

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF *Bruguiera gymnorrhiza* AT TUNDA ISLAND, BANTEN, IMPLICATIONS FOR MANGROVE ECOSYSTEM CONSERVATION

Analisis Morfologi *Bruguiera gymnorrhiza* Di Pulau Tunda, Banten, Dan Implikasi Untuk Konservasi Ekosistem Mangrove

Oleh:

Lydia Ayu Utami^{1*}, Lisna Lidiawati¹, Rangga Saputra¹, Putra Sasi Ramadhan¹, Yudha Alkindi¹, Ilham Bintang Alfirdausy¹, Moch. Saad¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian, Universitas

Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

*Korespondensi penulis: lydiayutami06@gmail.com

ABSTRACT

*Mangrove ecosystems play an important role as habitats for biota, natural coastal buffers, and carbon sinks. This study examines the morphological and morphometric characteristics of *Bruguiera gymnorrhiza* at Tunda Island, Serang, Banten, to understand species adaptation to dynamic tidal conditions and the effects of plastic waste accumulation on vegetation growth. Field observations were conducted at six sampling sites using a line transect–quadrat method. Data included measurements of stems, leaves, flowers, and fruits, as well as observations of stomata and cambium. The results showed tree heights of 7–15 m, diameters of 15–123 cm, leaf lengths of 5–21.5 cm, flower lengths of 2.8–5 cm, and fruit lengths of 6–16.3 cm. Anomocytic stomata and active cambium indicate adaptation to high salinity and muddy environments. Differences between the eastern and southern parts of the island, related to hydrodynamics, substrate, and plastic pollution, resulted in higher *Bruguiera gymnorrhiza* density in the east. The Shannon–Wiener diversity index was low (H' east = 0.795; south = 0.3466), indicating species dominance. These findings support mangrove management and conservation efforts, particularly through plastic waste reduction and salinity monitoring.*

Key words: coastline, conservation, mangrove ecosystem, Tunda Island

ABSTRAK

Ekosistem mangrove memiliki peranan penting sebagai habitat biota, penyangga alami pantai, dan penyerap karbon. Penelitian ini menganalisis karakter morfologi dan morfometri *Bruguiera gymnorrhiza* di Pulau Tunda, Serang, Banten untuk memahami adaptasi spesies terhadap kondisi pasang surut yang dinamis serta dampak penumpukan sampah plastik terhadap pertumbuhan vegetasi. Pengamatan lapangan dilakukan di enam titik pengambilan menggunakan metode transek garis–petak contoh. Data meliputi ukuran batang, daun, bunga, buah, serta pengamatan stomata dan kambium. Hasil menunjukkan variasi tinggi pohon 7–15 m dengan diameter 15–123 cm, daun 5–21,5 cm, bunga 2,8–5 cm, dan buah 6–16,3 cm. Stomata bertipe anomositik dan kambium aktif menandakan adaptasi terhadap salinitas tinggi dan lingkungan berlumpur. Perbedaan mencolok antara sisi timur dan selatan pulau—terkait hidrodinamika, substrat, dan polusi plastik—menyebabkan kepadatan *Bruguiera gymnorrhiza* lebih tinggi di timur. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener tergolong rendah (H' timur 0,795; selatan 0,3466), menunjukkan dominansi spesies tertentu. Temuan ini menjadi dasar ilmiah pengelolaan dan konservasi mangrove, dengan rekomendasi pengurangan sampah plastik dan pemantauan salinitas untuk memulihkan fungsi ekologis dan mendukung keberlanjutan sosial-ekonomi masyarakat pesisir.

Kata kunci: ekosistem mangrove, konservasi, pesisir, Pulau Tunda

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang sangat penting bagi kelestarian lingkungan dan kehidupan manusia. Mangrove berfungsi sebagai habitat berbagai jenis flora dan fauna, ekosistem mangrove juga merupakan habitat yang sangat unik, karena selain mampu hidup dan berkembang biak pada kondisi perairan yang berfluktuasi pasang surut. Mangrove juga memiliki peranan penting yaitu sebagai daerah asuhan, pemijahan, dan pembesaran *juvenile* ikan penyangga alami yang melindungi garis pantai dari abrasi, serta penyerap karbon yang efektif dalam mitigasi perubahan iklim (Pratiwi *et al.*, 2016). Selain itu, mangrove juga mendukung mata pencaharian masyarakat pesisir melalui sumber daya perikanan dan bahan baku lainnya.

