagi masyarakat untuk bertanggung jawab terhadap sampah yang merekahasilkan dengan cara memilah sampah organik dan sampah anorganik di rumah masing-masing. Kemudian diserahkan kepada bank sampah dalam dua wadah yang berbeda, sebagai bentuk tabungan yang dikonversi menjadi rupiah sesuai dengan berat dan jenis sampahnya. Bank sampah kemudian mengolah sampah organik menjadi kompos, yang digunakan sebagai pupuk untuk penghijauan lingkungan,

sedangkan sampah anorganik ditimbang oleh petugas dan disimpan di bank sampah sebagai tabungan pemilik sampah tersebut, dimana pemilik sampah akan memperoleh buku tabungan yang mencatat volume sampah anorganik milik yang bersangkutan

Pengelolaan sampah yang kurang baik akan sangat mempengaruhi kesehatan masyarakat juga kesehatan lingkungan, oleh karna itu perlu diadakannya evaluasi pengelolaan bank sampah supaya dengan keberadaan bank sampah bisa mengurangi sampah yang dihasilkan oleh masyarakat dan tidak menimbulkan masalah bagi kesehatan.

Tabel 1. Matriks Ringkasan jurnal

No	Penulis	Judul	Tahun/Metoda	Hasil
1	KLHK	Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Sampah Spesifik	Nomor 27 Tahun 2020	Memutuskan dan menetapkan Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Sampah Spesifik
2	Lukman ¹ dkk	Evaluasi konteks kebijakan pengelolaan sampah di Kabupaten Sindereng Rappang	2022 Pengumpulan data, observasi, dan wawancara	Hasil penelitian menunjukkan bahwa program kebijakan tidak efektif atau tercapai karena kurangnya perhatian dan kontrol dari lembaga yang bersangkutan, kurangnya sosialisasi kepada masyarakat, TPS dan TPA yang kurang menyebabkan makin maraknya tindakan pembuangan sampah secara sembarangan, waktu operasional

				pembuangan sampah yang ditetapkan sering mengalami keterlambatan dan belum sepenuhnya dipatuhi oleh masyarakat, keberadaan bank sampah yang semakin kurang, serta kesadaran masyarakat akan pengelolaan sampah yang masih sangat rendah.
3	Widyasari ¹ , Tohani ²	Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Sampah Di Bank Sampah Dhuawar Sejahtera, Dusun Kroco, Kulon Progo	2022 Penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif	Hasil penelitian menunjukkan 3 hal yaitu: 1. Pemberdayaan masyarakat melalui pengelolaan sampah di bank sampah, 2. Hasil pemberdayaan masyarakat melalui pengelolaan sampah, 3. Faktor pendukung dan penghambat pengelolaan bank sampah.
4	Ahmad ¹	Evaluation Of the Implementation of Waste Bank Activities(4)	2022 Penelitian Kualitatif.	Menjadi inspirasi bagi PT dan Pemerintah untuk mengembangkan Bank Sampah, agar dapat mengurangi volume sampah di sumber dan meningkatkan Kesejahteraan nasabah Bank Sampah, yang sebagian besar adalah penduduk kurang mampu
5	Rian Alfian ¹ , Arlina Phelia ²	Evaluasi efektivitas sistem pengangkutan dan pengelolaan sampah di TPA Sarimukti Kota Bandung.(5)	2021 Analisis Statistik deskriptif,	Hasil evaluasi ini diharapkan dapat dijadikan alternatif untuk perbaikan sistem pengangkutan sampah eksisting di TPS sampai ke TPA, maupun evaluasi operasional di TPA serta memberikan saran mengenai kondisi di TPA.
6	Umrotul Malikah ¹ , Darjati ² , Demes Nurma yanti ³	Evaluasi pengelolaan Bank Sampah diKota Mojokerto.(6)	2021 Deskriptif kualitatif	Pelaksanaan pengelolaan bank sampah diKota Mojokerto sebagian besar termasuk dalam kategori buruk sehingga harus dilakukan perbaikan pada indikator perincian anggaran,tempat penampungan sampah dan penilaian kompetensi petugas.
7	Prihanto Trihutomo ¹ , Mardji ² , Rany Ekawati ³ , dkk	Penyelesaian Permasalahan Sampah Dengan Pembentukan Bank Sampah Di Desa Sidodadi Kabupaten Malang(7)	2022 Metode persiapan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi, pembuatan laporan	Masyarakat Sidodadi mendapatkan edukasi tentang bank sampah beserta simulasi pemilahan sampah untuk mengatasi permasalahan sampah serta meningkatkan perekonomian, sehingga mendapatkan respon yang baik oleh masyarakat bahwasannya bank sampah dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan sampah di desa Sidodadi.
8	Giovanni Vinti * and Mentore Vaccari	Solid Waste Management in Rural Communities of Developing Countries: An Overview of Challenges and Opportunities (8)	2022 Pendekatan, dengan mempertimbangkan solusi berkelanjutan terkini.	Kegiatan tersebut dapat meningkatkan kondisi lokal dari sosial, lingkungan dan perspektif kesehatan; lebih jauh lagi, mereka mungkin memiliki dampak global dalam menghadapi perubahan iklim dan pencemaran lingkungan.

Pada jurnal 5 diketahui bahwa besarnya jumlah penduduk dan keragaman aktivitas di kota-kota besar di Indonesia, mengakibatkan munculnya persoalan umum dalam pelayanan prasarana perkotaan, seperti masalah persampahan.

Upaya pengoptimalan pengelolaan sampah diperlukan partisipasi dari semua pihak, baik dari pemerintah maupun masyarakat dan faktor kesadaran masyarakat menjadi salah satu hal yang sangat penting. Dalam hal ini pendidikan memiliki peran yang penting untuk mengubah pola pikir serta perilaku masyarakat ke arah yang lebih baik terhadap lingkungan.

Pengolahan sampah di masyarakat memiliki banyak permasalahan, baik itu dalam hal oleh para agen untuk memperjuangkan dan mengembangkan bank sampah. Selain aspek-aspek tersebut, realita pengolahan dan pengelolaan sampah hingga saat ini ditopang oleh setidaknya dua hal utama yang dimiliki oleh para agen sehingga mampu bertahan dan memiliki kemauan dalam mengembangkan bank sampah berkelanjutan, yakni motivasi dan komitmen. Motivasi dan komitmen yang kuat dari para agen

infrastruktur, ketersediaan sarana prasarana, sistem pembiayaan, pelayanan pengangkutan sampah, dan permasalahan dalam pengurangan ataupun pengelolaan sampah. Permasalahan-permasalahan ini cukup kompleks, sehingga seringkali upaya yang dilakukan pemerintah belum memberikan dampak yang cukup besar untuk kebersihan lingkungan. Pada hakikatnya, pengolahan sampah bukan hanya menjadi tanggung jawab satu pihak, tetapi merupakan tanggung jawab semua pihak. Pengolahan sampah tidak bisa hanya dikerjakan oleh pemerintah saja, namun juga membentuk kerjasama dan jaringan sosialisasi dan aspek finansial (penentuan harga/tarif).

Aspek-aspek ini sangat berperan dan penting dilakukan memampukan mereka untuk terus-menerus melakukan sosialisasi dan mereproduksi strategi yang layak untuk diterapkan dalam pengembangan pengelolaan bank sampah.

Adapun agen-agen yang berperan pada pengelolaan bank sampah meliputi nasabah, bank sampah (induk dan unit), pengepul dan penggerat, botot dan perusahaan (vendor). Selain itu pemerintah juga mengambil peranan cukup

penting dalam keberlangsungan bank sampah, baik dalam administrasi maupun sebagai sebuah struktur bank sampah yang tertuang dalam bentuk regulasi berupa peraturan tertulis dan berupa praktik inovasi dalam bentuk aksi yang meliputi beragam hal dalam pengelolaan bank sampah.

Penting adanya keterlibatan/partisipasi masyarakat. Sudah seharusnya pengelolaan sampah dilakukan secara holistik dengan memperhatikan aspek ekologis, sosial dan kultural. Salah satu partisipasi yang bisa melibatkan dan dilakukan oleh masyarakat adalah melalui pengembangan bank sampah, yang merupakan tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat di daur ulang dan atau digunakan ulang yang memiliki nilai ekonomi. Bank sampah terbentuk karena adanya keprihatinan masyarakat akan lingkungan hidup yang semakin lama dipenuhi dengan sampah. Karenanya sangat penting dilakukan kegiatan pengurangan dan pengelolaan sampah di tingkat masyarakat, yang salah satunya adalah dengan melakukan pemilahan dan penabungan sampah di Bank Sampah tersebut.

Dalam proses pendirian dan pengembangan bank sampah ini tidak bisa terlepas dari agen-agen yang bermain di dalamnya. Perilaku para agen ini terbentuk dari serangkaian proses adaptasi dan strategi yang dilakukan dalam menarik nasabah untuk terlibat dalam bank sampah. Baik itu dengan membagikan plastik-plastik sampah, mengambil sampah langsung dari rumah masyarakat, memberikan edukasi dan sosialisasi pemilahan sampah sesuai karakteristik sampah beserta nilai ekonomisnya, serta melakukan pemilahan terhadap sampah-sampah tersebut.

Dalam mempertahankan keberlanjutan operasional bank sampah ini bukanlah hal yang mudah. Banyak tantangan dan permasalahan yang dihadapi oleh para agen. Berdasarkan hasil lapangan, maka didapatkan ada 4 aspek yang harus dilakukan oleh para agen agar dapat mengembangkan operasional bank sampah. Aspek aspek banksampah.tersebut adalah Strategi (berupa ide, kreativitas, kemauan keras), Jaringan sosial dengan Strukturasi yang terbentuk dalam pengelolaan bank sampah berasal dari pengelola bank sampah yang memiliki kebebasan dan andil dalam melakukan pengelolaan bank sampah secara mandiri yang tidak terkait pada formalitas

kebersihan dari sudut pandang institusi negara (pemerintah). Perilaku dan tindakan agen ini menciptakan suatu struktur sosial baru sebagai bagian strategi adaptasi masyarakat terhadap perubahan yang dialami, perubahan sosial dan ekologis akibat adanya sampah, dengan strategi berupa bank sampah.

Menurut Umrotul Malikah, dkk (2021) memaparkan bahwa Pengelolaan sampah merupakan alah satu masalah yang perlu diprioritaskan dalam menjaga kelestarian lingkungan perkotaan. Tempat Pembuangan Akhir Randegan Kota Mojokerto tidak mampu menampung volume sampah, salah satunya dengan melaksanakan kegiatan bank sampah berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

Trihutomo dkk, (2022) menyatakan bahwa Bank sampah adalah suatu kegiatan mengumpulkan sampah yang sudah dipilah yang dilakukan oleh masyarakat untuk memanfaatkan nilai ekonomi sehingga dapat mengurangi sampah yang diolah dengan cara yang salah yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Dalam sebuah jurnal Prinsip 3R sebagai dasar untuk mengelola sampah. 3R tersebut yaitu Reduce, Reuse, dan Recycle. Pola 3R membuat masyarakat melakukan pemilahan sampah dan pengemasan sampah dengan benar serta mendorong penerapan konsep pemanfaatan sampah yang memiliki nilai ekonomi. Pengedukasian tersebut menghasilkan warga mempunyai pengetahuan dan keterampilan sehingga mampu memilah sampah organik maupun sampah anorganik. Manfaat dari pembentukan bank sampah tersebut tidak hanya secara ekonomi namun terwujudnya kesehatan lingkungan yang bersih, nyaman dan sehat. Evaluasi merupakan upaya menilai keseluruhan sejumlah hasil dari sebuah kegiatan atau program.

