

Carbon Stock Potential of Mangrove Species in South Lombok Coastal Ecotourism Area

Luthfiyannisa^{1*}, Agil Al Idrus¹, Abdul Syukur¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, West Nusa Tenggara, Indonesia;

Article History

Received : March 05th, 2026

Revised : April 30th, 2026

Accepted : May 05th, 2026

*Corresponding Author:

Luthfiyannisa, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Mataram University, Mataram, Indonesia;

Email: nluthfi082@gmail.com

Abstract: Data on carbon stocks in mangroves within coastal ecotourism areas remain limited, despite their high potential as tropical blue carbon sinks. This study evaluates the carbon stock potential of mangrove species at Bale Mangrove Ecotourism Site using line transect-quadrat plot methods and IPCC guidelines, incorporating allometric biomass analysis ($V = \pi(d/2)^2h$ with genus-specific wood density). Key findings reveal total aboveground biomass of 22.95 ton/ha and carbon stock potential of 11.48 ton C/ha (equivalent to 42.12 ton CO₂/ha), dominated by *Rhizophora mucronata* (3.96 ton C/ha) due to larger stand size and high wood density (0.92 g/cm³), while *Avicennia marina* was lowest (0.06 ton C/ha) owing to minimal abundance. These inter-species differences reflect early dynamics where pioneer *Rhizophora* excels in initial biomass accumulation. Overall, results confirm mangrove restoration's role in IPCC-based carbon inventories, with implications for sustainable ecotourism management to maximize long-term blue carbon capacity.

Keywords: Biomass; Blue carbon; Carbon stock; Community structure; Mangrove.

Pendahuluan

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem pesisir produktif yang berperan krusial dalam dinamika ekologis kawasan tropis dan subtropis. Hutan mangrove menyediakan layanan esensial seperti perlindungan abrasi pantai, habitat biota laut, serta kontribusi signifikan terhadap siklus karbon global (Friess et al., 2019; Friess et al., 2020). Faktor-faktor ini secara langsung menghubungkan fungsi ekologis mangrove dengan kapasitasnya sebagai blue carbon sink, di mana proses sedimentasi dan penyerapan karbon via fotosintesis menjaga stabilitas pesisir serta mendukung mitigasi perubahan iklim (Zeng et al., 2021; Hidayat et al., 2025). Selain itu, mangrove mampu menyimpan karbon lebih besar dan stabil dibandingkan hutan terestrial (Alongi, 2020; Howard et al., 2017; Ouyang & Lee, 2020).

Membangun dari superioritas penyimpanan karbon mangrove tersebut,

kapasitasnya sangat bergantung pada struktur vegetasi yang membentuk biomasa. Diameter tegakan memainkan peran dominan dalam akumulasi karbon melalui pembentukan jaringan lignoselulosa (Alongi, 2020; Adame et al., 2021). Keragaman spesies turut meningkatkan biomassa above-ground secara signifikan (Sasmito et al., 2020), menghasilkan variasi kapasitas antar-kawasan (Arifanti et al., 2022; Pahrurrozi et al., 2025). Oleh karena itu, analisis struktur komunitas mangrove menjadi pendekatan kunci untuk mengestimasi potensi karbon dan serapan CO₂.

Namun, konversi lahan, pembangunan pesisir, dan aktivitas ekonomi yang tidak berkelanjutan menyebabkan kerusakan ekosistem mangrove. Ini dapat menurunkan kapasitas penyerapan karbon dan meningkatkan emisi ke atmosfer (Adame et al., 2021). Namun demikian, penelitian karbon yang dilakukan pada wilayah mangrove pesisir Lombok masih sangat sedikit. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh

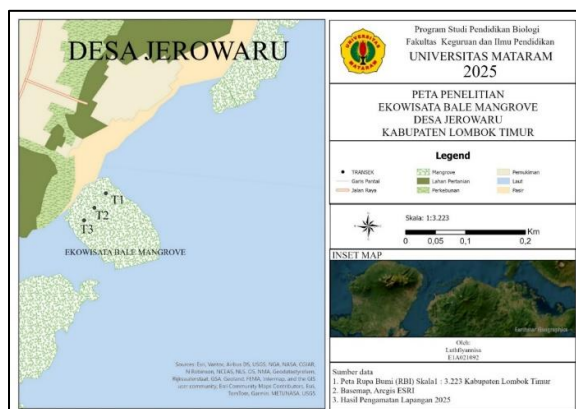
Diniyatushoaliha et al. (2023) di Gili Sulat hanya melihat mangrove alami dan tidak melihat wilayah mangrove yang dibangun untuk tujuan wisata. Penelitian yang lebih komprehensif diperlukan karena kendala ini menghambat pengembangan strategi pengelolaan berbasis bukti.