Salah satu spesies mangrove yang memiliki peranan vital dalam ekosistem ini adalah *Bruguiera gymnorhiza*. Spesies ini memiliki sistem akar napas yang kuat dan mampu tumbuh di lingkungan payau dengan kondisi tanah berlumpur. Tumbuhan ini merupakan salah satu jenis pohon yang memiliki ketinggian rata-rata mencapai 30 m. Pada bagian kulit kayu terdapat lentisel, permukaan batang halus hingga kasar, memiliki warna abu-abu tua sampai dengan coklat. Akar tumbuhan ini terlihat seperti papan yang melebar ke samping di bagian pangkal pohon, juga terdapat sejumlah akar lutut. Selain itu, tumbuhan ini juga memiliki daun seperti kulit, berwarna hijau pada bagian atas dan hijau kekuningan pada bagian bawahnya, ada yang memiliki bercak-bercak hitam dan ada juga yang tidak memiliki bercak (Patimah *et al.*, 2022). Fungsi utama *Bruguiera gymnorhiza* meliputi stabilitas substrat pesisir, penyediaan habitat bagi biota laut, serta peningkatan kualitas air dengan menyaring sedimen dan polutan, selain itu tumbuhan *Bruguiera gymnorhiza* merupakan jenis tumbuhan mangrove yang memiliki potensi senyawa bioaktif serta bersifat sebagai sumber antimikroba alami sehingga dapat digunakan untuk mengawetkan produk perikanan (Fiquriansyah *et al.*, 2020).

Bruguiera gymnorhiza ini merupakan salah satu mangrove yang menunjukkan adaptasi morfologi dan morfometrik khas terhadap kondisi lingkungan pesisir yang dinamis. Analisis morfometri yang mengukur dimensi fisik tanaman serta pengamatan morfologi yang melihat struktur dan fungsi organ tanaman sangat penting untuk memahami bagaimana *Bruguiera gymnorhiza* bertahan dan berkembang dalam lingkungan ekstrem seperti di Pulau Tunda. Ini adalah dasar penting untuk menilai kesehatan dan kemampuan regenerasi mangrove. Keunggulan dari *Bruguiera gymnorhiza* yang membuatnya sangat layak untuk diamati adalah kemampuannya dalam menahan variasi salinitas dan pengaruh pasang surut, yang secara ekologis penting untuk stabilitas habitat mangrove. Selain itu, struktur akar dan bentuk fisiknya dapat mempengaruhi proses sedimentasi dan perlindungan pantai dari abrasi. Penelitian morfologi dan morfometri pada spesies ini tidak hanya memberikan informasi tentang pertumbuhan tanaman tapi juga kontribusinya dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir dan mendukung pemulihan mangrove yang rusak.

Pulau Tunda, Serang, Banten adalah salah satu daerah dengan ekosistem mangrove yang masih cukup sehat dan memiliki keanekaragaman hayati khas yang penting untuk dipertahankan. Keunikan dan produktivitas ekosistem mangrove di Pulau Tunda menjadikannya lokasi strategis untuk penelitian mangrove, namun dengan menambahnya jumlah penduduk di pulau tunda menyebabkan penumpukan sampah plastik, selain dari masyarakat sampah plastik juga terbawa arus dari berbagai tempat dan berakhir menumpuk di Pulau Tunda. Adanya tumpukan sampah di kawasan mangrove dapat mengganggu pertumbuhan vegetasi mangrove, tumpukan sampah dapat menghalangi pasokan cahaya matahari yang di butuhkan semai untuk berfotosintesis oleh karena itu pertumbuhan semai terganggu dan mati (Fatmalah, *et al.*, 2022). Kondisi pesisir di Pulau Tunda saat ini banyak dijumpai sampah-sampah di pantai seperti tas plastik, botol plastik, sandal, sepatu, popok dll. Aneka sampah tersebut selain dari aktivitas wisata yang ada disitu juga berasal dari Lampung, Banten, dan Jakarta yang terbawa arus (Maharani *et al.*, 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan landasan ilmiah yang kuat dalam pengelolaan dan konservasi mangrove *Bruguiera gymnorhiza* di Pulau Tunda, terutama mengingat pentingnya peran

ekosistem mangrove dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan komunitas pesisir serta tantangan yang dihadapi akibat penumpukan sampah plastik yang mengganggu pertumbuhan vegetasi mangrove. Berdasarkan latar belakang penelitian, analisis morfometri dan morfologi *Bruguiera gymnorhiza* sangat penting untuk memahami adaptasi spesies ini terhadap kondisi lingkungan dinamis dan untuk mengembangkan strategi restorasi yang tepat, sehingga ekosistem mangrove dapat dipulihkan, berfungsi optimal, dan memberikan manfaat ekologis serta ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat setempat.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel mangrove *Bruguiera gymnorhiza* dilakukan pada tanggal 6–23 September 2025 di Pulau Tunda bagian timur dan selatan, seperti disajikan pada **Figure 1**. Terdapat 6 lokasi sebagai titik pengambilan sampel, dengan 3 lokasi pada setiap stasiun yang berada di timur dan selatan. Stasiun penelitian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*, Setia (2016) menyatakan bahwa *purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang digunakan ketika peneliti sudah punya target individu dengan karakteristik yang sesuai dengan penelitian. Berdasarkan definisinya, tujuan utama dari penggunaan *purposive sampling* adalah untuk mencari sampel yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan secara khusus oleh peneliti. Selain itu, tujuan dari *purposive sampling* adalah untuk menjelaskan suatu permasalahan secara jelas karena sampel yang mewakili memiliki nilai representatif. Sehingga tujuan utama penelitian dapat terpenuhi.

