

Community Structure and Carbon Content of Mangrove Forest In The Bagek Kembar, Sekotong West Lombok

X Zardht Alex Hidayat^{1*}, Didik Santoso¹, Abdul Syukur¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat

Article History

Received: February 20th, 2024

Revised : March 10th, 2024

Accepted : March 27th, 2024

*Corresponding Author:

XZardht Alex Hidayat,

Program Studi Pendidikan

Biologi, Fakultas Keguruan

dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Mataram,

Mataram, Nusa Tenggara Barat

Email: xzardht7@gmail.com

Abstract: Mangroves are tropical plants found in saline environments and have a function in regulating CO₂ and O₂ in the atmosphere. The aim of this research is to assess the community structure and carbon content of mangrove species in natural locations and revegetation results in Bagek Kembar, Sekotong, West Lombok. The research method uses transect and quadrat methods. The first data analysis was descriptive and then used carbon content analysis from the International Panel on Climate Change. The results of the research found 10 species of mangroves in natural locations, namely *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops decandra*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, and *Sonneratia caseolaris*, and in the revegetated locations were *Avicennia marina*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, and *Rhizophora stylosa*. Furthermore, the seedling category has the highest density in natural mangrove locations with a total of 37976,19 individuals/Ha and in revegetated locations of 22361,11 individuals/Ha. The mangrove species that dominates in natural locations is the *Avicennia marina* species and in the revegetation results is the *Rhizophora stylosa* species based on frequency, density and dominance values. The highest biomass value in natural mangroves was obtained from the *Avicennia marina* species at 52,870 tonnes/ha, while in revegetated mangroves it was obtained from the *Rhizophora stylosa* species at 29,747 tonnes/ha. Furthermore, the total carbon content in natural mangrove locations is 59,329 tonnes C/ha or equivalent to carbon absorption of 183,018 tonnes CO₂/ha. Meanwhile, the total carbon content in revegetated mangrove locations is 21,877 tonnes C/ha or comparable to carbon absorption of 80,290 tonnes CO₂/ha. The research conclusion shows that the species that dominates and has the highest carbon content in natural locations is the *Avicennia marina* species and in revegetated locations is the *Rhizophora stylosa* species.

Keywords: Carbon Content; Community Structure; Mangrove Forest

Pendahuluan

Mangrove adalah jenis tumbuhan yang telah beradaptasi dengan lingkungan yang memiliki salinitas, dan dapat terdiri dari banyak spesies serta membentuk suatu komunitas yang bersifat spesifik pada daerah estuari (Nadian *et al.*, 2021; Zhu *et al.*, 2021). Selanjutnya, karakteristik spesifik komunitas mangrove memiliki tingkat yang kompleks, khususnya dari aspek ekologi (Katili *et al.*, 2020). Indikator nilai kompleksitas komunitas mangrove adalah struktur vegetasi mangrove

yang meliputi jumlah spesies, frekuensi, kerapatan, dan dominansi (Sari *et al.*, 2019; Babo *et al.*, 2020).

Mangrove memiliki fungsi esensial dari aspek ekologi dan fisik di lingkungan estuari. Fungsi mangrove secara ekologi adalah sebagai habitat, tempat mencari makan, dan berindung dari predator untuk keragaman makhluk hidup. Kemudian, fungsi mangrove secara fisik adalah sebagai pelindung stabilitas garis pantai dari pengaruh gelombang dan badai (Santoso *et al.*, 2019; Nadeak *et al.*, 2020). Selain itu, fungsi hutan mangrove memiliki peran penting dalam

mengurangi dampak perubahan iklim melalui penyerapan dan penyimpanan emisi karbon (Sinaga *et al.*, 2023; Arifant *et al.*, 2024). Hutan mangrove dapat meregulasi emisi karbon melalui proses fotosintesis untuk diubah menjadi karbon organik dan disimpan dalam biomassa (Dinilhuda *et al.*, 2018; Virgulino-Júnior, 2020).

Emisi karbon menjadi permasalahan lingkungan saat ini dari konsentrasinya yang meningkat di atmosfer (Chen *et al.*, 2021; Hawari, 2023). Konsentrasi emisi karbon mengalami peningkatan dari 1,400 juta ton per tahun menjadi 2,900 juta ton per tahun telah berdampak pada pemanasan global dan perubahan iklim (Nanlohy & Masniar 2020; Liang *et al.*, 2023). Oleh karena itu, keberadaan mangrove memiliki peran yang sangat penting untuk meminimalisasi pemanasan global dan perubahan iklim (Irsadi *et al.*, 2022).

Karbon zink yang diproduksi dari hutan mangrove adalah biomassa yang tersimpan pada jaringan tumbuhan (Ruru *et al.*, 2023). Biomassa mangrove yang tersimpan dalam jaringan tumbuhan dapat ditemukan dalam bentuk akar, batang, cabang, ranting, buah dan daun yang berada di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah (Heriyanto *et al.*, 2020). Kemampuan mangrove menghasilkan biomassa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies mangrove, jumlah dan kerapatan spesies, umur tegakan, dan proses fotosintesis, serta beberapa aspek habitat seperti substrat, temperatur, dan intensitas cahaya (Prakoso *et al.*, 2017; Amaliyah *et al.*, 2022).

Kandungan biomassa karbon mangrove dapat juga dipengaruhi oleh kondisi struktur vegetasinya (Susilowati *et al.*, 2020).. Kondisi mangrove pada kawasan revegetasi dengan yang alami memiliki perbedaan, khususnya pada produksi karbon. Contohnya, mangrove alami Gili Sulat memiliki estimasi produksi karbon lebih besar dibandingkan mangrove hasil revegetasi di Cemara Lombok Barat dan Sekotong Tengah (Diniyatushoaliba *et al.*, 2023; Haryani *et al.*, 2022). Oleh karena itu, perbandingan estimasi produksi karbon di mangrove alami dapat dijadikan sebagai salah satu patokan untuk menilai tingkat keberhasilan revegetasi mangrove disuatu kawasan.

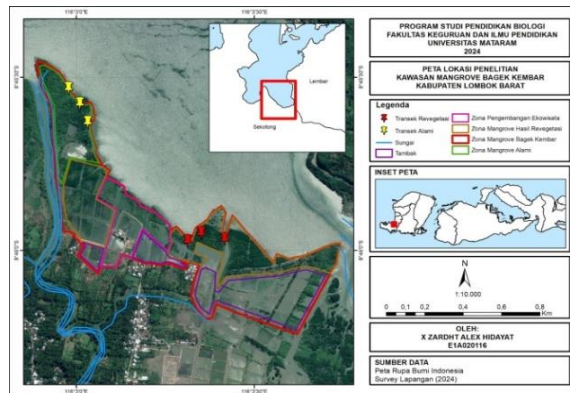
Kondisi hutan mangrove yang telah mengalami proses degradasi telah menjadi masalah utama dalam memperthankan fungsi ekologi dari mangrove, khususnya fungsi regulasi gas CO₂. Dinas Kehutanan Provinsi NTB tahun 2011 mencatat luas hutan mangrove NTB sebesar 18 juta hektar, dengan kondisi hutan yang baik seluas 8 juta hektar. Contohnya, wilayah pesisir Sekotong, Lombok Barat memiliki luas mangrove sekitar 307,17 hektar, tetapi sudah mengalami kerusakan sekitar 118,83 hektar (Candri *et al.*, 2020). Degradasi ini dapat mengurangi keanekaragaman hayati dan pranan ekosistem mangrove sebagai penyerap emisi karbon di atmosfer (Pranoto *et al.*, 2019). Akan tetapi, upaya rehabilitasi sudah dilakukan di berbagai lokasi (Cahyaningsih, *et al.*, 2020). Contohnya di Desa Cendi Manik, Sekotong Lombok Barat menjadi salah satu lokasi yang telah dilakukan program rehabilitasi pada tahun 2016. Luas lahan yang ditanami mangrove adalah 15 ha dengan jumlah bibit 120,000 batang (Farista & Virgota, 2021).

