ANALISIS VEGETASI HUTAN MANGROVE DESA PEMATANG KUALA, KECAMATAN TELUK MENGKUDU, KABUPATEN SERDANG BERDAGAI PROVINSI SUMATERA UTARA

Vegetation Analysis of Mangrove Forest of Pematang Kuala Village, Teluk Mengkudu Sub-District, Serdang Berdagai District, North Sumatra Province

Jilan Rona Mahfudziah[1*], Gunardi Djoko Winarno[1], Dian Iswandaru[1], dan Bainah Sari Dewi[1]

[1]Jurusan Kehutanan Universitas Lampung

ABSTRACT. *Pematang Kuala Village is one of the villages in Teluk Mengkudu Sub-district which has an area of almost 80% in the form of mangrove forests. Mangrove forests in this village are mangrove forests that are managed jointly by the community to meet their daily needs. This study aims to analyze the ecological aspects of mangrove vegetation to determine the sustainability of mangrove forests in Pematang Kuala Village, Teluk Mengkudu District, Serdang Berdagai Regency, North Sumatra. The research method used a sample plot measuring 10x10 m² in a systematic sampling with a random start, the transect line used was 141.42 m long. Data collection was carried out in 3 blocks (protection, utilization 1 and utilization 2) with a total of 15 sample plots. The results showed that the dominating mangrove species in each research block was Avicennia marina, with high Index of Importance (INP) values in all growth phases (seedlings, saplings, and trees) with an average INP value of 136.13%. Mangrove species diversity in the protection block is higher with a value (H') of 0.80 compared to the utilization block with a value (H') of 0.30 due to the influence of human activity pressures such as fisheries, ponds, and waste disposal. The index values of diversity, richness, and evenness indicate that the mangrove ecosystem in the study site is still relatively low.*

Keywords: *Mangrove health; Leaf morphometrics; Water quality*

ABSTRAK. Desa Pematang Kuala merupakan salah satu desa di Kecamatan Teluk Mengkudu yang memiliki luas wilayah hampir 80% berupa hutan mangrove. Hutan mangrove di desa ini merupakan hutan mangrove yang dikelola secara bersama oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis vegetasi mangrove guna mengetahui kelestarian hutan mangrove di Desa Pematang Kuala, Kecamatan Teluk Mengkudu, Kabupaten Serdang Berdagai, Sumatera Utara. Metode penelitian menggunakan petak contoh berukuran 10x10 m² secara *systematic sampling with random start,* jalur transek yang diterapkan sepanjang 141,42 m. Pengumpulan data dilakukan pada 3 blok (perlindungan, pemanfaatan 1 dan pemanfaatan 2) dengan jumlah total 15 petak contoh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis mangrove yang mendominasi pada setiap blok penelitian adalah *Avicennia marina*, dengan nilai Indeks Nilai Penting (INP) yang tinggi di semua fase pertumbuhan (semai, pancang, dan pohon) dengan rata rata nilai INP 136,13%. Keanekaragaman jenis mangrove pada blok perlindungan lebih tinggi dengan nilai (H') 0,80 dibandingk an blok pemanfaatan dengan nilai (H') 0,30 akibat dipengaruhi oleh tekanan aktivitas manusia seperti perikanan, tambak, dan pembuangan limbah. Nilai indeks keanekaragaman, kekayaan, dan kemerataan menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di lokasi penelitian masih tergolong rendah.

Kata kunci: Analisis vegetasi, Mangrove; Indeks nilai penting; Pematang Kuala; *Avicennia marina*

Penulis untuk korespondensi, surel: jilanrona6@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia, mencakup 75% dari total kawasan mangrove di Asia Tenggara, atau sekitar 27% dari total kawasan mangrove dunia (Vitasari, 2015; Ersan *et al.,* 2022). Tahun 2019 tercatat luas mangrove sebesar 3,31 juta hektar dengan kondisi mangrove 80,74% baik dan mangrove 19,26% kritis (KLHK, 2021). Sebaran hutan mangrove di Indonesia terdapat pada pulau Sumatera, Papua, Kalimantan (Putra.,2014; Ersan *et al.,* 2022). Mangrove adalah jenis hutan yang tumbuh dengan ciri khas berada di sepanjang pesisir

pantai atau muara sungai dan terkena pasang surut air laut (Hidayah & Wiyanto, 2013; *Syah et al.*, 2020). Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis dan subtropis yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Mubarak, 2020)). Hutan mangrove sering dikenal juga dengan hutan pantai, hutan payau ataupun hutan bakau (Welmart *et al.,* 2023). Salah satu ciri tanaman mangrove yaitu memiliki akar yang muncul ke permukaan tanah seperti hamparan semak belukar yang memisahkan daratan dengan lautan sehingga mangrove dapat dikatakan sebagai ekosistem peralihan antara darat dan laut (Ely *et al.,* 2021).

Ekosistem mangrove yang unik adalah salah satu faktor mengapa mangrove memegang peranan penting dalam memelihara keseimbangan lingkungan dan ekosistem seperti mencegah erosi pantai dan abrasi, tempat sumber makanan bagi beberapa hewan yang hidup di bawahnya dan berkontribusi terhadap formasi pembentukan pulau juga sebagai stabilisator bagi wilayah pesisir (Rizki *et al.,* 2017; Utomo *et al.,* 2024). Hutan mangrove memiliki berbagai manfaat baik dari segi ekologi ekonomi dan sosial sehingga hutan mangrove ini memiliki potensi yang tinggi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (–Soleha *et al.,* 2020). Fungsi ekologis mangrove yaitu sebagai habitat biota laut juga sebagai habitat spesies burung (Iswandaru *et al.,* 2020) begitu juga melindungi pantai dari gelombang air laut serta angin sekaligus penyaring intrusi air laut (Sumar *et al.,* 2021). Meskipun memiliki banyak manfaat, keberadaan ekosistem mangrove di beberapa daerah menghadapi ancaman akibat berbagai aktivitas manusia dan faktor lingkungan, salah satunya Desa Pematang Kuala.