Kebaruan penelitian ini terletak pada kajian pertama potensi stok karbon spesies mangrove di Ekowisata Bale Mangrove—kawasan pesisir selatan Lombok yang telah difungsikan sebagai wisata ekosistem—yang belum pernah dilaporkan secara mendalam. Berbeda dari studi sebelumnya, pendekatan ini mengintegrasikan struktur komunitas dengan estimasi biomassa untuk proyeksi potensi karbon jangka panjang. Tujuan spesifiknya adalah mengukur dan menganalisis potensi stok karbon spesies mangrove guna mendukung pengelolaan berkelanjutan dan mitigasi iklim lokal (Zeng et al., 2021; Aziz et al., 2021).

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Data dikumpulkan dari September hingga Desember 2025. Kawasan ekowisata Bale Mangrove di Jerowaru, Lombok Timur, adalah lokasi penelitian ini. Gambar 1 menunjukkan peta penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Jenis penelitian :

Penelitian deskriptif eksploratif adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan, mencatat, dan menganalisis kondisi atau fenomena secara sistematis berdasarkan data lapangan tanpa memperlakukan

atau mengubah variabel penelitian (Sugiyono, 2019). Metode ini dipilih karena tujuan penelitian adalah untuk mendeskripsikan secara menyeluruh kondisi stok karbon spesies mangrove yang telah direvitalisasi di area Ekowisata Bale Mangrove di pesisir selatan Pulau Lombok.

Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh spesies mangrove yang terdapat di kawasan Ekowisata Bale Mangrove, Poton Bakau, Lombok Timur. Pengambilan sampel mengacu pada metode kuadran yang ditempatkan sepanjang jalur transek dengan panjang sekitar 100 m (Heriyanto & Subiandono, 2012). Dalam setiap transek terdapat 5 kuadrat yang dirancang sesuai dengan tingkatan vegetasi. Kuadrat berukuran 10 m × 10 m digunakan untuk mengamati pohon dengan diameter lebih dari 10 cm, kuadrat 5 m × 5 m diperuntukkan bagi sapling dengan diameter kurang dari 10 cm, sedangkan kuadrat 2 m × 2 m digunakan untuk kategori seedling. Aspek yang diamati pada setiap unit pengamatan meliputi keanekaragaman spesies, jumlah individu, diameter batang pada ketinggian 1,3 m, dan tinggi keseluruhan tanaman.

Variabel yang dianalisis mencakup komposisi dan jumlah spesies, diameter batang, volume tegakan, biomassa, serta kandungan dan serapan karbon. Data dikumpulkan melalui pencatatan jenis dan jumlah individu di dalam kuadran, pengukuran diameter batang pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah, serta dokumentasi kondisi lingkungan. Instrumen yang digunakan meliputi GPS, hagameter, roll meter, meteran jahit, pH meter, refraktometer, termometer, kamera, dan alat tulis, dengan panduan identifikasi spesies merujuk pada Noor et al. (2012). Bahan pendukung yang digunakan dalam penentuan plot pengamatan adalah tali rafia dan patok kayu.

Pengambilan data penelitian

Data dikumpulkan melalui transek garis dan plot kuadrat. Penarikan transek dimulai secara tegak lurus dari garis pantai pada titik pertama penemuan mangrove. Masing-masing tiga garis transek dipasang pada setiap lokasi, termasuk mangrove alami dan mangrove yang dibudidaya, dengan jarak antartransek sekitar 100

m. Setiap transek dibagi menjadi tiga zona pengamatan: zona yang lebih dekat ke daratan, zona tengah, dan zona dekat laut.

Plot pengamatan berbentuk persegi berukuran berbeda ditempatkan pada setiap transek sesuai kategori pertumbuhan. Plot 10 m × 10 m digunakan untuk pohon dengan diameter lebih dari 10 cm, plot 5 m × 5 m untuk sapling dengan diameter kurang dari 10 cm, dan plot 2 m × 2 m untuk bibit dengan diameter lebih dari 1,5 m. Semua jenis mangrove yang ditemukan di plot dicatat dan diidentifikasi, bersama dengan jumlah spesies yang ada dalam setiap kategori pertumbuhan. Ukuran diameter batang dilakukan pada jarak 1,3 meter dari permukaan tanah.

Selanjutnya, data yang diperoleh diolah untuk mengidentifikasi struktur vegetasi dengan menghitung kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif. Selain itu, nilai volume tegakan dan biomassa yang diperoleh digunakan untuk menghitung kandungan karbon dan serapan karbon (Heriyanto & Subiandono, 2012).