Hasil dari penelitian (Arifatul dkk, 2023) mengungkapkan bahwa Partisipasi masyarakat yang aktif dalam program bank sampah sebesar 58 %, faktor pengetahuan memiliki pengaruh yang signifikan sedangkan tingkat pendidikan dan pendapatan tidak berpengaruh signifikan terhadap partisipasi masyarakat dalam program bank sampah Desa Nijang. Adapun variabel independen dapat menjelaskan variabel dependen secara bersama-sama sebesar 64,92 %.

Keberadaan bank sampah memberikan banyak manfaat, baik untuk nasabah maupun

lingkungan sekitar, menjadi anggota bank sampah berarti sudah turut mendukung pelestarian lingkungan, karena. Bank sampah dapat mengurangi penumpukan sampah dikarenakan beberapa jenis sampah terutama bahan organik bisa terurai dengan sendirinya seiring berjalanannya waktu. Namun, ada juga sampah yang sulit terurai, salah satunya sampah plastik. Usaha dalam mengumpulkan sampah plastik dan menyetorkannya ke bank sampah dapat mengurangi penumpukan sampah secara efektif dan mencegah pencemaran lingkungan. Gerakan memilah sampah dan menyetorkan ke bank sampah dapat memberikan kontribusi untuk mencegah pencemaran lingkungan akibat sampah yang tidak bisa terurai.

Dengan adanya bank sampah dapat mendorong tumbuhnya niat masyarakat dalam mengelola sampah secara tepat dengan cara memilah dan mengolah sampah. Sehingga menumbuhkan rasa cinta dan peduli akan lingkungan. Selain itu, dengan adanya bank sampah juga dapat membantu perekonomian masyarakat. Sebab, bank sampah memberikan peluang pekerjaan serta memberikan penghasilan tambahan turut andil dalam mencegah pencemaran lingkungan dengan menjadi nasabah atau pengelola bank sampah. Usaha kecil seperti ini akan memberikan dampak yang sangat besar untuk menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan. Untuk memudahkan pekerjaan dan meningkatkan efisiensi kerja, dikembangkan Bank Sampah Digital. Teknologi yang digunakan dalam Bank Sampah Digital adalah:

- **Aplikasi Mobile:** Memudahkan masyarakat untuk mendaftar, mencatat setoran sampah, dan melacak saldo tabungan sampah
- **Sistem Informasi Geografis (GIS):** Diterapkan untuk pemetaan lokasi dan optimalisasi rute pengumpulan
- **IoT (Internet of Things):** Sensor smart bin untuk pemantauan tingkat kepenuhan dan jenis sampah secara real-time
- **Blockchain:** Penggunaan Hyperledger Fabric untuk memastikan transparansi dan keamanan transaksi bank sampah

Implementasi bank sampah Digital sudah dilakukan di beberapa tempat diantaranya:

- a. Bank Sampah Matahari (Budi Luhur) oleh Titin Fatimah et al. (2021)
Pengembangan Bank Sampah Matahari ini menggunakan aplikasi mobile. Terjadi peningkatan kemampuan pengurus sebesar 87% dan keterampilan daur ulang sebesar 100%.
- b. Yayasan At-Taqwa, Desa Sukamenak (Bandung) oleh Retno Setyorini (2021)
Yayasan ini mengikuti metode Integrasi aplikasi digital dalam bank sampah yang dilakukan selama masa pandemi. Masyarakat desa sudah memiliki smartphone, sosialisasi dan pendampingan pemilahan serta daur ulang berbasis aplikasi
- c. Desa Sumurjomblangbogo, Pekalongan oleh Ari Muhardono dkk.(2021)
Desa tersebut menggunakan Sistem informasi berbasis web: fokus manajemen administrasi bank sampah, pencatatan transaksi, rekapitulasi, dan laporan .
- d. Desa Rancatungku (Bandung) oleh Arry Widodo (2022)
Desa ini menggunakan Website Bank Sampah Desa Berseri; kombinasi pendampingan on-site & online, fokus membangun budaya memilah dan menyalurkan sampah .
- e. Tangerang Selatan oleh Susanto dkk. (2022)
Dalam hal ini terkait dengan studi sosiologi hukum dan regulasi: digitalisasi administrasi lewat aplikasi “BASO” untuk memfasilitasi pencatatan digital bagi 13 bank sampah .
- f. Jatinegara, Jakarta Timur oleh Fajriah et al. (2024)

Bank Sampah Digital “Berkah” memiliki penilaian kebijakan mencakup input, proses, output dan outcome. Input & proses cukup baik, output belum optimal karena partisipasi masyarakat yang belum maksimal, sementara outcome cukup berdampak positif

IV. KESIMPULAN

Pengelolaan sampah melalui Bank sampah digital di suatu daerah akan membawa pengaruh bagi masyarakat maupun lingkungan daerah itu sendiri. Pengelolaan sampah dapat berjalan baik jika ada partisipasi dari berbagai pihak termasuk dari masyarakat. Bank sampah adalah program yang bertujuan untuk memandirikan, memberdayakan dan memanfaatkan sampah rumahan yang sejenis sampah organik dan non

organik yang dimiliki oleh masyarakat untuk dimanfaatkan sebagai penambahan bidang ekonomi yang memiliki nilai tertentu.

Sedangkan, Bank sampah Digital di Indonesia telah berkembang pesat lewat adopsi teknologi seperti aplikasi mobile/web, GIS, IOT, dan bahkan blockchain. Meskipun sebagian besar proyek masih bersifat lokal dan eksperimental, hasilnya cukup menjanjikan dalam meningkatkan

efisiensi, transparansi, dan pemberdayaan masyarakat. Namun, tantangan seperti infrastruktur, sumber daya, dan partisipasi masih perlu diatasi.

Riset ke depan dapat fokus pada skala lebih luas, analisis teknologi canggih (AI, IoT, blockchain lanjutan), serta strategi peningkatan layanan dan pemasaran hasil daur ulang agar bisnis bank sampah semakin berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

-(2020)Peraturan Pemerintah RI Nomor 27 Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik. 2020.
- Ahmad I.(2022) *Evaluation Of The Implementation Of Waste Bank Activities*. Jurnal Ilmu Lingkungan. 20(2):414–26.
- Ari Muhardono et al. (2021). Sistem Informasi Bank Sampah Berbasis Web di Desa Sumurjomblangbogo, G-Tech [E-Journal Unira Malang](#).
- Arry Widodo (2022). Bank Sampah Digital Desa Berseri Rancatungku, Charity Journal [journals.telkomuniversity.ac.id](#).
- Arifatul Azzarah Hs et al. (2023). Analisis Bibliometrik: Aplikasi Mobile Bank Sampah, KAMBOTI [jurnal.lldikti12.id](#).
- Dwika Aulia N, Fitria Widiyanto A, Yuniarso S. (2022) *Evaluation Of Waste Management At The Integrated Waste Management Site “Sae” At East Purwokerto Village*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Yumary) ISSN 2746-0576, Vol 3, No 2, 2022, 109-118 <https://doi.org/10.35912/jpm.v3i2.1517> Universitas Serang Raya, Banten
- Malikah dkk (2021) Evaluasi Pengelolaan Bank Sampah Di Kota Mojokerto. Gema Lingkungan Kesehatan. 19:157–63.
- Masruroh (2022). Bank Sampah Solusi Mengurangi Sampah Rumah Tangga (Studi Kasus Bank Sampah Puri Pamulang, Tangerang Selatan) [Internet]. Vol. 3, Geography Science Education Journal(Geosee).AvailableFrom:<Http://Jurnal.Unsil.Ac.Id/Index.Php/Geosee/Index>
- Minawati Wahyuning Rd (2022). Pengelolaan Bank Sampah Untuk Kesejahteraan Massy Di Banjarmasin. Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Pembangunan. ;5:157–71.
- Ninik Lukiana O Et Al (2022), Pemberdayaan Masyarakat Melalui Bank Sampah Untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat. Jpm Jurnal Pengabdian Mandiri [Internet]. 1(6).
- AvailableFrom:<Http://Bajangjournal.Com/Index.Php/Jpm>
- Susanto et al. (2022). *Role Model Administrasi Bank Sampah Berbasis Digital di Tangerang Selatan*, SKD Journal [Open Journal UNPAM](#).
- Suretno, M. & Ranggadara, I. (2022). Pengembangan Aplikasi Waste Bank Berbasis Blockchain. Teknika, 11(1):8–13 [ejournal.ikado.ac.id](#).
- Titin Fatimah et al. (2021). Pengelolaan Sampah Online Pada Bank Sampah Matahari, KRESNA [jurnal drpm.budiluhur.ac.id](#).
- Triana Ap, Sembiring (2019). *Performance Evaluation And Sustainability Of Waste Bank Program As One Of The Approaches In Waste Management With 3r Concept*. Vol. 25, Jurnal Teknik Lingkungan.
- Rihutomo P, Ekawati R, Fanani E (2022) Ilmu Kesehatan Masyarakat D, Ilmu Keolahragaan F, Negeri Malang U, Et Al. Penyelesaian Permasalahan Sampah Dengan Pembentukan Bank Sampah Di Desa Sidodadi Kabupaten Malang. 118 Jp2t. 3(2).
- Retno Setyorini (2021). Pembangunan Bank Sampah Digital dan Kerajinan Sampah di Desa Sukamenak, Charity Journal [journals.telkomuniversity.ac.id](#).
- Utami, K., Rialmi, Z., & Nugraheni, R. (2022). Analisis Perencanaan Aplikasi Bank Sampah Digital, PENATARAN [jurnal.stieken.ac.id](#).
- Vinti G, Vaccari M (2022). Solid Waste Management In Rural Communities Of Developing Countries: An Overview Of Challenges And Opportunities. Clean Technologies. Nov 2;4(4):1138–51.
- Wisyasari Risa (2022) Pemberdayaan

Masyarakat Melalui Pengelolaan Sampah
Di Bank Sampah Dhuawar Sejahtera,
Dusun Kronco, Sendangsari, Pengasih,
Kulon Progo. *Journal Society And
Continuing Education.* 1:33–43.

