

POTENSI SERAPAN KARBON EKOSISTEM MANGROVE DI DESA EYAT MAYANG KABUPATEN LOMBOK BARAT

Diah Permata Sari¹, Muhamad Husni Idris², Irwan Mahakam Lesmono Aji³, Hairil Anwar⁴, Kornelia Webliana B.⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia

E-Mail: diahpermatasari@unram.ac.id

Submit: 28-07-2023

Revisi: 05-02-2024

Diterima: 28-02-2024

ABSTRAK

Potensi Serapan Karbon Ekosistem Mangrove di Desa Eyat Mayang Kabupaten Lombok Barat. Pendataan kondisi biofisik ekosistem mangrove merupakan langkah awal dalam pengelolaan kawasan mangrove yang meliputi data struktur dan komposisi ekosistem mangrove serta potensi serapan karbon. Data potensi serapan karbon di kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang belum teridentifikasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis potensi serapan karbon di kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang. Pengumpulan data menggunakan metode jalur berpetak sebanyak 84 plot. Data dianalisis menggunakan persamaan allometrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan ekosistem mangrove di Desa Eyat Mayang memiliki potensi biomassa 86,27 ton/ha yang terdiri dari 84% biomassa atas (AGB) dan 16% biomassa bawah permukaan (BGB). Potensi kandungan karbon mangrove di Desa Eyat Mayang sebesar 40,13 ton/ha dan potensi serapan karbon (CO₂) sebesar 147,3 ton/ha. Kontribusi terbesar biomassa, kandungan karbon dan serapan karbon berasal dari jenis *Rhizophora apiculata*.

Kata kunci : Biomassa, Ekosistem mangrove, Eyat Mayang, Serapan karbon.

ABSTRACT

The Potential for Carbon Absorption of the Mangrove Ecosystem in Eyat Mayang Village Lombok Barat Regency. Data collection on the biophysical condition of the mangrove ecosystem is the first step in managing the mangrove area which includes data on the structure and composition of the mangrove ecosystem as well as the potential for carbon absorption. Data on the potential for carbon absorption in the mangrove ecosystem area of Eyat Mayang Village has not been identified. The purpose of this study is to analyze the potential for carbon absorption in the mangrove ecosystem area of Eyat Mayang Village. Data collection used the plot method with 84 plots. Data were analyzed using allometric equations. The results showed that the mangrove ecosystem area in Eyat Mayang Village has a potential biomass of 86.27 tons/ha consisting of 84% above biomass (AGB) and 16% belowground biomass (BGB). The potential carbon content of mangroves in Eyat Mayang Village is 40.13 tons/ha and the potential for carbon absorption (CO₂) is 147.3 tons/ha. The biggest contribution of biomass, carbon content and carbon absorption comes from *Rhizophora apiculata*.

Keywords : Biomass, Carbon Absorption, Eyat Mayang, Mangrove ecosystem.

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global (*Global Climate Change*) disebabkan oleh peningkatan gas-gas rumah kaca (GRK) di atmosfer bumi. Peningkatan emisi GRK di atmosfer bersumber dari peningkatan pemakaian bahan bakar fosil pada alat transportasi maupun mesin industri,

kebakaran hutan dan lahan, pembukaan kawasan gambut dan lain sebagainya. Peningkatan GRK di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu permukaan bumi yang sering disebut sebagai *Global Warming* (Asbar & Yunus, 2022).

Salah satu GRK yang memiliki kontribusi paling dominan di atmosfer



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

bumi yaitu Karbondioksida (CO_2) (Amanda *et al.*, 2021). Konsentrasi CO_2 di atmosfer mengalami peningkatan sejak revolusi industri. IPCC (2007) dalam Kusuma *et al.* (2022), menyebutkan bahwa pada masa sebelum revolusi industri tahun 1780, konsentrasi CO_2 di atmosfer sebesar 280 ppm. Menurut BMKG (2022), konsentrasi CO_2 per 2 Mei 2022 mencapai 418,9 ppm dan laju peningkatan konsentrasi CO_2 pada periode 1980 sampai 2021 sebesar 2,45 ppm/tahun.