Analisis data

Frekuensi relatif

Frekuensi relatif (FR) dapat diketahui melalui persamaan berikut (Kusmana, 2017) :

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu spesies}}{\text{Frekuensi seluruh spesies}} \times 100\%$$

Kerapatan relatif

Kerapatan relatif (KR) dihitung melalui persamaan berikut (Kusmana, 2017):

$$KR = \frac{\text{Kerapatan suatu spesies}}{\text{Kerapatan total seluruh spesies}} \times 100\%$$

Dominansi relatif

Dominansi relatif (DR) dapat diketahui melalui persamaan berikut (Kusmana, 2017):

$$DR = \frac{\text{Dominansi suatu spesies}}{\text{Dominansi seluruh spesies}} \times 100\%$$

Volume tegakan

Volume dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut (Heriyanto & Subiandono, 2012):

$$V = 1/4 \cdot \Pi \cdot d^2 \cdot t \cdot f$$

Keterangan:

V = volume (m³)

Π = konstanta (3,14)

d = diameter setinggi dada atau 1,3 m diatas akar jangkar (m)

t = tinggi total (m)

f = angka berbentuk pohon (0.6)

Biomassa

Berdasarkan nilai volume tegakan dan berat kayu spesies mangrove, biomassa dihitung (tabel 1). Rumus untuk menghitung biomassa adalah sebagai berikut (Heriyanto dan Subiandono, 2012):

Biomassa = volume tegakan x berat jenis kayu

Tabel 1. Berat Jenis Kayu spesies mangrove

Genus	Berat jenis kayu g/cm ³	Sumber
Rhizophora	0,92	Heriyanto & Subiandono, 2012
Avicennia	0,74	Baderan, 2017; Heriyanto et al, 2022
Sonneratia	0,74	Baderan, 2017; Heriyanto et al, 2022

Kandungan karbon

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung kadar karbon (IPCC, International Panel on Climate Change, 2003):

Kandungan karbon = Biomassa x 50%

Serapan karbon

Di bawah ini adalah persamaan yang digunakan oleh International Panel on Climate Change (IPCC, 2003) untuk menghitung serapan karbondioksida:

Serapan CO₂ = $\frac{Mr.CO_2}{Ar.c} \times C$ (atau 3,67 x kandungan karbon)

Keterangan :

CO₂ = Serapan karbondioksida (ton/ha)

Mr.CO₂ = Berat molekul relatif senyawa CO₂

Ar.C = Berat relatif atom C

C = Kandungan Karbon (ton/ha)

Hasil dan Pembahasan

Komposisi dan kelimpahan spesies mangrove

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunitas mangrove di Bale Mangrove Ecotourism terdiri dari lima spesies dan 687 anggota keluarga. Spesies terutama termasuk dalam famili Rhizophoraceae, dengan tiga anggota: *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora*

mucronata, dan *Rhizophora apiculata*. Di sisi lain, *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba* adalah anggota famili Acanthaceae dan Lythraceae. Tabel 2 menunjukkan distribusi jumlah individu setiap spesies pada masing-masing transek.

Tabel 2. Komposisi dan kelimpahan spesies mangrove

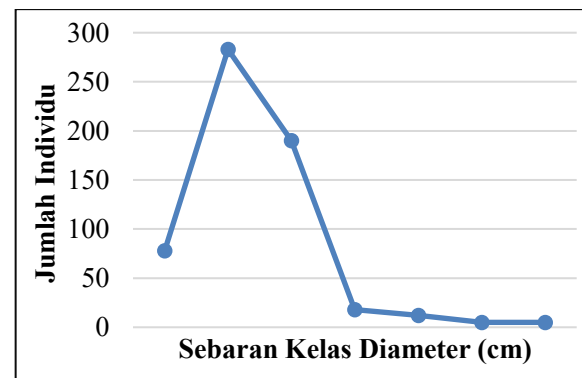
Famili	Spesies	Transek			Jumlah Individu
		I	II	III	
Acanthaceae	<i>Avicennia marina</i>	3	0	0	3
Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i>	13	38	22	73
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	76	21	0	97
	<i>Rhizophora mucronata</i>	114	52	66	232
	<i>Rhizophora stylosa</i>	119	35	128	282

Kesesuaian spesies dengan lingkungan menunjukkan dominasi genus *Rhizophora*, dengan sistem akar tunjang yang sesuai dengan substrat berlumpur dan perubahan pasang surut. Alongi (2020) menjelaskan bahwa karena memiliki hidrodinamika yang stabil dan keunggulan kompetitif pada substrat, spesies *Rhizophora* sering mendominasi ekosistem mangrove tropis. Dominasi ini menunjukkan bahwa *Rhizophora* adalah spesies utama dalam pembentukan struktur komunitas mangrove, selain faktor lingkungan. Ini juga sesuai dengan prosedur rehabilitasi mangrove yang umum (Arifanti et al., 2022). Meskipun jumlah spesies di lokasi ini lebih sedikit daripada penelitian Diniyatushoaliha et al. (2023) di Gili Sulat, dominasi spesies lebih kuat. Kondisi ini menunjukkan bahwa komunitas mangrove yang terbentuk cenderung lebih konsisten, terutama selama fase perkembangan awal hingga menengah.

