



Research Articles

Estimasi Cadangan Karbon Tegakan Mangrove di Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat

The Estimation of Carbon Stock in Mangrove Stands in the Mangrove Area, West Lombok, West Nusa Tenggara

Wiwid Andriyani Lestariningsih¹, Mahardika Rizqi Himawan¹, Raja Aditya Sahala Siagian², Kara Muriel Angela Majerus², Brilliant Rudzaky Ridwan Putra², Aprilia Anggereni¹, Nurliah Buhari^{1*}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

²Sustainable Oceanic Research, Conservation and Education

*corresponding author, email: nurliah.buhari@unram.ac.id

Manuscript received: 19-11-2024. Accepted: 17-12-2024

ABSTRAK

Ekosistem mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem perairan yang berperan sangat penting dalam menjaga keseimbangan karbon di atmosfer dan mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Kemampuan mangrove dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam biomassa dan tanahnya menjadikan ekosistem ini sebagai salah satu penyimpan karbon yang sangat efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi cadangan karbon tegakan mangrove di Kawasan Mangrove Desa Batu Putih, Sekotong, Lombok Barat. Penelitian dilakukan di 3 Stasiun yakni Stasiun 1 (Berambang), Stasiun 2 (Siung), dan Stasiun 3 (Bangko-Bangko). Pengumpulan data dilakukan menggunakan transek 10 x 10 meter, dimana data yang diambil berupa data spesies dan DBH (Diameter at Breast Height). Selanjutnya persamaan allometrik digunakan untuk mendapatkan nilai biomassa dan cadangan karbon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat empat spesies mangrove yakni *Rhizophora mucronata*, *R. stylosa*, *R. apiculata*, dan *Avicennia marina*. Rata-rata kerapatan mangrove di setiap Stasiun masuk kedalam kategori sedang hingga padat dengan rentang nilai 1000-4666.66 ind/ha. Estimasi cadangan karbon tegakan mangrove yang ditemukan yakni Stasiun 1 (149.33 ton/ha), Stasiun 2 (28.38ton/ha), dan Stasiun 3 (476.36 ton/ha). Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai estimasi cadangan karbon di setiap Stasiun. Dengan demikian hasil penelitian ini memberikan informasi penting untuk mendukung upaya konservasi dan restorasi ekosistem mangrove di Lombok Barat, serta untuk meningkatkan pemahaman tentang peran mangrove dalam mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci : Allometrik, Atmosfer, Biomassa, Konservasi, Mitigasi Perubahan Iklim

ABSTRACT

Mangrove ecosystems are a vital form of aquatic ecosystem that significantly contribute to maintaining carbon balance in the atmosphere and support climate change mitigation efforts. Their ability to absorb and store carbon in both biomass and soil makes them among the most effective carbon sinks. This study aims to estimate the carbon storage of mangrove stands in the Gita Nada Mangrove Area, Sekotong, West Lombok. The research was conducted at three stations: Station 1 (Berambang), Station 2 (Siung), and Station 3 (Bangko-Bangko). Data collection involved a 10 x 10 meter transect, where species and diameter at breast height (DBH) data were recorded. Allometric equations were then applied to calculate biomass and carbon reserve values. The results identified four mangrove species: *Rhizophora mucronata*, *R. stylosa*, *R. apiculata*, and *Avicennia marina*. The average mangrove density at each station fell within the moderate to dense category, with values ranging from 1000 to 4666.66 individuals per hectare. The estimated carbon stocks of the mangrove stands were as follows: Station 1 had 149.33 tons per hectare, Station 2 had 28.38 tons per hectare, and Station 3 had 476.36 tons per hectare. These findings indicate significant differences in estimated carbon stock values across the stations. Overall, the results of this study provide crucial information to support conservation and restoration efforts for mangrove ecosystems in West Lombok, enhancing understanding of the role of mangroves in mitigating climate change.