Ekosistem mangrove merupakan salah satu tipe ekosistem pesisir yang tumbuh pada substrat berlumpur dan memiliki peran ekologis salah satunya berkaitan dengan perubahan iklim. Ekosistem mangrove merupakan salah satu *blue carbon* (Kusuma *et al.*, 2022) yang memiliki peran penting dalam mengurangi konsentrasi CO_2 melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis pada vegetasi mangrove mengubah karbon anorganik CO_2 menjadi karbon organik yang tersimpan dalam bentuk biomassa (Sinaga *et al.*, 2023). Simpanan karbon pada ekosistem mangrove terdapat di atas maupun di bawah permukaan dalam bentuk biomassa (batang, cabang, daun, dan akar) (Murdiyarso *et al.*, 2015) serta berupa simpanan karbon di dalam tanah hingga sekitar 90% berupa bahan organik tanah (Pratiwi & Haryono, 2020). Bahkan ekosistem mangrove mampu menyimpan karbon 4 sampai 5 kali hutan daratan serta mengurangi 10% sampai 31% estimasi emisi tahunan di Indonesia (Rahmanto, 2020).

Desa Eyat Mayang terletak di Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat. Desa Eyat Mayang memiliki kawasan mangrove yang merupakan bagian dari Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) koridor mangrove Teluk Lembar. KEE koridor mangrove Teluk Lembar merupakan kawasan yang ditujukan untuk konservasi keanekaragaman hayati

mangrove yang berada di luar kawasan konservasi (Sari *et al.*, 2023). Sebagai salah satu kawasan yang dilindungi, ekosistem mangrove di Desa Eyat Mayang juga memiliki kontribusi secara ekologis dalam upaya mitigasi perubahan iklim sebagai penyerap CO_2 dan menyimpannya sebagai *blue carbon*.

Pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan sesuai untuk diterapkan mengingat kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon (Riska *et al.*, 2022). Kegiatan pendataan kondisi biofisik ekosistem mangrove merupakan langkah awal dalam pengelolaan (Indra *et al.*, 2022) yang meliputi data struktur dan komposisi ekosistem mangrove serta potensi serapan karbon. Data potensi serapan karbon di kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang belum teridentifikasi. Dengan demikian, diperlukan analisis potensi serapan karbon ekosistem mangrove di Desa Eyat Mayang sebagai salah satu bagian dari KEE koridor mangrove Teluk Lembar. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis potensi serapan karbon di kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di kawasan mangrove Desa Eyat Mayang, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat pada Oktober 2022.

2.2. Prosedur Pengambilan Data

Bahan yang digunakan adalah mangrove pada tingkatan tiang dan pohon. Alat yang digunakan meliputi alat tulis, phiband, rollmeter, hagameter, kamera, *Software Ms.Excel*. Parameter yang diukur untuk analisis potensi serapan karbon meliputi data diameter dan tinggi pada tingkatan tiang dan pohon. Diameter diukur pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah atau 20 cm dari di atas

banir atau akar tunjang yang paling atas (Bengen, 2003 dalam Sari *et al.*, 2022). Pengumpulan data diameter dan tinggi dilakukan dalam petak ukur menggunakan metode jalur berpetak. Mangrove tingkatan pohon diukur pada petak ukur 10 m x 10 m, sedangkan mangrove tingkatan tiang diukur pada petak ukur 5 m x 5 m (Bengen, 2003 dalam Sari *et al.*, 2022). Kawasan mangrove Desa Eyat

Mayang dibagi ke dalam 4 bagian (Gambar 1) dengan pertimbangan aksesibilitas menuju lokasi karena kawasan mangrove terpisah-pisah oleh alur sungai (Sari *et al.*, 2023). Intensitas sampling (IS) yang digunakan sebesar 5,5% pada setiap lokasi pengambilan data sehingga diperoleh total 84 plot contoh dari 4 lokasi dengan luas total kawasan mangrove 14,75 ha.



Gambar 1. Plot Contoh Pengambilan Data.

2.3. Analisis Data

Jenis-jenis mangrove yang teridentifikasi pada ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang meliputi 5 jenis antara lain *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*,

Rhizophora stylosa dan *Sonneratia alba* (Sari *et al.*, 2023). Analisis biomassa atas permukaan (*above ground biomass*) dan biomassa bawah permukaan (*below ground biomass*) menggunakan persamaan allometrik sebagai berikut :

Tabel 1. Persamaan Allometrik Biomassa Beberapa Jenis Mangrove.