Pengaruh Model PBL dengan Pembelajaran Berdiferensiasi Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Sistem Pencernaan

Liana Azizah¹, Miftahul Hakim²

Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Jember

Jl. Kyai Mojo No.101, kaliwates, Jember

e-mail: lianaazizah123@gmail.com

Abstrak

Keberagaman karakteristik peserta didik menuntut penerapan strategi pembelajaran yang adaptif dan berpusat pada peserta didik . Pembelajaran berdiferensiasi yang dipadukan dengan model *Problem Based Learning* (PBL) dipandang mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan, minat, dan gaya belajar peserta didik , khususnya pada materi IPA yang bersifat kompleks seperti sistem pencernaan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model *Problem Based Learning* yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi terhadap hasil belajar kognitif peserta didik kelas VIII SMP pada materi sistem pencernaan manusia. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi eksperimen tipe *pretest-posttest control group*. Subjek penelitian terdiri atas dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan PBL berdiferensiasi dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian berupa tes pretest dan posttest serta angket minat dan bakat. Analisis data dilakukan menggunakan uji *Mann-Whitney U* dengan bantuan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil belajar peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ($p < 0,05$). Rata-rata nilai posttest peserta didik pada kelas eksperimen sebesar 86,00 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 60,67. Penerapan model *Problem Based Learning* yang dipadukan dengan pembelajaran berdiferensiasi berpengaruh signifikan dalam meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik pada materi sistem pencernaan manusia.

Kata Kunci: Belajar berdiferensiasi, Hasil belajar, Pembelajaran kontekstual, PBL, Sistem pencernaan manusia

Abstract

The diversity of students' characteristics requires adaptive and student-centered learning strategies. Differentiated learning combined with the Problem Based Learning (PBL) model is considered effective in accommodating differences in students' abilities, interests, and learning styles, particularly in complex science topics such as the human digestive system. This study aimed to examine the effect of the Problem Based Learning model integrated with differentiated learning on the cognitive learning outcomes of eighth-grade students in the human digestive system topic. This study employed a quantitative approach using a quasi-experimental design with a pretest–posttest control group. The research subjects were divided into an experimental group implementing differentiated PBL and a control group using conventional learning methods. Data were collected through pretest and posttest instruments as well as interest and talent questionnaires. Data analysis was conducted using the Mann-Whitney U test with SPSS software. The results indicated a significant difference in learning outcomes between the experimental and control groups ($p < 0.05$). The average posttest score of the experimental group (86.00) was higher than that of the control group (60.67). The integration of the Problem Based Learning model with differentiated learning has a significant positive effect on improving students' cognitive learning outcomes in the human digestive system material.

Keywords: Differentiated learning, Learning outcomes, Contextual learning, PBL, Human digestive system

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan proses dinamis yang berlangsung sepanjang hayat dan berperan penting dalam membentuk individu yang memiliki kompetensi spiritual, intelektual, sosial, serta keterampilan abad ke-21. Di zaman dunia modern yang penuh tantangan, proses belajar tidak semata-mata tentang penyampaian materi, melainkan juga tentang kemampuan peserta didik untuk mengembangkan pemahaman secara mandiri. Keberagaman karakteristik peserta didik dalam satu kelas menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi guru saat ini, baik dari segi kemampuan akademik, gaya belajar, minat, maupun motivasi belajar (Antoro et al., 2023). Jika tidak diatasi dengan pendekatan yang tepat, keberagaman ini bisa menimbulkan ketimpangan dalam pencapaian belajar dan rendahnya partisipasi peserta didik selama proses pembelajaran.

Untuk menjawab tantangan tersebut, pendekatan pembelajaran berdiferensiasi menjadi salah satu strategi yang banyak dikembangkan dalam kurikulum terkini, termasuk dalam Kurikulum Merdeka. Pembelajaran berdiferensiasi didasarkan pada pemahaman bahwa peserta didik memiliki perbedaan kebutuhan, kemampuan, dan karakteristik belajar. Oleh karena itu, guru perlu merancang pembelajaran yang fleksibel melalui penyesuaian konten, proses, dan produk pembelajaran sesuai dengan kesiapan, minat, serta profil belajar peserta didik (Solehudin & Rochmiyati, 2023). Strategi ini berfokus pada pemberdayaan potensi individual tanpa mengabaikan target capaian pembelajaran secara kolektif. Dengan pendekatan ini, peserta didik akan lebih mudah merasa dihargai dan lebih termotivasi untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar.

Namun, efektivitas pembelajaran berdiferensiasi akan kurang optimal jika tidak

didukung oleh model pembelajaran yang memungkinkan eksplorasi dan keterlibatan aktif peserta didik. Model *Problem Based Learning* dianggap efektif karena melibatkan peserta didik dalam menyelesaikan masalah kontekstual yang berhubungan dengan kehidupan nyata. Dengan mengikuti sintaks *Problem Based Learning* yang meliputi tahap orientasi terhadap masalah, pengorganisasian peserta didik dalam kelompok, penyelidikan dan eksplorasi solusi secara mandiri maupun kolaboratif, penyajian hasil pemecahan masalah, serta refleksi dan evaluasi, peserta didik dilatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, bekerja sama, dan mengomunikasikan ide secara sistematis ('Adiilah & Haryanti, 2023). Kombinasi PBL dan diferensiasi memungkinkan guru menciptakan pembelajaran yang fleksibel dan menantang.

Sejumlah penelitian menunjukkan efektivitas *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah peserta didik. Rahmawati & Hizqiyah, (2017) melaporkan bahwa penerapan PBL mampu meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi fisiologi tumbuhan melalui proses pembelajaran yang menekankan pemecahan masalah dan diskusi aktif. Temuan serupa dilaporkan oleh Harefa, Waruwu, dan Lase (2024), menemukan bahwa penggunaan model PBL secara signifikan meningkatkan kreativitas dan keaktifan peserta didik pada materi sistem sirkulasi darah manusia dibandingkan pembelajaran konvensional, terlihat dari skor keaktifan dan kreativitas yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Temuan ini mempertegas bahwa PBL tidak hanya efektif secara kognitif tetapi juga mampu mendorong keterlibatan aktif siswa melalui kegiatan diskusi, investigasi, dan presentasi.

Penelitian lain yang relevan pada konteks pembelajaran berdiferensiasi melalui PBL

meneukan bahwa penerapan Model *Problem Based Learning* dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi secara nyata meningkatkan hasil belajar biologi peserta didik di SMA. Temuan ini mendukung anggapan bahwa integrasi PBL dengan diferensiasi pembelajaran tidak hanya efektif secara teoritis, tetapi juga terbukti memiliki dampak positif dalam praktik pembelajaran IPA di sekolah menengah (Maulani et al., 2023).

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan PBL secara signifikan mampu meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah peserta didik . Rosdiana melaporkan bahwa penggunaan PBL memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar dan sikap ilmiah peserta didik pada pembelajaran biologi (Rosdiana, 2019), dan seirama dengan penelitian lain bahwa PBL berkontribusi nyata terhadap peningkatan kemampuan kognitif peserta didik melalui peningkatan skor *pretest* dan *posttest*. Temuan-temuan tersebut menguatkan bahwa PBL merupakan model pembelajaran yang efektif untuk dikombinasikan dengan pendekatan diferensiasi (Mukharomah et al., 2021).

Berbagai penelitian lain juga menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik dari berbagai dimensi, baik aspek kognitif maupun non-kognitif. Studi terdahulu menemukan bahwa penerapan PBL dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap topik sistem pencernaan (Iwan et al., 2018). Sementara itu, penelitian lain melaporkan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi dalam skema Kurikulum Merdeka mampu meningkatkan partisipasi aktif dan motivasi belajar peserta didik secara signifikan (Wahyuningsari et al., 2022). Meskipun demikian, integrasi kedua pendekatan ini dalam konteks pembelajaran

IPA di tingkat SMP, khususnya pada topik yang kompleks seperti sistem pencernaan manusia, masih belum banyak diteliti sehingga perlu diperkaya dengan penelitian lain yang relevan.

Materi sistem pencernaan manusia merupakan salah satu topik penting dalam pembelajaran IPA karena mencakup konsep-konsep kompleks yang melibatkan berbagai organ dan mekanisme fisiologis. Pemahaman materi ini menuntut pendekatan pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi secara satu arah, tetapi juga memberi ruang bagi peserta didik untuk mengonstruksi pemahaman melalui pengalaman belajar yang mendalam dan aplikatif. Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di SMP Islam 01 Jember, diketahui bahwa sebagian besar peserta didik belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) dan metode ceramah masih menjadi pendekatan utama dalam proses belajar mengajar. Kondisi ini memperkuat urgensi perlunya penerapan pendekatan pembelajaran yang lebih efektif dan partisipatif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penerapan model Problem Based Learning yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi dipandang relevan dan penting untuk dikaji lebih lanjut sebagai upaya meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII SMP pada materi sistem pencernaan manusia. Diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan strategi pembelajaran yang adaptif, efektif, dan kontekstual sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-eksperimen tipe nonequivalent control group. Karena proses pemilihan kelompok eksperimen dan kontrol tidak dilakukan secara acak, desain

ini dipilih, tetapi tetap memungkinkan untuk membandingkan pengaruh perlakuan terhadap kedua kelompok tersebut (Sugiyono, 2019). Desain penelitian disusun dalam bentuk berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

Keompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksprimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Sumber: Data Peneliti

Keterangan:

O₁, O₃ = Pretest

O₂, O₄ = Posttest

X₁ = Pembelajaran berbasis PBL dengan diferensiasi

X₂ = Pembelajaran konvensional (ceramah).

Dalam penelitian ini, populasi yang digunakan adalah semua peserta didik kelas VIII di SMP 01 Islam Jember pada semester ganjil tahun pelajaran 2023/2024. Kelas VIII-A dipilih secara purposif sebagai kelas eksperimen, sementara VIII-B dipilih sebagai kelas kontrol. Jumlah peserta didik dalam setiap kelas adalah 15 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah teknik sampel jenuh, yaitu seluruh populasi yang memenuhi kriteria langsung dijadikan sebagai sampel penelitian.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran: pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* dengan pendekatan berdiferensiasi (X₁) dan pembelajaran konvensional (X₂).

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar kognitif peserta didik pada materi sistem pencernaan manusia. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat dari adanya perlakuan yang diberikan oleh variabel bebas (Sujarweni, 2022).

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan berbagai teknik untuk memperoleh informasi yang komprehensif

dan saling melengkapi. Penggunaan beberapa teknik pengumpulan data bertujuan untuk meningkatkan keakuratan dan kredibilitas temuan penelitian melalui triangulasi data (Creswell, 2023). Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tes Hasil Belajar

Tes hasil belajar digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan pembelajaran. Tes diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* berupa soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator kompetensi pada materi sistem pencernaan manusia. Jumlah soal yang digunakan sebanyak 20 butir soal, dengan skor 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban salah. *Pretest* diberikan sebelum penerapan pembelajaran, sedangkan *posttest* diberikan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan.

2. Angket Minat dan Bakat

Angket digunakan untuk mengidentifikasi profil belajar peserta didik sebagai dasar penerapan pembelajaran berdiferensiasi. Angket disusun menggunakan skala Likert dengan empat pilihan jawaban, yaitu sangat setuju, setuju, ragu-ragu, dan tidak setuju. Pernyataan dalam angket mencakup aspek minat belajar, kesiapan belajar, dan preferensi gaya belajar peserta didik, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan bentuk diferensiasi konten, proses, dan produk pembelajaran.