Keywords: Allometric, Atmosphere, Biomass, Conservation, Climate Change Mitigation

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang paling produktif dan memiliki peran krusial dalam mendukung keberlanjutan lingkungan (Gorda et al., 2020). Salah satu fungsi utama mangrove adalah sebagai penyimpan karbon yang sangat efektif, terutama dalam mitigasi perubahan iklim (Lestariningsih et al., 2022). Menurut (Mutmainna et al., 2024.), mangrove mampu menyerap karbondioksida (CO₂) dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa di atas permukaan tanah, seperti batang, daun, dan cabang, serta di bawah permukaan tanah dalam akar dan sedimen. Proses penyimpanan karbon ini menjadikan mangrove sebagai salah satu ekosistem dengan potensi cadangan karbon yang sangat tinggi, bahkan melebihi hutan daratan tropis lainnya. Oleh karena itu, perlindungan dan pengelolaan yang tepat terhadap hutan mangrove sangat penting dalam rangka mendukung upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan memitigasi dampak perubahan iklim.

Keberadaan mangrove sangat penting bagi biota yang ada di bumi. Secara umum mangrove memiliki tiga fungsi utama yaitu fungsi ekologis, fisik dan ekonomis. Mangrove dalam fungsi ekologis mampu menghasilkan kondisi iklim mikro yang baik, memulihkan kualitas air, dan juga sebagai lokasi bagi biota untuk mencari makan, memijah serta berkembang biak berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya. Secara fisik, mangrove berfungsi menjaga garis pantai dan tepi sungai dari abrasi/erosi, menahan gelombang, sebagai filterisasi intrusi air laut, mempercepat perluasan lahan dengan proses sedimentasi serta mengurangi resiko terhadap bahaya tsunami. Kemudian dalam hal fungsi ekonomis mangrove berfungsi sebagai sumber pangan bagi masyarakat pesisir, penghasil bahan baku kayu, pertambakan, dan menjadi salah satu objek wisata alam yang menarik (Setiawan, 2015).

Kawasan Ekosistem Mangrove Desa Batu Putih, Sekotong, Lombok Barat, merupakan salah satu wilayah pesisir yang memiliki ekosistem mangrove yang beraneka ragam. Keberagaman ekosistem mangrove menunjukkan keanekaragaman hayati dan peran pentingnya dalam menjaga keseimbangan lingkungan pesisir serta kelestariannya (Martuti et al., 2018). Dengan beraneka ragam jenis mangrove yang ada, hal tersebut memberikan potensi