Mangrove di Pulau Lombok, seperti di Bagek Kembar Sekotong Lombok Barat adalah lokasi yang memiliki area mangrove alami dan hasil revegetasi, dan saat ini telah menjadi Kawasan Ekosistem Esensial (Farista & Virgota, 2021). Selain itu, dikembangkan menjadi objek wisata alam dalam bentuk ekowisata mangrove. Oleh karena itu, kelestarian mangrove alami dan hasil revegetasi di Bagek Kembar Sekotong Tengah, Lombok Barat memiliki nilai yang sangat penting dari aspek ekologi dan ekonomi masyarakat lokal. Sementara itu, instrumen penting untuk menilai kelestarian mangrove, seperti struktur komunitas dan kandungan karbonnya belum tersedia secara ilmiah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang struktur komunitas dan kandungan karbon untuk dijadikan dasar penilaian kelestariannya, baik pada mangrove alami dan hasil revegetasi di Bagek Kembar Sekotong tengah, Lombok Barat. Tujuan penelitian adalah untuk menilai struktur komunitas dan kandungan karbonnya sebagai dasar untuk penilaian kelestarian mangrove hasil revegetasi dan alami di hutan mangrove Bagek Kembar Sekotong Tengah Lombok Barat.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai Mei 2024. Tempat penelitian dilaksanakan di kawasan hutan mangrove Bagek Kembar, Sekotong, Lombok Barat. Peta penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh komunitas mangrove alami dan hasil revegetasi di Bagek Kembar, Sekotong, Lombok Barat. Kemudian, sampel penelitian ini terdiri dari kategori pohon, sapling, dan seedling yang ditemukan dalam kuadrat (Samsi *et al.*, 2018; Basyuni & Simanjutak, 2022). Variabel yang digunakan untuk menilai struktur komunitas dan kandungan karbon mangrove meliputi spesies tumbuhan, jumlah individu/spesies dari setiap kategori (pohon, sapling, dan seedling), diameter setinggi dada (1,3 m) dan tinggi total dari pohon dan sapling (Efriyeldi & Amin., 2022; Tahir *et al.*, 2023). Sedangkan, variabel yang digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan terdiri dari suhu lingkungan, pH air, kedalaman substrat, dan salinitas (Farid *et al.*, 2023).

Alat dan bahan

Alat dan bahan digunakan untuk mempermudah proses pengambilan data pada saat penelitian. Alat yang digunakan dalam pengambilan data terdiri dari alat tulis, buku panduan identifikasi mangrove (Noor *et al.*, 2006), GPS, hagameter, kamera, meteran jahit, pH meter, *refraktometer*, roll meter, dan *termometer*. Kemudian, bahan yang digunakan

dalam penelitian terdiri dari tali rafia, patok kayu, kertas label, dan kantong plastik bening.

Pengambilan data penelitian

Data penelitian diambil menggunakan metode transek garis dan kuadrat. Transek ditarik lurus dari garis pantai mulai dari ditemukan ada mangrove. (Aipassa *et al.*, 2023). Kemudian, transek pengamatan diletakkan sejumlah 3 garis di lokasi mangrove alami dan 3 garis di lokasi mangrove hasil revegetasi. Adapun jarak antara setiap transek adalah 100 m. Selanjutnya, pada setiap transek dari di lokasi mangrove alami dan hasil revegetasi ditetapkan menjadi transek I mewakili bagian yang ada di dekat laut, transek II mewakili bagian tengah, dan transek III berada lebih dekat dengan darat (Farid *et al.*, 2023).

Kudrat yang diletakkan pada setiap transek berbentuk persegi empat dengan ukuran kuadrat yang berbeda untuk setiap kategori (Maghfirah *et al.*, 2022). Ukuran kuadrat untuk kategori pohon adalah 10 m x 10 m (diameter > 10 cm), untuk sapling berukuran 5 m x 5 m (diameter < 10 cm), dan untuk seedling berukuran 2 m x 2 m (tinggi > 1,5 m) (Aipassa *et al.*, 2023). Semua spesies mangrove dicatat dan diidentifikasi bersama dengan jumlah pohon, sapling, dan seedling. Selanjutnya, diameter batang pohon diukur pada ketinggian 1.3 m dari permukaan tanah. Data yang sudah dikumpulkan kemudian dianalisis untuk menilai struktur vegetasi dari setiap spesies melalui nilai relatif frekuensi, kerapatan, dan dominasi. Selanjutnya, analisis kandungan karbon dan serapan karbon didapatkan melalui perhitungan volume, dan biomassa (Heriyanto & Subiandono, 2012).

Analisis data

Frekuensi relatif

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

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu spesies}}{\text{Frekuensi total seluruh spesies}} \times 100\% \quad (1)$$

Kerapatan relatif

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

$$KR = \frac{\text{Kerapatan suatu spesies}}{\text{Kerapatan total seluruh spesies}} \times 100\% \quad (2)$$

Dominansi relatif

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

$$DR = \frac{\text{Dominansi suatu spesies}}{\text{Dominansi seluruh spesies}} \times 100\% \quad (3)$$

Volume tegakan

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

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

Keterangan :

V = volume pohon (m³)

Π = konstanta (3,14)

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

t = tinggi total (m)

f = angka bentuk pohon (0,6)

Biomassa

Biomassa dihitung berdasarkan nilai volume tegakan dan berat kayu spesies mangrove (tabel 1). Adapun rumus menghitung

biomassa sebagai berikut (Heriyanto dan Subiandono, 2012):

$$\text{Biomassa} = \text{volume tegakan} \times \text{berat jenis kayu} \quad (5)$$

Kandungan karbon

Kandungan karbon dapat diperkirakan melalui persamaan berikut ini (*International Panel on Climate Change/IPCC*, 2003):

$$\text{Kandungan karbon} = \text{Biomassa} \times 50\% \quad (6)$$

Serapan karbon

Serapan karbondioksida ditentukan menggunakan persamaan di bawah ini (*International Panel on Climate Change/IPCC*, 2003):

$$\text{Serapan karbondioksida (CO}_2\text{)} = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar C}} \quad (7)$$

