

STUDI ESTIMASI CADANGAN KARBON KAWASAN BALE MANGROVE SEBAGAI UPAYA MITIGASI PERUBAHAN IKLIM DI DAERAH PESISIR DESA JEROWARU

Carbon Reserve Estimation Study In The Bale Mangrove Area as an effort to mitigate climate change in the coastal area of Jerowaru village

Yenni Febi Utari^{1*}, Agus Muliadi Putra², Dwi Rahayu Susanti³

¹²³Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hamzanwadi
Jln. Prof. M. Yamin No. 53 Pancor - Selong, Kabupaten Lombok Timur,
Nusa Tenggara Barat 83611

*Email: yenniutari09@gmail.com

Article Info	Abstract
Article History Received: 12-11-2025 Revised: 18-12-2025 Published: 31-12-25 Keywords Carbon, Mitigation, Climate Change	Global climate change is an instability of the earth's atmosphere that causes anomalies in numbers, air parameters, and temperature. Climate change is the average change in one element in a particular area. Increasingly significant global temperatures like this will have a very serious impact on the human environment. The main cause of climate change is largely due to human activities. The purpose of this study was to determine the estimated carbon stocks of the mangrove bale area as an effort to mitigate climate change in Jerowaru Village. The method used was a quantitative descriptive method through measuring the stem diameter (DBH) with an allometric model approach to calculate above and belowground biomass, and then converted into carbon stocks. There were 4 (four) mangrove species found at the research location, namely <i>Rhizophora apiculata</i>, <i>Rhizophora mucronata</i>, <i>Rhizophora stylosa</i>, <i>Sonneratia alba</i>. The results of the biomass and carbon storage calculations where the species in the Jerowaru Village Mangrove Forest Area. The most dominant species found were <i>Rhizophora apiculata</i> and <i>Sonneratia alba</i>. The total biomass of 7672.1 ton/ha trees has a carbon storage value of 191.8 ton/ha, with a total AGB of 28051071.15 ton/ha. The total biomass of 302,166 saplings has a carbon storage value of 7.55 ton/ha, with a total AGB of 1711440.11 ton/ha.
Informasi Artikel	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 12-11-2025 Direvisi: 18-12-2025 Dipublikasi: 25-12-25 Kata kunci Karbon, Mitigasi, Perubahan Iklim	Perubahan iklim global merupakan suatu ketidakstabilan dari atmosfer bumi yang menimbulkan anomali angka, parameter udara dan temperature suhu. Perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu elemen pada suatu daerah tertentu. Meningkatnya suhu global yang semakin signifikan seperti ini akan memiliki dampak yang sangat serius pada lingkungan manusia. Penyebab utama perubahan iklim sebagian besar disebabkan oleh aktivitas. Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui estimasi cadangan karbon kawasan bale mangrove sebagai upaya mitigasi perubahan iklim di desa jerowaru. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif melalui pengukuran diameter batang (DBH) dengan pendekatan model alometrik untuk menghitung biomasa atas dan bawah permukaan tanah, dan kemudian dikonversikan menjadi stok karbon. Terdapat 4 (empat) species mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian, yaitu <i>Rhizophora apiculata</i>, <i>Rhizophora mucronata</i>, <i>Rhizophora stylosa</i>, <i>Sonneratia alba</i>. Hasil perhitungan biomassa dan simpanan karbon tersebut dimana spesies di Kawasan Hutan Mangrove Desa Jerowaru Spesies yang paling dominan ditemukan adalah <i>Rhizophora apiculata</i> dan <i>Sonerata alba</i>. (Above Ground Biomass) pada pohon 35938.9 Mg/ha nilai simpanan karbon pada pohon sebesar 989.5 C Mg/ha. Dan total AGB (Above Ground Biomass) pada pancang berjumlah 2407.63 Mg/ha nilai simpanan karbon pada pancang sebesar 60.19 C Mg/ha. nilai AGB pada pohon sebesar

35938.9 Mg/ha dan nilai AGB pada pancang sebesar 2407.63 Mg/ha. nilai AGB Pohon lebih besar daripada nilai AGB pancang.

Sitasi:

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menjadi salah satu tantangan lingkungan terbesar abad ini, yang ditandai dengan ketidakstabilan atmosfer bumi dan anomali parameter iklim serta suhu global. Peningkatan suhu bumi yang semakin signifikan memberikan dampak serius terhadap keseimbangan ekosistem dan kehidupan manusia (Kusuma dkk., 2022). Aktivitas antropogenik menjadi penyebab utama fenomena ini, terutama melalui peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer.