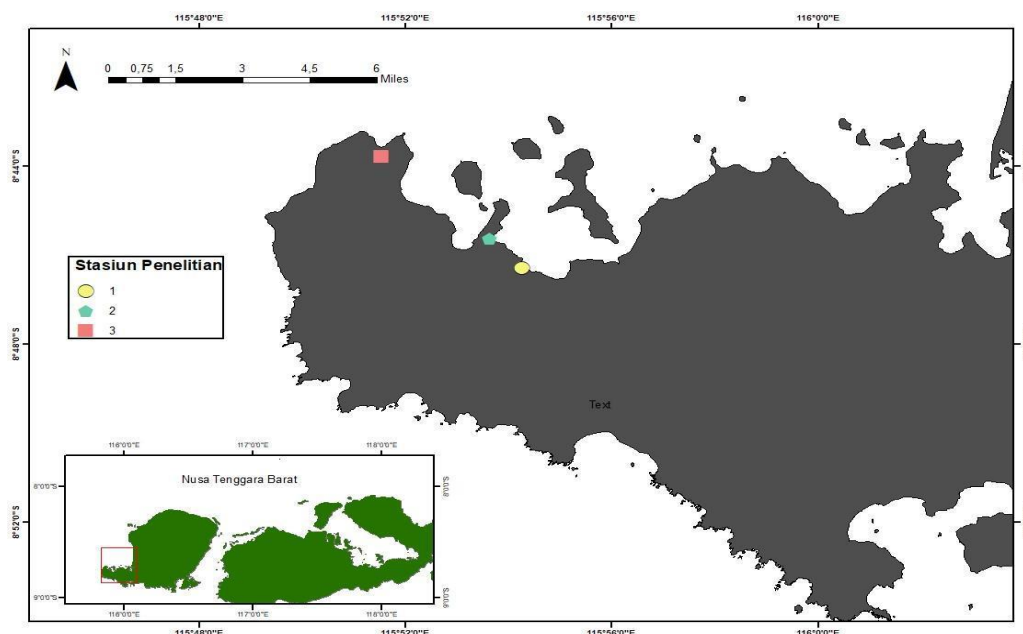
cadangan karbon yang tersimpan di ekosistem mangrove (Sribianti et al., 2022). Namun, data mengenai jumlah dan distribusi cadangan karbon di tegakan mangrove di kawasan ini masih sangat terbatas. Informasi ini sangat penting untuk mendukung pengelolaan berkelanjutan serta merumuskan kebijakan konservasi dan mitigasi perubahan iklim di tingkat lokal maupun nasional. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengestimasi cadangan karbon yang ada pada tegakan mangrove di kawasan Mangrove Desa Batu Putih, Sekotong, Lombok Barat. Dengan melakukan pengukuran dan analisis biomassa mangrove, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kapasitas penyimpanan karbon dari ekosistem mangrove di kawasan tersebut, sekaligus menyediakan landasan ilmiah yang kuat untuk pengelolaan dan pelestarian mangrove yang lebih efektif.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemahaman terhadap peran penting ekosistem mangrove dalam siklus karbon global serta memberikan informasi yang berguna bagi pengambil kebijakan dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian ekosistem mangrove. Melalui pendekatan yang komprehensif, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya konservasi dan restorasi mangrove di Indonesia, khususnya di Kawasan Mangrove Desa Batu Putih, Sekotong, Lombok Barat, serta memberikan wawasan tentang bagaimana ekosistem ini dapat berperan sebagai penyerap karbon yang penting dalam konteks perubahan iklim global.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Ekosistem Mangrove Desa Batu Putih Sekotong, Lombok Barat dengan terdiri dari 3 Stasiun penelitian yakni Stasiun 1 (Berambang), Stasiun 2 (Siung), dan Stasiun 3 (Bangko-Bangko). Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Data Penelitian di Desa Batu Putih, Sekotong, Lombok Barat

BAHAN DAN METODE

Metode pengambilan data mangrove di lapangan dilakukan dengan menggunakan pendekatan yang dijelaskan oleh Arikunto (2010), yang mencakup teknik pengumpulan data secara sistematis dan terstruktur untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai keadaan vegetasi mangrove di lokasi penelitian. Identifikasi spesies mangrove kemudian dilaksanakan berdasarkan panduan yang disusun oleh Kitamura et al. (1997), yang menyediakan taksonomi lengkap dan kunci identifikasi untuk berbagai jenis mangrove yang ditemukan di wilayah tersebut. Data yang dikumpulkan di lapangan meliputi informasi spesies dan pengukuran DBH (Diameter at Breast Height) pada kategori pohon, di mana pengukuran diameter pohon dilakukan dengan kriteria $DBH \geq 5$ cm pada setiap plot penelitian atau substasiun yang berukuran 10x10 meter (Komiyama et al., 2005; Lestariningsih et al., 2022). Teknik ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk menganalisis struktur dan komposisi ekosistem mangrove secara lebih mendalam. Selanjutnya perhitungan biomassa dan estimasi cadangan karbon dilakukan dengan perhitungan Allomatrik (Tabel 1).