(atau 3,67 x kandungan karbon)

Keterangan :

CO₂ = Serapan karbondioksida (ton/ha)

Mr.CO₂ = Berat molekul relatif senyawa CO₂
(44)

Ar.C = Berat relatif atom C (12)

C = Kandungan Karbon (ton/ha)

Tabel 1. Berat jenis kayu spesies mangrove

Genus	Berat jenis kayu g/cm ³	Sumber
<i>Rhizophora</i>	0,92	Heriyanto & Subiandono, 2012
<i>Bruguiera</i>	0,91	Heriyanto & Subiandono, 2012
<i>Avicennia</i>	0,74	Baderan, 2017; Heriyanto <i>et al.</i> , 2022
<i>Sonneratia</i>	0,74	Baderan, 2017; Heriyanto <i>et al.</i> , 2022
<i>Ceriops</i>	0,85	Baderan, 2017; Heriyanto <i>et al.</i> , 2023
<i>Excoecaria</i>	0,32	Malabrigo <i>et al.</i> , 2017

Hasil dan Pembahasan

Komposisi spesies mangrove

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies mangrove yang ditemukan di lokasi alami dan hasil revegetasi memiliki komposisi spesies yang berbeda. Komposisi spesies mangrove yang ditemukan di mangrove alami terdiri dari 10 spesies dan 4 famili, sedangkan di lokasi mangrove hasil revegetasi terdiri dari 4 spesies dan 2 famili. Selain itu, jumlah individu mangrove yang ditemukan di lokasi alami memiliki jumlah 784 individu, sedangkan

di lokasi hasil revegetasi memiliki jumlah 627 individu. Sehingga, jumlah famili, spesies, dan individu yang ditemukan di lokasi mangrove alami lebih tinggi dibandingkan di lokasi mangrove hasil revegetasi. Berdasarkan hasil identifikasi mangrove di lokasi alami dan hasil revegetasi didapatkan jumlah famili dan spesies mangrove di Bagek Kembar Sekotong secara keseluruhan terdiri dari 10 spesies dan 4 famili. Famili dan spesies mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian juga sering dijumpai di Nusa Tenggara Barat, terutama di kecamatan

Sekotong (Japa *et al.*, 2021; Syukur *et al.*, 2023).

Jumlah famili dan spesies mangrove di lokasi penelitian lebih sedikit dibandingkan di Devbagh dan Mavinhole, Tamil Nandu, India, meskipun lokasi hutan terletak di daerah yang sama yaitu estuari. Adapun komposisi mangrove di Devbagh dan Mavinhole terdiri dari 9 famili dan 20 spesies. Perbedaan jumlah

komposisi ini diperkirakan dipengaruhi kondisi air Devbagh yang euhalin dan Mavinhole yang polyhaline. Selain itu, kondisi lingkungan Devbagh dan Mavinhole selalu tergenang air karena terletak di mulut sungai dengan kondisi lingkungan dan upaya konservasi yang mendukung (Hondappanavar *et al.*,2024). Adapun jumlah komposisi spesies mangrove di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi dan kelimpahan spesies mangrove

Lokasi	Famili	Spesies	Transek I	Transek II	Transek III	Jumlah individu
Mangrove Alami	Acanthaceae	<i>Avicennia alba</i>	0	0	2	2
		<i>Avicennia marina</i>	106	187	108	401
	Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>	0	0	6	6
	Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i>	12	22	0	34
		<i>Sonneratia caseolaris</i>	0	12	0	12
	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0	1	0	1
		<i>Ceriops tagal</i>	0	0	2	2
		<i>Rhizophora apiculata</i>	29	23	25	77
		<i>Rhizophora mucronata</i>	41	64	42	147
		<i>Rhizophora stylosa</i>	41	32	29	102
		Total	229	341	214	784
Mangrove Hasil Revegetasi	Acanthaceae	<i>Avicennia marina</i>	25	33	13	71
	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	0	25	0	25
		<i>Rhizophora mucronata</i>	6	3	46	55
		<i>Rhizophora stylosa</i>	197	163	116	476
			Total	228	224	175

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Avicennia marina* adalah spesies mangrove yang mendominasi lokasi mangrove alami dengan jumlah 401 individu. Selain itu, spesies mangrove yang mendominasi lokasi mangrove alami setelah spesies *Avicennia marina* adalah spesies *Rhizophora mucronata*. Jumlah individu tertinggi dari spesies *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* ditemukan ditransek I dan II yang berada di dekat laut dan tengah. Spesies mangrove yang ditemukan mendominasi lokasi mangrove alami memiliki kesamaan dengan hasil penelitian Anggraini *et al.*, (2023) di kawasan Tanjung Batu yang menemukan jumlah individu spesies *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* lebih tinggi dibandingkan dengan spesies yang lain. Namun, hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan hasil penelitian dari Janiarta *et al.*, (2021) di pesisir pantai Cemara yang didominasi spesies *Sonneratia alba* dengan substrat berpasir dan

spesies *Rhizophora mucronata* dengan substrat berlumpur

Kemampuan spesies *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* dalam beradaptasi di daerah estuaria dan pasang-surut air laut mengakibatkan dua spesies ini mendominasi lokasi mangrove alami. Selain itu, spesies *Avicennia marina* menyukai substrat berpasir kasar, halus maupun berlumpur, dan salinitas tinggi. Tidak hanya itu, tingkat salinitas yang mendekati tawar hingga mencapai 90‰ sesuai untuk pertumbuhan spesies *Avicennia marina* (Anggraini *et al.*, 2023). Akar *Avicennia marina* membantu proses pembentukan sedimen tanah melalui struktur tumbuh akar. Sehingga, proses ini akan menunjang pertumbuhan dari spesies *Rhizophora mucronata* yang menyukai habitat kaya akan humus (Noor *et al.*, 2012). Oleh karena itu, spesies *Avicennia marina* dapat menunjang habitat dari spesies *Rhizophora*

mucronata sehingga ditemukan di seluruh transek pengamatan.

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa spesies mangrove yang mendominasi lokasi mangrove hasil revegetasi adalah spesies *Rhizophora stylosa* dengan jumlah 476 individu. Sedangkan, spesies mangrove yang memiliki jumlah individu terendah di lokasi mangrove hasil revegetasi adalah *Rhizophora apiculata* dengan jumlah 25 individu. Spesies mangrove yang mendominasi lokasi mangrove hasil revegetasi memiliki hasil yang sama dengan penelitian Sukuryadi *et al.*, (2021) di Teluk Lembar Lombok Barat yang menemukan spesies *Rhizophora stylosa* lebih mendominasi dari spesies mangrove yang lain. Namun, hasil penelitian ini memiliki perbedaan dengan hasil penelitian di Desa Eat Mayang yang didominasi oleh spesies *Rhizophora apiculata* (Sari *et al.*, 2023).