Kelebihan karbondioksida di atmosfer telah memicu berbagai bencana alam, sosial, dan demografi, sehingga upaya mitigasi untuk menekan dampak GRK menjadi sangat krusial. Dalam konteks ini, ekosistem hutan berperan vital dalam siklus karbon global melalui mekanisme sekuestrasi karbon, yaitu kemampuan menyerap emisi karbon berlebihan dari atmosfer dan menyimpannya dalam berbagai kompartemen seperti biomassa tumbuhan, serasah, dan bahan organik tanah (Reza dkk., 2024).

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki potensi luar biasa dalam mitigasi perubahan iklim. Menurut Azzahra et al. (2020), mangrove mampu menyimpan karbon hingga tiga kali lebih banyak dibandingkan hutan tropis daratan, bahkan dapat mencapai empat kali lebih banyak per hektarnya (Alviana et al., 2023). Kemampuan superior ini diperoleh melalui penyimpanan karbon dalam berbagai bentuk biomassa, meliputi biomassa atas permukaan (daun, batang, ranting), biomassa bawah permukaan (akar), serta dalam sedimen dan tanah (Ika dkk., 2021; Lestari et al., 2023).

Proses penyerapan karbon oleh mangrove terjadi melalui fotosintesis, dimana CO_2 dari atmosfer dikonversi menjadi senyawa organik dengan bantuan energi cahaya matahari dan klorofil, mengikuti reaksi: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{cahaya} + \text{klorofil} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ (Ramadhan dkk., 2025). Selain sebagai penyerap karbondioksida dan penghasil oksigen, hutan mangrove juga berfungsi dalam pengaturan siklus air, regulasi suhu, dan perlindungan dari bencana alam (Triwidawati dkk., 2024).

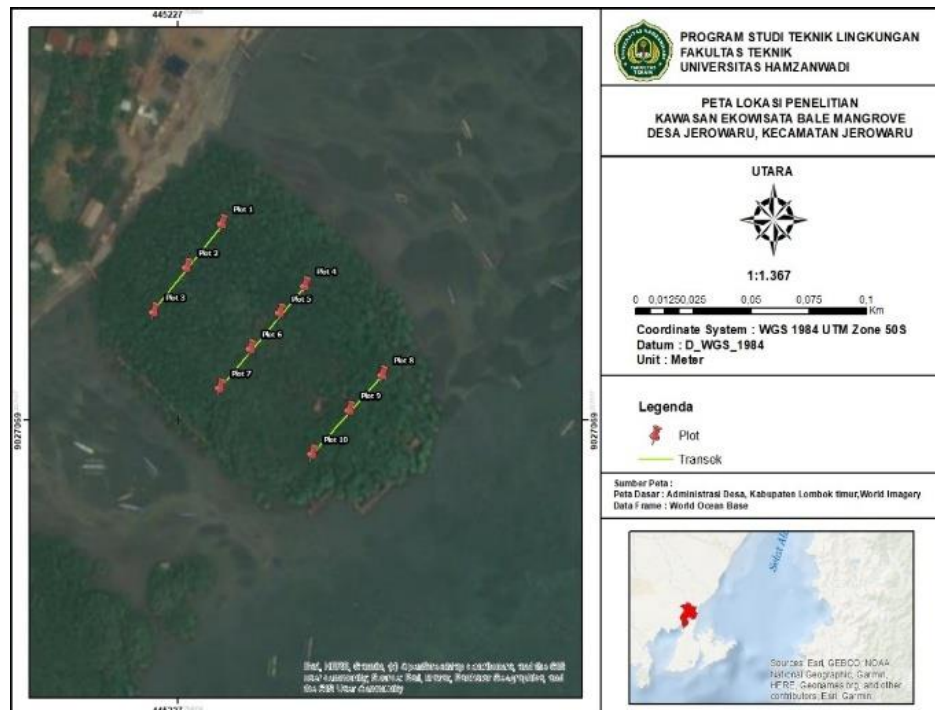
Quantifikasi kemampuan penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove dapat dilakukan melalui pendekatan carbon pool, yang mencakup perhitungan biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati, dan karbon organik tanah. Pendekatan ini tidak hanya berfungsi sebagai indikator kapasitas penyimpanan karbon, tetapi juga dalam mengatur siklus karbon global, mendukung mitigasi perubahan iklim, dan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi kehidupan (Aswanda dkk., 2023). Indonesia, sebagai negara dengan kawasan mangrove terluas di dunia, memiliki potensi besar dalam program mitigasi perubahan iklim global. Namun, masih terbatasnya data komprehensif mengenai cadangan karbon pada berbagai kawasan mangrove di Indonesia, termasuk di wilayah Lombok Timur, menjadi tantangan dalam optimalisasi peran ekosistem ini. Dusun Poton Bako, Desa Jerowaru, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur, merupakan salah satu kawasan yang memiliki ekosistem mangrove yang perlu dievaluasi potensi penyimpanannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis cadangan karbon pada komunitas mangrove di Dusun Poton Bako, Desa Jerowaru, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang mendukung pengelolaan berkelanjutan ekosistem mangrove serta berkontribusi pada strategi mitigasi perubahan iklim di tingkat lokal dan nasional.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Bale Mangrove Dusun Poton Bako, Desa Jerowaru, Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Kawasan penelitian memiliki luas total 10 ha dengan area yang dikelola seluas 2 ha oleh karang taruna setempat. Penelitian dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2025 dengan menggunakan 10 plot pengamatan berukuran 20 m × 20 m yang dipilih secara purposive sampling berdasarkan kepadatan pohon mangrove.