No	Spesies	Persamaan Allomatrik	Referensi
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0.1466 D^{2.3136}$	Fromard et al. 1998
2	<i>R. stylosa</i>	$B = 0.9789 D^{2.6848}$	Mayuftia, 2013
3	<i>R. apiculata</i>	$B = 0.043 D^{2.63}$	Komiyama et al. 2008
4	<i>Avicennia marina</i>	$B = 0.1848 D^{2.3624}$	Dharmawan dan Siregar, 2008

B= Biomassa; ρ= Berat jenis tumbuhan; D= Diameter kategori pohon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan empat spesies mangrove di Kawasan Mangrove (Tabel 1), dimana keempat-empatnya ditemukan di Stasiun 1 yakni *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Avicennia marina*. Selanjutnya Stasiun 2 ditemukan hanya dua spesies yaitu *R. apiculata* dan *R. mucronata*. Begitu pun dengan Stasiun 3, terdapat dua spesies yang ditemukan yakni *R. mucronata* dan *Avicennia marina*. Menurut Daris et al. (2023), perbedaan kemunculan spesies di setiap Stasiun dikarenakan oleh kondisi substrat dan faktor lingkungan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di Kawasan Ekosistem Mangrove Desa Batu Putih bahwa setiap Stasiun memiliki kondisi substrat yang berbeda dimana Stasiun 1 berlumpur hingga lumpur berpasir, Stasiun 2 dengan kondisi substrat berlumpur, dan substrat Stasiun 3 berlumpur hingga pasir berlumpur.

Tabel 1. Spesies Mangrove yang ditemukan di Ekosistem Mangrove Desa Batu Putih

Spesies	Stasiun		
	1	2	3
<i>Rhizophora apiculata</i>	+	+	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	+	+	+
<i>Rhizophora stylosa</i>	+	-	+
<i>Avicennia marina</i>	+	-	-

Keterangan: (+): Ditemukan; (-): Tidak ditemukan

Tabel 2. Kerapatan Mangrove yang ditemukan di Ekosistem Mangrove Desa Batu Putih

Stasiun	Sub Stasiun	Spesies	Kerapatan (ind/ha)		
			Per Spesies	Per Sub Stasiun	Per Stasiun
1	1.1	<i>Rhizophora stylosa</i>	1600	4000	3166.66
		<i>Avicennia marina</i>	2400		
	1.2	<i>Rhizophora mucronata</i>	2400		
		<i>Rhizophora stylosa</i>	300	2700	
		<i>Rhizophora apiculata</i>	100		
1.3	<i>Rhizophora apiculata</i>	2800	2800		
2	2.1	<i>Rhizophora mucronata</i>	100	100	1000
	2.2	<i>Rhizophora mucronata</i>	1200	2600	
		<i>Rhizophora apiculata</i>	1400		
	2.3	<i>Rhizophora apiculata</i>	300	300	
3	3.1	<i>Rhizophora stylosa</i>	3700	3700	4666.66
	3.2	<i>Rhizophora stylosa</i>	2700	5000	
		<i>Rhizophora mucronata</i>	2300		
	3.3	<i>Rhizophora stylosa</i>	5300	5300	

Keterangan:

Kerapatan Padat: ≥ 1500 ind/ha

Kerapatan Sedang: $\geq 1000 - < 1500$ ind/ha

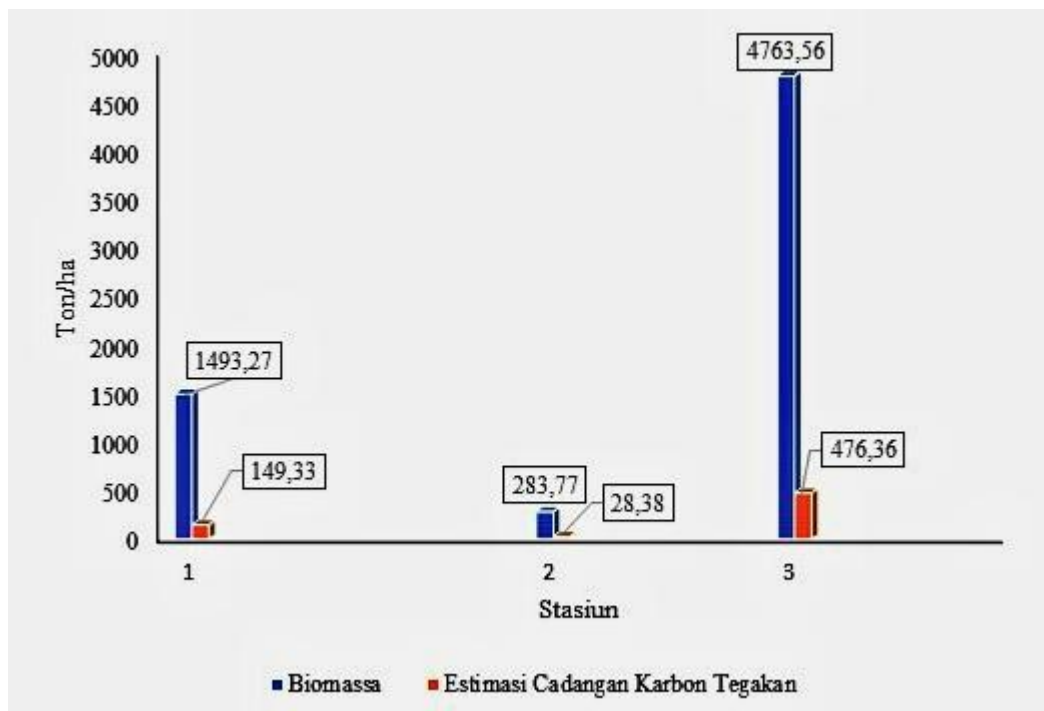
Kerapatan: < 1000 ind/ha

Tabel 2 menunjukkan kerapatan mangrove yang ditemukan di Ekosistem Mangrove Desa Batu Putih, dengan detail jumlah individu per hektar (ind/ha) untuk setiap spesies di berbagai sub-stasiun dan stasiun. Data tersebut menunjukkan variasi yang signifikan dalam kerapatan mangrove di antara ketiga stasiun, yang dapat mencerminkan kondisi lingkungan yang berbeda serta tingkat gangguan manusia di setiap lokasi. Pada Stasiun 1, total kerapatan rata-rata adalah 3166.66 ind/ha, yang dikategorikan sebagai kerapatan padat (Nuzula, 2016). Sub-stasiun 1.1 memiliki kerapatan tertinggi sebesar 4000 ind/ha, didominasi oleh spesies *Avicennia marina* (2400 ind/ha) dan *R. stylosa* (1600 ind/ha). Sub-stasiun 1.2 memiliki kerapatan 2700 ind/ha dengan spesies *R. mucronata*, *R. stylosa*, dan *R. apiculata*, sedangkan Sub-stasiun 1.3 memiliki kerapatan 2800 ind/ha yang seluruhnya terdiri dari *R. apiculata*. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan kondisi mikrohabitat yang mungkin mempengaruhi distribusi spesies dan kerapatannya di stasiun ini. Tingginya kepadatan di Stasiun 1 menunjukkan kondisi pertumbuhan yang relatif baik, hal ini dikarenakan substrat yang kaya dengan bahan organik (Lestariningsih et al., 2018).

Stasiun 2 memiliki kerapatan rata-rata jauh lebih rendah, yaitu 1000 ind/ha, yang termasuk dalam kategori kerapatan sedang hingga rendah. Sub-stasiun 2.1 memiliki kerapatan paling rendah di antara semua sub-stasiun dengan hanya 100 ind/ha dari spesies *R. mucronata*, menunjukkan bahwa area ini dikarenakan kondisi lingkungan yang kurang mendukung untuk pertumbuhan mangrove. Sub-stasiun 2.2 menunjukkan kerapatan dengan 2600 ind/ha, dan Sub-stasiun 2.3 memiliki kerapatan 300 ind/ha dari spesies *R. apiculata*. Perbedaan besar dalam kerapatan antar sub-stasiun di Stasiun 2 menunjukkan adanya variasi lokal dalam kondisi pertumbuhan yang disebabkan oleh perubahan kualitas substrat, polusi, atau aktivitas manusia yang berbeda di setiap lokasi.