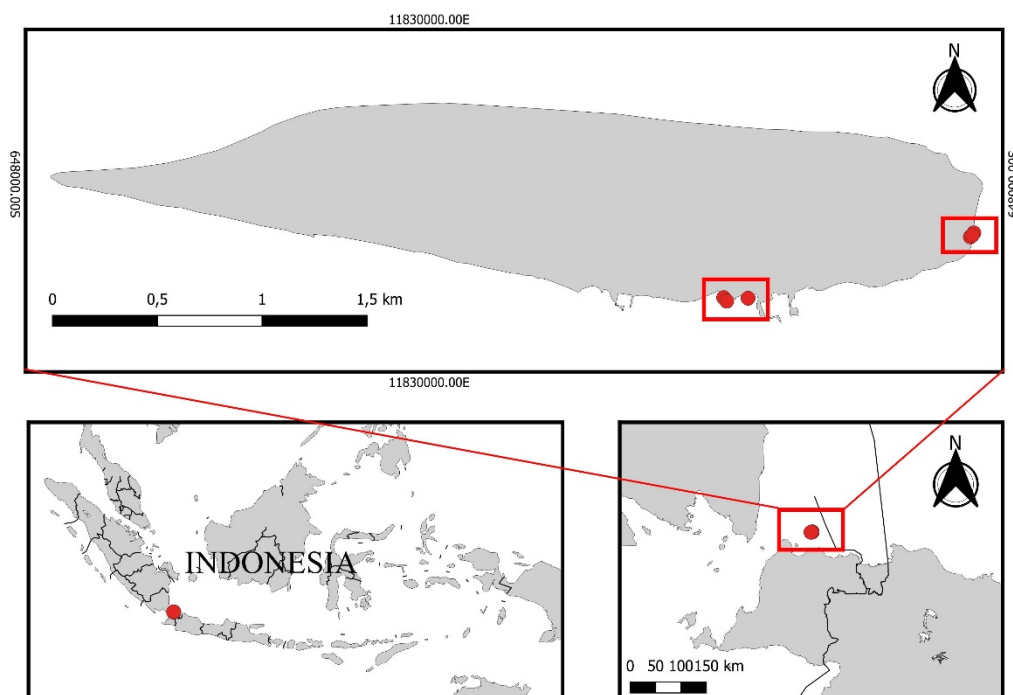


Figure 1 Map of research locations on Tunda Island
Red dots = sampling plot

Berdasarkan definisi di atas kami memutuskan untuk menggunakan metode pengambilan data menggunakan transek garis dan petak contoh (*Transect Line Plot*). Metode transek garis dan petak contoh (*Transect Line Plot*) adalah metode pencuplikan contoh populasi suatu ekosistem dengan pendekatan petak contoh yang berada pada garis yang ditarik melewati wilayah ekosistem tersebut. Metode pengukuran tersebut yang paling mudah dilakukan, namun tetap memiliki tingkat akurasi dan ketelitian yang akurat, dengan plot pengamatan berukuran 10x10 m² data vegetasi mangrove yang

masuk kategori pohon yang memiliki diameter batang pohon >4 cm atau keliling lingkaran batang >16 cm dan tinggi >1 m (Ghufron *et al.*, 2024).

Populasi mangrove yang berada pada plot terutama berjenis *Bruguiera gymnorhiza* semuanya diukur diameter batangnya, tinggi pohon, data morfologi dan morfometrik dari jenis *Bruguiera gymnorhiza* menggunakan aplikasi Monmang. Lalu sampel yang akan diteliti lebih lanjut diawetkan menggunakan alkohol 70%. Hasil data dari morfologi *Bruguiera gymnorhiza*, dilakukan pengamatan pada stomata dari bagian daun *Bruguiera gymnorhiza* menggunakan mikroskop (Fikriansyah, 2020). Data sekunder yang diambil adalah pengamatan kualitas perairan dan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan dominansi.

Analisis indeks ekologi mencakup berbagai metrik untuk menilai keanekaragaman hayati, termasuk indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Indeks ini memberikan wawasan tentang kekayaan spesies, distribusi, dan keseimbangan ekologis dalam ekosistem. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') adalah metrik yang banyak digunakan untuk menilai keanekaragaman spesies dalam studi ekologi (Omayio *et al.*, 2019).

Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan formula berikut (Odum, 1993):

$$H' = \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i \quad (1)$$

Keterangan:

H' = indeks Shannon-wiener

P_i = kelimpahan relatif dari spesies ke-I (n/N)

n_i = jumlah individu suatu jenis

N = jumlah total untuk semua individu

Kriteria untuk indeks Shannon–Wiener adalah sebagai berikut. $H' > 1$ = Diversitas rendah, jumlah individu tidak seragam, ada spesies yang dominan. $1 < H' < 3$ = Diversitas sedang, jumlah individu hampir seragam, ada beberapa spesies yang dominan. $H' > 3$ = Diversitas tinggi, jumlah individu seragam, tidak ada spesies yang dominan.