Spesies *Rhizophora stylosa* dapat mendominasi di lokasi penelitian dikarenakan spesies ini mudah beradaptasi pada substrat berpasir dan berlumpur, serta toleran terhadap kadar oksigen tinggi, salinitas tinggi, dan tanah yang tidak stabil (Sukuryadi *et al.*, 2021). Pernyataan ini didukung juga dengan hasil Susilo (2017) di pesisir Pantai Manjangan Besar Karimunjawa, Jawa Tengah, yang didominasi spesies *Rhizophora stylosa* dengan jenis substrat berlumpur. Penelitian Selanjutnya, spesies *Rhizophora stylosa* cenderung hidup di pematang pasang surut yang sedang dengan substrat berpasir dan berbatu/berkarang, namun juga sering ditemukan di substrat berlumpur (Noor, 2012). Selain itu, berdasarkan informasi sejarah penanaman mangrove di lokasi penelitian ditemukan bahwa spesies *Rhizophora stylosa* dijadikan sebagai bibit pilihan untuk melakukan kegiatan konservasi di kawasan hutan Bagek Kembar pada tahun 2016, hingga spesies ini mendominasi lokasi mangrove hasil revegetasi (Candri *et al.*, 2020). Hal ini didukung juga dengan hasil penelitian Kinai *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa spesies *Rhizophora stylosa* adalah salah satu spesies mangrove tersedia secara komersial dan representatif (Safira *et al.*, 2023).

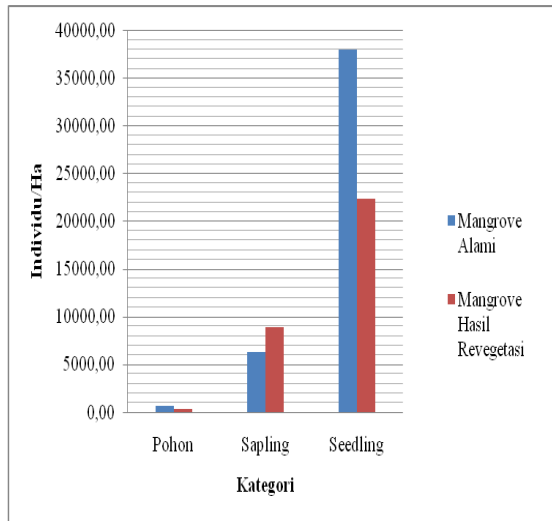
Kerapatan

Berdasarkan hasil analisis data didapatkan perbedaan kerapatan individu setiap

kategori mangrove di lokasi mangrove alami dan hasil revegetasi. Kerapatan individu tertinggi mangrove alami didapatkan dari kategori seedling dengan total 37976,190 individu/Ha dan terendah pada kategori pohon dengan total 647,619 individu/Ha. Selanjutnya, hasil analisis kerapatan mangrove di lokasi hasil revegetasi yang tertinggi didapatkan pada kategori seedling dengan total 22361,111 individu/Ha dan terendah pada kategori pohon yang memiliki total 361,111 individu. Berdasarkan perbandingan total individu dengan luas kuadran pengamatan pada setiap kategori, didapatkan kesimpulan bahwa jumlah total kerapatan kategori seedling dan pohon lebih tinggi di mangrove alami dan pada kerapatan pada kategori sapling lebih tinggi di mangrove hasil revegetasi.

Hasil analisis kerapatan individu/kategori memiliki hasil yang sama dengan penelitian di mangrove Desa Eat Mayang dan berbeda dengan hasil penelitian di mangrove Tanjung Batu, yang memiliki kerapatan tertinggi pada kategori seedling (Syukuryadi *et al.*, 2021; Anggraini *et al.*, 2023). Tingginya kerapatan kategori seedling dipengaruhi proses penyebaran benih dan reproduksi, serta kemampuan adaptasi benih mangrove terhadap fluktuasi lingkungan (Hariphinet *et al.*, 2016). Berdasarkan Kepmen LH 201 tahun 2004, kondisi kerapatan untuk kategori pohon, sapling, dan seedling di mangrove alami memiliki kategori sangat padat (Rahman *et al.*, 2023). Selanjutnya, kerapatan sapling dan seedling di mangrove hasil revegetasi termasuk kategori sangat padat, namun pada kategori pohon termasuk ke dalam kategori jarang.

Kerapatan kategori pohon yang rendah di lokasi mangrove hasil revegetasi disebabkan mangrove di lokasi ini adalah hasil dari kegiatan penanaman lahan kosong yang dilakukan pada tahun 2016. Selain itu, diameter besar dan akar pohon yang besar menyebabkan pertumbuhan kurang optimal, sehingga menjadikan kerapatan pohon rendah. Kerapatan setiap kategori dapat dilihat pada Gambar 2.

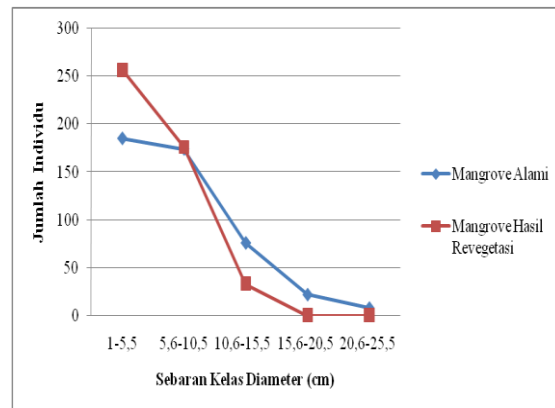


Gambar 2. Grafik kerapatan mangrove masing-masing kategori (Individu/ha)

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa mangrove alami memiliki pola distribusi kelas diameter yang berbeda dengan mangrove hasil revegetasi. Jumlah individu dengan pola sebaran tertinggi terdapat pada diameter 1-5,5 cm dan terendah pada diameter 20,6-25,5 cm. Sedangkan sebaran kelas diameter di lokasi mangrove hasil revegetasi yang memiliki individu tertinggi adalah di diameter 1,5,5 cm dan terendah pada diameter 10,6-15,5 cm. Berdasarkan sebaran diameter individu didapatkan bahwa diameter tegakan mangrove alami memiliki sebaran kelas yang lebih tinggi dibandingkan dengan mangrove hasil revegetasi. Hal ini dapat disebabkan perbedaan umur mangrove dan pengaruh deforestasi oleh kegiatan manusia.

