

Identifikasi Keanekaragaman Jenis Mangrove di Kawasan Konservasi Lembupurwo Kabupaten Kebumen

Identification of Mangrove Species Diversity in the Lembupurwo Conservation Area, Kebumen Regency

Davina Khairiyah, Muhammad Radian Nur Alamsyah*, Karunia Galih Permadani

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tidar, Kota Magelang, Indonesia

*corresponding author, Email: m.radian.na@untidar.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 04/08/2025

Disetujui : 23/12/2025

Abstract

The Lembupurwo Conservation Area as one of the coastal areas in Kebumen Regency, Central Java, is a conservation area that supports the growth of mangrove species diversity and requires improved management strategies. This research aims to identify the diversity of mangrove species and analyze the vegetation conditions of mangrove areas to support existing conservation efforts. The focus of this research is on the classification of taxonomy, morphology, and abiotic factors as supporting the growth of mangrove diversity in coastal areas. The research method used was an exploratory study using the line transect method to identify mangrove species at six observation stations which was then carried out in the data analysis stage using the species diversity index formula with the Shannon-Wiener theory (H') to analyze the level of diversity and vegetation structure. The results of the study showed that there were 6 types of true mangroves and 16 types of associated mangroves that were successfully identified. The predominant species is *Rhizophora mucronata* Poir. ($INP = 0.348$). The vegetation diversity index was 2.519 with the medium category, the results were supported by abiotic factors such as salinity, pH, temperature, dissolved oxygen, light intensity, humidity, and substrate as a growing medium. This research contributes to the management of the Lembupurwo Conservation Area by providing baseline data on mangrove diversity and recommendations for abiotic factor control to improve efforts to preserve coastal ecosystems in a sustainable manner.

Key Words : Identification, Mangrove, Lembupurwo

Abstrak

Kawasan Konservasi Lembupurwo sebagai salah satu kawasan pesisir di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah, merupakan kawasan konservasi yang mendukung tumbuhnya keanekaragaman jenis mangrove dan masih memerlukan perhatian dalam pengelolaannya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keanekaragaman jenis mangrove dan menganalisis kondisi vegetasi kawasan mangrove untuk mendukung upaya pelestarian yang ada. Fokus penelitian ini adalah pada klasifikasi taksonomi, morfologi, dan faktor abiotik sebagai pendukung tumbuhnya keanekaragaman mangrove di kawasan pesisir. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksploratif menggunakan metode *line transek* untuk mengidentifikasi jenis mangrove di enam stasiun pengamatan yang kemudian dilakukan tahap analisis data menggunakan rumus indeks keanekaragaman jenis dengan teori Shannon-Wiener (H') untuk menganalisis tingkat keanekaragaman dan struktur vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 6 jenis mangrove sejati dan 16 jenis mangrove asosiasi yang berhasil diidentifikasi. Spesies yang mendominasi adalah *Rhizophora mucronata* Poir. ($INP = 0,348$). Indeks keanekaragaman vegetasi sebesar 2,519 dengan kategori sedang, hasil tersebut didukung oleh faktor abiotik seperti salinitas, pH, suhu, oksigen terlarut, intensitas cahaya, kelembaban, dan substrat sebagai media tumbuh. Penelitian ini berkontribusi terhadap pengelolaan Kawasan Konservasi Lembupurwo dengan menyediakan data baseline keanekaragaman mangrove dan rekomendasi pengendalian faktor abiotik untuk meningkatkan upaya pelestarian ekosistem pesisir secara berkelanjutan.

Kata kunci : Identifikasi, Mangrove, Lembupurwo

PENDAHULUAN

Lahan konservasi pesisir di Indonesia merupakan salah satu kawasan terluas di dunia yang setara dengan 20,37% luas mangrove di dunia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Khairunnisa et al., (2020) menjelaskan bahwa keanekaragaman mangrove Indonesia merupakan salah satu contoh yang luas dengan 202, dimana 43 diantaranya dikategorikan sebagai mangrove sejati

dan sisanya adalah mangrove asosiasi. Keanekaragaman mangrove dibedakan menjadi dua kelompok utama berdasarkan keeksklusifan habitat dan karakteristik morfologi dan fisiologinya, yaitu menjadi kelompok sejati dan kelompok asosiasi (Akhmadi, 2023). Penelitian Lillo et al., (2022) menemukan keanekaragaman mangrove, diantaranya 31 jenis mangrove sejati dan 11 jenis mangrove asosiasi. Sidik et al., (2018) menjelaskan perbedaan

kedua jenis kelompok mangrove tersebut, kelompok sejati merupakan mangrove secara eksklusif tumbuh di lingkungan mangrove dengan adaptasi khusus terhadap kondisi salinitas tinggi dan tanah anaerobik serta dilengkapi dengan morfologi khusus pada perakaran, sedangkan kelompok asosiasi mencakup spesies yang ditemukan pada zona transisi antara ekosistem mangrove dan daratan serta tidak sepenuhnya bergantung pada lingkungan mangrove.

Keberadaan mangrove di suatu ekosistem pesisir memiliki fungsi sebagai pelindung kawasan pesisir dari erosi dan gelombang air laut. Mangrove juga berperan penting dalam pembangunan berkelanjutan wilayah pesisir dengan meningkatkan stabilitas garis pantai dan melindungi pemukiman pesisir dari gelombang dan badai tropis (Chow, 2018). Ratnadilla (2022) menambahkan, vegetasi mangrove yang terdapat pada kawasan pesisir akan berpengaruh terhadap keberlangsungan ekosistem lingkungan pesisir. Pada bentuk konservasi, selain pada fungsi ekologis, mangrove juga dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Sejalan dengan hal tersebut, Sikome dan Rumokoy (2023) menjelaskan peran pada konservasi mangrove sebagai pengelolaan berkelanjutan dapat dilakukan dengan upaya perlindungan, pengawetan, dan pemanfaatan melalui proses terintegrasi untuk mencapai tujuan keberlanjutan fungsi ekosistem mangrove demi kebaikan bersama.