Indeks keseragaman dihitung menggunakan persamaan berikut (Krebs, 1985):

$$E = \frac{H'}{\ln s} \quad (2)$$

Keterangan:

E = Indeks Keseragaman

H' = Indeks Keanekaragaman

s = Jumlah spesies

Nilai indeks keseragaman berada pada 0-1 dengan keterangan:

$0 < E < 0,4$: pemerataan kecil, komunitas tertekan

$0,4 < E < 0,6$: pemerataan sedang, komunitas labil

$0,6 < E < 1$: pemerataan tinggi, komunitas stabil

Indeks dominansi dihitung menggunakan persamaan berikut (Odum, 1993):

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (3)$$

Keterangan:

C = indeks dominansi

n_i = jumlah individu dalam satu spesies

N = jumlah total individu

Kriteria nilai indeks dominansi jenis adalah:

$0 < C < 0,5$: dominansi rendah

$0,5 < E < 0,75$: dominansi sedang

$0,75 < E < 1$: dominansi tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan tinggi dari pohon *Bruguiera gymnorhiza* berkisaran dari 10-15 meter dengan diameter 15-123 cm, perbedaan tinggi dan diameter mengindikasikan usia pohon yang variasi, panjang daun berkisaran dari 5-21,5 cm dengan lebar daun 4-6,2 cm, panjang bunga 2,8-5 cm dengan diameter 4-6 cm, jumlah kelopak 11-12, warna dari bunga *Bruguiera gymnorhiza* adalah merah kekuningan, panjang buah *Bruguiera gymnorhiza* kisaran 6-16,3 cm, diameter 5-6 cm, bakal daun 2-2,3 cm (lebih lengkap disajikan pada Tabel 1). Sudarmadji, (2010) dalam Karim *et al.*, (2023) menyebutkan tinggi *Bruguiera gymnorhiza* dapat mencapai 20 meter, panjang daun antara 8 hingga 15 cm, ukuran lebar daun 4 sampai 6 cm, jumlah kelopak bunga antara 10 sampai 14 buah.

Ciri khas ini konsisten dengan deskripsi morfologi *Bruguiera gymnorhiza* oleh Allen & Duke (2016), yang menyatakan bahwa variasi morfologi merupakan bentuk adaptasi terhadap kondisi salinitas dan pasang surut. Sementara pada stasiun 2 tinggi batang 7 meter dengan diameter 72 cm, panjang bunga 10,6 m dan diameter 5 cm, panjang bunga 2,8 Cm, diameter 4 Cm, jumlah kelopak 12 dan warna bunga merah kekuningan, panjang buah 6 cm, diameter 5 cm, pangkal buah 2 cm dan panjang bakal daun 2 cm.

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop pada preparat daun *Bruguiera gymnorhiza*, terlihat struktur epidermis dengan sel-sel berbentuk poligonal tidak beraturan. Diantara sel-sel epidermis tersebut tampak stomata yang berbentuk oval/elips dengan sepasang sel penutup (guard cells) yang menyerupai bentuk biji kopi. Celah stomata (porus) terlihat jelas di tengah sel penutup. **Figure 2** menunjukkan stomata terlihat menyebar diantara sel-sel epidermis yang masih mengandung klorofil, menunjukkan bahwa stomata berada pada permukaan daun yang aktif berfotosintesis (Naeem *et al.*, 2019).



Figure 2 Stomata *Bruguiera gymnorhiza*

Table 1. Morphometry of *Bruiguiera gymnorrhiza*

Stasiun	Data yang diambil		Plot 1	Plot 2	Plot 3
1	Batang	Tinggi	13,75 Meter	10,75 Meter	15 Meter
		Diameter	123 Cm	36,14 Cm	15 Cm
	Daun	Panjang	5,2 Cm	21,5 Cm	20 Cm
		Diameter	4 Cm	6,2 Cm	5 Cm
	Bunga	Panjang	5 Cm	3,8 Cm	2,8 Cm
		Diameter	4 Cm	6 Cm	4 Cm
		Jumlah kelopak	12	11	12
		Warna	Merah kekuningan	Merah kekuningan	Merah muda kekuningan
	Buah	Panjang	16,3 Cm	6,2 Cm	6 Cm
		Diameter	6 Cm	6 Cm	5 Cm
		Pangkal buah	2,6 Cm	2 Cm	2 Cm
		Bakal daun	2,3 Cm	2 Cm	2 Cm
2	Batang	Tinggi	7 Meter		
		Diameter	72 Cm		
	Daun	Panjang	10,6 Cm	-	-
		Diameter	5 Cm	-	-
	Bunga	Panjang	2,8 Cm	-	-
		Diameter	4 Cm	-	-
		Jumlah kelopak	12	-	-
		Warna	Merah muda kekuningan	-	-
	Buah	Panjang	6 Cm	-	-
		Diameter	5 Cm	-	-
		Pangkal buah	2 Cm	-	-
		Bakal daun	2 Cm	-	-
		Bakal daun	2 Cm	-	-

Stomata *Bruiguiera gymnorrhiza* diklasifikasikan sebagai tipe anomositik, dimana sel penutup stomata tidak dibatasi oleh sel-sel tetangga khusus, melainkan dikelilingi oleh sel-sel epidermis ordinary (Wardayani, 2014). Peran fisiologis utama stomata tersebut mencakup mediasi pertukaran gas CO₂ dan O₂ sekaligus pengendalian proses transpirasi, yang krusial bagi adaptasi mangrove terhadap kondisi salinitas ekstrem. Densitas dan distribusi stomata turut mendukung mekanisme adaptif daun mangrove untuk meminimalkan kehilangan air secara berlebihan, konsisten dengan respons plastisitas fenotipik yang dipicu oleh variabel abiotik seperti pH sedimen dan kandungan organik pada propagul *Bruiguiera gymnorrhiza*.