Hasil analisis melalui grafik diagram pola sebaran kelas diameter di dua lokasi memiliki persamaan dengan menunjukkan kurva eksponensial negatif atau huruf “J” terbalik. Hal ini menggambarkan bahwa efisiensi regenerasi dan struktur tegakan mangrove yang normal. Selain itu, fase pertumbuhan yang lambat mengakibatkan kelas diameter tertinggi menurun seiring bertambahnya fase pertumbuhan. Kurva “J” terbalik memiliki persamaan dengan hasil penelitian di kawasan mangrove Gili Sulat yang menunjukkan sebaran diameter berbentuk Kurva “J” terbalik (Diniyatushoaliba *et al.*, 2023). Jumlah individu dari diameter dengan kelas yang rendah, dapat

disebabkan oleh degradasi hutan mangrove dan berpotensi mempengaruhi regenerasi. Oleh karena itu, tingginya kerapatan benih dapat menjadi indikator penting dalam mengevaluasi keberlanjutan ekosistem mangrove dan dampak degradasinya oleh kegiatan manusia. Grafik sebaran kelas diameter dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Kerapatan Mangrove Berdasarkan Kelas Diameter

Frekuensi, Kerapatan, dan Dominansi

Hasil analisis data frekuensi relatif, kerapatan relatif dan dominansi relatif antara lokasi mangrove alami dan hasil revegetasi memiliki nilai yang berbeda untuk setiap kategori. Nilai frekuensi relatif tertinggi di lokasi mangrove alami didapatkan dari spesies *Avicennia marina* dengan nilai tertinggi pada kategori pohon (37,778 %) dan terendah pada kategori seedling (31,818%). Sedangkan, nilai frekuensi relatif tertinggi di lokasi mangrove hasil revegetasi adalah spesies *Rhizophora stylosa* dengan nilai tertinggi pada kategori sapling (82,48%) dan terendah didapatkan pada kategori seedling (48,485 %)

Kerapatan relatif tertinggi di lokasi mangrove alami didapatkan pada spesies *Avicennia marina* dengan nilai kategori tertinggi pada pohon (56,618%) dan terendah pada seedling (51,411%). Selanjutnya, nilai kerapatan tertinggi dimiliki spesies *Rhizophora stylosa* dengan nilai tertinggi pada kategori sapling (82,793%) dan terendah pada kategori seedling (48,489%) di lokasi mangrove hasil revegetasi. Nilai relatif dari frekuensi, kerapatan, dan dominansi pada semua kategori pertumbuhan mangrove dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Lokasi	Spesies	Kategori							
		Pohon			Sapling			Seedling	
		FR (%)	KR (%)	DR (%)	FR (%)	KR (%)	DR (%)	FR (%)	KR (%)
Mangrove Alami	<i>Avicennia alba</i>	2,222	1,471	1,785	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Avicennia marina</i>	37,778	56,618	58,648	33,871	54,103	57,578	31,818	51,411
	<i>Ceriops tagal</i>	2,222	0,735	0,490	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Excoecaria agallocha</i>	0,000	0,000	0,000	1,613	0,608	0,272	0,000	0,000
	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0,000	0,000	0,000	3,226	1,824	2,488	0,000	0,000
	<i>Rhizophora apiculata</i>	2,222	0,735	0,340	11,290	9,726	5,478	12,121	10,658
	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,333	10,294	8,250	27,419	18,845	21,123	28,788	22,257
	<i>Rhizophora stylosa</i>	20,000	13,971	9,019	16,129	12,158	11,042	16,667	10,972
	<i>Sonneratia alba</i>	17,778	14,706	19,408	3,226	1,216	1,273	6,061	3,135
<i>Sonneratia caseolaris</i>	4,444	1,471	2,060	3,226	1,520	0,747	4,545	1,567	
Mangrove Hasil Revegetasi	<i>Avicennia marina</i>	24,242	18,462	18,278	31,250	7,481	11,322	30,303	18,012
	<i>Rhizophora apiculata</i>	3,030	3,077	3,057	3,125	4,489	3,199	3,030	3,106
	<i>Rhizophora mucronata</i>	18,182	10,769	12,087	12,500	5,237	7,295	18,182	16,770
	<i>Rhizophora stylosa</i>	54,545	67,692	66,577	53,125	82,793	78,185	48,485	62,112

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 3 ditemukan nilai dominasi pada kategori pohon dan sapling. Dominasi relatif tertinggi di lokasi mangrove alami didapatkan pada spesies *Avicennia marina* dengan nilai tertinggi pada kategori pohon (58,648%) dan terendah pada sapling (57,578 %). Kemudian, nilai dominansi relatif tertinggi di lokasi mangrove hasil revegetasi ditemukan pada spesies *Rhizophora stylosa* dengan nilai tertinggi pada kategori sapling (78,185%) dan terendah pada kategori pohon (66,577%). Berdasarkan nilai dominansi dapat disimpulkan bahwa kategori pohon lebih mendominasi pada lokasi mangrove alami dan sapling pada lokasi hasil revegetasi.

Kandungan dan Serapan karbon

Hasil penelitian didapatkan bahwa kandungan karbon dan serapan karbon dioksida di lokasi mangrove alami lebih tinggi dibandingkan di lokasi mangrove hasil revegetasi. Hal ini didasarkan pada hasil analisis

data mangrove alami yang mendapatkan total kandungan karbon sebesar 59,329 ton C/ha dengan serapan karbon sebesar 183,018 ton CO₂/ha. Sedangkan, pada mangrove hasil revegetasi didapatkan kandungan karbon dengan total 21,877 ton C/ha atau setara dengan serapan karbon dioksida sebesar 80,290 ton CO₂/ha. Perbedaan kandungan karbon antara lokasi mangrove alami dan hasil revegetasi dapat diperoleh atau dipengaruhi oleh tingkat keragaman spesies, nilai kerapatan individu/kategori, dan tinggi total individu mangrove (Rachmawati *et al.*, 2014).

Hasil penjumlahan kandungan karbon pada mangrove alami dan hasil revegetasi di Begek Kembar Sekotong, Lombok Barat adalah sebesar 81,207 ton C/ha atau setara dengan serapan karbon dioksida sebesar 263,308 ton CO₂/ha. Kandungan dan serapan karbon di lokasi penelitian lebih sedikit dibandingkan dengan kandungan karbon hutan mangrove di Gili Sulat dan di Teluk Jor (Zulhalifah *et al.*,

2022; Diniyatushoaliha *et al.*, 2023). Hasil kandungan karbon ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi spesies mangrove, besar batang tegakan, kerapatan vegetasi, dan luasan dari hutan mangrove (Mardiyah *et al.*, 2019; Amanda *et al.*, 2021).

Bagian batang adalah salah satu bagian tumbuhan yang berperan penting dalam penyimpanan CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh daun.