Jenis Mangrove	Persamaan Allometrik	Sumber
<i>Avicennia marina</i>	$W_{AGB} = 0,1848 D^{2,3524}$	(Dharmawan dan Siregar, 2008 dalam Pratiwi & Haryono, 2020)
	$W_{BGB} = 1,28 D^{1,17}$	(Comley and McGuinness, 2005 dalam Farista & Virgota, 2021)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W_{AGB} = 0,1466 D^{2,3136}$	(Dharmawan, 2010)
	$W_{BGB} = 0,00974 (D^2H)^{1,05}$	(Komiya <i>et al.</i> , 2008 dalam Ledheng <i>et al.</i> , 2020)
<i>Rhizophora apiculata</i>	$W_{AGB} = 1,02 D^{0,949} H^{1,142}$	(Ruslianto <i>et al.</i> , 2019)
	$W_{BGB} = 0,00698 D^{2,61}$	(Ong <i>et al.</i> , 2004 dalam Farista & Virgota, 2021)
<i>Rhizophora stylosa</i>	$W_{AGB} = 0,1579 D^{2,593}$	(Analuddin <i>et al.</i> , 2020)
	$W_{BGB} = 0,261 D^{1,86}$	(Comley and McGuinness, 2005 dalam Farista & Virgota, 2021)
<i>Sonneratia alba</i>	$W_{AGB} = 0,3841 \rho D^{2,101}$	(Kauffman dan Donato, 2012 dalam Sinaga <i>et al.</i> , 2023)
	$W_{BGB} = 0,199 \rho^{0,899} D^{2,22}$	(Komiya <i>et al.</i> , 2008 dalam Ledheng <i>et al.</i> , 2020)

Keterangan : W_{AGB} = Biomassa atas permukaan (*Above Ground Biomass*); W_{BGB} = Biomassa bawah permukaan (akar) (*Below Ground Biomass*); D = Diameter setinggi dada (cm); ρ = berat jenis tumbuhan (gr/cm^3)

Kandungan karbon di atas permukaan (*above ground carbon/ AGC*) dan karbon bawah permukaan (*below*

ground carbon/ BGC) dianalisis dengan persamaan sebagai berikut (Howard, 2014 dalam Malik *et al.*, 2022) :

$$AGC = AGB \times 0,48 \dots\dots\dots (1)$$

$$BGC = BGB \times 0,39 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

AGC = *Above Ground Carbon* (Kg)

BGC = *Below Ground Carbon* (Kg)

AGB = *Above Ground Biomass* (Kg)

BGB = *Below Ground Biomass* (Kg)

0,48 dan 0,39 = faktor konversi karbon

Analisis kemampuan mangrove dalam penyerapan karbon dianalisis

dengan persamaan berikut (Murdiyarso *et al.*, 1999 dalam Indra *et al.*, 2022) :

$$WCO_2 = C \times FKCO_2 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

WCO_2 = serapan CO_2 (ton)

C = Kandungan Karbon (ton)

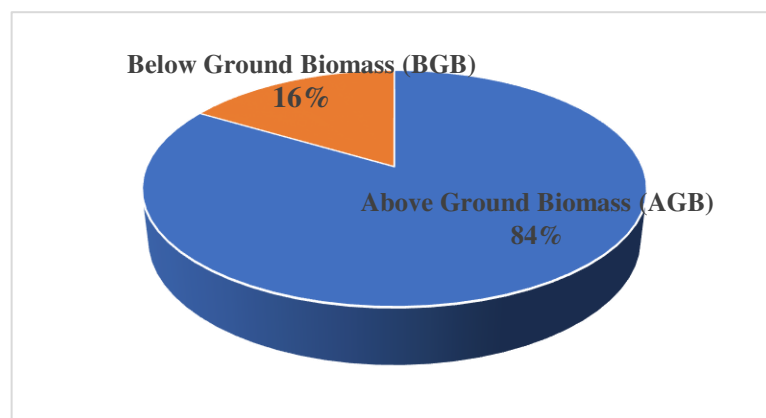
$FKCO_2$ = faktor konversi unsur karbon (C) ke $CO_2 = 3,67$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan ekosistem mangrove di Desa Eyat Mayang merupakan salah satu bagian dari kawasan ekosistem esensial (KEE) koridor mangrove Teluk Lembar. Kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang memiliki 5 jenis mangrove antara lain *Avicennia marina*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa* dan *Sonneratia alba* yang keseluruhan jenis tersebut merupakan mangrove mayor (Sari *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP), jenis *Rhizophora apiculata* merupakan jenis yang dominan pada tingkatan pertumbuhan semai, tiang maupun pohon (Sari *et al.*, 2023).