Penampang melintang jaringan batang memperlihatkan susunan sel berbeda (**Figure 3**). Bagian tengah tampak berupa jaringan dengan sel-sel kecil, rapat, dan tersusun agak teratur, kemungkinan merupakan jaringan *xilem*. Sekelilingnya terdapat lapisan tipis berbentuk lingkaran dengan warna berbeda, yang diduga sebagai zona kambium.

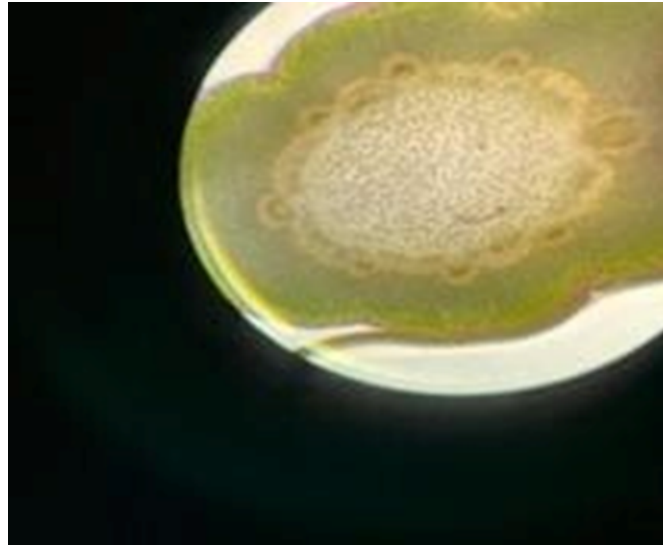


Figure 4 Cambium *Bruguiera gymnorhiza*

Kambium pada *Bruguiera gymnorhiza* berfungsi sebagai jaringan meristem sekunder yang aktif membelah, menghasilkan *xilem* sekunder ke arah dalam dan *floem* sekunder ke arah luar. Hal ini memungkinkan batang tumbuh lebih besar (penebalan sekunder), yang penting bagi mangrove untuk menopang tubuhnya pada lingkungan pesisir yang berlumpur. Sejalan dengan hasil penelitian (Patimah *et al.*, 2022) yang mengatakan substrat *Bruguiera gymnorhiza* biasanya terdiri dari lumpur, pasir, dan kadang-kadang tanah gambut hitam.

Disekitar lapisan tersebut juga terlihat jaringan lain dengan warna lebih hijau yang kemungkinan merupakan korteks dan lapisan jaringan penunjang. Bentuk melingkar dengan pola berombak di tepi juga memperlihatkan pembelahan sel yang aktif, yang menjadi ciri dari aktivitas kambium.

Terdapat perbedaan yang signifikan di stasiun 1 yang berada di timur dengan stasiun 2 yang berada di selatan mulai dari topografi dan kondisi lingkungan, bagian timur pulau Tunda adalah hutan sementara di selatan adalah pemukiman, substrat di timur di dominasi oleh pasir sementara di selatan didominasi oleh lumpur, penumpukan sampah terjadi di selatan pulau lebih tepatnya di dermaga dan di timur hanya terdapat sedikit sampah, terdapat hutan mangrove di bagian timur pulau yang didominasi oleh spesies *Rhizophora samoensis*, dan *Bruguiera gymnorhiza* sementara di selatan didominasi oleh *Rhizophora stylosa*

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada stasiun 1 yang terletak di timur Pulau Tunda terdapat lebih banyak vegetasi mangrove, pada stasiun 1 jenis *Bruguiera gymnorhiza* mendominasi sebanyak 63 pohon disusul oleh *Rhizophora stylosa* 25 pohon, *Rhizophora samoensis* 6 pohon dan *Rhizophora avicennia* 2 pohon. Pada stasiun 2 yang berada di selatan Pulau Tunda jenis *Bruguiera gymnorhiza* hanya di temukan 2 pohon, jenis yang mendominasi di selatan adalah *Rhizophora stylosa*. Lebih lengkap disajikan pada **Table 2**.

Persebaran *Bruguiera gymnorhiza* yang lebih dominan di sisi timur Pulau Tunda dibandingkan sisi selatan dapat dikaitkan dengan perbedaan kondisi hidrodinamika dan sedimentasi yang memengaruhi kelangsungan hidup spesies ini. Menurut studi yang dilakukan di Kepulauan Seribu, sisi timur pulau cenderung lebih terlindung dari gelombang dan arus laut yang kuat berasal dari arah barat daya, sehingga memungkinkan akumulasi sedimen halus yang ideal untuk perkecambahan dan pertumbuhan akar *Bruguiera gymnorhiza*. Spesies ini, sebagai pionir mangrove, membutuhkan substrat lumpur yang stabil dengan salinitas sedang (sekitar 15-25 ppt), yang lebih terpenuhi di timur karena pengaruh pasang surut yang lebih tenang.