3. Observasi Aktivitas Pembelajaran

Observasi dilakukan untuk merekam keterlibatan dan aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Observasi menggunakan lembar observasi terstruktur yang memuat indikator aktivitas belajar seperti partisipasi dalam diskusi, kerja sama kelompok, keaktifan bertanya, dan kemampuan menyampaikan pendapat. Observasi dilakukan oleh peneliti selama

proses pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

4. Wawancara dan Dokumentasi

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada guru mata pelajaran untuk memperoleh informasi pendukung terkait pelaksanaan pembelajaran dan respons peserta didik terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Dokumentasi digunakan untuk memperkuat data penelitian, berupa data nilai, daftar hadir peserta didik, serta foto kegiatan pembelajaran selama penelitian berlangsung.

Pembelajaran di kelas eksperimen dilaksanakan sesuai dengan sintaks model *Problem Based Learning* yang terdiri dari lima tahap:

1. Orientasi terhadap masalah: Guru menyajikan masalah kontekstual terkait sistem pencernaan manusia untuk dianalisis oleh peserta didik .
2. Pengorganisasian peserta didik untuk belajar: Peserta didik dibagi ke dalam kelompok berdasarkan hasil angket minat dan bakat, lalu merumuskan strategi pemecahan masalah.
3. Penyelidikan mandiri dan kelompok: Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber dan mengembangkan produk pembelajaran sesuai minat (cerpen, poster, video, dll).
4. Penyajian hasil kerja: Kelompok menyampaikan produk pembelajaran di hadapan kelas.
5. Refleksi dan evaluasi: Guru dan peserta didik mengevaluasi proses dan hasil pembelajaran serta keterlibatan peserta didik secara keseluruhan.

Data hasil belajar peserta didik dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20.0. Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap untuk memastikan keakuratan dan keabsahan hasil penelitian. Menurut Ghazali,

(2018), sebelum melakukan pengujian hipotesis, peneliti perlu melakukan uji asumsi statistik untuk menentukan jenis uji yang paling tepat digunakan:

Tahap awal analisis meliputi uji normalitas dan uji homogenitas, yang bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Uji ini penting sebagai dasar dalam menentukan penggunaan uji parametrik atau nonparametrik

Selanjutnya, karena jumlah sampel relatif kecil dan data tidak sepenuhnya berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *uji Mann–Whitney U*. *Uji Mann–Whitney U* merupakan uji nonparametrik yang digunakan untuk membandingkan dua kelompok independen ketika asumsi normalitas tidak terpenuhi (Ghozali, 2018). Kriteria pengambilan keputusan dalam penelitian ini didasarkan pada nilai signifikansi (*p-value*), dengan taraf signifikansi yang digunakan adalah $p < 0,05$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran nilai *pretest* dan *posttest* pada dua kelompok peserta didik mengungkapkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan pada kelompok eksperimen yang menggunakan pembelajaran berdiferensiasi berbasis *Problem Based Learning*, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang mengikuti metode pembelajaran konvensional.

Tabel 2. rata-rata Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Kelas	Rata-rata pretest	Rata-rata posttest	Peningkatan
Eksperimen	54,00	86,00	32,00
Kontrol	41,33	60,67	19,24

Sumber: IBM SPSS 20

Peningkatan signifikan terlihat pada selisih rata-rata nilai posttest antara kedua kelompok. Selisih capaian pada kelompok eksperimen lebih tinggi, menunjukkan bahwa perlakuan pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL berdampak positif terhadap pemahaman peserta didik.

Tabel 3. Distribusi Nilai Posttest Peserta didik

Interval Nilai	Jumlah Peserta didik Eksperimen	Jumlah Peserta didik Kontrol
90-100	7	2
80-89	5	3
70-79	2	4
<70	1	6
Total	15	15

Sumber: IBM SPSS 20

Distribusi nilai tersebut menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik di kelompok eksperimen memperoleh nilai ≥ 80 , sementara kelompok kontrol menunjukkan ketuntasan yang lebih rendah dengan hampir separuh peserta didik belum mencapai nilai minimal 70.

Analisis inferensial dilakukan menggunakan uji *Mann-Whitney U* karena jumlah sampel yang kecil dan distribusi data yang tidak sepenuhnya normal. Hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Mann-Whitney U

Statistik Uji	Nilai
Mann-Whitney	45,000
Wilcoxon W	180,000
Z	-2,943
Asymp. Sig.	0,003

Sumber: IBM SPSS 20

Nilai signifikansi sebesar $0,003 < 0,05$ menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua kelompok adalah signifikan secara statistik.

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* yang dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi secara signifikan meningkatkan pencapaian belajar peserta didik . Hal ini diperkuat oleh analisis statistik yang menunjukkan bahwa rata-rata nilai *posttest* pada kelompok eksperimen meningkat secara substansial, dengan nilai 86,00 $< 0,05$, yang berarti bahwa peningkatan tersebut bukan disebabkan oleh faktor kebetulan.

Model PBL berhasil meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik sesuai prinsip konstruktivistik, yang menekankan bahwa pembelajaran adalah proses aktif dalam membangun pengetahuan melalui partisipasi langsung peserta didik . Dalam model ini, peserta didik berfungsi sebagai subjek yang aktif dalam mengenali masalah, mengumpulkan informasi, berdiskusi, dan menyampaikan solusi. Proses ini tidak hanya memperdalam pemahaman konseptual, tetapi juga menguatkan kemampuan

berpikir tingkat tinggi seperti analisis dan sintesis.

Pendekatan diferensiasi yang terintegrasi meningkatkan efektivitas model PBL karena memungkinkan penyesuaian pembelajaran sesuai dengan karakteristik unik setiap peserta didik . Dalam penelitian ini, guru memanfaatkan angket untuk mengidentifikasi minat dan gaya belajar peserta didik , yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembentukan kelompok dan pengembangan produk pembelajaran. Produk akhir berupa cerpen, poster, dan video menjadi bentuk diferensiasi produk yang disesuaikan dengan preferensi peserta didik . Strategi ini mendorong pembelajaran yang lebih inklusif, personal, dan bermakna.

Observasi selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa peserta didik di kelas eksperimen lebih aktif dan antusias dalam mengikuti kegiatan. Mereka terlibat dalam diskusi, mengajukan pertanyaan, dan menyampaikan ide secara mandiri. Tingkat keterlibatan yang tinggi ini menunjukkan bahwa pendekatan diferensiasi dalam personalisasi pembelajaran mampu meningkatkan motivasi belajar dan kepercayaan diri peserta didik .

Keterlibatan aktif peserta didik juga tidak terlepas dari relevansi masalah yang disajikan dalam model PBL. Keterkaitan masalah kontekstual dengan kehidupan sehari-hari peserta didik dapat memperkuat rasa ingin tahu peserta didik dan keterikatan emosional terhadap materi yang dipelajari. Ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang didasarkan pada minat dan gaya belajar peserta didik dapat meningkatkan motivasi intrinsik (Nurhayati, 2024).

Penelitian ini mendukung temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan PBL secara signifikan meningkatkan penguasaan konsep pada materi sistem pencernaan. Hasil serupa juga ditemukan dalam konteks pembelajaran IPA di sekolah dasar dengan pendekatan berdiferensiasi. Dengan demikian,

penelitian ini menegaskan bahwa integrasi antara PBL dan diferensiasi merupakan pendekatan strategis yang dapat diterapkan dalam berbagai jenjang pendidikan.

Namun demikian, penerapan model ini tidak tanpa tantangan. Kesiapan guru dalam merancang pembelajaran berdiferensiasi dan memfasilitasi diskusi berbasis masalah sangat menentukan keberhasilan implementasi. Guru perlu memiliki kemampuan menganalisis karakteristik peserta didik serta keterampilan fasilitasi yang mumpuni agar proses pembelajaran tetap terarah dan produktif. Selain itu, diperlukan juga pembiasaan bertahap bagi peserta didik agar terbiasa dengan pola pembelajaran aktif dan kolaboratif.

Secara umum, penelitian ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* yang berdiferensiasi tidak hanya meningkatkan hasil belajar secara angka, tetapi juga memperkuat aspek proses belajar seperti keterlibatan peserta didik, komunikasi, kolaborasi, dan kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, pendekatan ini sangat cocok untuk digunakan dalam pembelajaran abad ke-21 dan sesuai dengan prinsip utama Kurikulum Merdeka yang mendukung peserta didik .

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa pembelajaran berdiferensiasi dengan pendekatan model *Problem Based Learning* (PBL) memiliki dampak signifikan terhadap hasil belajar peserta didik pada materi sistem pencernaan manusia di kelas VIII SMP 01 Islam Jember. Hasil perbandingan rata-rata nilai menunjukkan bahwa peserta didik pada kelompok eksperimen yang mengikuti pembelajaran menggunakan model Problem Based Learning (PBL) berbasis pembelajaran berdiferensiasi memperoleh hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik pada kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Rata-rata nilai pretest pada kelompok eksperimen sebesar 54,00 dan meningkat menjadi 86,00 pada posttest, sedangkan kelompok kontrol memiliki

rata-rata nilai pretest sebesar 41,33 dan meningkat menjadi 60,67 pada posttest. Perbedaan peningkatan hasil belajar tersebut menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL efektif dalam meningkatkan pencapaian belajar peserta didik. Dengan demikian, hipotesis alternatif (Ha) dalam penelitian ini diterima, sedangkan hipotesis nol (Ho) ditolak.

DAFTAR PUSTAKA

- 'Adiilah, I. I., & Haryanti, Y. D. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Pembelajaran IPA. *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research (PJMSR)* e-ISSN:, 2(1), 49–56.
- Antoro, A. D., Sayuti, M., & Biddinika, M. K. (2023). Analisis Bibliografi Artikel Jurnal Pendidikan Kejuruan di Indonesia. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:258826426>
- Creswell, J. W. (2023). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). Sage Publication.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25* (9th ed.). Badan Penerbit universitas Diponegoro.
- Harefa, W. Y., Warumu, A. P., & Lase, N. K. (2024). Jurnal Pendidikan Inovatif PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED Jurnal Pendidikan Inovatif. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 6(3), 278–282.
- Iwan, L.R.Korwa, E., & L.Wambrauw, H. (2018). Peningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Di Kelas Viii A Smrn The Increasing Result Of Study With Problem Based Learning Model Applied In Viii Grade Of Smrn . *Jurnal Nalar Pendidikan*, 6(1), 32–40.
- Maulani, B. I. G., Hardiana, H., & Jamaluddin. (2023). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Biologi Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem-Based Learning dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas X IPA 2 SMA Negeri 7 Mataram Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, x(xxxx), 2632–2637.
- Mukharomah, E., Hidayat, S., Handaiyani, S., Kartika, A., Studi, P., Biologi, P., & Keguruan, F. (2021). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Kognitif Mahasiswa Pada Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 6(1).
- Nurhayati. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Berdiferensiasi (Differentiated Instruction) dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran diMI. *Jurnal Kualitas Pendidikan*, 2(3), 451–456.
- Rahmawati, A., & Hizqiyah, I. Y. N. (2017). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Defisiensi Nutrisi Tumbuhan pada Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Pasundan. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 21–25.
- Rosdiana, Y. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Sikap Ilmiah Dan Hasil Belajar Peserta. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 4(1).
- Solehudin, & Rochmiyati, S. (2023). Differentiated learning through the PBL model to improve Indonesian language learning outcomes for elementary school students. *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar*, 7(2), 99–105.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D* (19th ed.). ALFABETA.
- Sujarweni, V. W. (2022). *Metodologi Penelitian*. PUSTAKABARUPRESS.
- Wahyuningsari, D., Mujiwati, Y., Hilmyah, L., Kusumawardani, F., & Sari, I. P. (2022). Pembelajaran Berdiferensiasi Dalam Rangka Mewujudkan Merdeka Belajar. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(04), 529–535.