Desa Pematang Kuala merupakan salah satu desa di Kecamatan Teluk Mengkudu yang memiliki luas wilayah hampir 80% berupa hutan mangrove (Hendrawan et al., 2022). Hutan mangrove di desa ini merupakan hutan mangrove yang dikelola secara bersama melalui sistem Hutan Kemasyarakatan (HKM). Pendekatan ini memberikan hak kelola kepada masyarakat setempat, yaitu kelompok Usaha Bersama (KUB) nelayan, yang memiliki peran langsung dalam menjaga kelestarian hutan mangrove serta memanfaatkannya secara berkelanjutan. Pengelolaan hutan mangrove di Desa Pematang Kuala mendapat izin usaha melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Republik Indonesia sesuai dengan nomor SK.4460/MENLHK-PSKL/PSL/7/2020. Keputusan tersebut memberikan kewenangan kepada KUB nelayan setempat untuk mengelola hutan mangrove, dengan tujuan utama untuk menciptakan keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan pemberdayaan ekonomi masyarakat. Namun, beberapa oknum masyarakat melakukan praktek illegal dengan menjadikan hutan mangrove menjadi lahan tambak serta sawit (Wardhani 2014; Wijaya et al., 2024). Hal ini terjadi karena belum adanya kesepakatan resmi yang terjalin antara pihak KUB dengan masyarakat setempat terkait mekanisme dan pembagian hak serta kewajiban dalam pengelolaan hutan mangrove di Desa Pematang Kuala. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat ketidakjelasan dalam pengaturan hubungan antara KUB dan masyarakat, yang dapat berpotensi mempengaruhi efektivitas pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan dan menghambat tercapainya tujuan bersama dalam konservasi serta pemanfaatan hutan mangrove. Banyak pula mangrove yang rusak akibat banjir rob (Harefa et al.,2023), serta tercemar oleh limbah dari tambak udang di sekitarnya, sehingga mengakibatkan menurunnya fungsi mangrove. Pengaruh dan tekanan terhadap habitat mangrove bermula dari keinginan manusia untuk mengalihfungsikan kawasan hutan mangrove menjadi kawasan pemukiman, industri perikanan dan perkebunan yang menyebabkan terjadinya eksploitasi hutan mangrove secara berlebihan sehingga dapat menimbulkan kerusakan ekologi di pesisir pantai (Sari dan Daulay et al., 2023).

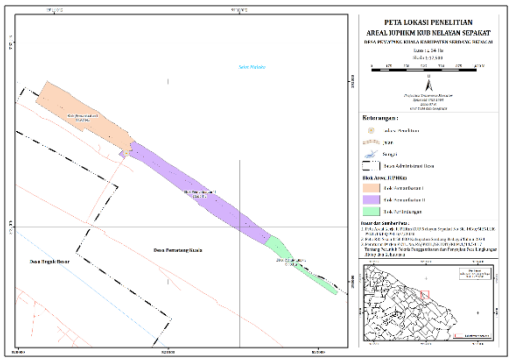
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hendrawan dan Warsodirejo (2022) berfokus pada implikasi keanekaragaman mangrove terhadap luas lahan tani serta pengaruh aktivitas masyarakat di kawasan hutan mangrove. Studi ini menekankan bagaimana perubahan ekosistem mangrove, termasuk alih fungsi lahan menjadi perkebunan dan tambak, berdampak terhadap keanekaragaman mangrove dan keseimbangan lingkungan pesisir. Penentuan titik stasiun pengamatan dalam penelitian tersebut dilakukan berdasarkan ada atau tidaknya aktivitas masyarakat, guna memahami sejauh mana intervensi manusia mempengaruhi ekosistem mangrove dan lahan pertanian di sekitarnya. Sementara itu, penelitian ini lebih berfokus pada analisis vegetasi mangrove di Desa Pematang Kuala dengan menitikberatkan pada indeks keanekaragaman, serta distribusi

vegetasi dalam berbagai blok perlindungan dan pemanfaatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis vegetasi mangrove guna mengetahui kelestarian hutan mangrove di Desa Pematang. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penentuan lokasi dalam penelitian ini didasarkan pada blok-blok yang telah ditetapkan dalam kawasan mangrove Desa Pematang Kuala, sehingga memungkinkan analisis yang lebih terstruktur terhadap pola distribusi dan keberlanjutan vegetasi mangrove. Oleh karena itu, pelestarian hutan mangrove di Desa Pematang Kuala menjadi sangat penting untuk dilakukan, mengingat peran vital mangrove dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir serta memberikan manfaat ekologis dan ekonomi yang besar bagi masyarakat. Penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pengambilan kebijakan dan tindakan pelestarian mangrove. Data yang diperoleh melalui analisis vegetasi, diharapkan dapat memberi rekomendasi konkret untuk upaya konservasi dan pengelolaan hutan mangrove secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-November 2024 yang terletak di Desa Pematang Kuala, Kec. Teluk Mengkudu, Kab. Serdang Berdagai, Sumatera Utara. Letak geografis Desa Pematang Kuala berada pada titik koordinat 3°31′19.200″N 99°12′7.200″E. Lokasi penelitian berbatasan dengan laut, yang memiliki luas Kawasan mangrove 54 Ha yang dibagi menjadi 2 blok yaitu blok perlindungan, blok pemanfaatan. Blok pemanfaatan dibagi menjadi 2 area yaitu blok pemanfaatan 1 dan blok pemanfaatan 2 yang biasa dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu tali raffia, rol meter, handphone, tali tambang, pita meter, laptop, *Tally sheet,* aplikasi *measure height, avenza maps,* aplikasi burungnesia serta alat tulis kantor (ATK). Bahan atau objek yang digunakan yaitu struktur vegetasi, keanekaragaman satwa dominan yang ada dilokasi penelitian.



Gambar 1. Peta Plot Penelitian

Analisis vegetasi hutan mangrove dalam pengambilan data di lapangan dilakukan dengan metode petak contoh secara sistematik sampling with random start, untuk mengetahui sebaran jenis, diameter, dan tinggi vegetasi mangrove. Luas jalur transek berukuran 10x10 m². Transek didalamnya terdiri atas 15 plot yang dibagi 3 pada setiap blok (blok perlindungan, blok pemanfaatan 1, blok pemanfaatan 2) dengan begitu pada setiap blok terdapat 5 plot dengan ukuran yang berbeda-beda sesuai dengan stratifikasi tumbuhan, dengan jarak antar plot yaitu 141,42 m. Kriteria vegetasi yang ditemukan diklasifikasikan menurut Kartawinata et al., (2004) dalam jurnal Heriyanto et al., (2016), sebagai berikut:

- Fase Pohon yaitu tumbuhan berkayu dengan diameter setinggi dada (1,3 m) > 10 cm, didata jenis, diameter dan tingginya. Risalahnya diobservasi pada petak berukuran 10 x 10 m.
- Fase Pancang yaitu tumbuhan berkayu yang mempunyai diameter setinggi dada (1,3 m) antara 2 cm sampai kurang dari 10 cm. Risalahnya diobservasi pada petak 5 m x 5 m, dibuat di dalam petak 10 m x 10 m, didata jenis, diameter dan tingginya.
- Fase Semai yaitu permudaan mulai dari kecambah sampai tinggi 1,5 cm; ukuran petak 2 m x 2 m, dibuat di dalam petak 5 m x 5 m, didata jenis dan jumlahnya.

Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan jenis-jenis yang dominan. Jenis dominan merupakan jenis yang mempunyai nilai penting tertinggi di dalam tipe vegetasi yang bersangkutan (Kusmana 2011). Jenis dominan tersebut dapat diperoleh dengan analisis indeks nilai penting (INP) sebagai penjumlahan kerapatan relatif, dominasi relatif dan frekuensi relatif dari masing-masing jenis

yang terdapat dalam sampel plot (Dharmawan & Samsoedin 2012; Kartawinata 2016; Heriyanto *et al.,* 2022), dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kerapatan Jenis (K)

$$= \frac{\sum individu\ spesies}{Luas\ plot\ contoh}$$

Kerapatan Relatif (KR)

$$= \frac{\text{K Spesies}}{\text{K } Total\ Seluruh\ Spesies} \text{x 100 \%}$$

Frekuensi Jenis (F)

$$= \frac{\sum Sub\ Petak\ ditemukan\ Spesies}{\sum\ Spesies\ Seluruh\ Sub\ Petak\ Contoh}$$

Frekuensi Relatif (FR)

$$= \frac{F\ Spesies}{f\ Total\ Seluruh\ Spesies} \text{ x 100 \%}$$

Dominansi Jenis (D)

$$= \frac{\sum LBDS\ \ Satu\ Jenis}{Luas\ Plot}$$

Dominansi Relatif (DR)

$$= \frac{D\ Satu\ Jenis}{D\ Seluruh\ Jenis} \text{x100 \%}$$

Indeks Nilai Penting (%)

= KR+FR+DR

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

Penentuan indeks keanekaragaman jenis pada penelitian ini menggunakan Indeks Keanekaragaman (Shannon, 1963., Di Bitetti, 2000., Keylock ,2005., Wardhana, 2006., Fachrul, 2007., Sidomukti *et al.,* 2021) dihitung dengan rumus berikut:

$$\mathbf{H' = -\Sigma\ pi\ ln\ pi}$$

Dimana:

pi = jumlah individu spesies ke-i
S = jumlah total individu spesies yang ditemukan
ln = logaritma natural

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wienner apabila:

H'≤ 1 = Keanekaragaman rendah
1 < H' < 3 = Keanekaragaman sedang dan
H' ≥ 3 = Keanekaragaman tinggi.

Indeks Kekayaan Margalef (R)

Indeks kekayaan spesies digunakan untuk mengetahui nilai kekayaan spesies dari spesies pada suatu lokasi dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus kekayaan spesies Margalef (R) (Margalef, 1994., Akyol, 2003., Haryoko, 2011., Hilwan, 2014., Lakićević, 2018., Suhendra, *et al.,* 2020., Hutahean, *et al.,* 2023), sebagai berikut

$$\boldsymbol{Dmg = \frac{(S-1)}{Ln\ N}}$$

Keterangan:

Dmg : Indeks kekayaan jenis
S : Jumlah jenis dalam habitat
N : Total jumlah individu seluruh spesies
Ln : Logaritma natural

Kriteria nilai indeks kekayaan jenis sebagai berikut*:*

Dmg < 2,5 Tingkat kekayaan jenis rendah,
Dmg 2,5 ≤ Dmg ≤ 4 Tingkat kekayaan jenis sedang
Dmg > 4 Tingkat kekayaan jenis tinggi

Indeks Kemerataan (E)

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui distribusi individu dalam komunitas. Semakin tinggi nilai indeks, semakin merata penyebaran individu dari setiap spesies dalam suatu ekosistem (Magurran, 1988), (Ludwig and *Renolds.,* 1988: Kepel *et al*., 2012; Yohanista, 2023), dengan rumus sebagai berikut:

$$\boldsymbol{E = \frac{H'}{Ln\ (S)}}$$

Dimana:

E : indeks kemerataan
H' : indeks keanekaragaman Shannon Wiener
S : jumlah spesies

Kategori nilai indeks kemerataan sebagai berikut:

Jika E < 0,31 Tingkat kemerataan jenis rendah,
Jika 0,31 ≤ E ≤ 1 Tingkat kemerataan jenis sedang,
Jika E > 1 Tingkat kemerataan jenis tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada blok pemanfaatan, ditemukan satu kelompok jenis mangrove di lokasi penelitian, yaitu mangrove sejati, yang terdiri dari *Avicennia marina, Bruguiera cylindrica, Rhizophora stylosa, Rhizophora mucronata,* dan *Lumnitzera racemosa*. Jenis *Avicennia marina* memiliki kerapatan tertinggi, yaitu 1.253,33 individu/ha, yang ditemukan pada fase pancang. Berdasarkan status konservasi menurut *International Union for Conservation of Nature (IUCN)*, jenis *Avicennia marina, Lumnitzera racemosa***,** dan *Hibiscus tiliaceus* termasuk dalam kategori *Least Concern (LC),* yang menunjukkan bahwa spesies ini memiliki risiko kepunahan yang rendah. Pengelompokkan mangrove disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokkan Mangrove

No	Famili	Spesies	Kelompok	Status	Tipe Vegetasi		
					Semai	Pancang	Pohon
1	*Acanthaceae*	*Avicienna marina*	Sejati	LC	√	√	√
2	*Combretaceae*	*Lumnitzera racemosa*	Sejati	LC		√	
3	*Rhizophoraceae*	*Rhizophora mucronata*	Sejati	-		√	

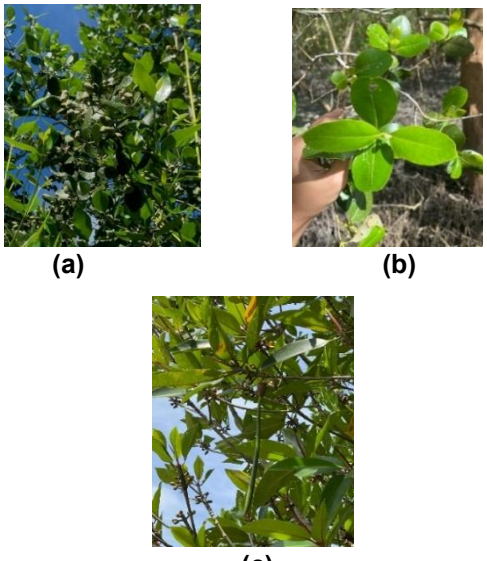
Keterangan: LC (*Least Concern)*

Total hasil analisis vegetasi yang dilakukan pada blok pemanfaatan ditemukan jumlah individu dari fase semai *Avicienna marina* sebanyak 102 individu. Fase pancang spesies yang ditemukan lebih beragam dibandingkan fase semai, dengan masing-masing jumlah individu yaitu *Avicennia marina* 65 individu, *Lumnitzera racemose* 3 individu, dan *Rhizophora mucronate* 3 individu. Fase pohon hanya ditemukan satu jenis mangrove, yaitu *Avicennia marina*. Spesies ini memiliki jumlah individu sebanyak 34 individu, terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesies Mangrove

Jenis Mangrove	Famili	Jumlah Individu	K (ind/ha)	KR (%)	F	FR (%)	INP (%
Fase Pancang							
Avicienna marina	*Acanthaceae*	65	2880,00	94,73	60	60	154,73
Lumnitzera racemosa	*Combretaceae*	3	80,00	2,63	20	20	22,63
Rhizophora mucronata	*Rhizophoraceae*	3	80,00	2,63	20	20	22,63
Total		**43**	**3040,00**	**100**	**100**	**100**	**200**