Table 2. Mangrove species at station 1 and 2

Stasiun	Plot	Jenis mangrove	Jumlah
Timur	1	<i>Rhizophora stylosa</i>	14
		<i>Bruiguiera gymnorhiza</i>	48
	2	<i>Rhizophora samoensis</i>	2
		<i>Bruiguiera gymnorhiza</i>	4
		<i>Rhizophora samoensis</i>	2
	3	<i>Rhizophora avicennia</i>	10
		<i>Bruiguiera gymnorhiza</i>	11
		<i>Rhizophora stylosa</i>	1
Selatan	1	<i>Bruiguiera gymnorhiza</i>	2
		<i>Ceriop tagal</i>	1
		<i>Rhizophora tylosa</i>	2
	2	<i>Bruiguiera silika</i>	2
		<i>Rhizophora stylosa</i>	1
	3	<i>Avicena germinans</i>	1
		<i>Bruiguiera silika</i>	2

Sebaliknya, sisi selatan mengalami erosi lebih tinggi akibat paparan langsung terhadap angin muson dan gelombang dari Selat Sunda, menyebabkan hilangnya sedimen dan peningkatan salinitas (>30 ppt) yang kurang mendukung regenerasi alami (Sari *et al.*, 2018). Faktor ini menjelaskan mengapa densitas *Bruiguiera gymnorhiza* di timur mencapai 1.200-1.500 individu/ha, sementara di selatan hanya sekitar 400-600 individu/ha.

Selain itu, pengaruh antropogenik dan variasi nutrisi juga berkontribusi pada disparitas ini, di mana sisi timur mendapat input nutrisi lebih baik dari runoff daratan berdekatan, mendukung biomassa vegetatif *Bruiguiera gymnorhiza* yang lebih tinggi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa degradasi di sisi selatan diperburuk oleh aktivitas pariwisata dan penangkapan ikan yang menyebabkan kejernihan air menurun, sehingga menghambat fotosintesis dan perekrutan bibit mangrove. Analisis spasial menggunakan GIS mengonfirmasi bahwa elevasi tanah yang lebih rendah di timur (0,5-1 m di atas msl) menciptakan zona intertidal optimal untuk spesies ini, sementara sisi selatan dengan elevasi lebih tinggi (1-1,5 m) dan drainase buruk menyebabkan genangan air asin yang berkepanjangan. Hal ini mengakibatkan pergeseran komposisi komunitas mangrove, dengan *Bruiguiera gymnorhiza* mendominasi 35% tutupan di timur versus hanya 12% di selatan (Pratiwi & Santoso, 2021).

Keanekaragaman ekosistem mangrove pada stasiun wilayah timur menunjukkan nilai keanekaragaman sebesar 0,795, sedangkan pada stasiun wilayah selatan sebesar 0,3466. Kedua nilai tersebut berada pada kategori keanekaragaman rendah ($H' < 1$), yang mengindikasikan bahwa jumlah individu antar spesies tidak merata dan terdapat spesies yang mendominasi (Pietersz *et al.*, 2022). Nilai keseragaman (E) pada wilayah timur sebesar 0,865 yang termasuk dalam kategori pemerataan tinggi ($0,6 < E < 1$), menunjukkan bahwa distribusi individu antar spesies relatif stabil meskipun tingkat keanekaragamannya rendah (Nugraha *et al.*, 2023).

Sementara itu, nilai keseragaman pada wilayah selatan sebesar 0,4385 yang tergolong kategori pemerataan sedang ($0,4 < E < 0,6$), menandakan komunitas pada wilayah ini cenderung kurang stabil dibandingkan dengan wilayah timur. Nilai dominansi (C) pada wilayah timur sebesar 0,5028 termasuk dalam kategori dominansi sedang ($0,5 \leq C \leq 0,75$), sedangkan pada wilayah selatan sebesar 0,2593 yang termasuk dominansi rendah ($0 < C < 0,5$) (Bahri *et al.*, 2020). Secara keseluruhan, kedua stasiun penelitian menunjukkan tingkat keanekaragaman yang rendah. Kondisi ini diduga kuat dipengaruhi oleh adanya aktivitas pertambangan pasir serta akumulasi sampah plastik yang terbawa dari daerah lain ke Pulau Tunda (Fatmalah *et al.*, 2022). Sehingga memberikan tekanan ekologis yang signifikan dan

berkontribusi terhadap rendahnya stabilitas komunitas biota perairan. Indeks ekologi ekosistem mangrove lebih lengkap disajikan pada **Table 2**.