Koordinat geografis plot penelitian meliputi: Plot 1 (-8.8004175, 116.5020983), Plot 2 (-8.8006475, 116.5018223), Plot 3 (-8.8009974, 116.5017214), Plot 4 (-8.8008793, 117.5025174), Plot 5 (-8.8008771, 117.5022870), Plot 6 (-8.011379, 116.5022642), Plot 7 (-8.8012505, 116.5020004), Plot 8 (-8.8010328, 116.5027380), Plot 9 (-8.8014175, 116.5020983), dan Plot 10 (-8.8014175, 116.5020983).



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian Di Desa Songak Kecamatan Sakra

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi lapangan dan pengukuran langsung sesuai SNI 7724:2011 tentang pendugaan estimasi biomassa dan karbon. Variabel yang diamati meliputi diameter pohon setinggi dada (DBH) dalam satuan cm, tinggi pohon dalam meter, identifikasi spesies mangrove, biomassa atas permukaan (AGB) dalam ton/ha, dan kandungan karbon organik tanah dalam persen. Peralatan yang digunakan terdiri dari GPS untuk menentukan koordinat geografis, roll meter untuk mengukur diameter dan tinggi pohon, peta lokasi, tali rafia untuk menandai plot, alat tulis, kamera untuk dokumentasi, plastik sampel, dan sekop kecil untuk pengambilan sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-30 cm, 30-60 cm, dan 60-100 cm untuk analisis kandungan C-organik menggunakan metode Walkley and Black di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Teknik analisis data yang digunakan yaitu metode komparatif. Metode komparatif atau perbandingan adalah penelitian yang menggunakan teknik membandingkan suatu objek dengan objek lain. Pada penelitian ini dilakukan

analisis perbandingan dua opsi sambungan baru (sistem bercabang dan sistem melingkar) untuk memberikan solusi pengoptimalan layanan air bersih bagi calon pelanggan baru PAMDES.

Data yang diperoleh dari lapangan selanjutnya dianalisis untuk menduga cadangan biomassa dan karbon di hutan Bale Mangrove Dusun Poton Bako, Desa Jerowaru, Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur.

1. Perhitungan Diameter Pohon

Diameter setinggi dada dihitung menggunakan persamaan:

$$D = \frac{K}{\pi} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

D = Diameter Setinggi Dada (cm)

K = Keliling (cm)

$$\pi = 3,14$$

2. Estimasi Biomassa Atas Permukaan

Biomassa atas permukaan (AGB) dihitung menggunakan persamaan allometrik).