Selanjutnya, produk fotosintesis digunakan untuk membentuk selulosa dan menyusun struktur tubuh tumbuhan seperti besar batang. Sehingga, besaran batang dari tegakan mangrove akan mempengaruhi jumlah kandungan karbon hutan mangrove tersebut (Baderan, 2017). Hasil analisis kandungan karbon dan serapan karbon di lokasi penelitian dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Volume, biomassa, kandungan karbon dan serapan CO₂ hutan mangrove Bagek Kembar, Sekotong, Lombok Barat

Lokasi	Spesies	Volume (m ³ / ha)	Biomassa (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton C/ha)	Serapan Karbon (ton CO ₂ /ha)
Mangrove Alami	<i>Avicennia alba</i>	1,442	1,067	0,534	1,958
	<i>Avicennia marina</i>	71,446	52,870	26,435	97,017
	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0,248	8,225	16,113	24,414
	<i>Ceriops tagal</i>	0,044	0,037	0,019	0,069
	<i>Excoecaria agallocha</i>	0,643	0,206	0,103	0,378
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1,365	1,255	0,628	2,304
	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,353	9,525	4,762	17,478
	<i>Rhizophora stylosa</i>	8,681	7,986	3,993	14,654
	<i>Sonneratia alba</i>	16,451	12,174	6,087	22,339
	<i>Sonneratia caseolaris</i>	1,773	1,312	0,656	2,408
	Total	112,446	94,658	59,329	183,018
Mangrove Hasil Revegetasi	<i>Avicennia marina</i>	9,695	7,174	3,587	13,165
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1,635	1,504	0,752	2,760
	<i>Rhizophora mucronata</i>	5,793	5,329	2,665	9,780
	<i>Rhizophora stylosa</i>	32,334	29,747	14,874	54,586
	Total	49,457	43,755	21,877	80,290
Jumlah Total		161,902	138,413	81,207	263,308

Hasil penelitian ditemukan bahwa kandungan karbon tertinggi di lokasi mangrove alami didapatkan dari spesies *Avicennia marina* dengan total kandungan karbon sebesar 26,435 ton C/ha atau setara dengan serapan karbon dioksida sebesar 97,017ton CO₂/ha. Sedangkan, kandungan karbon tertinggi di lokasi mangrove hasil revegetasi didapatkan dari spesies *Rhizophora stylosa* dengan total kandungan karbon sebesar sebesar 14,878 ton C/ha atau setara dengan serapan karbon dioksida sebesar 54,586 ton CO₂/ha. Kandungan karbon *Avicennia marina* dan *Rhizophora stylosa* yang lebih tinggi dapat disebabkan nilai kerapatan kedua spesies ini lebih tinggi dibandingkan spesies yang lain. Selain itu, ukuran diameter

diameter batang dan tinggi total spesieskedua spesies tersebut dapat mempengaruhi hasil analisis kandungan karbon spesies ini. Pernyataan ini dapat didukung dengan hasil penelitian Hamidi *et al.*, (2014) dan Diniyatushoaliha *et al.*, (2023) yang mendapatkan adanya hubungan positif antara ukuran diameter dan tinggi tumbuhan dengan nilai biomassa dan kandungan karbon.

Hutan mangrove memiliki kemampuan menyimpan karbon lebih efisien dibandingkan hutan daratan. Kemampuan hutan mangrove ini harus dilestarikan untuk mengurangi perubahan lingkungan yang diakibatkan oleh pemanasan global. Hutan mangrove Bagek Kembar Sekotong Lombok Barat adalah salah satu hutan

menyerap karbon di wilayah NTB yang harus dijaga kelestariannya, dengan mempertimbangkan potensi serapan karbon sebesar 263,308 ton CO₂/ha. Oleh sebab itu, menjaga keberlanjutan hutan mangrove merupakan suatu keharusan, agar dapat menjadi sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan guna mengurangi dampak dari perubahan iklim, termasuk pemanasan global.

Kesimpulan

Struktur komunitas mangrove alami dan hasil revegetasi di kawasan Bagek Kembar Sekotong Lombok Barat memiliki komposisi spesies yang berbeda. Jumlah spesies mangrove yang ditemukan pada lokasi mangrove alami terdiri dari 10 spesies dari 4 famili, sedangkan pada mangrove hasil revegetasi terdiri dari 4 spesies dari 2 famili. Kategori seedling memiliki kerapatan tertinggi dibandingkan kategori sapling dan pohon di lokasi mangrove alami dan hasil revegetasi. Nilai relatif tertinggi dari kerapatan, frekuensi, dan dominansi untuk semua kategori pada lokasi mangrove alami didapatkan dari spesies *Avicennia marina*, sedangkan pada mangrove hasil revegetasi diperoleh dari spesies *Rhizophora stylosa*. Selanjutnya, kandungan karbon tertinggi di lokasi mangrove alami adalah spesies *Avicennia marina* dengan total 26,435 ton C/ha atau setara dengan serapan karbon dioksida sebesar 97,017 ton CO₂/ha. Sedangkan, pada lokasi mangrove hasil revegetasi didapatkan spesies dengan nilai kandungan karbon tertinggi adalah *Rhizophora stylosa* sebesar 14,874 ton C/ha atau setara dengan serapan karbon dioksida sebesar 54,586 ton CO₂/ha.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, tim Studi Independen 2023, Ekowisata Mangrove Bagek Kembar, dan semua pihak yang sudah membantu dalam menyelesaikan artikel ini.

Referensi

Agustini, N. T., Taalidin, Z., & Purnama, D. (2016). Struktur Komunitas Mangrove Di

Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*, 1(1), 19-31. Doi:<https://doi.org/10.31186/jenggano.1.1.19-31>

Aipassa, M. I., Siahaya, M. E., Suyatna, I., Hernandi, F., Kristiningrum, R., Sarwono, E., . . . Kristina, F. (2023/12//). Composition and structure of mangrove species in sekurau bawah hamlet, east kutai regency, east kalimantan. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 1282(1), 012023. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1282/1/012023>

Amaliyah, A., Purnomo, P. W., & Suprpto, D. (2022). Estimasi Biomasa dan Kandungan Karbon di Kawasan Hutan Mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang. *JURNAL ENGGANO*, 7(1), 92-105. Doi: <https://doi.org/10.31186/jenggano.7.1.92-105>

Amanda, Y., Mulyadi, A., & Siregar, Y. I. (2021). Estimation of Carbon Reserved in Mangrove Forest at the Estuary of the Batang Apar River, North Pariaman District, Pariaman City, West Sumatra Province. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(1), 38-48. Doi : <http://dx.doi.org/10.31258/jipas.9.1.p.38-48>

Anggraini, N. I., Santoso, D., & Mertha, I. G. (2023). Community Structure and Carbon Content of Mangroves in the Tanjung Batu Sekotong Area in the Middle of West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 494-502. Doi: 10.29303/jbt.v23i1.4851

Arifanti, V. B., Candra, R. A., Putra, C. A. S., Asyhari, A., Gangga, A., Ritonga, R. P., . . . Novita, N. (2024/12//). Greenhouse gas fluxes of different land uses in mangrove ecosystem of east kalimantan, indonesia. *Carbon Balance and Management*, 19(1), 17. doi:<https://doi.org/10.1186/s13021-024-00263-3>

Babo, P. P., Sondak, C. F. A., Paulus, J. J. H., Schadu, J. N., Angmalisang, P. A., & Wantasen, A. S. (2020). Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Bone Baru, Kecamatan Banggai Utara, Kabupaten Banggai Laut, Sulawesi