Menurut Sari *et al.* (2022), komposisi vegetasi mangrove ditinjau dari jenis dan tingkat pertumbuhannya (umur) akan menentukan biomassa dan kandungan karbon. Hal ini disebabkan oleh semakin tua umur vegetasi atau semakin tinggi

tingkat pertumbuhan maka diameternya akan semakin besar (Lukito & Rohmatiah, 2013) dan akan berpengaruh terhadap biomasanya. Berdasarkan hasil analisis, total potensi biomassa vegetasi mangrove di Desa Eyat Mayang yang ditunjukkan pada Gambar 2, sebesar 84% biomassa mangrove di Desa Eyat Mayang merupakan biomassa atas permukaan (*above ground biomass/AGB*) dan 16% merupakan biomassa bawah permukaan (*below ground biomass/BGB*). Persentase AGB dan BGB pada penelitian Tupan & Lailossa (2019) juga lebih besar nilai AGB sebesar 72% sedangkan nilai BGB 28%. Menurut Hairiah *et al.* (2011), sebagian besar kandungan karbon ada di atas permukaan dan biomassa terbesar berada pada batang karena bahan organik yang terbentuk dari fotosintesis sebagian besar didistribusikan ke bagian batang untuk pertumbuhan dan sebagai penyimpan cadangan makanan.



Gambar 2. Persentase AGB dan BGB.

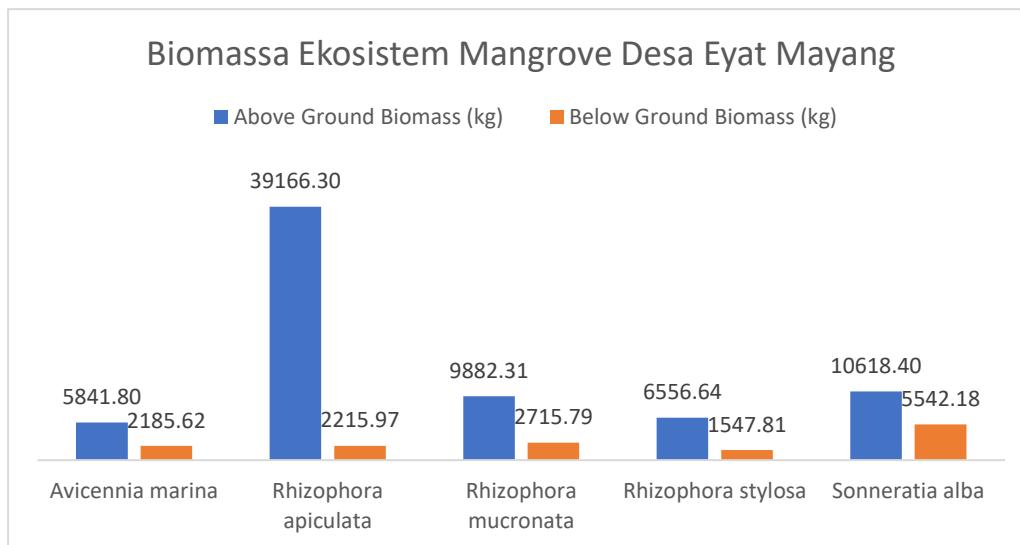
Hasil analisis biomassa pada setiap jenis ditunjukkan pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa jenis *Rhizophora apiculata* memiliki nilai AGB paling tinggi yaitu 39.166,3 kg/ha, sedangkan paling rendah dari jenis *Avicennia marina* yaitu 5.841,8 kg/ha. Jenis *Rhizophora apiculata* merupakan jenis dominan di

kawasan mangrove Desa Eyat Mayang dan memiliki nilai kerapatan, dominansi dan frekuensi paling tinggi (Sari *et al.*, 2023). Jenis *Rhizophora apiculata* memiliki jumlah individu paling banyak, sebaran yang merata di seluruh plot contoh serta luas bidang dasar (LBDS) yang paling tinggi sehingga memiliki



biomassa yang paling tinggi di kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang. Luas bidang dasar ditentukan dari

diameter pohon, menurut Putri & Wulandari (2015) semakin besar diameter maka semakin besar biomasnya.



Gambar 3. Biomassa Mangrove Desa Eyat Mayang Setiap Jenis.