Analisis Literatur: Strategi Pembelajaran Ekologi yang Efektif di Sekolah Menengah

Silvia Isna Billa¹, Faudina Permatasari²

^{1,2}Pendidikan IPA, Fakultas Sosial Dan Humaniora, Universitas Bhinneka PGRI TA
Jl.Mayor Sujadi Timur No. 7 Tulungagung, Kode Pos 66221
bismillahpregeant@gmail.com; faudina.science@ubhi.ac.id

Abstrak

Pembelajaran ekologi merupakan bagian penting dari pendidikan biologi karena mempelajari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Namun, proses pembelajaran di sekolah menengah masih menghadapi kendala seperti dominasi metode ceramah, kesulitan memahami konsep abstrak, dan minimnya kegiatan observasi lapangan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi strategi pembelajaran ekologi yang efektif melalui kajian literatur. Metode yang digunakan adalah literature review dengan sumber data dari jurnal terakreditasi SINTA, jurnal internasional bereputasi, prosiding, dan laporan penelitian yang diterbitkan pada periode 2019–2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa Outdoor Learning, Project-Based Learning, dan Inquiry-Based Learning merupakan strategi paling efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, dan keterampilan berpikir ilmiah siswa. Strategi lain seperti blended learning, problem-based learning, dan multi-representasi turut mendukung pemahaman konsep ekologi yang kompleks. Pembelajaran ekologi yang optimal perlu dirancang secara kontekstual, berbasis pengalaman langsung, dan melibatkan siswa secara aktif.

Kata Kunci: *Ekologi, Inquiry, Outdoor Learning, Pembelajaran Biologi, Project-Based Learning.*

Abstract

Ecology learning is an essential component of biology education at the secondary school level because it explores the interactions between living organisms and their environment. However, its implementation in the classroom often encounters several obstacles, such as teacher-centered instructional methods, students' difficulties in understanding abstract ecological concepts, and limited opportunities for direct field observation. This literature review aims to identify effective instructional strategies for teaching ecology, examine their strengths and challenges, and provide recommendations for strategies suitable for secondary schools. This study employs a literature review approach by analyzing sources from nationally accredited SINTA journals, reputable international journals indexed in Scopus and DOAJ, conference proceedings, and research reports published between 2019 and 2024. The analysis indicates that the most effective strategies are Outdoor Learning, Project-Based Learning, and Inquiry-Based Learning, as these approaches enhance students' conceptual understanding of ecology, learning motivation, and scientific thinking skills. Additionally, blended learning, problem-based learning, and multi-representation approaches also contribute to addressing the complexity of ecological concepts. Therefore, effective ecology instruction should be designed to be contextual, grounded in direct experiences, and capable of promoting active student engagement.

Keywords: *Ecology, Inquiry, Outdoor Learning, Biology Learning, Project-Based Learning.*

I. PENDAHULUAN

Ekologi adalah salah satu materi penting dalam pelajaran biologi di tingkat sekolah menengah karena membahas hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya serta berbagai proses yang terjadi didalam ekosistem.

Memahami konsep-konsep seperti keanekaragaman hayati, aliran energi, jaring makanan, dan dampak tindakan manusia terhadap lingkungan sangat penting untuk membentuk kesadaran ekologis siswa. Namun, di sekolah-sekolah, banyak guru masih menggunakan cara mengajar yang

konvensional, yaitu dengan ceramah. Hal ini menyebabkan siswa kurang terlibat secara aktif dalam proses belajar (Fitriana & Hermawan, 2022). Akibatnya, siswa kesulitan memahami konsep-konsep ekologi yang rumit dan abstrak karena tidak didukung oleh media visual atau pengalaman langsung di lapangan (Sari & Widodo, 2023, Lestari & Ramadhan, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis ceramah kurang efektif dalam meningkatkan literasi ekologi siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran yang lebih aktif seperti Problem Based Learning, Inquiry, dan pembelajaran berbasis lingkungan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023; Lestari & Ramadhan, 2024). Keterbatasan dalam aktivitas belajar yang berbasis lingkungan, seperti kurangnya kegiatan observasi langsung di lapangan atau eksplorasi ekosistem di sekitar sekolah, menyebabkan pembelajaran tentang ekologi kurang bermakna bagi siswa (Sari & Widodo, 2023). Mereka cenderung hanya menghafal informasi, bukan memahami hubungan antar konsep dalam ekosistem (Fitriana & Hermawan, 2022). Berdasarkan berbagai penelitian, strategi pembelajaran aktif seperti inkuiri, project-based learning, multi-representasi, dan blended learning ternyata bisa membantu siswa memahami materi ekologi secara lebih mendalam (Ardiansyah & Lestari, 2020; Kurniawati & Wicaksono, 2021; Hasanah & Purwanto, 2023). Pembelajaran berbasis inkuiri memungkinkan siswa melakukan penyelidikan terhadap masalah ekologi di sekitar mereka (Ardiansyah & Lestari, 2020), sementara project-based learning memberikan kesempatan bagi mereka untuk merancang proyek nyata seperti pemantauan kualitas lingkungan atau inventarisasi tanaman (Abdullah & Fitria, 2021). Multi-representasi membantu siswa memahami konsep dari berbagai sudut pandang (Kurniawati & Wicaksono, 2021), sedangkan blended learning menyediakan visualisasi digital ekosistem yang sulit diamati secara langsung (Hasanah & Purwanto, 2023).

Melihat pentingnya materi ekologi dan tantangan dalam menerapkannya di kelas, kajian ini disusun untuk mengidentifikasi strategi pembelajaran yang paling efektif berdasarkan penelitian terbaru. Urgensi penelitian ini didasarkan pada temuan bahwa hanya 35% siswa SMP/SMA mampu mencapai

KKM pada materi ekologi dalam Ujian Nasional 2022-2023 (Kemendikbudristek, 2023), sementara survei PISA 2022 menunjukkan literasi sains siswa Indonesia berada pada peringkat 70 dari 81 negara dengan skor kompetensi ekologi yang rendah (OECD, 2022). Selain itu, 72% guru biologi masih mendominasi metode ceramah konvensional tanpa pendekatan aktif (Kurniawati & Wicaksono, 2021). Dengan menganalisis hasil penelitian yang dipublikasikan antara tahun 2019 hingga 2024, studi ini diharapkan memberikan gambaran lengkap tentang pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman siswa serta menjadi referensi bagi para guru biologi dalam mengembangkan pembelajaran ekologi yang lebih bermakna dan relevan dengan konteks sekitar mereka (Lestari & Ramadhan, 2024)..

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian tinjauan pustaka deskriptif. Tujuannya adalah menganalisis berbagai publikasi ilmiah mengenai strategi pembelajaran ekologi yang digunakan pada siswa sekolah menengah. Penelitian ini didasarkan pada permasalahan dalam pembelajaran ekologi, seperti kurangnya pengalaman belajar langsung dan kesulitan siswa dalam memahami konsep abstrak. Masalah-masalah ini dapat diatasi dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi strategi pembelajaran yang telah terbukti efektif berdasarkan penelitian sebelumnya. Proses analisis dilakukan secara sistematis dengan mengumpulkan dan menelaah berbagai sumber literatur untuk memahami lebih dalam tentang strategi yang digunakan, tingkat efektivitasnya, serta tantangan dalam menerapkannya.

Sumber data yang digunakan berasal dari berbagai jurnal nasional terakreditasi SINTA (peringkat Sinta 2 hingga Sinta 5) dalam bidang pendidikan biologi, jurnal internasional yang terindeks Scopus dan DOAJ, prosiding ilmiah, serta laporan penelitian yang diterbitkan antara tahun 2019 hingga 2024. Artikel yang dimasukkan dalam analisis harus memenuhi kriteria tertentu, yakni berfokus pada pembelajaran ekologi di jenjang SMP, SMA, atau MA; menggunakan strategi pembelajaran seperti *Project-Based Learning*, inkuiri, *blended learning*, *discovery learning*, *multi-*

representasi, atau *outdoor learning*; merupakan penelitian empiris atau tinjauan pustaka; serta ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Artikel yang tidak relevan dengan ekologi, dilakukan di jenjang perguruan tinggi, bersifat opini tanpa data, atau memiliki informasi yang tidak lengkap tidak akan dimasukkan dalam analisis.

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari artikel menggunakan database Google Scholar, Garuda Kemdikbud, *ScienceDirect*, *ResearchGate*, dan SINTA Ristekdikti dengan kata kunci seperti *ecology learning*, *project-based learning ecology*, strategi pembelajaran ekologi, *biology learning*, dan *active learning biology*. Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dalam empat tahap, yaitu mengidentifikasi strategi pembelajaran yang disebutkan dalam artikel, mengklasifikasikan tingkat efektivitasnya, menggabungkan temuan untuk menemukan pola umum, serta membuat rekomendasi berdasarkan tren penelitian terbaru. Dengan prosedur ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lengkap mengenai strategi pembelajaran ekologi yang relevan dan efektif untuk diterapkan di jenjang sekolah menengah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap berbagai artikel ilmiah pada masa 2019 hingga 2024, terlihat bahwa beberapa strategi pembelajaran kerap digunakan dalam konteks pembelajaran ekologi di jenjang sekolah menengah. Strategi yang paling umum meliputi *Project-Based Learning* (*PjBL*), *Inquiry-Based Learning*, *Outdoor Learning* atau pembelajaran di lapangan, *Blended Learning*, *Problem-Based Learning* (*PBL*), serta pendekatan multi-representasi.



Gambar 1.1 Strategi Pembelajaran ekologi

Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran ekologi cenderung menggunakan model-model pembelajaran aktif yang menempatkan siswa dalam situasi belajar yang relevan dengan konteks sehari-hari dan berbasis pengalaman langsung. Hal ini sesuai dengan berbagai riset sebelumnya yang menekankan bahwa materi ekologi yang berkaitan erat dengan fenomena alam membutuhkan strategi pembelajaran yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi serta pengamatan langsung terhadap lingkungan sekitarnya.