Table 3. Mangrove ecological index on Tunda Island

	Stasiun			
	Timur	Info	Selatan	Info
H'	0,795	Diversitas rendah	0,3466	Diversitas rendah
E	0,865	Diversitas rendah	0,4385	Diversitas rendah
C	0,5028	Diversitas rendah	0,2593	Diversitas rendah

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Bruguiera gymnorhiza* di Pulau Tunda menampilkan variasi morfologi dan morfometri yang konsisten dengan adaptasi terhadap kondisi pesisir dinamis, dengan tinggi pohon berkisar 7–15 m, diameter batang 15–123 cm, panjang daun 5–21,5 cm, dan karakteristik bunga serta buah yang mendukung reproduksi di lingkungan berlumpur. Pengamatan mikroskopis mengungkap stomata tipe anomositik yang tersebar merata pada epidermis daun, berperan krusial dalam pertukaran gas dan pengaturan transpirasi untuk mengatasi salinitas tinggi, sementara penampang kambium batang menandakan aktivitas meristem sekunder yang mendukung penebalan struktural. Temuan ini selaras dengan deskripsi literatur (Patimah, 2022; Allen & Duke, 2016), menegaskan peran *Bruguiera gymnorhiza* sebagai spesies kunci dalam stabilitas substrat dan penyediaan habitat biota laut.

Perbedaan signifikan antar stasiun penelitian di sisi timur dan selatan Pulau Tunda mencerminkan pengaruh faktor lingkungan dan antropogenik, dimana *Bruguiera gymnorhiza* mendominasi di timur (63 individu) dengan substrat pasir-lumpur yang stabil, dibandingkan hanya 2 individu di selatan yang didominasi lumpur dan penumpukan sampah plastik. Analisis indeks komunitas mengindikasikan diversitas rendah ($H' = 0,795$ di timur dan $0,3466$ di selatan), dengan keseragaman tinggi di timur ($E = 0,865$) dan sedang di selatan ($E = 0,4385$), serta dominansi sedang hingga rendah ($C = 0,5028$ dan $0,2593$), yang disebabkan oleh erosi, salinitas variabel, dan polusi sampah (Sari *et al.*, 2018; Fatmalah *et al.*, 2022). Hal ini menyoroti disparitas ekologis akibat hidrodinamika dan aktivitas manusia, yang menghambat regenerasi mangrove.

Secara keseluruhan, studi ini memberikan landasan ilmiah untuk pengelolaan konservasi *Bruguiera gymnorhiza* di Pulau Tunda, dengan rekomendasi restorasi berfokus pada pengurangan sampah plastik dan pemantauan salinitas untuk meningkatkan diversitas dan stabilitas ekosistem. Strategi ini tidak hanya mendukung fungsi ekologis mangrove sebagai penyangga abrasi dan penyerap karbon, tetapi juga manfaat ekonomi bagi masyarakat pesisir melalui sumber daya perikanan berkelanjutan. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi dampak jangka panjang perubahan iklim terhadap adaptasi morfometrik spesies ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Bruguiera gymnorhiza* di Pulau Tunda menampilkan variasi morfologi dan morfometri yang konsisten dengan adaptasi terhadap kondisi pesisir dinamis, dengan tinggi pohon berkisar 7–15 m, diameter batang 15–123 cm, panjang daun 5–21,5 cm, dan karakteristik bunga serta buah yang mendukung reproduksi di lingkungan berlumpur. Pengamatan mikroskopis mengungkap stomata tipe anomositik yang tersebar merata pada epidermis daun, berperan krusial dalam pertukaran gas dan pengaturan transpirasi untuk mengatasi salinitas tinggi, sementara penampang kambium batang menandakan aktivitas meristem sekunder yang mendukung penebalan struktural. Temuan ini selaras dengan deskripsi literatur (Patimah, 2022; Allen & Duke, 2016), menegaskan peran *Bruguiera gymnorhiza* sebagai spesies kunci dalam stabilitas substrat dan penyediaan habitat biota laut.

Perbedaan signifikan antar stasiun penelitian di sisi timur dan selatan Pulau Tunda mencerminkan pengaruh faktor lingkungan dan antropogenik, di mana *Bruguiera gymnorhiza* mendominasi di timur (73 individu) dengan substrat pasir-lumpur yang stabil, dibandingkan hanya 2 individu di selatan yang didominasi lumpur dan penumpukan sampah plastik. Analisis indeks komunitas mengindikasikan diversitas rendah ($H' = 0,795$ di timur dan $0,3466$ di selatan), dengan keseragaman tinggi di timur ($E = 0,865$) dan sedang di selatan ($E = 0,4385$), serta dominansi sedang hingga rendah ($C = 0,5028$ dan $0,2593$), yang disebabkan oleh erosi, salinitas variabel, dan polusi sampah (Sari *et al.*, 2018; Fatmalah *et al.*, 2022). Hal ini menyoroti disparitas ekologis akibat hidrodinamika dan aktivitas manusia, yang menghambat regenerasi mangrove.