Tabel 1 menunjukkan jenis mangrove yang ditemukan merupakan jenis mangrove sejati yaitu, *Avicennia marina, Lumnitzera racemosa,* dan *Rhizophora mucronata* (Gambar 1). Kerapatan individu yang ditemukan pada fase semai 1,70 individu sebesar individu. Selain itu, nilai frekuensi yang diperoleh mencapai 80, menunjukkan bahwa *Avicennia marina* tersebar luas di lokasi penelitian, yang mengindikasikan dominasi yang sangat tinggi dalam komunitas mangrove pada fase semai. Kerapatan individu fase pancang tertinggi juga ditemukan pada *Avicennia marina*, yaitu sebesar 2880,00 individu per hektar, sedangkan *Lumnitzera racemosa* dan *Rhizophora mucronata* memiliki kerapatan yang sama, yaitu 2,63 individu per hektar. Frekuensi kehadiran spesies di lokasi penelitian menunjukkan bahwa *Avicennia marina* memiliki frekuensi tertinggi sebesar 60, sedangkan *Lumnitzera racemosa* dan *Rhizophora mucronata* memiliki frekuensi sebesar 20. Indeks Nilai Penting (INP) juga menunjukkan dominasi *Avicennia marina* pada fase pancang dengan nilai 154,73 sementara *Lumnitzera racemosa* dan *Rhizophora mucronata* masing-masing memiliki nilai 22,63. Kerapatan individu pada fase pohon sebesar 226,67 individu per hektar. Nilai frekuensi yang diperoleh adalah 4,02, menunjukkan distribusi spesies yang relatif tersebar di area penelitian. Indeks Nilai Penting (INP) yang dihitung untuk *Avicennia marina* pada fase pohon mencapai 300, yang menegaskan dominasi absolut spesies ini dalam komunitas mangrove di blok pemanfaatan.



(a) **(b)**

(c)

Gambar 1. (a) *Avicienna marina;* (b) *Lumnitzera racemose;* (c) *Rhizophora mucronata*

Nilai INP yang tinggi pada *Avicennia marina* menunjukkan bahwa spesies ini memiliki peran ekologis yang lebih besar dalam fase pertumbuhan pancang dibandingkan dengan spesies lainnya. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa *Avicennia marina* memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih baik dan mampu bertahan dalam fase pancang dibandingkan spesies lainnya. Keberadaan jenis *Lumnitzera racemosa* dan *Rhizophora mucronata* dalam jumlah yang lebih sedikit menunjukkan bahwa kedua spesies ini memiliki tingkat regenerasi yang lebih rendah atau kurang kompetitif dibandingkan *Avicennia marina*. Hidayat (2020) menjelaskan perbedaan kondisi lingkungan akan dapat menyebabkan adanya perbedaan jumlah spesies yang tumbuh pada kawasan tersebut. Adanya kawasan yang terbuka maka sinar matahari dapat masuk, sehingga hal ini menyebabkan terjadinya persaingan spesies untuk memperoleh sinar matahari mengakibatkan pertumbuhan pada setiap fasenya kurang optimal (Triwanto *et al.,* 2023).

Jenis *Avicennia marina* selalu ditemukan pada setiap plot pengamatan. Keberadaan jumlah spesies *Avicennia marina* yang tinggi pada suatu ekosistem mangrove dapat terjadi karena dukungan kondisi lingkungan pada ekosistem tersebut sangat baik. Salah satu faktor yang mendukung keberlangsungan hidup tersebut yaitu substrat (Nugraha *et al.,* 2023). Vegetasi mangrove pada umumnya dapat bertahan hidup dan tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur dan dapat mentoleransi tanah lumpur berpasir. Menurut Masruroh dan Insafitri (2020) substrat yang baik bagi media vegetasi *Avicennia marina* adalah substrat lumpur. Subtrat lumpur mendominasi pada setiap blok dilokasi penelitian. Hal ini dapat terjadi karena substrat lumpur memiliki kandungan unsur hara dan nutrisi yang cukup banyak dan sangat baik bagi pertumbuhan dan perkembangan mangrove tersebut. Hasil observasi yang telah dilakukan vegetasi mangrove yang banyak ditemukan di lokasi penelitian hampir seluruhnya didominasi oleh jenis dari famili *Avicenniaceae.* ditemukan pula jenis-jenis substrat yang beragam yang berada di kawasan hutan mangrove tersebut. Secara visual dapat terlihat pada masing- masing jenis substrat yang ditumbuhi *Avicennia marina* dengan kerapatan yang berbeda-beda. Masruroh, (2020) berpendapat perbedaan kerapatan ini diduga disebabkan oleh jenis substrat yang berbeda-beda pula.

Ancaman yang terjadi pada blok pemanfaatan yaitu, alih fungsi lahan menjadi tambak serta kebun sawit, limbah tambak yang tidak dikelola dengan baik. Aktifitas pemanfaatan lahan oleh masyarakat telah menyebabkan terjadinya degradasi ekosistem mangrove yang dibuktikan dengan hilangnya tutupan vegetasi mangrove. Hilangnya vegetasi mangrove memicu kerusakan habitat hidup biota perikanan untuk pertumbuhan dan perkembanganbiakan sehingga menyebabkan dampak penurunan hasil perikanan tangkap oleh masyarakat. Kerusakan mangrove oleh limbah tambak mengakibatkan banyaknya mangrove mati berdiri terlihat pada gambar 2.

Gambar 2. Kerusakan Mangrove

Kondisi blok pemanfaatan di lokasi penelitian menunjukkan adanya tekanan yang signifikan akibat berbagai aktivitas manusia. Aktivitas-aktivitas ini meliputi kegiatan perikanan oleh nelayan, operasional tambak, serta pembuangan limbah rumah tangga dan limbah tambak ke dalam ekosistem mangrove, terutama di blok pemanfaatan yang berdekatan langsung dengan kawasan masyarakat (Tamrin *et al.,* 2021). Dampak pembuangan limbah tambak udang terhadap lingkungan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan dan pencemaran lingkungan hidup (Nur, 2021). Menurut Dewi (2023) dampak yang ditimbulkan seperti penurunan kualitas air di perairan sekitaran tambak udang, kerusakan ekosistem perairan, seperti hilangnya terumbu karang dan mangrove, dan dampak terhadap biota laut seperti kematian ikan akibat terpapar limbah tambak udang. Selain itu dampak yang ditimbulkan menyebabkan nelayan kesusahan mencari tangkapan ikan dan juga air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari tercemar karena salinitas dari air tersebut meningkat. Masyarakat juga menyampaikan, keadaan sebelum adanya tambak masyarakat memanfaatkan air nira kelapa menjadi minuman tradisional, namun saat tambak mulai beroperasi kualitas air nira kelapa yang dihasilkan berkurang, hal ini cukup merugikan bagi masyarakat. Pencemaran air yang terjadi tidak hanya merugiakan bagi pertumbuhan mangrove, juga merugikan bagi pertumbuhan spesies lainnya, sesuai penelitian yang dilakukan Rahmah *et al.,* (2024) terkait *Analisis dampak pencemaran kimia pada kualitas air sungai dan ekosistem* menyatakan bahwa kontaminasi kimia menyebabkan penurunan kualitas air, peningkatan konsentrasi polutan, perubahan sifat fisikokimia air, serta penurunan keanekaragaman spesies dan dampak negatif terhadap kehidupan akuatik.