Strategi pembelajaran yang paling banyak digunakan dalam pembelajaran ekologi di sekolah menengah adalah Project-Based Learning (*PjBL*), Inquiry-Based Learning, Outdoor Learning, Blended Learning, Problem-Based Learning (*PBL*), dan pendekatan multi-representasi. Pola ini menunjukkan bahwa guru dan peneliti cenderung beralih dari metode ceramah konvensional menuju model pembelajaran aktif yang menempatkan siswa sebagai subjek belajar (Abdullah & Fitria, 2021; Ardiansyah & Lestari, 2020; Lestari & Ramadhan, 2024). *PjBL* dan inkuiri, misalnya, memberikan ruang bagi siswa untuk menyelidiki masalah ekologi nyata, merancang proyek, dan memecahkan masalah lingkungan sehingga pengalaman belajar menjadi lebih kontekstual dan bermakna.

Dari sisi efektivitas, beberapa studi melaporkan bahwa *PjBL* mampu meningkatkan pemahaman konsep ekologi antara 20–35% setelah intervensi, selain memperkuat keterampilan kolaborasi dan kreativitas siswa (Abdullah & Fitria, 2021; Nugroho, 2019). Inquiry-Based Learning terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, menganalisis data, dan menarik kesimpulan pada materi ekosistem dan keanekaragaman hayati (Ardiansyah & Lestari, 2020; Putri & Mahendra, 2022). Outdoor Learning menonjol dari sisi peningkatan motivasi dan rasa ingin tahu karena menghadirkan pengalaman langsung di lingkungan nyata, misalnya melalui observasi ekosistem sekolah, inventarisasi keanekaragaman hayati, atau studi kualitas lingkungan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Temuan-temuan ini menguatkan bahwa pembelajaran ekologi yang efektif harus memadukan pengalaman lapangan, penyelidikan ilmiah, dan aktivitas berbasis proyek.

Meskipun demikian, analisis literatur juga menunjukkan adanya sejumlah tantangan dalam penerapan strategi-strategi tersebut. Kegiatan lapangan dan proyek seringkali terkendala oleh keterbatasan waktu pembelajaran, jadwal sekolah yang padat, serta ketersediaan sarana dan lingkungan belajar yang mendukung seperti taman sekolah atau laboratorium lapangan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Selain itu, tidak semua guru memiliki kesiapan pedagogis untuk merancang dan mengelola pembelajaran berbasis proyek, inkuiri, atau blended learning, sehingga implementasinya belum optimal (Hasanah & Purwanto, 2023; Lestari & Ramadhan, 2024). Kondisi ini mengindikasikan perlunya dukungan pelatihan guru, penyediaan fasilitas, serta kebijakan sekolah yang memberi ruang bagi aktivitas belajar berbasis lingkungan agar potensi strategi pembelajaran ekologi aktif dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Dari berbagai penelitian yang dilakukan, terlihat perbedaan dalam tingkat efektivitas setiap strategi pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman ekologi. *Project-Based Learning (PjBL)* terbukti sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan bekerja sama, serta kreativitas siswa pada materi ekosistem (Illahiah, 2023; Sulisyah, 2024; Al Hanafi, 2024). Beberapa penelitian juga menunjukkan kenaikan pemahaman konsep ekologi atau IPA pada tema ekosistem dengan peningkatan skor antara sekitar 20% hingga lebih dari 30% setelah penerapan PjBL dibandingkan pembelajaran konvensional (Sulisyah, 2024; Syafruddin, 2025). Keberhasilan PjBL didukung oleh pengalaman nyata yang diperoleh siswa melalui proyek lingkungan, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna, kontekstual, dan mendorong literasi lingkungan yang lebih baik (Illahiah, 2023; Andari et al., 2016 dalam Al Hanafi, 2024; Andari et al., 2016 dalam Andari, 2016).

Inquiry-Based Learning (IBL) terbukti sangat baik untuk membahas materi ekosistem, keanekaragaman hayati, dan jaring makanan karena mampu meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar sains siswa (Ngertini et al., 2013; Purnamasari, 2022; Hidayatullah, 2025). Strategi ini membantu siswa mengembangkan keterampilan proses sains seperti mengamati, melakukan eksperimen,

mengukur, menganalisis, dan menafsir data melalui tahapan penyelidikan yang sistematis (Simbolon & Sahyar, 2015; Wijayanti, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri memungkinkan siswa membangun konsep sendiri karena mereka terlibat langsung dalam proses penemuan dan pemecahan masalah ilmiah (National Research Council, 1996; Edelson et al., 2011).

Strategi *Outdoor Learning* juga menunjukkan efektivitas yang sangat baik dalam pembelajaran ekologi karena kegiatan observasi di lapangan memberi pengalaman nyata bagi siswa untuk mengenali makhluk hidup dan memahami interaksi dalam ekosistem (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023).. Beberapa penelitian melaporkan bahwa outdoor learning dapat meningkatkan motivasi belajar, rasa ingin tahu, dan pemahaman konsep ekologi secara signifikan dibanding pembelajaran di dalam kelas saja (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Sekolah yang memiliki fasilitas seperti taman, kebun, atau area hijau dinilai sangat potensial untuk mengoptimalkan penerapan strategi ini karena menyediakan konteks autentik bagi kegiatan penyelidikan ekologis siswa (Fitriana & Hermawan, 2022).

Selain itu, *Blended Learning* dinilai efektif untuk membantu pemahaman konsep ekologi yang abstrak, seperti aliran energi dan dinamika populasi melalui integrasi pembelajaran tatap muka dengan simulasi digital, video, dan platform daring (Hasanah & Purwanto, 2023). *Problem-Based Learning (PBL)* juga memberikan dampak positif khususnya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada isu lingkungan nyata seperti pencemaran, sampah, dan perubahan iklim (Hidayat & Suryani, 2020). Pendekatan multi-representasi membantu siswa memahami konsep kompleks melalui kombinasi representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, sehingga memperkuat pemahaman konseptual ekologi (Kurniawati & Wicaksono, 2021).

Analisis literatur menunjukkan ada beberapa masalah yang sering terjadi saat menerapkan strategi pembelajaran aktif. Kegiatan di lapangan membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan metode pembelajaran biasa, sedangkan waktu yang diberikan sekolah untuk belajar biasanya

terbatas. Selain itu, bukan semua sekolah memiliki fasilitas dan lingkungan yang mendukung pembelajaran di luar kelas atau proyek lapangan, sehingga penerapannya menjadi sulit. Salah satu hambatan lain adalah kesiapan guru, karena sebagian dari mereka belum memiliki kemampuan cukup dalam merancang kegiatan berbasis proyek atau inkuiri. Dari sisi siswa, kemampuan belajar mandiri dan bekerja sama masih kurang, yang juga menjadi penghalang untuk suksesnya penerapan strategi tersebut.

Berdasarkan hasil analisis dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran luar ruang atau *Outdoor Learning* adalah metode yang terbaik dalam pembelajaran ekologi karena memberikan pengalaman belajar langsung mengenai fenomena lingkungan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Metode *Project-Based Learning* juga sangat efektif, terutama dalam memperkuat pemahaman konsep melalui kegiatan nyata yang melibatkan penyelidikan lingkungan secara langsung (Abdullah & Fitria, 2021; Nugroho, 2019). Selain itu, *Inquiry-Based Learning* berperan penting dalam meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa seperti mengamati, mengelompokkan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Ardiansyah & Lestari, 2020; Putri & Mahendra, 2022). Kombinasi dari proyek, observasi langsung di lapangan, serta pendekatan penyajian konsep secara beragam terbukti memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pemahaman ekologi secara menyeluruh (Lestari & Ramadhan, 2024). Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran ekologi yang efektif memerlukan penggabungan pengalaman langsung, investigasi ilmiah, dan pemaparan konsep secara visual, agar siswa dapat memahami hubungan antar komponen dalam ekosistem secara utuh (Kurniawati & Wicaksono, 2021; Hasanah & Purwanto, 2023).

Terdapat gambar grafik 2.1 tingkat efektivitas berbagai strategi pembelajaran ekologi yang digunakan di sekolah menengah. *Outdoor Learning* tampak memiliki skor tertinggi, yang menandakan bahwa pembelajaran langsung di lingkungan nyata seperti taman, kebun, atau area sekitar sekolah paling berhasil meningkatkan pemahaman ekologi siswa. Pendekatan ini

memberikan pengalaman autentik sehingga siswa dapat mengamati interaksi makhluk hidup secara langsung.

Selanjutnya, *Project-Based Learning* (*PjBL*) dan *Inquiry-Based Learning* juga terlihat sangat efektif. *PjBL* membantu siswa membangun pengetahuan melalui proyek lingkungan yang nyata, sedangkan inkuiri melatih kemampuan proses sains seperti observasi, analisis, dan eksperimen. Kedua strategi ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran sehingga mendorong keaktifan dan kemandirian belajar.

Multi-Representasi, *Problem-Based Learning* (*PBL*), dan *Blended Learning* juga menunjukkan efektivitas yang cukup tinggi. *Multi-representasi* membantu siswa memahami konsep ekologi yang abstrak melalui gambar, diagram, model, dan simbol. *PBL* mendorong siswa memecahkan masalah lingkungan nyata, sementara *Blended Learning* memadukan pembelajaran tatap muka dengan teknologi digital untuk mempermudah visualisasi fenomena ekologis yang kompleks.

Secara keseluruhan, grafik menegaskan bahwa strategi pembelajaran yang menggabungkan pengalaman langsung, investigasi ilmiah, dan visualisasi konsep memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pemahaman ekologi pada siswa sekolah menengah. Berikut grafik Efektivitas Strategi Pembelajaran Ekologi



Gambar 2.1 Tingkat Efektivitas Strategi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan telaah literatur 2019–2024, pembelajaran ekologi di sekolah menengah paling efektif ketika menggunakan strategi

aktif, kontekstual, dan berbasis pengalaman nyata. *Outdoor Learning, Project-Based Learning* dan *Inquiry-Based Learning* secara konsisten terbukti meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, serta keterampilan proses sains siswa, sementara Blended Learning, Problem-Based Learning, dan pendekatan multi-representasi mendukung pemahaman konsep yang abstrak dan kompleks.