Kabupaten Kebumen sebagai satu Kabupaten yang memiliki garis pantai sekitar 57,5 kilometer yang dilengkapi dengan keanekaragaman ekosistem mangrove. Kawasan Konservasi Lembupurwo merupakan salah satu kawasan pesisir di Kabupaten Kebumen yang memiliki potensi keberagaman keanekaragaman jenis mangrove. Hal tersebut dikarenakan oleh karakteristik biofisik Kawasan Konservasi Lembupurwo seperti suhu, intensitas cahaya, salinitas, pH, dan struktur substrat media tumbuh yang dapat menjadi kunci tumbuhnya keanekaragaman jenis mangrove. Sejalan dengan Oslan (2018) yang menjelaskan mengenai faktor lingkungan yang sesuai seperti suhu, curah hujan, dan percepatan kenaikan permukaan laut, peningkatan karbondioksida, perubahan penggunaan lahan, dan lain sebagainya menjadi faktor kesehatan lahan mangrove. Hutan mangrove yang sehat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang sesuai, seperti pada pola habitat, komunitas bakau, lingkungan air, dan lingkungan sedimen tanah dapat mendukung kesehatan hutan mangrove. Selain faktor lingkungan berpengaruh pada kesehatan lingkungan mangrove, keanekaragaman jenis mangrove yang terdapat pada

suatu kawasan juga sangat berperan penting dalam menjaga kualitas lingkungan pesisir terutama pada perubahan iklim. Dijelaskan oleh (Saragih et al, 2022), hutan mangrove dapat menyeimbangkan kualitas lingkungan dan menetralkan polutan

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilaksanakan di Kawasan Konservasi Lembupurwo, banyak ditemukan keanekaragaman mangrove di kawasan tersebut. Seperti pada tumbuhan kelompok mangrove sejati berupa pohon bakau yang didominasi oleh *Rhizophora mucronata*, dan kelompok mangrove sejati seperti nipah (*Nypa fruticans*), pinus (*Pinus sp.*), dan tapak dara (*Catharanthus roseus*). Sudah terdapat penelitian yang menyebutkan spesies mangrove yang dilakukan pada Kawasan Konservasi Lembupurwo, yaitu pada penelitian Haliza (2023) yang terbatas pada Kawasan *Trekking Mangrove* sebagai ekowisata dan teridentifikasi 2 jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata* Poir. yang merupakan komposisi tertinggi dan *Avicennia marina*. Disebutkan juga bahwa keadaan tersebut mendukung kawasan ini memiliki kestabilan ekologi dan potensi ekowisata berkelanjutan berdasarkan analisis biodiversitas. Secara ekologis, Kawasan Konservasi Lembupurwo ini memiliki gumuk pasir setinggi 10 meter dan vegetasi rimbun yang memberikan perlindungan alami terhadap abrasi, tsunami, dan erosi pasir, sehingga menjadikannya situs krusial untuk penelitian adaptasi mangrove terhadap fluktuasi salinitas dan kualitas air payau. Namun belum terdapat penelitian mengenai identifikasi keanekaragaman mangrove secara keseluruhan pada kawasan tersebut, dan disebutkan oleh tim pengelola bahwa lembaga tersebut seringkali menjadi rujukan bagi peserta didik dalam pembelajaran luar ruangan dan mahasiswa dalam kegiatan penelitian, serta bagi masyarakat yang memiliki peran penting dalam pengelolaan kawasan konservasi tersebut dan belum terdapat sumber informasi yang mendukung tim pengelola dalam menjelaskan keanekaragaman mangrove beserta dengan indeks keanekaragamannya di Kawasan Konservasi Lembupurwo.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dan gambaran mengenai kondisi keanekaragaman jenis mangrove, dengan kegiatan pengukuran tingkat keanekaragaman jenis mangrove, menentukan spesies dominan, serta mengidentifikasi faktor-faktor kondisi abiotik yang mempengaruhi struktur vegetasi mangrove pada Kawasan Konservasi Lembupurwo, sehingga dapat menjadi pendukung upaya konservasi dan pengelolaan yang lebih baik di masa mendatang.



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian dan Bentuk Plot *Purposive Sampling*

MATERI DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksploratif menggunakan metode *line transek* untuk mengidentifikasi jenis mangrove di enam stasiun pengamatan yang kemudian dilakukan tahap analisis data menggunakan rumus indeks keanekaragaman jenis dengan teori Shannon-Wiener (H') untuk menganalisis kesehatan dan tingkat produktivitas vegetasi yang ada.

Penelitian ini berlangsung selama satu bulan dengan lokasi sasaran yaitu Kawasan Konservasi Lemburpurwo Kabupaten Kebumen. Pada tahap I, dilakukan eksplorasi dengan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : alat tulis, meteran, tali rafia, patok, gunting, *lux meter*, higrometer, *soil tester*, termometer, dan kamera untuk dokumentasi penelitian. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah sampel air dan sampel tanah. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari lapangan berupa data keanekaragaman jenis mangrove, suhu, pH, salinitas, intensitas cahaya, dan kelembaban, tanpa melakukan uji korelasi antara faktor abiotik dengan biotik. Data sekunder diperoleh melalui sumber rujukan yang mendukung penelitian ini. Data faktor lingkungan yang diukur langsung di lapangan diambil secara langsung dan diambil sampel untuk dianalisis di laboratorium meliputi sifat fisik dan kimia dari tanah dan air. Pengambilan data dilakukan pada mangrove sejati dan mangrove asosiasi dengan 6 stasiun dengan 20 plot dengan jarak yang diatur secara acak pada setiap stasiunnya. Adapun dalam plot yang digunakan berbentuk persegi dengan acuan kriteria Dharmawan dan Pramudji (2020), yaitu : (1) ukuran plot 10 x 10 m untuk kategori pohon (diameter ≥ 10 cm.), (2) ukuran plot 5 x 5 m untuk kategori pancang (kategori pancang ≤ 10 cm), dan (3) ukuran plot 2 x 2 m untuk kategori semai (kategori semai tinggi ≤ 150 cm). Dan ditambahkan plot berukuran 5 x 5 m yang didirikan di luar plot tepi perairan sebagai plot mangrove asosiasi. Berikut merupakan gambaran

dari denah lokasi pengambilan sampel dari penelitian ini.