Blok Perlindungan

Blok perlindungan, keanekaragaman jenis mangrove menunjukkan variasi yang signifikan, mencakup baik mangrove sejati maupun mangrove asosiasi. Mangrove sejati terdiri dari, *Avicennia marina Bruguiera cylindrica* dan *Rhizophora stylosa,* sedangkan mangrove asosiasi yaitu *Hibiscus tiliaceusa*. Data yang diperoleh mengungkapkan komposisi jenis dan struktur vegetasi yang spesifik. Jenis *Avicennia marina* mendominasi dengan jumlah individu sebanyak 25, diikuti oleh *Bruguiera cylindrica* 3 individu, *Hibiscus tiliaceusa* 2 individu, dan *Rhizophora stylosa* 1 individu, data disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Jenis Dan Struktur Vegetasi

Jenis Mangrove	Famili	Jumlah Individu	K (ind/ha)	KR (%)	F	FR (%)	INP (%)
Fase Pancang							
Avicienna marina	*Acanthaceae*	25	666,67	80,645	60,00	50,00	130,6
Bruguirea cylindrica	*Rhizophoraceae*	3	80,00	9,677	20,00	16,66	26,34
Hibiscus tiliaceusa	*Malvaceae*	2	53,33	6,452	20,00	16,66	23,11
Rhizophora stylosa	*Rhizophoraceae*	1	26,67	3,226	20,00	16,66	19,89
Total			**826,67**	**100**	**120**	**100**	**200**

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada blok perlindungan, ditemukan jenis mangrove sejati *Avicennia marina, Bruguiera cylindrica, Rhizophora stylosa* (Gambar 3), serta mangrove asosiasi *Hibiscus tiliaceus* (Gambar 3). *Avicennia marina* merupakan spesies yang paling dominan dalam fase pancang ekosistem mangrove dengan jumlah individu terbanyak, yaitu 25 individu. Spesies ini memiliki kerapatan tertinggi sebesar 666,67 ind/ha dengan kerapatan relatif (KR) sebesar 80,645%. Selain itu, frekuensi jenis ini mencapai 60,00% dengan frekuensi relatif (FR) sebesar 50,00%, sehingga menghasilkan Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi, yaitu 130,64%. *Bruguiera cylindrica* memiliki jumlah individu yang lebih sedikit, yaitu 3 individu, dengan kerapatan 80,00 ind/ha dan KR 9,677%. Frekuensi jenis ini 20,00% dengan FR 16,66%, sehingga menghasilkan INP 26,34%. *Hibiscus tiliaceus* berada pada urutan ketiga dengan jumlah individu 2 individu, kerapatan 53,33 ind/ha, KR 6,452%, frekuensi 20,00%, FR 16,66%, dan INP 23,11%. Terakhir, *Rhizophora stylosa* merupakan jenis dengan nilai terendah dalam seluruh parameter yang diukur. Spesies ini hanya memiliki 1 individu, dengan kerapatan 26,67 ind/ha, KR 3,226%, frekuensi 20,00%, FR 16,66%, dan INP 19,89%. Selanjutnya hasil analisis fase pohon disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Fase Pohon

Fase Pohon								
Jenis Mangrove	**Famili**	**K (ind/ha)**	**KR (%)**	**F**	**FR (%)**	**D**	**DR (%)**	**INP (%)**
Avicennia marina	*Acanthaceae*	53,33	66,58	80,00	44,44	0,02	15,35	126,37
Hibiscus tiliaceus	*Rhizophoraceae*	20,00	24,97	60,00	33,33	0,03	20,47	78,77
Lumnitzera racemosa	*Malvaceae*	0,11	0,13	20,00	11,11	0,01	5,58	16,83
Rhizophora mucronata	*Rhizophoraceae*	6,67	8,32	20,00	11,11	0,08	58,60	78,04
Total		**80,11**	**100,0**	**180**	**100,0**	**0,1**	**100,0**	**300,0**

Berdasarkan data yang tersedia, kerapatan, frekuensi, dan dominasi jenis mangrove di lokasi penelitian menunjukkan bahwa *Avicennia marina* memiliki nilai kerapatan tertinggi (53,33 ind/ha) dengan nilai kerapatan relatif (KR) sebesar 66,58%. Jenis ini juga memiliki nilai frekuensi tertinggi (80,00%) dengan frekuensi relatif (FR) sebesar

44,44%. Namun, nilai dominasi relatifnya (DR) lebih rendah dibandingkan *Rhizophora mucronata,* yakni 15,35%, sehingga menghasilkan nilai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi sebesar 126,37%. *Hibiscus tiliaceus* (Gambar 3) menempati urutan kedua dengan kerapatan sebesar 20,00 ind/ha dan KR 24,97%. Frekuensi jenis ini cukup tinggi, yaitu 60,00%, dengan FR 33,33%. Meskipun dominasi relatifnya lebih tinggi daripada *Avicennia marina* (20,47%), nilai INP-nya lebih rendah, yaitu 78,77% *Rhizophora mucronata* memiliki nilai kerapatan yang lebih rendah dibandingkan dua spesies sebelumnya, yakni 6,67 ind/ha dengan KR 8,32%. Namun, meskipun nilai frekuensinya sama dengan *Lumnitzera racemosa* (20,00%), nilai frekuensi relatifnya 11,11%. Keunggulan utama jenis ini terletak pada nilai dominasi relatif yang tertinggi, yaitu 58,60%, sehingga nilai INP mencapai 78,04%. Terakhir, *Lumnitzera racemosa* memiliki nilai kerapatan, frekuensi, dan dominasi yang paling rendah dibandingkan spesies lainnya, dengan kerapatan 0,11 ind/ha, KR 0,13%, frekuensi 20,00%, FR 11,11%, dominasi relatif 5,58%, dan INP hanya 16,83%.