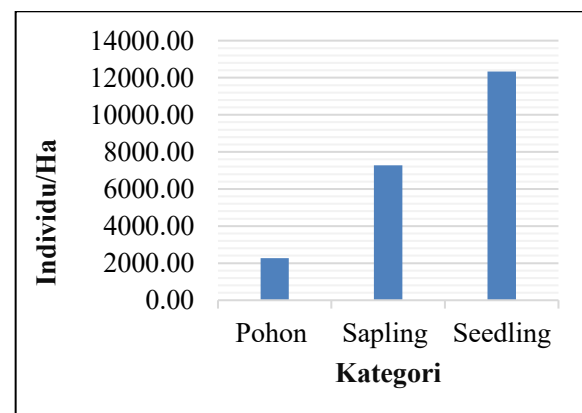
Sebaliknya, sangat sedikit orang yang mengetahui *Avicennia marina*. Kondisi ini menunjukkan bahwa ruang tumbuh terbatas karena dominasi *Rhizophora* dan perbedaan preferensi habitat. Taillardat et al. (2020) menyatakan bahwa *Avicennia marina* lebih tahan terhadap kondisi salinitas tinggi dan substrat terbuka. Akibatnya, ia menjadi kurang kompetitif di wilayah yang lebih rapat. Komposisi komunitas mangrove menunjukkan bahwa ekosistem berada pada fase perkembangan menengah dengan dominasi spesies adaptif, yang mendukung pembentukan struktur yang kuat. Namun, keanekaragaman spesies masih sangat terbatas dibandingkan dengan mangrove alami.

Kerapatan

Struktur komunitas mangrove menunjukkan fase perkembangan menengah ekosistem, yang ditandai oleh dominasi spesies adaptif. Struktur tegakan dapat dibangun, tetapi keanekaragaman spesies masih terbatas.



Gambar 2. Grafik kerapatan mangrove masing-masing kategori (Individu/ha)



Gambar 3. Grafik Kerapatan Mangrove Berdasarkan Kelas Diameter

Hasil analisis distribusi diameter menunjukkan bahwa jumlah individu mangrove cenderung lebih besar pada kelas diameter kecil hingga menengah, kemudian menurun secara bertahap pada kelas diameter yang lebih besar. Jumlah individu tertinggi ditemukan pada kelas diameter 5,6–10,5 cm, sedangkan jumlah individu yang lebih besar dari 15 cm mengalami penurunan yang cukup tajam, dan jumlah individu yang paling kecil ditemukan pada kelas diameter terbesar (25,6–40,5 cm).

Pola ini menunjukkan kecenderungan distribusi yang mirip dengan kurva J terbalik, yang biasanya menunjukkan bahwa individu muda mendominasi suatu tegakan. Karena banyaknya individu berdiameter kecil menunjukkan rekrutmen alami yang aktif, struktur seperti ini sering dikaitkan dengan proses regenerasi yang masih berlangsung. Selain itu, penelitian terbaru pada ekosistem mangrove tropis menunjukkan bahwa distribusi diameter yang dominan oleh kelas kecil menunjukkan stabilitas dan dinamika pertumbuhan populasi dalam jangka panjang (Arifanti et al., 2022; Rahman et al., 2023).

Selain itu, tegakan yang tidak mengalami gangguan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir sering mengalami struktur diameter yang menurun seiring bertambahnya ukuran batang (Alongi, 2020). Pola distribusi ini menunjukkan bahwa ekowisata Bale Mangrove masih dalam fase suksesi aktif setelah reforestasi. Spesies berukuran kecil tumbuh dari program penanaman atau regenerasi alami setelah gangguan awal. Proses suksesi ini sangat penting karena akan menentukan trajektori akumulasi karbon dan biomassa di masa mendatang (Sasmito et al., 2020; Hamilton & Friess, 2018).

Meskipun demikian, jumlah individu dalam kelas dengan diameter paling kecil (1–5,5

cm) tidak lebih besar daripada dalam kelas dengan diameter 5,6–10,5 cm, yang menunjukkan bahwa distribusi diameter hanya menunjukkan pola ini daripada kurva J terbalik yang sempurna. Variasi kondisi lingkungan, tingkat persaingan antar individu, dan keberhasilan pertumbuhan pada fase awal regenerasi semuanya dapat memengaruhi perbedaan ini (Heriyanto et al., 2023).

Secara umum, struktur diameter yang didominasi oleh individu berukuran kecil hingga menengah menunjukkan bahwa tegakan mangrove di lokasi penelitian masih dalam tahap pertumbuhan aktif dan memiliki kemampuan untuk berkembang selama kondisi lingkungan tetap stabil. Pada umumnya, hutan mangrove membutuhkan waktu 10–20 tahun untuk mencapai struktur tegakan yang menyerupai hutan mangrove dewasa, yang menunjukkan bahwa tegakan masih dalam fase pertumbuhan aktif (Friess et al., 2019). Kondisi ini menunjukkan bahwa potensi biomassa dan cadangan karbon masih dapat meningkat seiring perkembangan menuju fase dewasa.

Frekuensi, Kerapatan, dan Dominansi

Hasil dari analisis frekuensi relatif, kerapatan relatif, dan dominansi relatif menunjukkan bahwa masing-masing spesies mangrove memberikan kontribusi yang berbeda untuk setiap kategori pertumbuhan. Nilai frekuensi relatif tertinggi untuk pohon adalah *Sonneratia alba*, sementara nilai kerapatan relatif tertinggi untuk sapling dan pohon adalah *Rhizophora stylosa*, dan nilai dominansi relatif tertinggi untuk pohon adalah *Rhizophora mucronata*. Tabel 4 menampilkan data lengkap tentang dominansi relatif, kerapatan relatif, dan frekuensi relatif.