Untuk memperoleh indeks keanekaragaman, diperlukan perhitungan Nilai Penting Jenis dengan menjumlahkan antara Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR), dan Dominasi Relatif (DR) dari masing-masing jenis tumbuhan. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan rumus dari Mueller-Dombois dan Ellenberd (1974), sebagai berikut.

a. Kerapatan

$$\text{Kerapatan Mutlak (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas petak}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (\%)} (KR) = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Jumlah individu seluruh jenis}} \times 100\%$$

b. Frekuensi

$$\text{Frekuensi Mutlak (F)} = \frac{\text{Jumlah petak dari suatu jenis yang hadir}}{\text{Jumlah petak dari seluruh yang hadir}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (\%)} (FR) = \frac{\text{Jumlah kehadiran suatu jenis}}{\text{Jumlah kehadiran seluruh jenis}} \times 100\%$$

c. Dominasi

$$\text{Dominasi Mutlak (D)} = \frac{\text{Jumlah total luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominasi Relatif (\%)} (DR) = \frac{\text{Jumlah total luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Jumlah total luas bidang dasar seluruh jenis}} \times 100\%$$

d. Indeks Nilai Penting

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$$

e. Nilai Penting Jenis

$$\text{NPJ} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Indeks keanekaragaman pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teori Shannon-Wiener (H'), dengan keuntungan dapat menghitung tingkat keanekaragaman suatu spesies di suatu wilayah untuk menentukan kondisi kestabilan lingkungan (Zeng et al., 2024). Rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon – Wiener

$$p_i = \frac{n_i}{N} = \frac{\text{jumlah individu spesies ke-}i}{\text{total jumlah spesies}}$$

$\ln$ = Logaritma

Muslimah (2025), besaran indeks keanekaragaman jenis menurut Shannon – Wiener didefinisikan sebagai berikut :

$H' < 1$: Indeks keanekaragaman jenis rendah

$1 < H' < 3$: Indeks keanekaragaman sedang

$H' > 3$: Indeks keanekaragaman jenis tinggi

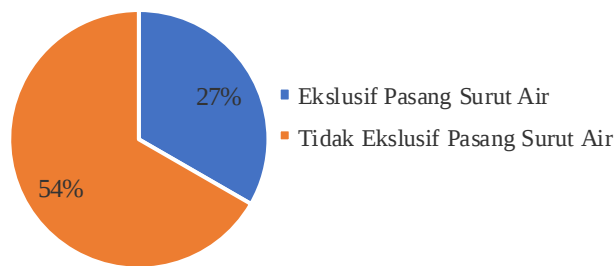
Hasil Identifikasi Jenis Mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo

Tabel 1. Taksonomi Keanekaragaman Jenis Mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo

No	Ordo	Famili	Nama Lokal	Nama Spesies	Jenis Mangrove
1.	Asteridae	Acanthaceae	Api-api	<i>Avicennia alba</i> Blume.,	<i>Mangrove Sejati</i>
2.			Api-api/Api-api putih	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	<i>Mangrove Sejati</i>
3.	Myrtales	Rhizophoraceae	Lindur/Tanjang merah	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> L.	<i>Mangrove Sejati</i>
4.			Lindur/Tanjang	<i>Bruguiera sexangula</i> (Lour) Poir.	<i>Mangrove Sejati</i>
5.			Bakau kurap	<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	<i>Mangrove Sejati</i>
6.		Lythraceae	Bogeman	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) EngL.	<i>Mangrove Sejati</i>
7.		Combretaceae	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i> (EngL. & K. Krause) Danser.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
8.	Scrophularies	Acanthaceae	Jeruju putih	<i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl	<i>Mangrove Asosiasi</i>
9.			Daruju	<i>Acanthus ilicifolius</i> L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
10.			Ara Sungsang	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson	<i>Mangrove Asosiasi</i>
11.	Asterales	Asteraceae	Seruni rambat	<i>Wedelia biflora</i> (L.) DC.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
12.			Seruni laut	<i>Wollastonia biflora</i> (L.) DC.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
13.	Gentinales	Apocynaceae	Biduri laut	<i>Calotropis gigantea</i> (L.) W.T.Aiton	<i>Mangrove Asosiasi</i>
14.	Arecidae	Arecaceae	Pohon Kelapa	<i>Cocos nucifera</i> L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
15.	Malpighiales	Calophyllaceae	Nyamplung	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
16.	Casuarinales	Casuarinaceae	Cemara udang	<i>Casuarina equisetifolia</i> .L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
17.	Sonales	Convolvulaceae	Lung laut	<i>Ipomoea pes caprae</i> L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
18.	Fabales	Fabaceae	Kambingan	<i>Derris trifoliata</i> Lour	<i>Mangrove Asosiasi</i>
19.	Lamiales	Lamiaceae	Daun jeruk laut	<i>Premna serratifolia</i> L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
20.	Pandanales	Pandanaceae	Pandan laut	<i>Pandanus tectorius</i> Parkinson	<i>Mangrove Asosiasi</i>
21.	Poales	Poaceae	Rumput tikusan	<i>Spinifex littoreus</i> (Burm.f.) Merr.	<i>Mangrove Asosiasi</i>
22.	Rubiales	Rubiaceae	Pace/Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i> L.	<i>Mangrove Asosiasi</i>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dilakukan di 6 stasiun dengan 20 plot yang masing-masing plot mangrove sejati adalah 10 x 10 meter dan plot mangrove asosiasi adalah 5 x 5 meter di luar plot mangrove sejati yang ditentukan dengan jarak yang acak antar plot untuk mendapatkan keberagaman yang lebih luas. Kondisi lapangan pada pengambilan sampel yaitu pada bibir perairan telaga maupun rawa menjorok 10 meter ke dalam yang dipengaruhi pasang surut air laut dan 2 meter menjorok ke luar bibir perairan dengan dataran yang lebih tinggi dan tidak dipengaruhi pasang surut air. Sejalan dengan Puspitarini et al., (2025), yang menjelaskan randomisasi lokasi plot dapat mengurangi bias yang mungkin muncul apabila peneliti hanya memilih lokasi yang dianggap ‘baik’ secara subjektif, dengan begitu keragaman data yang diperoleh akan menjadi lebih luas dan mencerminkan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Kawasan Konservasi Lemburpurwo Kabupaten Kebumen, dihasilkan keanekaragaman jenis mangrove sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Komposisi Habitat Keanekaragaman Jenis Mangrove di Kawasan Konservasi Lembupurwo

Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa keanekaragaman jenis mangrove yang diklasifikasikan berdasarkan keeksklusifan habitatnya yaitu mangrove sejati berhabitat eksklusif pasang surut air dan yaitu mangrove asosiasi berhabitat tidak eksklusif pasang surut air dapat dilihat pada Gambar 1.