(a) (b)

Gambar 3. *Hibiscus tiliaceus*

Berdasarkan hasil analisis vegetasi pada blok perlindungan tumbuhan yang mendominasi yaitu namun pohon *Hibiscus tiliaceus* pada kedua fase memiliki dominasi yang lebih dominan dari pada *Avicennia marina,* walaupun jumlah individunya lebih sedikit. Hal ini terjadi karena pohon-pohon yang lebih besar cenderung memiliki kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pohon-pohon kecil. *Hibiscus tiliaceus* dapat memanfaatkan sumber daya dengan lebih efisien, sehingga mempercepat proses pertumbuhan dan meningkatkan peluang mereka untuk bertahan hidup di lingkungan yang kompetitif. Fenomena ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Puspita sari *et al.,* (2023) yang terjadi pada pohon *Acacia mangium*. Jenis akasia merupakan salah satu jenis invasive yang memiliki sifat yang kuat tetapi lebih cenderung ke arah negatif. Daun akasia diketahui memiliki kandungan alelopati yang merupakan zat biokimia dan berfungsi untuk melindungi diri dari persaingan antar jenis dan zat tersebut dapat menghambat pertumbuhan jenis tanaman lain disekitar jenis akasia (Nahdi dan Darsikin, 2014). Hal ini lah yang menyebabkan tumbuhan lain sulit untuk tumbuh dan berkembang di sekitar jenis akasia, dengan ini jenis akasia dapat mendominansi pada tingkat pohon.

Kondisi vegetasi blok perlindungan yang lebih bervariatif dan memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan blok pemanfaatan. Kondisi tanah di wilayah ini didominasi oleh lumpur, kerang, dan pasir. Komposisi tanah yang beragam ini memberikan kontribusi terhadap struktur dan fungsi ekosistem mangrove. Kombinasi ketiga komponen ini menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan berbagai jenis mangrove dan biota asosiasi lainnya. Dominasi lumpur mengindikasikan kandungan bahan organik yang tinggi, yang berasal dari dekomposisi serasah mangrove dan biota lainnya. Bahan organik ini menjadi sumber nutrisi penting bagi pertumbuhan mangrove dan biota yang hidup di sekitarnya. Aktivitas manusia yang minim mempengaruhi pertumbuhan dan kenekargaman jenis mangrove.

Indeks Keanekaragaman, Kemerataan, Kekayaan Mangrove

Tabel 5. Indeks keanekargaman, kekayaan dan kemerataan

No	Blok	Keanekaragaman (H')	Kekayaan (R)	Kemerataan (E)
1	Blok Pemanfaatan 1	-	-	-
2	Blok Pemanfaatan 2	0,30	0,89	0,27
3	Blok Perlindungan	0,80	1,07	0,49

Berdasarkan hasil penelitian pada blok pemanfaatan 1, indeks keanekaragaman, kekayaan, serta kemerataan jenis mangrove tidak teridentifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ditemukannya kenakeragaman (H'), kekayaan (R) serta kemerataan (E). Kondisi ini disebabkan oleh dominasi *Avicennia marina* sebagai satu-satunya jenis mangrove yang ditemukan di blok tersebut. Keberadaan jumlah spesies *Avicennia marina* yang tinggi pada suatu ekosistem mangrove dapat terjadi karena dukungan kondisi lingkungan pada ekosistem tersebut sangat baik. Salah satu faktor yang mendukung keberlangsungan hidup tersebut yaitu substrat (Rahman *et al.,* 2025). Vegetasi mangrove pada umumnya dapat bertahan hidup dan tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur dan dapat mentoleransi tanah lumpur berpasir (Nugraha *et al.,* 2023).

Blok pemanfaatan 2 memiliki keanekeragaman H'=0,30 tergolong rendah, R=0,89 tergolong tertekan serta E=0,27 tergolong rendah. Jenis yang ditemukan pada blok pemanfaatan 2 meliputi *Avicienna marina*, *Lumnitzera racemose, Rhizophora mucronata.* Menurut penelitian oleh Khaliq *et al.,* (2020), nilai indeks keanekaragaman yang kurang dari satu menunjukkan rendahnya variasi dalam kelimpahan dan keberagaman spesies. Rendahnya nilai Indeks keanekaragaman ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah karena adanya dominansi spesies Avicennia marina, luasan wilayah yang terbatas serta faktor antropogenik pembukaan lahan untuk daerah pertambakan maupun pemukiman. Distribusi atau persebaran yang tidak seimbang mengindikasi adanya pengaruh faktor manusia dan alam. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman menunjukkan ekosistem tersebut sedang mengalami tekanan atau kondisi pertumbuhan di lingkungan yang menurun. Perkiraan tersebut diperkuat dengan kondisi lingkungan Desa Pematang Kuala yang dikelilingi oleh tambak serta kebun sawit (Novi *et al.,* 2022)

Blok Perlindungan indeks keanekaragaman memiliki nilai H'=0,80 tergolong rendah, indeks kemerataan memeiliki nilai R=1,07 tergolong rendah serta indeks kekeyaan dengan nilai E=0,49 tergolong rendah. Jenis yang ditemukan pada blok perlindungan meliputi *Avicienna marina, Lumnitzera racemose, Rhizophora stylosa*serta *Hibiscus tiliaceus.* Menurut penelitian oleh Mishra *et al.,* (2020), nilai indeks keanekaragaman yang rendah dapat mengakibatkan ketidakseimbangan dalam struktur ekosistem dan meningkatkan risiko terhadap gangguan dan perubahan lingkungan. Hal ini dapat terjadi akibat degradasi habitat atau gangguan manusia yang mengakibatkan hilangnya spesies atau dominasi spesies tertentu dalam ekosistem tersebut. Hilangnya vegetasi mangrove disebabkan karena faktor alam dan faktor manusia seperti pembukaan lahan tambak, akibatnya, kawasan pesisir pantai sering mengalami rob yang megakibatkan hilangnya fase semai pada blok ini (Asriani *et al.,* 2020). Faktor lingkungan seperti pasang surut, kadar salinitas, suhu, pH, dan substrat juga dapat mempengaruhi pertumbuhan mangrove (Akbar *et al.,* 2018; Novi et al., 2022). Dengan mengukur data fisik diantaranya suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas cahaya memberikan penjelasan yang korelatif mengenai perserbaran mangrove dan memberikan informasi mengenai habitat mangrove terletak diantara *hypersaline* dan air tawar. (Shayrial *et al.,* 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan bahwa blok perlindungan menunjukkan variasi jenis mangrove yang lebih tinggi dibandingkan dengan blok pemanfaatan. Hal ini disebabkan oleh minimnya aktivitas manusia di blok perlindungan, yang secara signifikan mempengaruhi keragaman jenis mangrove.