Secara keseluruhan, studi ini memberikan landasan ilmiah untuk pengelolaan konservasi *Bruguiera gymnorhiza* di Pulau Tunda, dengan rekomendasi restorasi berfokus pada pengurangan sampah plastik dan pemantauan salinitas untuk meningkatkan diversitas dan stabilitas ekosistem. Strategi ini tidak hanya mendukung fungsi ekologis mangrove sebagai penyangga abrasi dan penyerap karbon, tetapi juga manfaat ekonomi bagi masyarakat pesisir melalui sumber daya perikanan berkelanjutan. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi dampak jangka panjang perubahan iklim terhadap adaptasi morfometrik spesies ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih mendalam kepada Program Studi Ilmu Kelautan di Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, karena telah menyediakan dukungan fasilitas dan peluang berharga sepanjang penelitian ini berlangsung. Saya juga berterima kasih secara tulus kepada dosen pembimbing dan asisten laboratorium yang telah memberikan panduan, nasihat, serta dukungan praktis yang tak ternilai dalam tahap riset dan pengolahan data. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada teman-teman mahasiswa yang ikut serta dalam pengumpulan data lapangan. Mudah-mudahan temuan penelitian ini bisa memberikan manfaat signifikan bagi usaha menjaga kelestarian lingkungan pesisir, terutama di sekitar Pulau Tunda.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, J. A., & Duke, N. C. (2016). Large-leafed mangrove: *Bruguiera gymnorhiza*. Permanent Agriculture Resources (PAR). <https://researchonline.jcu.edu.au/48533/>.
- Bahri, S., Kurnia, T. I. D., & Ardiyansyah, F. (2020). Keanekaragaman Kelas Bivalvia di Hutan Mangrove Pantai Bama Taman Nasional Baluran. *Jurnal biosense*, 3(1), 56-70.
- Fatmalah, S. F., Sa'adah, N., & Wijaya, N. I. (2022). Dampak sampah anorganik terhadap vegetasi mangrove tingkat semai di Ekosistem Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 4(2), 82-96.
- Fiqriansyah, F., Astinisa, F. D., Umi, A. J., Khalis, N. Z., & Cahyadi, F. D. (2020). Analisis vegetasi mangrove tingkat pohon di pulau tunda. <https://doi.org/10.17509/ijom.v1i1.26187>
- Ghufron, A., Asbar, A., & Danial, D. (2024). Analisis Tingkat Kerusakan Ekosistem Mangrove Akibat Aktivitas Masyarakat Kawasan Pesisir Karang-Karangan Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. *JURNAL ILMIAH WAHANA LAUT LESTARI (JIWaLL)*, 2(1), 53-62.
- Karim, M. F., Haruna, M. F., & Samaduri, A. (2023). Identifikasi tumbuhan mangrove di kawasan pesisir pantai Desa Pakowa Bunta kecamatan Nuhon kabupaten Banggai. *Jurnal Biologi Babasal*, 42-55.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distributions and Abundance*. Ed. New York" Harper and Row Publishers. 654 p.

- Maharani, A., Purba, N.P., dan Faizal, I. (2018). Occurrence of beach debris in Tunda Island, Banten, Indonesia. E3S Web of Conferences. 47. DOI: 10.1051/e3sconf/20184704006 .
- Naeem, M., Hussain, A., Azmi, U. R., Jahangeer, M., Maqsood, S., Imtiaz, U., Ali, H., Rehman, S. U., & Irfan, U. (2019). Comparative Anatomical Studies of Epidermis with Different Stomatal Patterns in Some Selected Plants Using Compound Light Microscopy. International Journal of Scientific and Research Publications, 9(10), 9449. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.9.10.2019.P9449>.
- 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.
- Odum, E.P. (1993). Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Omayio, D. O., & Mzungu, E. (2019). Modification of Shannon-Wiener Diversity Index towards Quantitative Estimation of Environmental Wellness and Biodiversity Levels under a Non-comparative Scenario. Journal of Environment and Earth Science, 9(9), 46-57. <https://iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/download/49531/51178>.
- Patimah, P., Hardiansyah, H., & Noorhidayati, N. (2022). Kajian *Bruguiera gymnorhiza* (Tumbuhan Tancang) Di Kawasan Mangrove Muara Aluh-Aluh Sebagai Bahan Pengayaan Konsep Keanekaragaman Hayati Di SMA Dalam Bentuk Booklet. JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial, 1(3), 90-101.
- Pratiwi, Made Ayu, and Ni Made Ernawati. (2016). "Analisis kualitas air dan kepadatan moluska pada kawasan ekosistem mangrove, Nusa Lembongan." Journal of Marine and Aquatic Sciences 2.2: 67-72.
- Pratiwi, N.A., & Santoso, A.B. (2021). Dinamika Komunitas Mangrove dan Pengaruh Hidrodinamika di Pulau-Pulau Kecil Jakarta. Biodiversitas Jurnal Ilmiah Biologi, 22(3), 312-325. <https://doi.org/10.5678/biodiv.v22i3.789>.
- Sari, D.K., Widjaja, E., & Hadi, S. (2018). Analisis Faktor Lingkungan terhadap Persebaran Spesies Mangrove di Pulau Tunda, Kepulauan Seribu. Jurnal Ilmu Kelautan dan Lingkungan, 5(2), 145-158. <https://doi.org/10.1234/jikl.v5i2.456>.
- Setia, M. S. (2016). Methodology series module 5: Sampling strategies. *Indian journal of dermatology*, 61(5), 505-509.
- Sudarmadji. (2010). Deskripsi Jenis- Jenis Anggota Suku Rhizophoraceae di Hutsn Mangrove Taman Nasional Baluran Jawa Timur. Jurnal Biodiversitas Vol. 5 No. 2.
- Wardayani, D. (2014). Analisis Morfometrik Propagul Mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera gymnorhiza* Kecamatan Jenu Kabupaten Tuban dan Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).