Keanekaragaman jenis mangrove yang ditemukan di Kawasan Konservasi Lembupurwo merupakan keanekaragaman jenis mangrove sejati dan mangrove asosiasi dengan komposisi habitat yang dapat dilihat pada Gambar 2. Terlihat sebagian besar keanekaragaman jenis mangrove tergolong dalam kelompok mangrove asosiasi yang berhabitat tidak eksklusif pada pasang surut air laut sebesar 54% dengan jenis spesies *Avicennia alba* Blume., *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh., *Bruguiera gymnorhiza* L., *Bruguiera sexangula* (Lour) Poir., *Rhizophora mucronata* Poir., dan *Sonneratia caseolaris* (L.) EngL., sedangkan pada kelompok jenis mangrove sejati berhabitat eksklusif pada pasang surut air laut sebesar 27% dengan jenis spesies *Acanthus ebracteatus* Vahl, *Acanthus ilicifolius* L., *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson, *Wedelia biflora* (L.) DC., *Wollastonia biflora* (L.) DC., *Calotropis gigantea* (L.) W.T.Aiton, *Cocos nucifera* L., *Calophyllum inophyllum* L., *Casuarina equisetifolia* L., *Terminalia catappa* (EngL. & K. Krause) Danser., *Ipomoea pes caprae* L., *Derris trifoliata* Lour, *Premna serratifolia* L., *Pandanus tectorius* Parkinson, *Spinifex littoreus* (Burm.f.) Merr., dan *Morinda citrifolia* L.. Keanekaragaman jenis mangrove yang beragam umumnya terdapat pada kawasan pesisir, dan dapat dibedakan berdasarkan keeksklusifan habitat pada pasang surut air dan dipengaruhi oleh toleransi terhadap salinitas dan substrat sebagai media tumbuh (Kusmana & Sukristijono, 2016). Kondisi tersebut sesuai dengan Kawasan Konservasi Lembupurwo yang memiliki keanekaragaman jenis mangrove yang dapat tumbuh secara pasang surut air maupun tidak secara eksklusif.

Indeks Keanekaragaman Jenis Mangrove di Kawasan Konservasi Lembupurwo

Kemudian pada mangrove sejati, dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman dengan memperhatikan perawakan semai, pancang, dan pohon dengan rumus Mueller-Dombois dan Ellenberd (1974), untuk mendukung keberlangsungan konservasi lahan mangrove. Perhitungan mengenai H' dilakukan dengan menyertakan jumlah semai, pancang, dan pohon yang terdapat pada seluruh kawasan pengambilan sampel, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Berdasarkan perhitungan indeks keanekaragaman pada jenis mangrove di Kawasan Konservasi Lembupurwo, dapat disimpulkan bahwa nilai keanekaragaman jenis (H') mangrove sejati pada lokasi tersebut memiliki nilai termasuk pada tingkat sedang, dengan keanekaragaman yang bervariasi pada nilai indeks keanekaragamannya. Nilai indeks keanekaragaman jenis semai adalah 1,2, nilai indeks keanekaragaman jenis pancang adalah 1,3, dan nilai indeks keanekaragaman jenis pohon adalah 1,1. Indeks keanekaragaman (H') mangrove sejati dihitung berdasarkan perawakannya yaitu semai, pancang, dan pohon ini memiliki karakteristik ekologis dan peran yang berbeda dalam komunitas mangrove, selain itu, ketiga tingkatan tersebut perlu dibedakan dengan tujuan mencerminkan kesehatan dan dinamika ekosistem mangrove secara keseluruhan (Matan et al., 2010). Kemudian perawakan mangrove sejati yang dapat dihitung dalam indeks keanekaragaman secara keseluruhan adalah pada perawakan pohon. Perhitungan dengan perawakan pohon dapat mempersentasikan komunitas yang sudah stabil dan dominan secara ekologis (Ajiningrum & Dewangga, 2022). Kemudian, dihasilkan indeks keanekaragaman jenis (H' jenis) pada mangrove sejati dan asosiasi, yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Indeks Nilai Penting Mangrove Tingkat Pohon

Jenis Mangrove	Jumlah	KR	FR	DR	INP	pi*lnpi	H'
<i>Avicennia alba</i> Blume	3	0,02	0,08	6,43	0,53	0,07	1,06
<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	40	0,26	0,31	0,31	28,99	0,35	
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> L.	8	0,05	0,11	0,11	7,72	0,15	
<i>Bruguiera sexangula</i> (Lour) Poir.	2	0,01	0,06	0,06	1,70	0,05	
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	93	0,61	0,33	0,33	38,77	0,30	
<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) EngL.	6	0,04	0,11	0,11	18,57	0,12	

Tabel 2. Indeks Nilai Penting Mangrove Tingkat Pancang

Jenis Mangrove	Jumlah	KR	FR	INP	pi*lnpi	H'
<i>Avicennia alba</i> Blume	8	0,06	0,11	0,17	0,12	1,26
<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	24	0,18	0,25	0,43	0,31	
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> L.	16	0,12	0,17	0,28	0,25	
<i>Bruguiera sexangula</i> (Lour) Poir.	3	0,02	0,06	0,07	0,37	
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	75	0,57	0,36	0,93	0,55	
<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) EngL.	5	0,04	0,06	0,09	0,03	

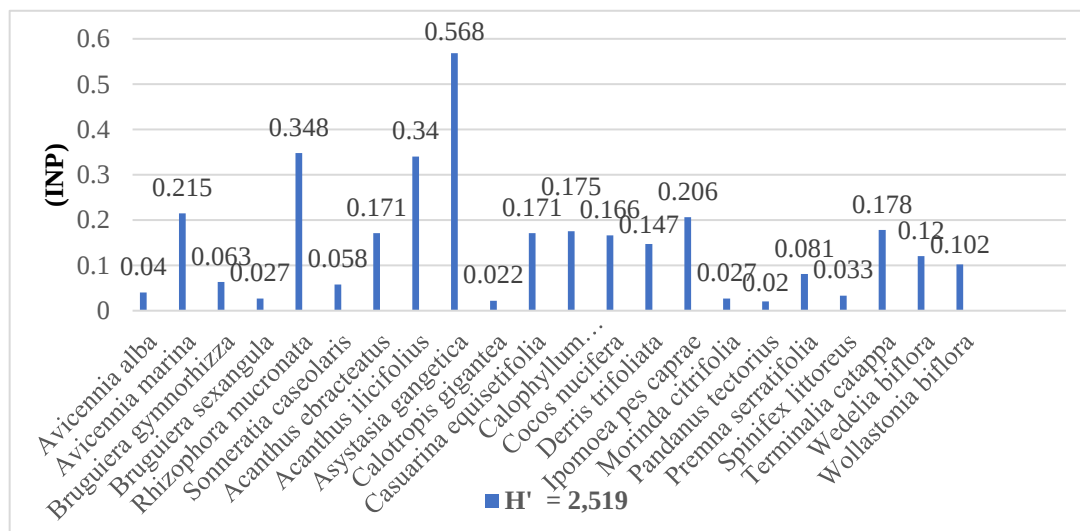
Tabel 3. Indeks Nilai Penting Mangrove Tingkat Semai