Tabel 4. Nilai Frekuensi Relatif (FR%), Kerapatan Relatif (KR%) dan Dominansi Relatif (DR%)

Spesies	Kategori							
	Pohon			Sapling			Seedling	
	FR (%)	KR (%)	DR (%)	FR (%)	KR (%)	DR (%)	FR (%)	KR (%)
<i>Avicennia marina</i>	2,381	0,588	0,683	2,857	0,366	0,630	0,000	0,000
<i>Rhizophora apiculata</i>	14,286	11,471	8,902	20,000	18,315	15,451	14,815	10,811
<i>Rhizophora mucronata</i>	23,810	33,235	21,239	25,714	30,037	31,280	29,630	50,000
<i>Rhizophora stylosa</i>	26,190	37,647	26,874	34,286	47,619	46,853	48,148	32,432
<i>Sonneratia alba</i>	33,333	17,059	42,302	17,143	3,663	5,786	7,407	6,757

Nilai frekuensi relatif menunjukkan bagaimana suatu spesies tersebar di seluruh area pengamatan. *Sonneratia alba* memiliki frekuensi relatif tertinggi di antara pohon, menunjukkan bahwa spesies ini lebih banyak tersebar dibandingkan spesies lain. Namun, *Rhizophora stylosa* memiliki frekuensi relatif tertinggi di antara batang dan biji. Ini menunjukkan bahwa genus *Rhizophora* lebih sering ditemukan di tempat yang berbeda selama fase regenerasi.

Proporsi jumlah individu suatu spesies dibandingkan dengan jumlah total individu spesies disebut kerapatan relatif. *Rhizophora stylosa* memiliki kerapatan relatif tertinggi pada pohon dan sapling, sementara *Rhizophora mucronata* memiliki kerapatan relatif tertinggi pada biji. Kondisi ini menunjukkan bahwa genus *Rhizophora* mendominasi proses regenerasi alami. Kemampuan adaptasi yang baik terhadap substrat berlumpur dan toleransi terhadap dinamika pasang surut sering dikaitkan dengan dominasi kerapatan pada fase awal pertumbuhan (Alongi, 2020; Arifanti et al., 2022).

Kontribusi suatu spesies terhadap penguasaan ruang tumbuh atau luas penutupan tajuk disebut dominansi relatif. *Sonneratia alba* adalah spesies pohon yang paling umum. Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun jumlah individu *Rhizophora* tidak sebanyak, ukuran batang atau luas tajuknya memainkan peran yang signifikan dalam pembentukan struktur kanopi. Perbedaan antara dominansi dan kerapatan ini menunjukkan bahwa suatu spesies dapat memiliki pengaruh struktural yang besar meskipun jumlahnya tidak paling banyak. Secara keseluruhan, nilai frekuensi relatif, kerapatan relatif, dan dominansi relatif menunjukkan adanya dinamika struktur komunitas di antara fase pohon dan fase regenerasi. *Sonneratia alba* mendominasi fase pohon secara struktural, sedangkan *Rhizophora* mendominasi fase regenerasi secara numerik. Pola ini menunjukkan bahwa komunitas mangrove tetap hidup, dengan regenerasi aktif dan spesies tersebar secara merata di lokasi penelitian.

Sementara struktur komunitas mangrove di lokasi penelitian menunjukkan dominasi regeneratif genus *Rhizophora*, kontribusi struktural kanopi pada fase pohon lebih banyak dipengaruhi oleh *Sonneratia alba*. Kondisi ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove relatif stabil dengan proses regenerasi yang berjalan

aktif, dan pengelolaan wilayah harus mempertahankan kondisi hidrologi dan substrat yang mendukung regenerasi alami. Secara keseluruhan, hasil analisis frekuensi, kerapatan, dan dominansi relatif menunjukkan bahwa kawasan Ekowisata Bale Mangrove memiliki struktur komunitas yang dinamis namun fungsional, dengan *Sonneratia alba* sebagai penyusun utama kanopi pohon dan genus *Rhizophora* sebagai tulang punggung regenerasi.

Dari sudut pandang pengelolaan, pola ini sangat penting karena distribusi peran ekologis yang saling melengkapi untuk mendukung produktivitas ekosistem. Ini terjadi karena dominasi kerapatan *Rhizophora* di fase regenerasi dan dominasi struktural *Sonneratia alba* di fase pohon. Sebagaimana ditunjukkan oleh Rahman et al. (2022), struktur komunitas menunjukkan bahwa spesies dominan secara struktural (*Sonneratia alba*) dan spesies dominan secara regeneratif (*Rhizophora* spp.) memiliki peran yang berbeda. Pola ini memastikan ekosistem tetap stabil dan keberlanjutan fungsi mangrove.