Nilai BGB paling tinggi berasal dari jenis *Sonneratia alba* sebesar 5.542,18 kg/ha dan paling rendah dari jenis *Rhizophora stylosa* sebesar 1.547,81 kg/ha. Jenis *Sonneratia alba* merupakan jenis dominan ketiga di kawasan mangrove Desa Eyat Mayang setelah jenis *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* (Sari et al., 2023). Menurut Rachmawati et al. (2014), *Sonneratia* memiliki jenis akar nafas (pneumatofor) yang berada pada zona depan dan memiliki sistem perakaran kuat untuk menahan gelombang air laut. Akar *Sonneratia* berbentuk seperti pensil atau kerucut yang besar. Faktor dominan dan bentuk akar ini yang dapat menjadi salah satu penyebab jenis *Sonneratia alba* memiliki BGB yang besar. Selain itu, pada persamaan allometrik jenis *Sonneratia alba* menggunakan parameter berat jenis tumbuhan dibandingkan persamaan allometrik BGB jenis lain sehingga menyumbang besarnya nilai BGB pada jenis *Sonneratia alba*. Sedangkan jenis *Rhizophora stylosa* memiliki nilai BGB terendah karena

menurut Sari et al. (2023) jenis ini merupakan jenis dengan INP paling rendah.

Total biomassa (Tabel 2) diperoleh dari penjumlahan AGB dan BGB yang menunjukkan bahwa jenis *Rhizophora apiculata* memiliki nilai total biomassa paling tinggi yaitu 41,38 ton/ha. Oleh sebab itu, jenis *Rhizophora apiculata* juga memiliki kandungan karbon paling tinggi yaitu 19,66 ton/ha serta serapan CO₂ paling tinggi yaitu 72,17 ton/ha. Menurut Sari et al. (2022), karbon memiliki hubungan linier dengan biomassa karena semakin tinggi biomassa suatu jenis maka akan semakin tinggi kandungan karbon jenis tersebut. Oleh sebab itu, apabila suatu jenis memiliki biomassa paling tinggi maka jenis tersebut juga akan memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi dan serapan karbon yang lebih tinggi. Potensi kandungan karbon dalam biomassa dapat mencerminkan serapan CO₂ yang diserap oleh tumbuhan tersebut dari atmosfer (Purnobasuki, 2012 dalam Sinaga et al., 2023). Jenis *Rhizophora apiculata* juga merupakan jenis dominan

dibandingkan jenis-jenis lainnya sehingga memiliki potensi biomassa dan karbon

yang paling tinggi di kawasan mangrove Desa Eyat Mayang.

Tabel 2. Total Biomassa, Cadangan Karbon dan Serapan CO₂ Mangrove Desa Eyat Mayang.

No.	Spesies	Total Biomassa (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)
1	<i>Avicennia marina</i>	8,03	3,66	13,42
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	41,38	19,66	72,17
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,60	5,80	21,30
4	<i>Rhizophora stylosa</i>	8,10	3,75	13,77
5	<i>Sonneratia alba</i>	16,16	7,26	26,64
	Jumlah	86,27	40,13	147,3

Sumber : Analisis Data Primer (2022)

Analisis biomassa setiap jenis menggunakan data dari tingkatan pohon dan tiang. Komposisi pohon dan tiang pada setiap jenis juga akan berdampak pada potensi biomassa dan karbonnya. Berdasarkan data pada Tabel 2, jenis *Avicennia marina* memiliki total biomassa, kandungan karbon dan serapan CO₂ paling rendah dibandingkan jenis lainnya. Jenis *Rhizophora stylosa* merupakan jenis dengan INP paling rendah pada tingkatan pohon dan urutan INP ke-4 pada tingkatan tiang, serta jenis *Avicennia marina* memiliki urutan INP ke-4 pada tingkatan pohon serta memiliki INP urutan ke-3 pada tingkatan tiang (Sari *et al.*, 2023). Akan tetapi, jenis *Avicennia marina* memiliki potensi biomassa dan karbon lebih rendah daripada jenis *Rhizophora stylosa* karena jenis *Avicennia marina* memiliki komposisi tingkatan tiang yang lebih banyak daripada tingkatan pohon. Tingkatan tiang memiliki ukuran diameter yang lebih kecil daripada pohon, sedangkan diameter berpengaruh pada potensi biomassa dan karbon.