Jenis Mangrove	Jumlah	KR	FR	INP	pi*lnpi	H'
<i>Avicennia alba</i> Blume	4	0,03	0,03	0,05	0,10	1,26
<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	71	0,50	0,31	0,80	0,34	
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> L.	19	0,13	0,17	2,99	0,26	
<i>Bruguiera sexangula</i> (Lour) Poir.	2	0,01	0,06	0,06	0,05	
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	46	0,32	0,42	0,73	0,36	
<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) EngL.	1	0,01	0,03	0,03	0,03	

Pada gambar 3 menunjukkan diagram indeks keanekaragaman (H') Shannon Wiener mengenai jenis mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo Kabupaten Kebumen. Berdasarkan data diatas, ditunjukkan terdapat 22 spesies yang berbeda dengan nomor indeks yang berbeda pula. Dihasilkan nilai indeks keanekaragaman jenis (H') mangrove secara keseluruhan yang dihitung dari seluruh spesies mangrove sejati dan mangrove asosiasi termasuk pada kategori sedang, dengan nilai sebesar 2,5. Hasil tersebut sejalan dengan pendapat Muslimah (2025) yang menjelaskan apabila nilai indeks keanekaragaman (H') pada $1 < H' < 3$, maka tergolong pada tingkat sedang dan menunjukkan keanekaragaman yang baik. Hasil dari indeks keanekaragaman di Kawasan Konservasi Lemburpurwo menunjukkan bahwa ekosistem pesisir yang terdapat di dalamnya cukup produktif, tekanan ekologis dalam tingkatan sedang, dan kondisi ekosistem yang cukup seimbang. Seluruh komponen ekosistem di kawasan tersebut ada pada kuantitas

yang cukup baik dan berfungsi dengan baik dalam suatu ekosistem, baik dari komponen biotik maupun komponen abiotik. Sejalan dengan Soerianegara dan Indrawan (2005) yang menjelaskan bahwa apabila diversitas dalam tingkat sedang, hal tersebut terjadi akibat perubahan vegetasi yang berlangsung secara berulang serta terdapat unsur hara, cahaya, serta air, yang didapatkan dengan cukup pada vegetasi tersebut. Dengan begitu, bentuk maupun jumlah jenis suatu tumbuhan tersusun sesuai pada tempat tumbuhnya. Dengan jenis paling sedikit pada mangrove sejati dan asosiasi *Morinda citrifolia*, dengan Nomor Indeks Penting (INP) 0,204. Sedangkan paling banyak pada jenis mangrove sejati adalah *Rhizophora mucronata* Poir. dengan Nomor Indeks Penting (INP) 0,348.

Berdasarkan faktor lingkungan di setiap stasiun pada plot penemuan spesies didapatkan parameter yang berbeda-beda. Faktor lingkungan yang diukur antara lain adalah jenis substrat media tumbuh, pH, dan salinitas media tumbuh baik air maupun tanah.



Gambar 3. Diagram Indeks Keanekaragaman Jenis (H') Mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo

Tabel 4. Parameter Lingkungan di Jalur Penelitian

Parameter Lingkungan	Satuan	Titik Penelitian						Rata-rata
		I	II	III	IV	V	VI	
Salinitas air	%	8,1	8,1	8,1	5,1	6	11,9	7,8
pH air	pH	6,92	6,92	6,92	7,04	7,08	6,88	6,9
Salinitas tanah	%	3,1	4	3,3	2,5	3	5	3,4
pH tanah	pH	5	5,5	5	4,5	4	6,5	5
Suhu tanah	°C	34	37,5	29	32	28,5	32	32
Kelembaban	°C	80	65	60	85,5	70,1	81,5	73,6
Suhu udara	°C	34,8	38	28,6	31,5	29,3	33,9	32,6
Intensitas Cahaya	LUX	6609	8007	4419	6734	1122	3998	5148

Dari Tabel 4 menunjukkan bahwa jenis mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda. Keanekaragaman jenis mangrove yang teridentifikasi pada substrat pasir basah, pasir basah berlumpur, pasir kering, dan lumpur berpasir dengan salinitas air berkisar 7,8%, pH air berkisar 6,96, salinitas tanah berkisar 3,4%, pH tanah berkisar 5, suhu tanah 32°C, kelembaban 73,6°C, suhu udara 32,6°C, dan intensitas cahaya 5148. Dilakukan uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimiawi pada 4 sampel air yang ada pada titik penelitian antara lain air telaga, air muara biasa, air bawah jembatan, dan air tanah dengan hasil berkisar 58,85 mg/L dan uji *Dissolved Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut pada jenis air yang sama dengan hasil berkisar 3,04 mg/L. Serta dilakukan uji sampel substrat media tumbuh pada jenis substrat tanah berlumpur (endapan), pasir berlumpur, pasir basah, dan pasir kering dengan hasil P tersedia berkisar 0,07, N tersedia berkisar 0,13, K tersedia berkisar 0,06, dan Ca tersedia berkisar 28,5.

Dihasilkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimiawi pada 4 sampel air

yang ada pada titik penelitian antara lain air telaga, air muara biasa, air bawah jembatan, dan air tanah dengan hasil berkisar 58,85 mg/L dan uji *Dissolved Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut pada jenis air yang sama dengan hasil berkisar 3,04 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi air yang tercemar secara signifikan, melebihi baku Kelas II COD <25 mg/L dan DO ≥ 4 mg/L menurut PP No. 22/2021. Nilai COD yang tinggi mengindikasikan beban organik berebih dari dekomposisi vegetasi atau limbah yang mempercepat konsumsi oksigen oleh bakteri pengurai sehingga menekan DO ke level hipoksik. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan mangrove, Jaiswal & Pandey (2019) menjelaskan bahwa parameter COD yang tinggi yang menurunkan DO dapat menciptakan kondisi hipoksia/anoksia yang tidak menguntungkan bagi akar dan organisme akuatik. Hastuti dan Budhiastuti (2016), menjelaskan lebih lanjut bahwa perubahan parameter COD dan DO lingkungan dapat menurunkan laju pertumbuhan haria dan menunjukkan bahwa kualitas air sub-optimal menghambat perkembangan bibit, seperti contoh pertumbuhan semah *Rhizophora mucronata*.