- Tengah. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(2), 92–103. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.2.2020.29951>
- Baderan, D. W. K. (2017). *Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo*. Yogyakarta: Budi Utama.
- Basyuni, M., & Simanjutak, E. O. (2021). Species composition and carbon stock estimation in pulau sembilan secondary mangrove forests, north sumatra, indonesia. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 713(1) doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/713/1/012014>
- Cahyaningsih, A. P., Deanova, A. K., Pristiawati, C. M., Ulumuddin, Y. I., Kusumaningrum, L., & Setyawan, A. D. (2022). Causes and impacts of anthropogenic activities on mangrove deforestation and degradation in Indonesia. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 12(1). Doi: <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w120102>
- Candri, D. A., Athifah, Farista, B., Virgota, A., Rohyani, I. S., & Ahyadi, H. (2020). Estimation of carbon stocks in mangrove stands at bagek kembar mangrove ecotourism sekotong west lombok. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 550(1) doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/550/1/012013>
- Chen, J., Gao, M., Huang, S., & Hou, W. (2021). Application of remote sensing satellite data for carbon emissions reduction. *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, 19, 109-117. doi: <https://dx.doi.org/10.1080/14765284.2021.1920329>
- Dewiyanti, I., Rifki, M., Octavina, C., Ulfa, M., Damora, A., Nurfadillah. (2023). Important value index (IVI) and diversity of mangrove vegetation in Aceh Tamiang, Aceh Province. *DEPIK: Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 12(2), 190-197. doi: 10.13170/depik.12.2.31130
- Dinilhuda, A., Akbar, A. A., & Jumiaty, J. (2018). Peran ekosistem mangrove bagi mitigasi pemanasan global. *Jurnal TEKNIK-SIPIL*, 18(2). doi:<http://dx.doi.org/10.26418/jtst.v18i2.31233>
- Diniyatushoaliha, A., Al Idrus, A., & Santoso, D. (2023). Carbon Content Potential of Mangrove Species in Gili Sulat, East Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 392-400. Doi: 10.29303/jbt.v23i3.5275
- Efriyeldi, E., & Amin, B. (2022). The community structure and diversity of sungai bersejarah mangrove in sungai apit district, siak regency. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 1118(1), 012043. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1118/1/012043>
- Farid, A., Sugiarti, T., & Pujiyanti, N.T. (2023). *Motode Analisis Vegetasi Mangrove: Teori dan Praktik*. Bangkalan : Amerta Media.
- Farista, B., & Virgota, A. (2021).Serapan Karbon Hutan Mangrove Di Bagek Kembar Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 170-178. Doi: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v9i1.3777>
- Ginantra, I. K., Muksin, I. K., & Joni, M. (2021). Crab diversity as support for ecotourism activities in Pejarakan Mangrove Forest, Buleleng, Bali, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(10). Doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221003>
- Gunawan, H., Sugiarti, S., & Iskandar, S. (2017). Dynamics of mangrove community in revegetation area of Karangsong, north coast of Indramayu District, West Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(2), 659-665. Doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180230>
- Hariphin, R. L., & Wardoyo, E. R. P. (2016). Analisis Vegetasi Hutan Mangrove Di Kawasan Muara Sungai Serukam Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Protobiont*, 5(3).doi: <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v5i3.17066>
- Haryani, H., Muhlis, M., & Santoso, D. (2022). Potential Carbon Content in The Coastal Mangrove Forests Area Of West Lombok

- District, West Nusa Tenggara Province. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 698-704. Doi:10.29303/jbt.v22i3.3647
- Hawari, M. H. (2023). The effect of flow rates and composition of culture medium in chlorella pyrenoidosa cultivation by CO2 injection method. IOP Conference Series. *Earth and Environmental Science*, 1157(1), 012034. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1157/1/012034>
- Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. (2012). Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1), 023-032. Doi: <https://doi.org/10.20886/jphka.2012.9.1.023-032>
- Heriyanto, T., Amin, B., Rahimah, I., & Ariani, F. (2020). Analisis biomassa dan cadangan karbon pada ekosistem mangrove di kawasan pantai berpasir Desa Kawal Kabupaten Bintan. *Jurnal Maritim*, 2(1), 31-41. Doi: <https://doi.org/10.51742/ojsm.v2i1.104>
- Iksan M, Al Zarliani WOD, La Nare S, Baena F. 2019. Biomass and carbon uptake of mangrove forests Pohorua Village, Muna Regency. *J Appl Biol* 3 (2): 57 -64. Doi:DOI:10.20956/IJAB.V3I2.8448
- Imran, A., & Efendi, I. (2016). Inventarisasi mangrove di pesisir pantai cemara Lombok Barat. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 1(1), 105-112. Doi: <http://dx.doi.org/10.58258/jupe.v1i1.66>
- International Panel on Climate Change.(2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Irawati, C. R., Merit, I. N., & Sudarma, I. M.(2020) Estimasi Potensi Karbon Sedimen Mangrove pada Hutan Alam dan Hutan Rehabilitasi di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Ecotrophic*, 15(2), 154-164. Doi: 10.24843/EJES.2021.v15.i02.p01
- Irsadi, A., Hadiyanti, L. N., Nurgroho, E. K., Partaya, P., Abdullah, M., & Halim, S. A. (2022). Peran Ekosistem Mangrove Dalam Mitigasi Pemanasan Global. *Konservasi Alam*, (1), 144-166. doi: <https://doi.org/10.15294/ka.v1i1.88>
- Istomo, I., & Farida, N. E. (2017). Potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah tegakan Acacia nilotica L.(Willd) ex. Del. di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(2), 155-162. Doi:10.29244/JPSL.7.2.155-162
- Japa, L., Karnan, K., & Santoso, D. (2021). Community of Mangrove Category Tree and Sapling in The Sekotong Bay, West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 441-447. Doi: 10.29303/jbt.v21i2.2698
- Katili, A. S., Mamu, H. D., & Husain, I. H. (2020). *Potensi Struktur Vegetasi Mangrove dan Nilai Serapan Biomassa Karbon*. Gorontalo: Ideas Publishing.
- Kusmana, C.(2017). *Metode Survey dan Interpretasi Data Vegetasi*. Bogor: IPB Pres
- Liang, Z., Huang, L., Tu, S., & Wang, K. (2023). Global Warming and Carbon Dioxide Concentration. *Advances in Engineering Technology Research*, 4(1), 470-470. doi:10.56028/aetr.4.1.470.2023
- Maghfirah, A., Aini, A., Agustinawati, A., Mulyadi, M., & Fakhri, F. (2022). Analisis vegetasi tumbuhan strata pohon di kawasan Pantai Nipah Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan* (Vol. 8, No. 1, pp. 1-6). Doi: <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v8i1.9417>
- Malabrigo, P. L., Marco, A. G., Rolly, C. U., Arthur, G. A. U., Enrico, L. R., Jan, J. V. D., Rachel, A. Q. B., Adriane, B. T., & Jeferson, C. B. (2017). Mangrove Forest Inventory and Estimation of Carbon Storage and Sedimentation in Pagbilao. Philippines: Wealth Accounting and The Valuation of Ecosystem Services.
- Mardiyah, R., Ario, R., & Pribadi, R. (2019). Estimasi Simpanan Karbon Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pasar Banggi Dan Tireman, Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. *Journal*