Namun, penerapan strategi-strategi tersebut masih menghadapi hambatan berupa terstruktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Fitria, N. (2021). Pengaruh project-based learning terhadap pemahaman konsep ekosistem siswa SMA. *Journal of Biology Education*, 12(2), 145–153.
- Al Hanafi, M. I. (2024). Pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(2),
- Am Hidayatullah, M. I. (2025). Efektivitas penggunaan model pembelajaran inquiry dalam meningkatkan hasil pembelajaran IPA siswa sekolah dasar. *Jurnal Inovasi Wahana Pendidikan*, 5(1), 33–42.
- Andari, T., Sugiarto, B., & Lestari, R. (2016). Project based learning untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa pada materi ekosistem. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 77–85.
- Ardiansyah, R., & Lestari, W. (2020). Penerapan pembelajaran inkuiri pada materi ekosistem untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(3), 201–209.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (2011). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. Dalam K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the LearningSciences* (hlm. 391–413). New York: Cambridge University Press.
- Fitriana, D., & Hermawan, B. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Kemampuan Literasi Ekologi Siswa. *Jurnal Konseling Indonesia*, 5(2), 123
- Kurniawati, S., & Wicaksono, A. (2021). Pendekatan multi-representasi untuk meningkatkan pemahaman konsep ekologi di SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 89–98.
- Ibrahim, A. (2023). Implementasi model Project Based Learning melalui eco-produk pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Guruku*, 3(1), 35.
- Lestari, P., & Ramadhan, D. (2024). Review strategi pembelajaran aktif dalam pengajaran ekologi: Tren dan rekomendasi. *Science Education Review*, 14(1), 22–31.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

keterbatasan sarana, alokasi waktu, serta kesiapan guru dan siswa. Karena itu, sekolah perlu menyediakan dukungan fasilitas dan program peningkatan kompetensi guru, sedangkan peneliti dan pengembang kurikulum perlu merancang model pembelajaran ekologi yang adaptif terhadap kondisi sekolah, tetapi tetap menekankan pengalaman lapangan, penyelidikan ilmiah, dan visualisasi konsep secara

- Ngertini, N. N., Sadia, I. W., & Yudana, I. M. (2013). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 3(2), 45–53.
- Nugroho, A. (2019). Implementasi project-based learning pada materi ekologi untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 10(4), 221–228.
- OECD. (2022). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
https://doi.org/10.1787/53f23881_en
- Purnamasari, S. (2022). Efektivitas implementasi pembelajaran inkuiri berbasis kearifan lokal terhadap hasil belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1), 12–21.
- Putri, S., & Mahendra, W. (2022). Inquiry-based learning dan kemampuan penalaran ilmiah siswa pada topik keanekaragaman hayati. *Journal of Science Education Research*, 7(1), 71–80.
- Sari, F., & Widodo, S. (2023). Kajian Sistematis atas Strategi, Media, dan Kompetensi Siswa dalam Pembelajaran Ekologi. *Journal of Natural Science*, 7(1), 45-52.
<https://journal.mahesacenter.org/index.php/jonas/article/download/1030/pdf>
- Sari, F., & Widodo, S. (2023). Outdoor education dalam meningkatkan literasi ekologi siswa sekolah menengah. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(1), 45–52.
- Sari, F., & Widodo, S. (2023). Outdoor education dalam meningkatkan literasi ekologi sisw sekolah menengah. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(1), 45–52.
- Simbolon, D. H., & Sahyar. (2015). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis eksperimen terhadap hasil belajar fisika dan keterampilan proses sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 1–10.
- Sulysiyah, S. (2024). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada tema ekosistem kelas 5 SDN Malangnengah 01. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 12(2), Syafruddin, S. (2025). Pengaruh model Project Based Learning terhadap kecerdasan ekologi siswa pada konsep ekosistem. *Jurnal ESABI*, 5(1)
- Wijayanti, A. (2022). Efektivitas penerapan model pembelajaran inquiry learning terhadap hasil belajar IPA siswa SMP. *Jurnal Educational Research*, 6(2), 101–110.

Optimalisasi Kapasitas Kognitif Mahasiswa pada Matakuliah Bioteknologi melalui Teknologi AI

Mimi Halimah

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pasundan

Jl. Tamansari No. 6-8 Bandung Indonesia

e-mail: mimi@unpas.ac.id

Abstrak

Bioteknologi merupakan matakuliah yang menuntut kapasitas kognitif tinggi karena melibatkan konsep-konsep kompleks dan aplikasi teknologi dalam sistem biologis. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan kapasitas kognitif mahasiswa melalui integrasi teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran Bioteknologi. Metode penelitian menggunakan quasi-experimental design dengan pre-test post-test control group pada 60 mahasiswa yang dibagi menjadi kelompok eksperimen menggunakan AI dan kelompok kontrol dengan pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian meliputi tes kapasitas kognitif yang mencakup dimensi pemahaman konsep, analisis, sintesis, dan evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan kapasitas kognitif mahasiswa pada kelompok eksperimen dengan N-gain 0,72 (kategori tinggi) dibandingkan kelompok kontrol dengan N-gain 0,45 (kategori sedang). Teknologi AI berupa adaptive learning system, virtual laboratory, dan intelligent tutoring system terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep kompleks seperti rekayasa genetika dan kultur jaringan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa AI mampu memberikan personalisasi pembelajaran sesuai dengan kecepatan belajar dan gaya kognitif masing-masing mahasiswa. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa teknologi AI dapat menjadi solusi inovatif dalam mengoptimalkan kapasitas kognitif mahasiswa pada pembelajaran Bioteknologi yang kompleks.

Kata kunci — *adaptive learning, artificial intelligence, bioteknologi, kapasitas kognitif, personalisasi pembelajaran*

Abstract

Biotechnology is a course that requires high cognitive capacity as it involves complex concepts and technology applications in biological systems. This research aims to optimize students' cognitive capacity through the integration of Artificial Intelligence (AI) technology in Biotechnology learning. The research method employed a quasi-experimental design with pre-test post-test control group on 60 students divided into an experimental group using AI and a control group with conventional learning. Research instruments included cognitive capacity tests covering dimensions of concept understanding, analysis, synthesis, and evaluation. The results showed a significant increase in students' cognitive capacity in the experimental group with an N-gain of 0.72 (high category) compared to the control group with an N-gain of 0.45 (medium category). AI technologies in the form of adaptive learning systems, virtual laboratories, and intelligent tutoring systems proved effective in enhancing understanding of complex concepts such as genetic engineering and tissue culture. Further analysis indicated that AI was capable of providing personalized learning according to each student's learning pace and cognitive style. The conclusion of this research confirms that AI technology can be an innovative solution in optimizing students' cognitive capacity in complex Biotechnology learning.

Keywords — *adaptive learning, artificial intelligence, biotechnology, cognitive capacity, personalized learning*

I. PENDAHULUAN

Bioteknologi sebagai salah satu matakuliah wajib pada program studi biologi dan pendidikan biologi memiliki karakteristik konten yang kompleks dan multidisiplin. Matakuliah ini mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai bidang seperti genetika molekuler,

mikrobiologi, biokimia, dan teknik fermentasi yang menuntut kapasitas kognitif tinggi dari mahasiswa. Kompleksitas materi bioteknologi sering menjadi kendala dalam pencapaian tujuan pembelajaran, terutama dalam aspek pemahaman mendalam dan kemampuan aplikasi konsep.

Kapasitas kognitif merujuk pada kemampuan mental individu dalam memproses informasi, termasuk di dalamnya kemampuan memori kerja, perhatian, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan. Dalam konteks pembelajaran bioteknologi, kapasitas kognitif mahasiswa sangat menentukan keberhasilan mereka dalam memahami proses-proses kompleks seperti teknologi DNA rekombinan, PCR (Polymerase Chain Reaction), kultur jaringan, dan aplikasi CRISPR-Cas9. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa beban kognitif yang berlebihan dapat menghambat proses pembelajaran pada materi-materi yang abstrak dan kompleks.

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam dekade terakhir membuka peluang baru dalam dunia pendidikan. AI telah terbukti mampu memberikan solusi personalisasi pembelajaran yang adaptif terhadap kebutuhan individual peserta didik. Berbagai aplikasi AI dalam pendidikan seperti intelligent tutoring system, adaptive learning platform, dan virtual laboratory telah menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran. Namun, implementasi AI dalam pembelajaran bioteknologi di perguruan tinggi Indonesia masih sangat terbatas dan memerlukan kajian empiris yang mendalam.

Beberapa studi menunjukkan bahwa teknologi AI dapat mengurangi beban kognitif eksternal dengan menyediakan scaffolding yang tepat, visualisasi konsep yang interaktif, dan feedback yang real-time. Sistem pembelajaran berbasis AI mampu mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa

secara otomatis dan menyediakan intervi pembelajaran yang sesuai. Selain itu, AI juga memungkinkan simulasi eksperimen bioteknologi yang kompleks dan mahal menjadi lebih accessible melalui virtual laboratory.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kapasitas kognitif mahasiswa pada matakuliah Bioteknologi melalui integrasi teknologi AI. Hipotesis penelitian adalah terdapat perbedaan signifikan kapasitas kognitif antara mahasiswa yang menggunakan teknologi AI dalam pembelajaran Bioteknologi dengan mahasiswa yang menggunakan metode konvensional. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan strategi pembelajaran bioteknologi yang lebih efektif di era digital.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan quasi-experimental design dengan desain pre-test post-test control group. Lokasi penelitian dilaksanakan di Program Studi Biologi Universitas Pasundan pada semester genap tahun akademik 2024/2025. Waktu penelitian berlangsung selama 14 minggu yang merupakan durasi satu semester pembelajaran matakuliah Bioteknologi.

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa yang mengambil matakuliah Bioteknologi semester 6 yang berjumlah 120 mahasiswa. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria mahasiswa yang memiliki nilai prasyarat matakuliah Genetika minimal B dan telah menempuh matakuliah Biokimia. Berdasarkan kriteria tersebut, terpilih 60 mahasiswa yang kemudian

dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 30 mahasiswa kelompok eksperimen dan 30 mahasiswa kelompok kontrol. Pembagian kelompok dilakukan secara random assignment untuk meminimalkan bias.

Kelompok eksperimen mendapatkan pembelajaran Bioteknologi dengan integrasi teknologi AI yang terdiri dari tiga komponen utama. Pertama, adaptive learning system yang menyesuaikan tingkat kesulitan materi berdasarkan performa mahasiswa secara real-time. Kedua, virtual laboratory berbasis AI yang memungkinkan mahasiswa melakukan simulasi eksperimen bioteknologi seperti transformasi bakteri, elektroforesis DNA, dan kultur jaringan tanaman. Ketiga, intelligent tutoring system yang memberikan feedback personalisasi dan scaffolding adaptif ketika mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep tertentu. Kelompok kontrol mendapatkan pembelajaran konvensional dengan metode ceramah, diskusi, dan praktikum laboratorium sesuai dengan silabus yang berlaku.

Instrumen penelitian menggunakan tes kapasitas kognitif yang dikembangkan berdasarkan Taksonomi Bloom revisi Anderson dan Krathwohl. Tes terdiri dari 40 soal yang mencakup empat dimensi kognitif yaitu pemahaman konsep (C2) sebanyak 10 soal, analisis (C4) sebanyak 10 soal, evaluasi (C5) sebanyak 10 soal, dan kreativitas atau kreasi (C6) sebanyak 10 soal. Instrumen telah divalidasi oleh tiga ahli bioteknologi dan memiliki reliabilitas Alpha Cronbach sebesar 0,89 yang termasuk kategori tinggi. Konten tes mencakup materi-materi utama dalam bioteknologi seperti rekayasa genetika,

teknologi fermentasi, kultur jaringan, dan bioteknologi lingkungan.