Suhu pada keenam stasiun penelitian memiliki kisaran 28,9 °C hingga 38 °C, yang termasuk sesuai dengan ukuran atau baku mutu yang baik dan umum bagi ekosistem mangrove. Secara umum, suhu merupakan faktor abiotik yang penting dalam suatu ekosistem mangrove karena mempengaruhi proses fisiologis seperti fotosintesis dan respirasi tumbuhan (Imran & Efendi, 2016). Badu et al., (2022), menyebutkan suhu optimum bagi pertumbuhan mangrove umumnya pada kawasan pesisir dan perairan berkisar 28 °C hingga 31 °C. Suhu terendah yaitu pada stasiun 3 dengan kisaran 28,6 °C yang merupakan kawasan dengan pohon kelapa (*Cocos nucifera* L.) sebagai kanopi sehingga menciptakan keteduhan bagi semai mangrove. Sedangkan suhu tertinggi tercatat pada stasiun 2, yang memiliki kerapatan mangrove khususnya mangrove sejati lebih kecil dibandingkan pada stasiun lainnya serta merupakan kawasan yang didominasi oleh substrat pasir kering dengan keanekaragaman mangrove paling sedikit.

Kerapatan mangrove juga berpengaruh pada terdapatnya intensitas cahaya pada ekosistem mangrove, apabila semakin tinggi kerapatan pada ekosistem mangrove, maka dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk pada kawasan mangrove tersebut (Samson et al., 2020). Tsabita et al., (2025), menjelaskan volume air yang tergenang pada suatu kawasan dapat mempengaruhi suhu pada suatu kawasan mangrove. Dajafar (2014), menjelaskan fenomena tersebut terjadi dimana semakin sedikit air yang tergenang akan dapat mengakibatkan suhu perairan di kawasan tersebut. Terlihat pada stasiun 4 dengan kisaran suhu tanah 28,5 °C dan pada suhu udara 29,3 °C, serta intensitas cahaya yang berada pada kisaran 1122 LUX, hal tersebut disebabkan oleh tingginya kawasan stasiun dari pasang surut air dan rapatnya keanekaragaman mangrove yang hidup.

Salinitas air di keenam stasiun penelitian berada pada kisaran 5,1‰ hingga 11,9‰, hasil tersebut menunjukkan bahwa salinitas keenam plot penelitian memiliki perbedaan yang cukup signifikan antar stasiunnya dan memiliki nilai yang telah sesuai dengan baku mutu. Sedangkan pada salinitas tanah pada keenam stasiun penelitian adalah berkisar 0,01%. Hasil dari pengukuran salinitas tanah tersebut disebabkan oleh rusaknya sampel tanah karena durasi pengambilan, penyimpanan, hingga pada pengujian sampel tanah yang terlalu lama. Bella dan Jusuf (2014), menjelaskan bahwa pengujian yang terlambat karena menunggu waktu tunggu atau penyimpanan, parameter sifat fisik dan mekanis tanah dapat berubah. Kisaran salinitas yang umum dari suatu ekosistem pesisir untuk pertumbuhan mangrove, khususnya pada kelompok sejati yaitu 10%-30% (Badu et al., 2022).

Faktor abiotik sebagai faktor yang memungkinkan dapat mempengaruhi berbagai kehidupan, khususnya organisme perairan, salinitas

berkaitan dengan suhu. Arizuna et al., (2014), menyatakan bahwa peningkatan suhu akan berbanding lurus dengan peningkatan evaporasi, sehingga salinitas pada suatu lingkungan juga akan ikut mengalami peningkatan. Hal tersebut dibuktikan dengan dihasilkannya salinitas pada stasiun 4 yang memiliki kisaran salinitas paling rendah diantara stasiun lainnya juga memiliki suhu paling rendah apabila dibandingkan dengan suhu pada stasiun lainnya.

Faktor abiotik pH air maupun tanah berkisar pada 4 hingga 7,08, yang menunjukkan rentang pH pada semua stasiun penelitian cenderung berkategori asam yang berada di bawah baku mutu. Dewiyanti et al., (2021) menjelaskan bahwa pH yang terlalu rendah akan menurunkan ketersediaan hara penting dan meningkatkan kelarutan ion toksik (Fe, Al, sulfat) yang dapat menghambat penyerapan nutrisi dan merusak akar, khususnya pada bibit. Seperti contoh pH memengaruhi suatu vegetasi mangrove, yaitu pada spesies *Rhizophora mucronata* Poir. yang toleran pada pH 6-7,5 (netral sedikit asam), namun pada pH <6 meningkatkan kerentanan terhadap toksisitas logam, *Avicennia marina* yang adaptif terhadap pH sedikit asam hingga netral dengan perbedaan signifikan antar-habitat, dan *Sonneratia alba* yang dapat hidup pada pH optimal 6,5-7,5 (Ghasemi et al., 2010), dan jika pada pH ekstrem (<6,5) maka dapat merusak sistem akar (Bendrianis et al., 2023). Intensitas aktivitas di suatu kawasan dapat mempengaruhi nilai pH di kawasan perairan itu sendiri (Ambarwati & Fauzi, 2022). Sejalan Putri et al., (2021), menjelaskan bahwa perubahan nilai pH menjadi lebih asam umumnya disebabkan oleh pembuangan industri atau limbah rumah tangga yang kemudian masuk ke kawasan perairan. Pada kawasan konservasi lemburpurwo, merupakan kawasan ekowisata dan merupakan kawasan muara mawar dengan pengaruh aktivitas manusia termasuk buangan sampah serta tambak udang yang kemudian menjadi penyebab rendahnya nilai pH lingkungan tersebut.

Dilakukan pengukuran faktor abiotik lainnya seperti pada kandungan COD air dengan hasil 58,85 mg/L dan DO air dengan hasil 3,04 mg/L, yang menunjukkan salinitas pada keenam stasiun penelitian sudah sesuai dengan baku mutu dengan perbedaan yang cukup signifikan. Rendahkan kadar COD dan Do pada air di kawasan ini dipengaruhi oleh limbah rumah tangga maupun faktor adanya tambak udang pada saluran perairan tersebut. Megawati et al., (2014), peningkatan limbah organik umumnya dapat menyebabkan penurunan kadar kadar oksigen, hal tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri dalam menggunakan oksigen pada proses penguraian zat organik menjadi zat anorganik. Dengan jenis substrat tanah berlumpur (endapan), pasir berlumpur, pasir basah, dan pasir kering memiliki P tersedia berkisar 0,07, N tersedia berkisar 0,13, K tersedia berkisar 0,06, dan Ca tersedia

berkisar 28,5. Hasil dari pengukuran kandungan pada substrat sebagai media tumbuh tumbuhan mangrove memiliki kandungan hara yang melebihi baku mutu yang tertera pada PP No. 22 Tahun 2021 (baku mutu air laut). Sanjaya et al., (2023), menjelaskan bahwa kelebihan kandungan nitrat tersebut dapat menyebabkan kekurangan oksigen, bau tidak sedap dan kondisi air yang cukup buruk. (Lestari & Kusmana, 2015), menambahkan kandungan nitrat yang lebih rendah dapat diikuti dengan kelimpahan keanekaragaman mangrove yang lebih besar karena unsur tersebut sangat diperlukan akar untuk pertumbuhan.