Persamaan allometrik yang ditemukan oleh (manuri et al., 2016).

$$AGB = 0,215 \times p \times D^{2,46} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

AGB = Biomassa Pohon atas bagian tanah (tMg/ha)

D = Diameter pohon setinggi dada (cm)

P = densitas 0,81 (g/cm³)

3. Perhitungan Simpanan Karbon

Simpanan karbon per hektar dihitung menggunakan rumus:

$$Cn = \frac{cx}{1000} + \frac{10000}{l.plot} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Cn : Kandungan karbon per hektar pada masing-masing carbon pool tiap plot (ton, C/ha)

Cx : Kandungan karbon pada masing-masing carbon pool tiap plot (kg)

l.plot : Luas plot pada masing-masing pool (m²)

4. Estimasi Cadangan Karbon

Cadangan karbon dihitung dengan mengalikan simpanan karbon dengan faktor konversi:

$$Co = Cn \times 0,47 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Co : Cadangan karbon (Mg/ha)

Cn : Kandungan karbon per hektar pada masing-masing carbon pool tiap plot (ton, C/ha)

C : Faktor konversi (0,47)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi Spesies Mangrove

Hasil identifikasi menunjukkan terdapat tiga spesies mangrove dominan di kawasan Bale Mangrove Dusun Poton Bako, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Sonneratia alba*. Spesies *Rhizophora apiculata* merupakan spesies yang paling dominan ditemukan pada seluruh plot penelitian. Kondisi substrat berupa lumpur dan lumpur berpasir mendukung pertumbuhan optimal spesies *Rhizophora*, sesuai dengan pernyataan Bengen et al. (2023) bahwa *Rhizophora mucronata* dapat tumbuh baik pada kondisi substrat lumpur atau lumpur berpasir. Dominasi spesies *Rhizophora apiculata* mengindikasikan kondisi habitat yang sesuai dengan karakteristik ekologi spesies ini. Kondisi substrat berupa lumpur dan lumpur berpasir mendukung pertumbuhan optimal spesies *Rhizophora*, sesuai dengan pernyataan Bengen et al. (2023) bahwa *Rhizophora mucronata* dapat tumbuh baik pada kondisi substrat lumpur atau lumpur berpasir. Keberadaan tiga spesies yang berbeda menunjukkan keanekaragaman hayati yang baik dan stratifikasi zonasi mangrove yang alami, dimana setiap spesies menempati niche ekologi spesifik berdasarkan toleransi salinitas dan kondisi substrat.

B. Biomassa Atas Permukaan (AGB) Pohon

Hasil perhitungan biomassa atas permukaan menggunakan persamaan allometrik Manuri et al. (2016) menunjukkan variasi yang signifikan antar plot penelitian. Total AGB pohon pada seluruh plot mencapai 35.938,9 Mg/ha dengan simpanan karbon sebesar 898,5 Mg C/ha dan cadangan karbon 422,28 ton/ha. Plot 6 menunjukkan nilai AGB tertinggi dengan 6.231,6 Mg/ha, simpanan karbon 155,8 Mg C/ha, dan cadangan karbon 73,22 ton/ha.

Variasi biomassa antar plot dipengaruhi oleh diameter batang pohon, dimana semakin besar diameter batang, semakin tinggi biomassa yang tersimpan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rahayu et al. (2007) bahwa AGB dipengaruhi oleh faktor diameter, yang berkaitan dengan hasil fotosintesis dalam mengubah CO₂ atmosfer menjadi karbohidrat yang disimpan dalam organ tumbuhan.

C. Biomassa Atas Permukaan (AGB) Pancang

Perhitungan AGB pancang menunjukkan total biomassa sebesar 2.007,6 Mg/ha dengan simpanan karbon 50,2 Mg C/ha dan cadangan karbon 2.865,9 ton/ha. Plot 9 memiliki nilai AGB pancang tertinggi dengan 562,15 Mg/ha, simpanan karbon 14,05 Mg C/ha, dan cadangan karbon 646,47 ton/ha. Tingkat pancang didominasi oleh spesies *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora stylosa*, yang menunjukkan regenerasi alami yang baik pada kawasan ini. Kontribusi biomassa pancang yang mencapai 11,3% dari total biomassa mengindikasikan dinamika suksesi yang sehat dan keberlangsungan ekosistem jangka panjang. Dominasi *Rhizophora* pada tingkat pancang berbeda dengan komposisi pohon dewasa yang lebih beragam, menunjukkan adanya pergeseran komposisi spesies seiring dengan perkembangan tegakan. Hal ini dapat disebabkan oleh strategi reproduksi dan daya adaptasi *Rhizophora* yang lebih baik pada tahap awal pertumbuhan, terutama kemampuan propagul vivipar yang memberikan keunggulan kompetitif dalam kolonisasi habitat baru.