Kandungan dan serapan karbon

Hasil perhitungan biomassa menunjukkan adanya perbedaan nilai antar spesies mangrove di kawasan Ekowisata Bale Mangrove. Spesies dengan nilai biomassa tertinggi tercatat pada genus *Rhizophora*, sedangkan nilai terendah ditemukan pada *Avicennia marina*. Sejalan dengan nilai biomassa, kandungan karbon dan estimasi serapan karbon (CO₂) juga menunjukkan variasi antar spesies. Data lengkap mengenai volume, biomassa, kandungan karbon, dan serapan karbon disajikan pada Tabel 5.

Perbedaan nilai biomassa antar spesies berkaitan erat dengan ukuran diameter batang, tinggi pohon, serta kerapatan kayu. Secara umum, peningkatan diameter batang berbanding lurus dengan peningkatan biomassa, karena akumulasi hasil fotosintesis tersimpan dalam jaringan kayu terutama pada batang dan cabang. Hubungan ini telah banyak digunakan dalam model alometrik untuk estimasi biomassa hutan tropis, termasuk mangrove (Chave et al., 2014; Rahman et al., 2022; Twilley et al., 2020; Kauffman et al., 2020). *Sonneratia alba* memiliki volume tegakan tertinggi (9,3038 m³) dan kontribusi biomassa tertinggi sebesar 6,9162 ton/ha, meskipun kerapatan individunya lebih

rendah dibandingkan *Rhizophora*, menunjukkan bahwa spesies ini memiliki ukuran batang yang lebih besar secara rata-rata, yang berarti kontribusi per individu terhadap biomassa jauh

lebih besar. Sementara itu, *Rhizophora mucronata* memiliki kandungan karbon tertinggi (3,9643 ton C/ha), yang berarti bahwa spesies ini memiliki ukuran.

Tabel 5. Volume, biomassa, kandungan karbon dan serapan CO₂ mangrove di Ekowisata Bale Mangrove Lombok Timur

Spesies	Volume (m ³)	Biomasa (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton C/ha)	Serapan Karbon (ton CO ₂ /ha)
<i>Avicennia marina</i>	0,1573	0,1164	0,0582	0,2135
<i>Rhizophora apiculata</i>	2,5375	2,2857	1,1428	4,1942
<i>Rhizophora mucronata</i>	8,7168	7,9287	3,9643	14,5492
<i>Rhizophora stylosa</i>	6,3629	5,7046	2,8523	10,4679
<i>Sonneratia alba</i>	9,3038	6,9162	3,4581	12,6912
Total	27,078	22,952	11,476	42,116

Secara langsung, spesies dengan biomassa tinggi berkontribusi pada tingginya cadangan karbon. Ini karena kandungan karbon, fraksi tetap dari biomassa kering, yang biasanya terdiri dari sekitar 46 hingga 50% dari total biomassa. Kawasan Ekowisata Bale Mangrove memiliki kandungan karbon sebesar 11,476 ton karbon per ha, dengan potensi serapan CO₂ sebesar 42,116 ton karbon per ha. Ini adalah tingkat yang sedang dibandingkan dengan mangrove dewasa di Indonesia, yang memiliki kandungan karbon lebih dari 100 ton karbon per ha pada biomasanya (Arifanti et al., 2022). Namun demikian, mengingat kondisi tegakan yang masih didominasi oleh individu berdiameter kecil hingga menengah, nilai ini sangat wajar. Menurut penelitian terbaru pada ekosistem mangrove tropis, tegakan yang didominasi genus *Rhizophora* memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang besar. Ini terutama berlaku untuk bagian biomassa yang terletak di atas permukaan tanah (Alongi, 2020; Arifanti et al., 2022).

Dengan menggunakan konversi kandungan karbon dengan faktor 3,67, nilai serapan karbon (CO₂), yang dapat dihitung, menunjukkan seberapa besar vegetasi mangrove berkontribusi pada pengurangan perubahan iklim melalui mekanisme penyerapan karbon atmosfer. Ini mendukung temuan Sidik et al. (2022) yang menunjukkan bahwa mangrove yang dihasilkan dari restorasi pada lahan bekas tambak dapat menyimpan jumlah karbon yang signifikan dalam jangka menengah. Struktur tegakan yang didominasi diameter kecil hingga menengah masih memengaruhi nilai biomassa dan karbon yang diperoleh dalam penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa seiring pertumbuhan

tegakan menuju fase dewasa, potensi penyimpanan karbon masih dapat meningkat secara signifikan.