- of *Marine Research*, 8(1), 62-68.
Doi: <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i1.24330>
- Nadeak, P., Mubarak, M., & Efriyeldi, E. (2020). Mangrove forest effect on the coastline in Rangsang Island Riau Province. *Asian J. Aquat. Sci.*, 3(1), 29-37. Doi:10.31258/ajoa.3.1.29-37
- Nadian, G., Salim, K., & Febrianto, A. (2021). Struktur Komunitas Ikan Di Ekosistem Mangrove Di Perairan Dusun Tanjung Tedung Kabupaten Bangka Tengah. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 15(1), 53-61. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v15i1.3110>
- Nanlohy, L. H., & Masniar, M. (2020). Manfaat Ekosistem Mangrove Dalam Meningkatkan Kualitas Lingkungan Masyarakat Pesisir. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, 2(1), 1-4. Doi:10.33506/pjcs.v2i1.804
- Noor, Y. R. M., Khazali, & I.N.N Suryadiputra. 2012. *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia; Cetakan ke-3*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.
- Parinduri, L., Yusmartato, Y., & Parinduri, T. (2018). Kontribusi Konversi Mobil Konvensional Ke Mobil Listrik Dalam Penanggulangan Pemanasan Global. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3(2), 116-120.
doi:<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/551>
- Partiwi, A. (2019). Pengenalan pemicu pemanasan global menggunakan teknologi augmented reality berbasis desktop. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 24(1), 46-57. doi: <http://dx.doi.org/10.35760/tr.2019.v24i1.1933>
- Prakoso, T. B., Afiati, N., & Suprpto, D. (2018). Biomassa kandungan karbon dan serapan CO₂ pada tegakan mangrove di kawasan konservasi mangrove Bedono, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(2), 156-163.
- Pranoto, A. K., Haryani, E. B. S., Amdani, & Tanjung, A. (2019). The impact of coastal degradation on mangrove ecosystem in north karawang coastal area. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 278(1) doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012061>
- Rahmani, A. V., Al Idrus, A., & Mertha, I. G. (2023). The Structure of Mangrove Community in Regional Marine Conservation Area Gili Sulat West Nusa Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 42-51. Doi:10.29303/jbt.v23i1.4597
- Ruru, R. A., Rumengan, A. P., Darus, P. S., Paruntu, C. P., Bara, R. A., & Rondonuwu, A. B. (2023). Estimasi Stok Karbon Pada Komunitas Mangrove Di Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 11(1), 15-26. Doi:10.35800/jip.v11i1.43629
- Safira, N., Erniati, E., Syahrial, S., Hadinata, F. W., Anggraini, R., Ikhsan, N., ... & Ezraneti, R. (2023). Populasi Mangrove *Rhizophora stylosa* Griff. di Desa Kuala Langsa Kota Langsa: Distribusi Geografi, Struktur Demografi, Morfometrik Organ dan Karakteristik Penciri Morfometriknya. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 347-356. Doi: <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i3.52267>
- Samsi, A. N., Omar, S. B. A., & Niartiningih, A. (2018). Analisis kepadatan ekosistem mangrove di Pulau Panikiang dan Desa Tongke-Tongke Sulawesi Selatan. *Jurnal Biota*, 4(1), 19-23. Doi: <https://doi.org/10.19109/Biota.v4i1.1593>
- Santoso, D., Yamin, M., & Makhrus, M. (2019). Penyuluhan Tentang Mitigasi Bencana Tsunami Berbasis Hutan Mangrove Di Desa Ketapang Raya Kecamatan Keruak Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 1(2), 12-16. doi: 10.29303/jpmpi.v1i2.242
- Sari, D. P., Idris, M. H., Anwar, H., & Aji, I. M. L. (2023). Analisis Vegetasi Mangrove di Desa Eyat Mayang, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat. *Empiricism Journal*, 4(1), 101-109. Doi:<https://doi.org/10.36312/ej.v4i1.1205>
- Sari, N., Patria, M. P., Soesilo, T. E. B., & Tejakusuma, I. G. (2019). The dynamics of mangrove forest: The relationship between mangrove community structures

- and carbon stock–study cased in the jakarta bay. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 306(1) doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/306/1/012027>
- Sinaga, R., Kurniawan, F., Roni, S., Laia, D., Andrito, W., & Hidayati, J. R. (2023). Carbon stock assessment of mangrove vegetation in anambas islands marine tourism park, indonesia. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 1148(1), 012003. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1148/1/012003>
- Sukuryadi, S. (2021). Structure and composition of mangrove vegetation in Lembar bay area, West Lombok District, Indonesia. *Short Communication: Structure And Composition Of Mangrove Vegetation In Lembar Bay Area, West Lombok District, Indonesia*, 22(12), 5585-5592. Doi: 10.13057/biodiv/d221243
- Suryani, N. A., Hastuti, E. D., & Budihastuti, R. (2018).Kualitas Air dan Pertumbuhan Seedling *Avicennia marina* (Forsk.)Vierh pada Lebar Saluran Tambak Wanamina yang Berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3(2), 207-214. Doi: <https://doi.org/10.14710/baf.3.2.2018.207-214>
- Susilo, S. (2017). Analisis Vegetasi Mangrove (*Rhizophora*) di Pesisir Pantai Pulau Menjangan Besar Karimunjawa. *Biomedika*, 10(2), 58-68. Doi: DOI: <https://doi.org/10.31001/biomedika.v10i2.276>
- Susilowati, M. W., Purnomo, P. W., & Solichin, A. (2020). Estimasi serapan CO2 berdasarkan simpanan karbon pada hutan mangrove desa Tambakbulusan Demak Jawa Tengah. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2), 86-94. Doi:: <https://doi.org/10.14710/jpl.2020.29763>
- Syukur, A., Zulkifli, L., & Mahrus, H. (2023).Mangrove ecosystem provisioning services for the sustainability and diversity of bird species in the coastal region of Lombok Island, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(3). Doi:<https://doi.org/10.13057/biodiv/d240331>
- Tahir, I., Pujiati, M. I., & Harahap, Z. A. (2023). Estimation of carbon storage of tropical mangroves in the north maluku islands region. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 1289(1), 012008. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1289/1/012008>
- Virgulino-Júnior, P. C. C., Carneiro, D. N., Nascimento, W. R., Cougo, M. F., & Fernandes, M. E. B. (2020). Biomass and carbon estimation for scrub mangrove forests and examination of their allometric associated uncertainties. *PLOS ONE*, 15(3), e0230008. doi:10.1371/journal.pone.0230008
- Zhu, B., Liao, J., & Shen, G. (2021). Spatio-temporal simulation of mangrove forests under different scenarios: A case study of mangrove protected areas, hainan island, china. *Remote Sensing*, 13(20), 4059. doi:<https://doi.org/10.3390/rs13204059>
- Zulhalifah, Z., Syukur, A., Santoso, D., & Karnan, K. (2021).Species diversity and composition, and above-ground carbon of mangrove vegetation in Jor Bay, East Lombok, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(4). Doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220455>
- Rachmawati, D., Setyobudiandi, I., & Hilmi, E. (2014).Potensi estimasi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di wilayah pesisir muara gembong Kabupaten Bekasi.*Omni-Akuatika*, 10(2)85-91. DOI : 10.20884/1.oa.2014.10.2.22