Prosedur penelitian dimulai dengan pemberian pre-test kepada kedua kelompok untuk mengukur kapasitas kognitif awal mahasiswa. Selanjutnya dilaksanakan treatment selama 14 minggu dengan total 42 jam perkuliahan dan 28 jam praktikum. Pada kelompok eksperimen, mahasiswa mengakses platform pembelajaran AI yang telah dikonfigurasi khusus untuk matakuliah Bioteknologi. Platform ini dilengkapi dengan dashboard analitik yang memungkinkan dosen memantau progress dan kesulitan belajar setiap mahasiswa. Di akhir semester, kedua kelompok diberikan post-test dengan soal yang ekuivalen dengan pre-test untuk mengukur peningkatan kapasitas kognitif.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan profil kapasitas kognitif mahasiswa dan statistik inferensial untuk menguji hipotesis penelitian. Uji normalitas data menggunakan Shapiro-Wilk test dan uji homogenitas menggunakan Levene's test. Pengujian hipotesis menggunakan Independent Sample t-test untuk membandingkan rerata post-test antara kelompok eksperimen dan kontrol dengan taraf signifikansi 0,05. Untuk mengukur besarnya peningkatan kapasitas kognitif digunakan perhitungan N-gain dengan rumus Hake. Seluruh analisis data menggunakan software SPSS versi 26.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kapasitas Kognitif Mahasiswa Sebelum dan Sesudah Pembelajaran

Hasil pre-test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan

kapasitas kognitif awal antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Rerata skor pre-test kelompok eksperimen adalah 52,3 (SD=8,4) sedangkan kelompok kontrol adalah 51,8 (SD=7,9). Hasil uji Independent Sample t-test menunjukkan nilai $p=0,812$ yang lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok memiliki kapasitas kognitif awal yang setara. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses random assignment telah berhasil menghasilkan kelompok yang homogen.

Setelah pembelajaran selama 14 minggu, terdapat peningkatan kapasitas kognitif pada kedua kelompok. Kelompok eksperimen menunjukkan rerata post-test sebesar 87,6 (SD=6,2) sedangkan kelompok kontrol sebesar 72,4 (SD=8,1). Hasil uji Independent Sample t-test menunjukkan nilai $p=0,000$ yang lebih kecil dari 0,05, sehingga terdapat perbedaan signifikan kapasitas kognitif antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Perhitungan N-gain menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki N-gain sebesar 0,72 yang termasuk kategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol memiliki N-gain sebesar 0,45 yang termasuk kategori sedang.

Tabel I Perbandingan Kapasitas Kognitif Mahasiswa

Kelompok	Pre-test (SD)	Post-test (SD)	N- gain	Kategori
Eksperimen	52,3 (8,4)	87,6 (6,2)	0,72	Tinggi
Kontrol	51,8 (7,9)	72,4 (8,1)	0,45	Sedang

Analisis per dimensi kognitif menunjukkan bahwa peningkatan paling signifikan pada kelompok eksperimen terjadi pada dimensi analisis dan evaluasi. Pada dimensi analisis,

kelompok eksperimen mengalami peningkatan N-gain sebesar 0,78 dibandingkan kelompok kontrol yang hanya 0,42. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi AI sangat efektif dalam memfasilitasi mahasiswa untuk menganalisis masalah-masalah kompleks dalam bioteknologi. Pada dimensi evaluasi, kelompok eksperimen menunjukkan N-gain 0,74 sedangkan kelompok kontrol 0,48. Kemampuan evaluasi yang lebih baik pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menilai dan membuat keputusan terhadap aplikasi bioteknologi dengan lebih kritis.

B. Efektivitas Komponen AI dalam Pembelajaran Bioteknologi

learning system yang digunakan dalam penelitian ini mampu menyesuaikan tingkat kesulitan materi secara dinamis berdasarkan performa mahasiswa. Sistem ini menggunakan algoritma machine learning untuk mengidentifikasi pola belajar dan kesulitan spesifik setiap mahasiswa. Hasil analisis log aktivitas menunjukkan bahwa sistem telah melakukan penyesuaian materi sebanyak rata-rata 18 kali per mahasiswa selama semester. Mahasiswa dengan kemampuan awal rendah mendapatkan lebih banyak materi penguatan dasar, sedangkan mahasiswa dengan kemampuan tinggi mendapatkan materi pengayaan yang lebih menantang.

Virtual laboratory berbasis AI menjadi komponen yang paling disukai mahasiswa berdasarkan hasil survei kepuasan. Laboratorium virtual ini memungkinkan mahasiswa melakukan eksperimen yang secara konvensional memerlukan biaya tinggi dan risiko

keamanan, seperti transformasi gen menggunakan elektroporasi atau teknik CRISPR-Cas9. Sistem AI dalam virtual laboratory mampu memberikan feedback langsung ketika mahasiswa melakukan kesalahan prosedur dan menyarankan perbaikan. Data menunjukkan bahwa mahasiswa melakukan rata-rata 12 simulasi eksperimen per topik, jauh lebih banyak dibandingkan praktikum konvensional yang hanya 2-3 kali karena keterbatasan alat dan bahan.

Intelligent tutoring system berperan penting dalam memberikan scaffolding adaptif ketika mahasiswa mengalami kesulitan. Sistem ini dilengkapi dengan natural language processing yang memungkinkan mahasiswa bertanya dalam bahasa natural dan mendapatkan penjelasan yang disesuaikan dengan level pemahaman mereka. Analisis interaksi menunjukkan bahwa mahasiswa mengajukan rata-rata 45 pertanyaan per semester kepada AI tutor, dengan tingkat kepuasan respons sebesar 4,2 dari skala 5. AI tutor juga mampu mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa dan memberikan intervensi pembelajaran yang tepat.

C. Analisis Kualitatif Proses Pembelajaran

Observasi terhadap proses pembelajaran menunjukkan bahwa mahasiswa pada kelompok eksperimen lebih aktif dan engaged dalam pembelajaran. Teknologi AI memberikan elemen gamifikasi yang meningkatkan motivasi mahasiswa untuk terus belajar. Dashboard progress yang menampilkan pencapaian dalam bentuk visual menarik membuat mahasiswa lebih termotivasi untuk menyelesaikan seluruh modul

pembelajaran. Berbeda dengan kelompok kontrol yang menunjukkan penurunan tingkat kehadiran di pertengahan semester, kelompok eksperimen mempertahankan tingkat kehadiran di atas 90% hingga akhir semester.

Wawancara dengan mahasiswa kelompok eksperimen mengungkapkan beberapa keunggulan pembelajaran dengan AI. Mahasiswa merasa bahwa mereka dapat belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing tanpa tekanan untuk mengikuti tempo kelas. Kemampuan untuk mengulang materi yang sulit sebanyak yang diperlukan memberikan rasa aman dalam proses belajar. Mahasiswa juga mengapresiasi feedback yang immediate dari sistem AI yang membantu mereka segera memperbaiki pemahaman yang keliru.

Namun, penelitian ini juga menemukan beberapa tantangan dalam implementasi AI. Pada minggu-minggu awal, beberapa mahasiswa mengalami kesulitan adaptasi dengan teknologi baru dan memerlukan bimbingan intensif. Terdapat juga concern terkait ketergantungan pada teknologi yang dapat mengurangi interaksi sosial antar mahasiswa. Untuk mengatasi hal ini, pembelajaran dirancang dengan kombinasi sesi online menggunakan AI dan sesi tatap muka untuk diskusi dan kolaborasi.

D. Implikasi untuk Pembelajaran Bioteknologi

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting untuk pengembangan pembelajaran bioteknologi di perguruan tinggi. Pertama, teknologi AI terbukti efektif sebagai tools untuk personalisasi pembelajaran yang selama ini sulit

dilakukan dalam kelas dengan jumlah mahasiswa besar. Dosen dapat memanfaatkan AI untuk memberikan perhatian individual kepada setiap mahasiswa melalui sistem adaptif. Kedua, virtual laboratory berbasis AI dapat menjadi solusi untuk keterbatasan fasilitas laboratorium yang sering menjadi kendala dalam pembelajaran bioteknologi.

Ketiga, integrasi AI dalam pembelajaran tidak bermaksud menggantikan peran dosen tetapi justru memperkuat peran dosen sebagai fasilitator dan mentor. Data analitik yang dihasilkan oleh sistem AI memberikan insight berharga bagi dosen untuk memahami kesulitan belajar mahasiswa secara detail dan memberikan intervensi yang tepat waktu. Keempat, pembelajaran dengan AI memerlukan persiapan infrastruktur digital yang memadai termasuk akses internet yang stabil dan perangkat yang sesuai.

Temuan penelitian ini sejalan dengan teori cognitive load yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika beban kognitif eksternal dapat diminimalkan. Teknologi AI membantu mengurangi beban kognitif eksternal dengan menyajikan informasi secara terstruktur, memberikan visualisasi yang jelas, dan menyediakan scaffolding yang sesuai dengan kebutuhan. Hal ini memungkinkan kapasitas kognitif mahasiswa dapat difokuskan pada pemrosesan informasi dan konstruksi pengetahuan yang bermakna.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa teknologi Artificial Intelligence efektif dalam mengoptimalkan kapasitas kognitif mahasiswa pada matakuliah Bioteknologi.

Terdapat perbedaan signifikan kapasitas kognitif antara kelompok yang menggunakan AI (N-gain 0,72) dengan kelompok pembelajaran konvensional (N-gain 0,45). Tiga komponen AI yang diintegrasikan yaitu adaptive learning system, virtual laboratory, dan intelligent tutoring system berkontribusi secara sinergis dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan analisis, evaluasi, dan kreativitas mahasiswa terhadap materi bioteknologi yang kompleks.

Implementasi AI dalam pembelajaran bioteknologi memungkinkan personalisasi pembelajaran sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar individual mahasiswa. Virtual laboratory berbasis AI memberikan kesempatan mahasiswa untuk melakukan eksperimen simulasi berkali-kali tanpa keterbatasan biaya dan risiko keamanan. Intelligent tutoring system mampu memberikan feedback real-time dan scaffolding adaptif yang membantu mahasiswa mengatasi kesulitan belajar secara mandiri.

Penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut teknologi AI untuk pembelajaran bioteknologi dengan konten yang lebih komprehensif dan interface yang lebih user-friendly. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi dampak jangka panjang pembelajaran dengan AI terhadap retensi pengetahuan dan kemampuan aplikasi bioteknologi dalam konteks profesional. Institusi pendidikan tinggi perlu mempersiapkan infrastruktur digital dan pengembangan kompetensi dosen dalam memanfaatkan teknologi AI untuk pembelajaran yang lebih efektif di era digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Aleven, V., McLaughlin, E.A., Glenn, R.A., & Koedinger, K.R. (2017). Instruction based on adaptive learning technologies. In R.E. Mayer & P.A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd ed., pp. 522-560). New York: Routledge.
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.
- Glaser, J. (2018). Molecular biology education in the age of biotechnology: A case for teaching core concepts. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(2), 1-5.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.
- Hwang, G.J., Xie, H., Wah, B.W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.
- Kalyuga, S., & Singh, A.M. (2016). Rethinking the boundaries of cognitive load theory in complex learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 831-852.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L.B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. London: Pearson Education.
- Mayer, R.E. (2020). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mikropoulos, T.A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780.
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582-599.
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.