Cadangan karbon mangrove dapat meningkat hingga 2–5 kali lipat dalam waktu 15–20 tahun jika gangguan antropogenik dapat dikurangi (Hamilton & Friess, 2018). Selain itu, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Heriyanto et al. (2023), kelas diameter yang lebih besar berkontribusi secara signifikan pada peningkatan cadangan karbon di ekosistem mangrove sekunder. Nilai kandungan karbon yang sebanding juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Diniyatushoaliha et al. (2023) di wilayah mangrove Gili Sulat di Lombok Timur. Ini menunjukkan bahwa wilayah mangrove Lombok Timur memiliki potensi karbon yang sebanding, meskipun kondisi struktur tegakan berbeda. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa wilayah Ekowisata Bale Mangrove memiliki potensi penyimpanan dan serapan karbon yang cukup baik. Ini terutama didukung oleh dominasi genus *Rhizophora* yang memiliki karakteristik biomassa yang tinggi. Struktur diameter dan dominasi spesies juga mempengaruhi bioma, kandungan karbon, dan serapan karbon mangrove di lokasi penelitian. Genus *Rhizophora* bertanggung jawab atas cadangan karbon di permukaan bumi.

Secara keseluruhan, meskipun ekosistem mangrove masih dalam fase pertumbuhan awal, hasil penelitian menunjukkan nilai total kandungan karbon sebesar 11,476 ton karbon per ha dan serapan CO₂ sebesar 42,116 ton karbon per ha. Ini menunjukkan kontribusi ekosistem mangrove di Ekowisata Bale Mangrove terhadap

penyerapan karbon atmosfer. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sidik et al. (2022) yang menyatakan bahwa mangrove hasil restorasi mampu melakukan fungsi penyerapan karbon secara signifikan meskipun belum mencapai kematangan penuh. Selain itu, dengan membandingkannya dengan penelitian Diniyatushoaliha et al. (2023) di wilayah Gili Sulat Lombok Timur, ditemukan bahwa ekosistem mangrove di pesisir Lombok secara umum memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang sebanding, yang menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki potensi besar untuk menjadi kawasan blue carbon strategis di tingkat regional.

Distribusi biomassa dan kandungan karbon antar spesies menunjukkan bahwa cadangan karbon mangrove di ekosistem wisata dapat meningkat hingga 2–5 kali lipat dalam 15–20 tahun ke depan jika gangguan antropogenik dapat dikurangi (Hamilton & Friess, 2018). Sementara genus *Rhizophora* mendominasi fase pertumbuhan awal, spesies seperti *Sonneratia alba* berkontribusi besar pada kandungan karbon karena ukuran batang dan volume tegakan yang lebih besar.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa struktur komunitas mangrove di kawasan Ekowisata Bale Mangrove, Jerowaru, Lombok Timur didominasi oleh famili Rhizophoraceae dengan spesies utama *Rhizophora stylosa* dan *Rhizophora mucronata* yang memiliki nilai kerapatan, frekuensi, dan dominansi relatif tertinggi. Struktur tegakan yang didominasi oleh kategori pertumbuhan tertentu mengindikasikan dinamika regenerasi yang masih berlangsung dan mencerminkan kemampuan adaptasi spesies terhadap kondisi substrat lumpur berpasir serta pengaruh pasang surut. Estimasi biomassa total sebesar 22,952 ton/ha menghasilkan kandungan karbon 11,476 ton C/ha dan potensi serapan karbon sebesar 42,116 ton CO₂/ha, yang menunjukkan peran ekologis kawasan ini sebagai penyerap karbon pesisir. Secara keseluruhan, kondisi komunitas mangrove di lokasi penelitian masih menunjukkan fungsi ekologis yang baik, meskipun komposisi spesies yang tidak merata mengindikasikan perlunya pengelolaan berkelanjutan untuk menjaga stabilitas ekosistem.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang sudah membantu dalam menyelesaikan artikel ini

Referensi

- Adame, M. F., Connolly, R. M., Turschwell, M. P., Lovelock, C. E., Fatoyinbo, T., Lagomasino, D., Goldberg, L. A., Holdorf, J., Friess, D. A., Sasmito, S. D., & Brown, C. J. (2021). Future carbon emissions from global mangrove forest loss. *Global Change Biology*, 27(13), 2856–2866. <https://doi.org/10.1111/gcb.15571>
- Alongi, D. M. (2020). Carbon balance in salt marsh and mangrove ecosystems: A global synthesis. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(10), 767. <https://doi.org/10.3390/jmse8100767>
- Alongi, D. M. (2020). Global significance of mangrove blue carbon in climate change mitigation. *Science*, 367(6474), 367–369. <https://doi.org/10.1126/science.aaz9263>
- Arifanti, V. B., Sidiyasa, K., Dewi, S., Murdiyarso, D., & Miettinen, J. (2022). Carbon stocks and biomass allometry in mangrove forests of Lombok Island, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 505, 119876. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119876>
- Aziz, A. A., Phinn, S., & Dargusch, P. (2021). Investigating the factors influencing the financial viability of REDD+ projects in Indonesia's mangroves. *Ecological Economics*, 190, 107204. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107204>
- Baderan, D. W. K. (2017). Serapan karbon hutan mangrove Gorontalo. Budi Utama.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees.

- Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Diniyatushoaliha, A., Idrus, A. A., & Santoso, D. (2023). Carbon content potential of mangrove species in Gili Sulat, East Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 392–400. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7571>
- Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., Primavera, J., Rajkaran, A., & Shi, S. (2019). The state of the world's mangrove forests: Past, present, and future. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 89–115. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302>
- Friess, D. A., Yando, E. S., Abuchahla, G. M. O., Adams, J. B., Cannicci, S., Cauty, S. W. J., Cavanaugh, K. C., Connolly, R. M., Cormier, N., Dahdouh-Guebas, F., Diele, K., Feller, I. C., Fratini, S., Holdo, R. M., Lee, S. Y., Oguike, M. C., Ouyang, X., Wee, A. K. S., & Todd, P. A. (2020). Mangroves give cause for conservation optimism, for now. *Current Biology*, 30(19), R1135–R1140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.08.031>
- Hamilton, S. E., & Friess, D. A. (2018). Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. *Nature Climate Change*, 8(3), 240–244. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0090-4>
- Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. (2012). Komposisi dan struktur tegakan, biomassa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1), 23–32. <https://doi.org/10.20886/jphka.2012.9.1.23-32>
- Heriyanto, N. M., Subiandono, E., & Atmoko, T. (2022). Estimasi karbon tersimpan pada tegakan mangrove di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 19(2), 89–103. <https://doi.org/10.20886/jphka.2022.19.2.89-103>
- Heriyanto, N. M., Subiandono, E., & Rochmayanto, Y. (2023). Potensi kandungan karbon hutan mangrove sekunder di Kawasan Konservasi Perairan Nasional Raja Ampat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 20(1), 45–60. <https://doi.org/10.20886/jpht.2023.20.1.45-60>
- Hidayat, A. A., Suyantri, E., & Kusuma, Y. W. C. (2025). Conservation analysis of threatened tree-level plant species on the Island of Java. *Journal of Biology, Environment, and Edu-Tourism*, 1(1), 1–6.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., & Teleki, M. (Eds.). (2017). Coastal blue carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. *Conservation International*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4527.5046>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Institute for Global Environmental Strategies.
- Kauffman, J. B., Adame, M. F., Arifanti, V. B., Schile-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., Donato, D. C., Feller, I. C., Ferreira, T. O., Garcia, M. C. J., MacKenzie, R. A., Megonigal, J. P., Murdiyarso, D., Simpson, L., & Trejo, H. H. (2020). Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients. *Ecological Monographs*, 90(2), e01405. <https://doi.org/10.1002/ecm.1405>
- Kusmana, C. (2017). Metode survei dan interpretasi data vegetasi. IPB Press.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2012). Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. Wetlands International Indonesia Programme.
- Ouyang, X., & Lee, S. Y. (2020). Improved estimates on global carbon stock and carbon pools in tidal wetlands. *Nature Communications*, 11, 317. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14120-2>
- Pahrurrozi, P., Muazzasari, F., Suyantri, E., & Sania, N. O. (2025). Estimation of carbon stock in mangrove seedling and sediment in the Muara Gembong area, Bekasi, West Java. *Journal of Biology, Environment, and Edu-Tourism*, 1(1), 39–48.
- Rahman, M. M., Khan, M. N. I., Hoque, A. K. F., & Ahmed, I. (2023). Carbon stock in the

- Sundarbans mangrove forest: Spatial variations in vegetation types and salinity zones. *Wetlands Ecology and Management*, 31(1), 203–221. <https://doi.org/10.1007/s11273-022-09927-9>
- Rahman, M. M., Rahman, M. M., Islam, M. S., & Uddin, M. J. (2022). Carbon stock and sequestration potential of mangrove forest ecosystems: A global review. *Forests*, 12(10), 1351. <https://doi.org/10.3390/f12101351>
- Sasmito, S. D., Kuzyakov, Y., Lubis, A. A., Murdiyarso, D., Hutley, L. B., Bachri, S., Friess, D. A., Borchard, N., & Meijide, A. (2020). Organic carbon burial and loss from mangrove and associated soils as affected by land use change. *Soil*, 6(2), 521–536. <https://doi.org/10.5194/soil-6-521-2020>
- Sidik, F., Adame, M. F., & Lovelock, C. E. (2022). Carbon sequestration and fluxes of restored mangroves in abandoned aquaculture ponds. *Journal of Indian Ocean Region*, 18(1), 6–22. <https://doi.org/10.1080/19480881.2019.1607909>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taillardat, P., Thompson, B. S., Garneau, M., Trottier, K., & Friess, D. A. (2020). Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. *Interface Focus*, 10(5), 20190129. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2019.0129>
- Twilley, R. R., Castaneda-Moya, E., Rivera-Monroy, V. H., & Rovai, A. S. (2020). Productivity and carbon dynamics in mangrove wetlands. In C. Perillo, E. Wolanski, D. R. Cahoon, & C. S. Hopkins (Eds.), *Coastal wetlands: An integrated ecosystem approach* (2nd ed., pp. 781–814). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63893-9.00022-4>
- Zeng, Y., Friess, D. A., Sarira, T. V., Siman, K., & Koh, L. P. (2021). Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Nature Communications*, 12, 2266. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22562-9>