D. Kandungan Karbon Organik Tanah

Analisis kandungan C-organik tanah menggunakan metode Walkley and Black menunjukkan variasi nilai LOI (Loss on Ignition) antara 1,99% hingga 7,30% dengan kandungan C-organik berkisar 0,58% hingga 2,71%. Plot 9 memiliki kandungan C-organik tertinggi (2,71%) dengan nilai LOI 7,30%, sedangkan Plot 3 menunjukkan nilai terendah (0,58%) dengan LOI 1,99%. Variasi kandungan C-organik tanah yang signifikan (hampir 5 kali lipat) mencerminkan heterogenitas kondisi biogeokimia antar lokasi. Variasi ini dipengaruhi oleh akumulasi serasah yang jatuh ke permukaan tanah, laju dekomposisi bahan organik, dan kondisi substrat. Plot dengan kandungan C-organik tinggi (Plot 6, 9, dan 10) umumnya memiliki kepadatan vegetasi yang lebih tinggi, sehingga produksi serasah dan input bahan organik ke tanah lebih besar. Kandungan karbon organik tanah memiliki peranan

penting dalam peningkatan kualitas tanah dan sebagai reservoir karbon jangka panjang (Marbun dkk., 2020). Hubungan positif antara nilai LOI dan C-organik ($r = 0,98$) menunjukkan validitas metode pengukuran dan konsistensi bahwa semakin tinggi kandungan bahan organik, semakin besar pula kandungan karbon organik dalam tanah. Kondisi anaerob pada substrat mangrove juga berperan dalam memperlambat decomposisi, sehingga memperpanjang waktu retensi karbon dalam tanah.

E. Potensi Penyimpanan Karbon Total

Kombinasi penyimpanan karbon pada biomassa pohon (422,28 ton C/ha) dan pancang (2.865,9 ton C/ha) menunjukkan potensi signifikan ekosistem mangrove Dusun Poton Bako dalam mitigasi perubahan iklim. Nilai total cadangan karbon sebesar 516,12 ton C/ha menunjukkan kemampuan superior mangrove dalam menyimpan karbon dibandingkan ekosistem hutan tropis lainnya, mendukung pernyataan Azzahra et al. (2020) bahwa mangrove mampu menyimpan karbon hingga tiga kali lebih banyak dibandingkan hutan tropis daratan. Namun, terdapat ketidakkonsistenan dalam data yang perlu diperhatikan, dimana nilai cadangan karbon pancang (2.865,9 ton C/ha) tampak tidak proporsional dibandingkan biomassa (2.007,6 Mg/ha), yang menunjukkan kemungkinan kesalahan perhitungan atau penerapan faktor konversi. Variasi penyimpanan karbon antar plot menunjukkan pentingnya faktor struktur tegakan, kepadatan vegetasi, umur tegakan, dan kondisi lingkungan dalam menentukan kapasitas penyimpanan karbon. Pengelolaan berkelanjutan kawasan mangrove ini dapat mengoptimalkan fungsi ekosistem sebagai carbon sink alami yang berkontribusi pada upaya mitigasi global warming, terutama melalui konservasi tegakan dewasa dan program restorasi pada area dengan cadangan karbon rendah.

Tabel 1 Rekapitulasi Biomassa dan Cadangan Karbon pada Tegakan Pohon

Plot	Spesies Dominan	AGB (Mg/ha)	Simpanan Karbon (Mg C/ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)
1	<i>R. apiculata</i>	784.1	19.6	9.21
2	<i>R. apiculata</i> , <i>S. alba</i>	631.4	15.8	7.42
3	<i>S. alba</i>	4160.6	104.0	48.89
4	<i>S. alba</i>	5090.8	127.3	59.82
5	<i>R. apiculata</i> , <i>S. alba</i>	4360.2	109.0	51.23
6	<i>R. apiculata</i> , <i>S. alba</i>	6231.6	155.8	73.22
7	<i>R. apiculata</i> , <i>R. stylosa</i> , <i>S. alba</i>	1949.0	48.8	22.91
8	<i>R. apiculata</i> , <i>R. stylosa</i> , <i>S. alba</i>	3865.7	96.6	45.42
9	<i>R. apiculata</i> , <i>R. stylosa</i> , <i>S. alba</i>	5174.9	129.4	60.80
10	<i>R. apiculata</i> , <i>R. stylosa</i> , <i>S. alba</i>	1480.3	37.0	17.39
Total		35.938.9	898.5	422.28