Menurut Sari *et al.* (2023), tumbuhan mangrove dengan diameter 20 cm sampai dengan 30 cm di kawasan mangrove Desa Eyat Mayang memiliki kerapatan di bawah 100 individu/ha.

Biomassa tegakan akan terus meningkat sampai umur tertentu yang dinyatakan oleh kelas diameter (Langi, 2007). Pertambahan usia mangrove akan berpengaruh pada peningkatan diameter dan peningkatan biomassa, kandungan karbon maupun serapan karbonnya (Mardiyah *et al.*, 2019; Sari *et al.*, 2022). Oleh sebab itu, sebagai salah satu bagian dari KEE koridor mangrove Teluk Lembar, kawasan ekosistem mangrove Desa Eyat Mayang perlu dikelola secara berkelanjutan agar pertumbuhan dan regenerasi mangrove tetap terjaga dengan baik. Selain itu, kawasan ekosistem mangrove di Desa Eyat Mayang juga berpotensi memitigasi emisi CO₂, tetapi kawasan mangrove harus memiliki laju deforestasi yang rendah (Taillardat *et al.* 2018). Upaya pencegahan deforestasi pada kawasan mangrove dapat menurunkan emisi 10% sampai 31% (Melati, 2021). Dengan demikian, diperlukan peraturan dari pemerintah untuk melindungi kawasan mangrove dari deforestasi, sosialisasi kepada masyarakat terkait peraturan serta kebijakan dalam penggunaan kawasan mangrove serta kesadaran dari masyarakat sendiri untuk ikut berpartisipasi dalam pengelolaan kawasan mangrove di Desa Eyat Mayang secara berkelanjutan.



4. KESIMPULAN

Kawasan ekosistem mangrove di Desa Eyat Mayang memiliki potensi biomassa 86,27 ton/ha yang terdiri dari 84% biomassa atas (AGB) dan 16% biomassa bawah permukaan (BGB). Potensi kandungan karbon mangrove di Desa Eyat Mayang sebesar 40,13 ton/ha dan potensi serapan karbon (CO₂) sebesar 147,3 ton/ha. Kontribusi terbesar biomassa, kandungan karbon dan serapan karbon berasal dari jenis *Rhizophora apiculata*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Mataram yang telah mewadahi kegiatan penelitian melalui skema penelitian dosen tahun 2022. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada kepada Desa Eyat Mayang yang telah memberikan izin dan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian pada kawasan mangrove Desa Eyat Mayang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, Y., Mulyadi, A., & Siregar, Y. I. (2021). Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(1), 38–48.
- Analuddin, K., Kadidae, L. A. O. D. E., Ode, L. A., Yasir, M., Septiana, A., Sahidin, I., ... Nadaoka, K. (2020). Aboveground biomass, productivity and carbon sequestration in *Rhizophora stylosa* mangrove forest of Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(3), 1316–1325. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210407>
- Asbar, & Yunus, M. (2022). Estimasi Serapan Karbon pada Substrat Dasar Berdasarkan Tingkat Kerapatan Mangrove di Kawasan Ekowisata Lantebung Kota Makassar. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 5(1), 99–109.
- BMKG, S. I. G. R. K. (2022). Pengaruh Gas Rumah Kaca terhadap Lautan Wilayah Tropis. *Buletin Gas Rumah Kaca*, 02(02), 11.
- Dharmawan, I. W. S. (2010). Pendugaan Biomasa Karbon di Atas Tanah pada Tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(1), 50–56.
- 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.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. (2011). *Pengukuran Cadangan Karbon: Dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan. Petunjuk Praktis*. Bogor: World Agroforestry Center-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya.
- Indra, G., Lastri, S., & Subrata, E. (2022). Pengukuran Karbon Tersimpan dan Serapan Karbon pada Hutan Mangrove di Teluk Buo Kota Padang Sumatera Barat. *Jurnal Menara Ilmu*, XVI(02), 28–34.
- Kusuma, A. H., Effendi, E., Hidayatullah, M. S., & Susanti, O. (2022). Estimasi Serapan Karbon pada Vegetasi Mangrove Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. *Journal of Marine Research*, 11(4), 768–778.