Sebaliknya, blok pemanfaatan cenderung mengalami penurunan keanekaragaman akibat intervensi manusia seperti alih fungsi lahan (Farista *et al.,* 2021). Hilangnya fase semai di blok perlindungan diduga diakibatkan oleh abrasi yang menyebabkan banjir pada bulan September 2024, yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan bibit mangrove. Diantara ke tiga fase pada blok pemanfaatan, fase semai memiliki jumlah individu yang lebih tinggi dibandingkan fase yang lain, namun jumlah semai yang banyak tersebut tidak semua tumbuh hingga fase dewasa, hal ini disebabkan oleh adanya persaingan. Hal ini sesuai dengan menurut Utina *et al*. (2012); Rosyida *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa semakin banyak jumlah tumbuhan mangrove, maka semakin kompleks kompetisinya yaitu ruang tumbuh, nutrisi hingga intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis mangrove yang ditemukan terdiri dari dua kelompok utama. Kelompok Mangrove Sejati mencakup enam jenis, yaitu *Avicennia marina, Bruguiera cylindrica, Lumnitzera racemosa, Rhizophora mucronata,* dan *Rhizophora stylosa.* Kelompok Mangrove Asosiasi hanya terdiri dari satu jenis, yaitu *Hibiscus tiliaceus*. *Avicennia marina* mendominasi di setiap blok penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, N., Ibrahim, A., Haji, I., Tahir, I., Ismail, F., Ahmad, M., & Kotta, R. 2018. Struktur Komunitas Mangrove di Desa Tewe, Kecamatan Jailolo Selatan, Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. Jurnal Enggano, 3(1), 81–97.

Akyol, O., dan Kara, A. 2003. Penelitian Penentuan Komposisi Mangsa Pukat Dasar dan Tratank di Teluk Izmir (Laut Aegea). *Jurnal Perikanan dan Ilmu Perairan Aegean*, 20 (3).

Andiny, P. 2020. Dampak pengembangan ekowisata hutan mangrove terhadap sosial dan ekonomi masyarakat di Desa Kuala Langsa, Aceh. *Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis*, *11*(1), 43-52.

Asriani, I., Sudarsono, B., & Wahyuddin, Y. 2020. Analisis kesesuaian penggunaan lahan mangrove dan tambak dengan rencana tata ruang wilayah (studi kasus: Kab. Pati). Jurnal Geodesi Undip, 10(1): 241–249.

Dewi, D. F. K., & Frinaldi, A. 2023. The Effect of Vaname Shrimp Pond Waste Disposal (Litopenaeus van-namei) on The Environment and Environmental Law Perspective: a Literatur Review. *Journal of Climate Change Society*, *1*(2).

Dharmawan IWS, Samsoedin I. 2012. Dinamika potensi biomassa karbon pada lansekap hutan bekas tebangan di Hutan Penelitian Malinau. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 9(1): 12– 20.

Di Bitetti, M. S. 2000. The Distribution of Grooming Among Female Primates: Testing Hypotheses with The Shannon-Wiener Diversity Index. *Behaviour,* 137(11), 1517-1540.

Ersan, A., Rahmawati, A., & Amrina, D. H. 2022. Analisis sosial ekonomi masyarakat terhadap pemanfaatan taman lindung hutan mangrove di Desa Sidodadi Kec. Teluk Pandan Kab. Pesawaran Lampung. *Entrepreneurship Bisnis Manajemen Akuntansi (E-BISMA)*, 102-112.

Fachrul, M.F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta.

Farista, B., & Virgota, A. 2021. The Assessment of Mangrove Community Based on Vegetation Structure at Cendi Manik, Sekotong District, West Lombok, West Nusa Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis,* 21(3), 1022-1029.

Hasibuan, R. S., Susdiyanti, T., Septiana, F. 2018. Keanekaragaman burung dan mamalia pada lahan reklamasi PT. Aneka Tambang Bogor, Jawa Barat. Ekologia. 18(1): 1–9. Haryoko, T. 2011. Keanekaragaman Jenis Burung di Bunguran Utara, Pulau Bunguran, Kabupaten Natuna. *Zoo Indonesia,* 20(2)

Hendrawan, D., & Warsodirejo, P. P. 2022. Implications of mangrove diversity on planted land area mangrove forest Pematang Kuala Serdang Bedagai. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, *4*(2), 89-93.

Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. 2016. Peran biomassa mangrove dalam menyimpan karbon di Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan,* 13(1), 1-12.

Heriyanto, N. M., Priatna, D., & Samsoedin, I. 2022. Keanekaragaman Tumbuhan Dan Kandungan Karbon Di Hutan Tembawang Alak, Sintang, Kalimantan *Barat. Buletin Kebun Raya,* 25(3), 142-155.

Hidayat, N., & Bambang, T. A. 2020. Komposisi Jenis Dan Struktur Komunitas Serta Keanekaragaman Jenis Vegetasi Di Areal Cagar Alam Bukit Tangkiling: Composition, Structure and Plants Diversity in Nature Reserves of Bukit Tangkiling. *HUTAN TROPIKA*, *15*(2), 150-162.

Hilwan, I. 2014. *Potensi Tumbuhan Obat di Hutan Kerangas di Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.* In Prosiding Seminar Nasional.

Hutahean, I. Y., Putir, P. E., Rotinsulu, J. M., Penyang, P., dan Setiarno, S. 2023. Makrofauna Tanah di Bawah Pohon Jelutung Rawa (Dyera polyphylla Miq) di Kebun Benih Semai (KBS) Universitas Palangka Raya. *Hutan Tropika,* 18(1), 162-168.

Iswandaru, D., Febryano, I.G., Santoso, T., Kasyoko, H., Winarno, G.D., Hilmanto, R., Safe'i, R., Darmawan, A., & Zulfiani, D. 2020. Bird community structure of small islands: a case study on the Pahawang Island, Lampung *Province, Indonesia. Silva Balcanica,* 21(2):5-18.

Julaikha, S., & Sumiyati, L. 2017. Nilai ekologis ekosistem hutan mangrove*. Jurnal Biologi Tropis,* 17(1): 23-31.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. *Peta Mangrove Nasional*. Direktorat Konservasi Tanah dan Air. Ditjen PDASRH. Jakarta.

Kepel, R. R. Rahou, E., Lecouturier, D., Guillochon, D., and Dhulster, D. 2012. *Characterization of an Antihypertensive Peptide From an Alfafa White Protein Hydrolysates* Prouced by Continuous Enzymatic Membrae Reaktor Prosses Biochemistry, 41:1996-196

Keylock, C. 2005. *Simpson Diversity snd The Shannon–Wiener Index as Special Cases of a Generalized Entropy.* Oikos, 109(1), 203-207.

Khaliq, S., Amjid, M. W., Shahzad, M. F., Khan, K. A., & Akhter, N. 2020. Comparison of diversity indices for assessing vegetation changes in response to environmental gradients. Ecological Indicators. Vol.110, 105908.

Ludwig, J.A and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. a primer on method and computing*. John Wiley and Sons. New York.

Maisyaroh, W 2010. Struktur Komunitas Tumbuhan Penutup Tanah di Taman Hutan Raya R. Soerjo Cangar, Malang. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari* Vol. 1 No.1 Tahun 2010 ISSN.2087-3522.

Margalef, R. 1994. Dynamic Aspects of Diversity. *Journal of Vegetation Science*, 5(4), 451-456.

Masruroh, L., & Insafitri, I. 2020. Pengaruh jenis substrat terhadap kerapatan vegetasi Avicennia marina di Kabupaten Gresik. Juvenil: *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2), 151-159.