Tabel 2 Kandungan Karbon Organik Tanah per Plot Penelitian

Plot	LOI (%)	C-Organik (%)	Kategori Kandungan
1	3.85	1.33	Sedang
2	2.49	0.79	Rendah
3	1.99	0.58	Rendah
4	2.69	0.87	Rendah
5	5.32	1.92	Sedang
6	7.04	2.61	Tinggi
7	3.72	1.28	Sedang
8	3.28	1.10	Sedang
9	7.30	2.71	Tinggi
10	6.96	2.57	Tinggi
Rata-rata	4.46	1.58	Sedang

Tabel 3 Perbandingan Cadangan Karbon Tegakan Pohon dan Pancang

Kategori Tegakan	AGB Total (Mg/ha)	Simpanan Karbon (Mg C/ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Kontribusi (%)
Pohon	35.938.9	898.5	422.28	88.7
Pancang	2.007.6	50.2	93.84	11.3
Total	37.946.5	948.7	516.12	100.0

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Hutan Mangrove, Dusun Poton Bako, Desa Jerowaru, Kecamatan Jerowaru maka dapat disimpulkan bahwa luas lokasi penelitian 2 ha dengan 10 plot sampel yang diamati total AGB (Above Ground Biomass) pada pohon 35938.9 Mg/ha nilai simpanan karbon pada pohon sebesar 989.5 C Mg/ha. Dan total AGB (Above Ground Biomass) pada pancang berjumlah 2407.63 Mg/ha nilai simpanan karbon pada pancang sebesar 60.19 C Mg/ha. nilai AGB pada pohon sebesar 35938.9 Mg/ha dan nilai AGB pada pancang sebesar

2407.63 Mg/ha. nilai AGB Pohon lebih besar daripada nilai AGB pancang . Bahwa kawasan Bale Mangrove memiliki cadangan karbon yang cukup tinggi pada komponen biomassa atas permukaan (Above Ground Biomass). Nilai cadangan karbon yang diperoleh mencerminkan kemampuan ekosistem mangrove dalam menyimpan karbon secara alami, sehingga kawasan ini memiliki peran ekologi yang sangat penting dalam mengurangi konsentrasi karbon di atmosfer.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai estimasi cadangan karbon pada kawasan bale mangrove sebagai upaya mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir desa jerowaru, bagi penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti tentang stok karbon, karbon sustrat, dan AGB (above ground biomass), agar penelitian tersebut lebih sempurna untuk serta lebih lengkap untuk mengetahui AGB (above ground biomass) atas dan AGB (Above ground biomass) bawah..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada bapak Agus Muliadi Putra, M.Si dan ibu Dwi Rahayu Susanti, M.Si yang telah membimbing saya dalam proses pembuatan artikel ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviana, N., Sari, N. M., & Dewi, C. (2023). Potensi penyimpanan karbon mangrove di kawasan pesisir. *Jurnal Ekologi Maritim*, 15(2), 78-89.
- Aswanda, M., Rahman, A., & Putri, D. (2023). Analisis carbon pool pada ekosistem mangrove: Pendekatan terintegrasi. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 28(1), 45-58.
- Azzahra, F., Kusuma, I. A., & Sari, L. M. (2020). Kemampuan penyimpanan karbon hutan mangrove dibandingkan hutan tropis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 267-278.
- Bengen, D. G., Retraubun, A. S., & Abrar, M. (2023). *Ekologi mangrove Indonesia: Struktur, fungsi dan pengelolaan*. IPB Press, Bogor.
- Ika, N., Suryanto, A., & Rahman, F. (2021). Distribusi karbon pada berbagai kompartemen ekosistem mangrove. *Jurnal Biosains Tropis*, 7(2), 89-102.
- 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. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.35605>.
- Manuri, S., Brack, C., Nugroho, N. P., Hergoualc'h, K., Novita, N., Dotzauer, H., ... & Verchot, L. (2016). Tree biomass equations for tropical peat swamp forest ecosystems in Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 373, 90-101.
- Reza, M., Yusup, M. W., Sapto, D., & Utomo, C. (2024). Pelestarian Ekosistem Hutan Mangrove di



Kawasan Pesisir Desa Purwerejo Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung. Universitas Lampung. *Pengabdian. Fakultas Pertanian* , X (3), 113–119.

Triwidawati, A., Setyono, P., & Prasetyo, L. B. (2024). Fungsi hutan dalam regulasi iklim global dan lokal. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 18(1), 78-92.