- Langi, Y. (2007). *MODEL PENDUGA BIOMASSA DAN KARBON PADA TEGAKAN HUTAN RAKYAT CEMPAKA (Elmerillia ovalis) DAN WASIAN (Elmerillia celebica) DI KABUPATEN MINAHASA SULAWESI UTARA. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.*
- Ledheng, L., Naisumu, Y. G., & Binsasi, R. (2020). Kajian Biomassa dan Cadangan Karbon pada Hutan Mangrove Pantai Utara Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur. In *Prosiding Seminar Nasional SMIPT "Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi"* (Vol. 3, pp. 217–229).
- Lukito, M., & Rohmatiah, A. (2013). ESTIMASI BIOMASSA DAN KARBON TANAMAN JATI UMUR 5 TAHUN (Kasus Kawasan Hutan Tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) Desa Krowe , Kecamatan Lembeyan Kabupaten Magetan). *Agritek*, 14(1), 1–23.
- Malik, A., Sideng, U., & Jaelani. (2022). Biomass Carbon Stock Assessment of Mangrove Ecosystem in Pannikiang Island South Sulawesi Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 54(1), 11–19. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22146/ijg.46989> website: <https://jurnal.ugm.ac.id/ijg>
- Mardliyah, 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.
- Melati, D. N. (2021). Ekosistem Mangrove dan Mitigasi Perubahan Iklim : Sebuah Studi Literatur. *Jurnal Sains Dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 16(1), 1–9.
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kaufman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., ... Kurniatic, S. (2015). The Potential of Indonesian Mangrove Forest for Global Climate Change Mitigation. *Nature Climate Change*, 5, 1089–1092. <https://doi.org/10.7825/2164-6279.1508>
- Pratiwi, H., & Haryono, E. (2020). The Potential Contribution of the Lagoon Ecosystem as Mangrove Carbon Sinks in Java. In *The 3rd Environmental Resources Management in Global Region* (Vol. 451, pp. 1–9). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012064>
- Putri, A. H. M., & Wulandari, C. (2015). Potensi Penyerapan Karbon Pada Tegakan Damar Mata Kucing (Shorea Javanica) Di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 13. <https://doi.org/10.23960/jsl2313-20>
- Rachmawati, D., Setyobudiandi, I., & Hilmi, E. (2014). Potensi Estimasi Karbon Tersimpan pada Vegetasi Mangrove di Wilayah Pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Jurnal Omni-Akuatika*, XIII(19), 85–91.
- Rahmanto, B. D. (2020). Peta Mangrove Nasional dan Status Ekosistem Mangrove di Indonesia. *Webinar of Development for Mangrove Monitoring Tools in Indonesia.*



- Riska, Widhanarto, G. O., & Hardiansyah, G. (2022). Estimasi Karbon Tersimpan pada *Avicennia marina* di Hutan Mangrove Desa Sentebang Kecamatan Jawai Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*, 10(3), 496–506.
- Ruslianto, Alviani, M., Maisuri, & Irundu, D. (2019). Model Alometrik Biomassa *Rhizophora apiculata* di Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat. *Buletin Eboni*, 1(1), 11–19.
- Sari, D. P., Idris, M. H., Anwar, H., Aji, I. M. L., & B. Webliana, K. (2023). Analisis Vegetasi Mangrove di Desa Eyat Mayang, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat. *Empiricism Journal*, 4(1), 101–109.
- Sari, D. P., Syaputra, M., & Webliana, K. (2022). Biomassa dan Serapan Karbon Hutan Mangrove Tanjung Batu , Desa Sekotong Tengah, Kabupaten Lombok Barat. *Journal of Forest Science Avicennia*, 05(02), 95–103. <https://doi.org/10.22219/avicennia.v5i2.20569>
- Sinaga, R. R. K., Kurniawan, F., Roni, S., Laia, D. Y. W., Andrito, W., & Hidayati, J. R. (2023). Carbon Stock Assessment of Mangrove Vegetation in Anambas Islands Marine Tourism Park , Indonesia. In *2nd Maitime Continental Fulcrum International Conference* (Vol. 1148, pp. 1–9). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1148/1/012003>
- Taillardat, P., Friess, D. A., & Lupascu, M. (2018). Mangrove Blue Carbon Strategies for Climate Change Mitigation are most Effective at the National Scale. *Biology Letters*, 14(20180251), 1–6. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0251>
- Tupan, C., & Lailossa, G. (2019). Potential of Stock Carbon in Mangrove *Sonneratia alba* in Passo Coastal Waters , Inner Ambon Bay. In *The First Maluku International Conference on Marine Science and Technology* (Vol. 339, pp. 1–8). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/339/1/012009>