Berdasarkan pembahasan mengenai kualitas kandungan hara pada suatu substrat memungkinkan berpengaruh dalam mendukung keanekaragaman jenis mangrove. Seperti contoh pada substrat yang baik secara tekstur dan kaya nutrisi seperti lumpur berpasir atau pasir berlumpur akan memungkinkan dan mendukung akar mangrove menyerap nutrisi lebih efisien dan mendukung pertumbuhan, seperti contoh pada jenis *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Avicennia*. Kandungan unsur hara seperti P, N, K, dan Ca berperan penting dalam proses fisiologis tanaman, seperti proses fotosintesis, pembentukan jaringan, dan resistensi terhadap stress lingkungan sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup dan regenerasi mangrove (Velati et al., 2024). Dijelaskan juga bahwa substrat yang kaya bahan organik dan unsur hara yang baik, umumnya memiliki tingkat kerapatan vegetasi mangrove yang lebih tinggi.

Penelitian analisis keanekaragaman jenis mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo ini mengungkap identifikasi 6 jenis mangrove sejati dan 16 jenis mangrove asosiasi dengan Indeks Shannon Wiener (H') 2,519 yang termasuk dalam kategori sedang, dengan begitu membantu memberikan data baseline krusial untuk pemantauan jangka panjang keberlangsungan ekosistem pesisir tersebut. Implikasi spesifik mencakup deteksi dominan *Rhizophora mucronata* (INP = 0,348) sebagai indikator stabilitas vegetasi, sementara faktor abiotik seperti COD 58,85 mg/L dan DO 3,04 mg/L yang melebihi baku mutu menandakan ancaman degradasi yang berpotensi menurunkan regenerasi semai, sehingga 30-50% jika tidak dimitigasi. Hasil ini mendukung pengembangan strategi konservasi adaptif, termasuk restorasi spesies toleran dan pengendalian pencemaran organik, untuk mempertahankan fungsi ekosistem seperti pada pengendalian erosi dan penyerapan karbon di kawasan Kebumen khususnya Kawasan Konservasi Lemburpurwo.

SIMPULAN

Keanekaragaman jenis mangrove merupakan vegetasi yang vital pada kawasan pesisir. Hasil identifikasi jenis mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo Kabupaten Kebumen ditemukan 6 spesies jenis mangrove sejati dan 16 spesies jenis

mangrove asosiasi. Indeks keanekaragaman jenis pada perhitungan setiap perawakan yaitu jenis semai adalah 1,2, jenis pancang adalah 1,3, dan jenis pohon adalah 1,1 yang secara keseluruhan didominasi oleh *Rhizophora mucronata* Poir. , Perhitungan indeks keanekaragaman jenis mangrove mendapatkan nilai sebesar 2,05 dengan jenis paling sedikit pada mangrove sejati dan asosiasi *Morinda citrifolia*, (INP = 0,204), sedangkan paling banyak pada jenis mangrove sejati adalah *Rhizophora mucronata* Poir. (INP = 0,348). Faktor abiotik lingkungan terbukti berpotensi berpengaruh pada pertumbuhan mangrove meskipun tidak terlalu kuat terhadap pola pengelompokan komunitas mangrove di Kawasan Konservasi Lemburpurwo, di antaranya adalah salinitas, pH, suhu, intensitas cahaya, kelembaban, jenis substrat, COD, DO, serta pada bahan organik seperti P tersedia, K tersedia, N tersedia, dan Ca.

SARAN

Penelitian ini merupakan penelitian terbatas pada aspek keanekaragaman dan pola komunitas vegetasi mangrove, serta faktor abiotik pada hutan mangrove. Perlu pengamatan lebih lanjut pada perhitungan vegetasi mangrove dengan jenis perawakan pohon untuk mengetahui persebaran yang jelas demi keberlangsungan konservasi lahan mangrove yang baik, seperti pada penelitian lebih lanjut pada jalur 1 km ke arah timur dari *Trekking Mangrove* Lemburpurwo, persiapan penelitian yang perlu disiapkan secara matang, dan pengukuran faktor abiotik yang dilakukan secara langsung untuk menghasilkan uji yang tepat, sehingga diharapkan diperoleh data yang lebih lengkap dan akurat mengenai sumberdaya mangrove yang ada, dalam sebagai data dasar perencanaan dalam mendukung upaya pelestarian Kawasan Konservasi Lemburpurwo.

DAFTAR REFERENSI

- Ajiningrum, P. S., & Dewangga, M. A. 2022. Struktur Komunitas Mangrove di Pesisir Pantai Kecamatan Sedati dan Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 9(1),pp.33-41. <https://doi.org/10.25273/florea.v9i1.11915>
- Arizuna, M., Suprpto, D., & Muskananfolo, M. R. 2014. Nitrate and Phosphate Content in Sediment Pore Water in the River and Estuary of the Wangun Demak River. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1),pp.7-16. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4281>
- Badu, M. M. S., Soselisa, F., & Sahupala, A. 2022. Analisis Faktor Ekologis Vegetasi Mangrove Di Negeri Eti Teluk Piru Kabupaten Sbb. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 6(1),pp.44-56. <https://doi.org/10.30598/10.30598.jhppk.2022.6.1.44>