Mishra, A., Patel, P., Kumar, V., & Kumar, A. 2020. Study on diversity, richness and evenness index of arthropods in different habitats of Chhattisgarh, India. Journal of Entomology and Zoology Studies. Vol.8(1), 298-3

Mubarak, A. 2020. Keanekaragaman tumbuhan mangrove di Desa Alur Dua tahun 2019. *Jurnal Jeumpa*, *7*(1), 341-348.

Nahdii, MS, Darsikin. 2014. Distibusi dan Kelimpahan Spesies Tumbuhan Bawah pada Naungan Pinus mercusii, Acacia mangium, dan Eucalyptusalba di Hutan Gama Giri Mandiri, Yokgyakarta. Jurnal Natur Indonesia. 16(1): 33-41.

Novi Ramadani Pratiwi, Futihatun Nur Amalia, Indah Fitri Rahmawati, dan Setyoko. 2022. Keanekaragaman Flora Mangrove pada Tingkat Pohon di Cagar Alam Pulau Dua Banten. Jurnal Bionature. 23 (1); 70- 76.

Nugraha, R. R., Sunaryo, S., & Redjeki, S. 2023. Struktur Komunitas Mangrove di Ekosistem Hutan Mangrove Kecamatan

Tayu, Kabupaten Pati. *Journal of Marine Research*, *12*(3), 547-554.

Nugraha, R.R., Sunaryo, S., & Redjeki, S. 2023. Struktur komunitas mangrove di Ekosistem Hutan Mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. Journal Of Marine Research, 12(3): 547–554.

Nur, F. 2021. *Bioremediasi, Pertumbuhan dan Kualitas Rumput Laut Codium sp. tentang Limbah Cair Tambak Udang Super Intensif* (Disertasi Doktor, Universitas Hasanuddin).

Puspitasari, M., Udiansyah, U., & Suyanto, S. 2023. STRUKTUR DAN DOMINANSI TEGAKAN DI ARBORETUM FAKULTAS KEHUTANAN UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT. *Jurnal Sylva Scienteae*, *6*(2), 269-275.

Putra, W. 2014. Kawasan Ekowisata Hutan Mangrove Di Desa Kuala Karang Kabupaten Kubu Raya. *JMARS: Jurnal Mosaik Arsitektur*,2(2): 102-112.

Rahmah, A., Pitaloka, A. I., Lugita, F., Tantri, L. F., Ferisa, M. E., Apriliani, S. E., & Khoirunisa, S. N. 2024. Analisis dampak pencemaran kimia pada kualitas air sungai dan ekosistem. *JurnalMajemukemuk*, *3*(2), 219-233.

Rahman, R., Bramana, A., Suharti, R., & Irawan, H. 2025. Analisis Vegetasi Mangrove Berdasarkan Faktor Lingkungan Perairan di Kawasan Pesisir Kabupaten Pati. *Buletin Oseanografi Marina*, *14*(1), 49-60.

Rosyida, N., Mahrudin, M., & Irianti, R. 2023. Kajian Etnobotani Tumbuhan ApiApi (Avicennia) Di Desa Pagatan Besar Kabupaten Tanah Laut. *Scripta Biologica*, 10(3).

Sari, R., Marpaung, S. S. M., Has, D. H., & Daulay, A. P. 2023. Evaluation of Planting Success and Mangrove Habitat Suitability in Various Planting Years in Pasar Rawa Village, Langkat Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, *23*(4), 317-322.

Shannon, C. E. and W. Wiener, 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press. Urbana

Sidomukti, G. C., dan Wardhana, W. 2021. Penerapan Metode Storet dan Indeks Diversitas Fitoplankton dari Shannon-Wiener sebagai Indikator Kualitas Perairan Situ Rawa Kalong Depok, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi*, 14(1), 28- 38.

Soleha, E. C., Qurniati, R., & Kaskoyo, H. 2020. *Karakteristik Sosial Ekonomi Masyarakat Pengelola Hutan Mangrove Di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.* In Prosiding Seminar Nasional Konservasi 2020. LPPM Universitas Lampung

Suhendra, T., Erianto, E., dan Ardian, H. 2020. Keanekaragaman Jenis Burung Diurnal di Hutan Jajau Kecamatan Mentebah Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 8(4), 730-737.

Sumar, S. 2021. Penanaman Mangrove Sebagai Upaya Pencegahan Abrasi. Ikraith-Abdimas, 4(1), 126–130.

Syah, A. F. 2020. Penanaman mangrove sebagai upaya pencegahan abrasi di desa socah. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, *6*(1), 13-16.

Syahrial, Saleky, D., Samad, A. P., & Tasabaramo, I. A. 2020. Ekologi Perairan Pulau Tunda Serang Banten: Keadaan Umum Hutan Mangrove. Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik, 4(1), 53–68.

Triwanto, J., Syarifuddin, A., & Mudin, I. U. 2023. Studi Ekosistem Revegetasi Lahan Bekas Tambang PT. Semen Indonesia Tuban Jawa Timur. *Journal of Forest Science Avicennia*, 6(1), 98-110.

Utina, R., Katili, A.S., Ibrahim, M. 2012. *Komposisi dan Struktur Vegetasi Tumbuhan Mangrove Asosiasi di Kawasan Pesisir Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara dan Kawasan Pesisir Mananggu Kabupaten Boalemo.* Laporan Penelitian. Universitas Negeri Gorontalo

Utomo, A. P., Haerani, J. O., Ferdian, R. N., Paradise, R., & Radianto, D. O. 2024. Pemaksimalan Fungsi Penanaman Mangrove di Daerah Rawan Abrasi Jakarta. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, *1*(3), 12-22.

Vitasari, M. 2015. Kerentanan Ekosistem Mangrove terhadap Ancaman Gelombang Ektrim/Abrasi di Kawasan Konservasi Pulau Dua Banten. Bioedukasi: *Jurnal Pendidikan Biologi,* 8(2), 33-36

Wardhana, W. 2006. *Metode Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada*

Komponen Biota Akuatik. Universitas Indonesia. Jakarta.

Wijaya, A. S., Semedi, B., Iswahyudi, I., & Alim, D. S. 2024. Pemetaan dan Analisis Kesesuaian Kawasan Konservasi Mangrove di Gunung Piting Mangrove Conservation (GPMC), Pantai Tamban, Kabupaten Malang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, *18*(1), 19-32.

Wardhani, Maulinna Kusum. 2014b. “Analisis Kesesuaian Lahan Konservasi Hutan Mangrove di Pesisir Selatan Bangkalan.” 7(2):69–74.

Yohanista, M., Rume, M. I., and Dua Nela, M. H. 2023. Identifikasi Jenis dan Indeks Keanekaragaman Echinodermata di Wilayah Perairan Kelurahan Waibalun, Kabupaten Flores Timur. *AQUANIPA, Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan,* 5(1), 1-12