- Bella, R. A., & Jusuf, R. 2014. Pengaruh Waktu Dan Tempat Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanis Tanah Pasir. *Jurnal Teknik Sipil, III*(2),pp.189–204. <https://doi.org/10.35508/jts.3.2.189-204>
- Bendrianis, D., Arafah, Z., Agustien, A., Djamaan, A., & Alamsjah, F. 2023. *Optimization Of Temperature and PH For The Protease Production By Endophytic Fungi From Mangrove Sonneratia alba*. *International Journal of Progressive Science and Technologies*. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v42.1.5885>
- Chow, J. 2018. *Mangrove Management For Climate Change Adaptation and Sustainable Development In Coastal Zones*. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(2),pp.139–156. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1339615>
- Dajafar, A. 2014. Struktur Vegetasi Mangrove di Desa Ponelo Kecamatan Ponelo Kepulauan Kabupaten Gorontalo Utara. *Ilmiah Perikanan Dan Kelautan, II*, 2(2)pp.66–72. <https://doi.org/10.37905/.v2i2.1255>
- Dewi, R., Lestari, S., & Syukur, A. 2024. *Tropis Vegetation Structure and Diversity of Mangrove Species in The Bagek Kembar Natural Forest, Sekotong, West Lombok*. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1),pp.853–862. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i1.7120>
- Dewiyanti, I., Darmawi, D., Muchlisin, Z., Helmi, T., Imelda, I., & Defira, C. 2021. *Physical and Chemical Characteristics Of Soil In Mangrove Ecosystem Based On Differences Habitat In Banda Aceh and Aceh Besar*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 674(1), 012092. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/674/1/012092>
- Dharmawan, I. W. E., & Pramudji. 2020. *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove di Indonesia (Issue July)*.
- Ghasemi, S., Zakaria, M., Hazandy, A. H. Yusof, E., Hoveizeh, N. M., & Danehkar, A. 2010. *Physico-chemical Factors In The Avicennia and Rhizophora Mangrove Habitats In Iran*. *Asia Life Sciences: The Asian International Journal Of Life Sciences*. 20(2),pp.503-520. <http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/23940>
- Hastuti, E., & Budihastuti, R. 2016. *Analysis On The Absolute Growth Rate Of Rhizophora mucronata Seedling in Silvicultural Pond Canals By The Influence Of Initial Condition and Changes Of Environment Quality*. *Biosaintifika: Journal Of Biology & Biology Education*, 8,pp.56-63. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i1.5358>
- Imran, A., & Efendi, I. 2016. Inventarisasi Mangrove di Pesisir Pantai Cemara Lombok Barat. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 1(1),pp.105–112. <https://doi.org/10.58258/jupe.v1i1.66>
- Jaiswal, D., & Pandey, J. 2019. *Anthropogenically Enhanced Sediment Oxygen Demand Creator Mosaic Of Oxygen Deficient Zones In The Ganga River: Implications For River Health*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1(171),pp.709-720. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.01.039>
- Khairunnisa, C., Thamrin, E., & Prayogo, H. 2020. Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove Di Desa Dusun Besar Kecamatan Pulau Maya Kabupaten Kayong Utara. 8(2),pp.325-336. <https://doi.org/10.26418/jhl.v8i2.40074>
- Kusmana, C., & Sukristijiono. 2016. *Mangrove Resource Uses By Local Community in Indonesia*. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 6(2),pp.217–224. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2016.6.2.217>
- Lestari, F., & Kusmana, C. 2015. *The Effect Of Waste On Chlorophyll Content Of Leaves And Regeneration Of Mangrove Forest At Angke Kapuk Protection Forest, Jakarta*. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 5(2),pp.77–84. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w050203>
- Matan, O. P. M., Djoko, M., & Su, R. 2010. Keanekaragaman dan Pola Komunitas Hutan Mangrove di Andai Kabupaten Manokwari. *Majalah Geografi Indonesia*, 24(1),pp.36–53. <https://journal.ugm.ac.id/mgi>
- Megawati, C., Yusuf, M., & Maslukah, L. 2014. Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(2),pp.142–150. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose.50275Telp/Fax>
- Muslimah, H. 2025. Identifikasi Epifit Pada Batang Camellia Sinensis di Kawasan Wisata Kebun Teh Sikatok Sebagai Buku Referensi. *Skripsi, Universitas Tidar*.
- Osland, M., Feher, L., López- Portillo, J., Day, R., Suman, D., Menéndez, J., & Rivera- Monroy, V. 2018. *Mangrove Forests In A Rapidly Changing World: Global Change Impacts And Conservation Opportunities Along The Gulf of Mexico coast*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 214(21),pp.120-140.
- Puspitarini, E. W., Kom, S., MT, M., Suprpto, A., Tantawi, I. A. R., Rusmiati, E., ... & Iswahyudi, M. S. 2025. *Perancangan Eksperimen*. CV Rey Media Grafika.

- Putri, Y. D., Yuliza, E., & Lizalidiawati, L. 2021. Kajian Kualitas Air dan Indeks Pencemaran Di Perairan Kampung Sejahtera Pulau Baai Kota Bengkulu. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 2(2), pp.45–53. <https://doi.org/10.33369/nmj.v2i2.17597>
- Ratnadilla. 2022. *Struktur Komunitas Hutan Mangrove Rewata'a Di Kabupaten Majene*. 12.
- Samson, E., Sigmarlatu, V., & Wakano, D. 2020. Keanekaragaman dan Kerapatan Jenis Mangrove di Desa Kase Kecamatan Leksula Kabupaten Buru Selatan. *BioWallacea : Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 7(1), pp.1055. <https://doi.org/10.33772/biowallacea.v7i1.11036>
- Sanjaya, C., Pramaningsih, V., Suhelmi, R., Kurniawan, D., Studi, P. S. 2023. Kandungan Nitrit, Nitrat dan Fosfat Air Sungai Karang Mumus Dari Hulu Sampai Hilir. *The Content of Nitrite, Nitrates and Phosphates of Karang Mumus River from Upstream to Downstream*. 19(2). <https://doi.org/10.20527/es.v19i2.14886>
- Saragih et al. 2022. Sosialisasi Peran Mangrove terhadap Kelimpahan Ikan di daerah Pelabuhan Belawan. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3(1), pp.187–191. <https://doi.org/10.53695/jas.v3i1.782>
- Sikome, D. S., & Rumokoy, D. A. 2023. Peran Masyarakat Terhadap Pelestarian Kawasan Hutan Mangrove Di Desa Lihunu Kec. Likupang Timur Kab. Minahasa Utara. *Lex Crimen*, XII(2), pp.1–12. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/lexcrimen/article/view/47857%0Ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/lexcrimen/article/download/47857/42449>
- Soerinegara, I dan A. Indrawan., 2005. Ekosistem Hutan Indonesia. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Tsabita, A., Sunarto, S., MS, Y., & Pamungkas, W. 2025. Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Kondisi Mangrove Hasil Rehabilitasi di Pulau Harapan, Kepulauan Seribu. *Buletin Oseanografi Marina*, 14(2), pp.190–204. <https://doi.org/10.14710/buloma.v14i2.65378>
- Velati, Z. A. Suryono, S., & Pratiko, I. 2024. Jenis Substrat dan Tingkat Kerapatan Mnagrove di Kawasan Konservasi Mangrove Baros Yogyakarta. *Journal of Marne Research*, 13(4), pp.739-745. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i4.43088>
- Zeng, G., Ye, M., Li, M., Chen, W., He, Q., Pan, X., Zhang, X., Che, J., Qian, J., & Lv, Y. 2024. The Relationships between Plant Community Stability and Diversity across Different Grassland Types and Their Association with Environmental Factors in the Habahe Forest Area, Xinjiang. *Diversity*. 16(8), pp.499. <https://doi.org/10.3390/d16080499>.