Stasiun 3 memiliki kerapatan tertinggi dengan rata-rata 4666.66 ind/ha, yang menunjukkan tegakan mangrove yang sangat padat dan sehat. Sub-stasiun 3.1 dan 3.2 masing-masing memiliki kerapatan 3700 ind/ha dan 5000 ind/ha, seluruhnya dari spesies *R. stylosa*. Sub-stasiun 3.3 memiliki kerapatan tertinggi di seluruh stasiun dengan 5300 ind/ha, didominasi oleh *R. mucronata* (3000 ind/ha) dan *R. stylosa* (2300 ind/ha).

Gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran biomassa dan estimasi cadangan karbon tegakan mangrove di tiga stasiun yang berbeda di Kawasan Mangrove Desa Batu Putih, Sekotong, Lombok Barat. Hasil ini menggambarkan variasi yang signifikan dalam biomassa dan cadangan karbon di antara ketiga stasiun, yang dapat memberikan wawasan penting tentang kondisi ekosistem dan peranannya dalam menyimpan karbon.



Gambar 2. Hasil Biomassa dan Estimasi Cadangan Karbon Tegakan Mangrove di Kawasan Mangrove Desa Batu Putih Sekotong, Lombok Barat

Pada Stasiun 1, nilai biomassa tercatat sebesar 1493.27 ton/ha, dan estimasi cadangan karbon mencapai 149.33 ton/ha. Angka ini menunjukkan bahwa Stasiun 1 memiliki tegakan mangrove yang cukup padat dan besar (Tabel 2), yang dapat menyimpan sejumlah besar karbon (Lestariningsih et al., 2022). Ini menunjukkan kondisi yang relatif baik untuk pertumbuhan mangrove, menurut (Matatula et al., 2019) hal tersebut dikarenakan faktor lingkungan yang mendukung seperti kualitas tanah, kadar air, dan minimnya gangguan manusia. Berbeda dengan Stasiun 1, Stasiun 2 memiliki biomassa dan cadangan karbon yang jauh lebih rendah, yaitu 283.77 ton/ha untuk biomassa dan 28.38 ton/ha untuk cadangan karbon. Angka yang lebih rendah ini bisa menunjukkan bahwa tegakan mangrove di Stasiun 2 lebih jarang atau terdiri dari tanaman mangrove yang lebih muda Stasiun 3 menunjukkan nilai biomassa dan cadangan karbon tertinggi di antara ketiga stasiun, dengan biomassa sebesar 4763.86 ton/ha dan cadangan karbon sebesar 476.36 ton/ha. Nilai yang sangat tinggi ini mengindikasikan bahwa Stasiun 3 memiliki tegakan mangrove yang sangat padat dan terdiri dari pohon-pohon yang

lebih tua dan besar. Hal ini disebabkan oleh perlindungan yang lebih baik atau kondisi pertumbuhan yang sangat ideal di stasiun ini, seperti kesuburan tanah yang tinggi, kadar nutrisi yang cukup, atau minimnya gangguan manusia.

Secara keseluruhan, perbedaan yang signifikan antara biomassa dan estimasi cadangan karbon di ketiga stasiun ini menunjukkan adanya variasi kondisi ekosistem mangrove di Kawasan Mangrove Desa Batu Putih. Hal ini menekankan pentingnya pengelolaan dan pelestarian yang tepat untuk mempertahankan dan meningkatkan fungsi ekosistem mangrove sebagai penyimpan karbon. Upaya untuk mengurangi gangguan manusia dan meningkatkan kondisi pertumbuhan, terutama di stasiun-stasiun dengan nilai yang lebih rendah, dapat berkontribusi secara signifikan dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon. Penelitian lebih lanjut dan monitoring secara berkala diperlukan untuk memahami faktor-faktor spesifik yang mempengaruhi perbedaan ini dan untuk merumuskan strategi konservasi yang efektif.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat empat spesies mangrove di tiga stasiun yakni *Rhizophora mucronata*, *R. stylosa*, *R. apiculata*, dan *Avicennia marina*. Rata-rata kerapatan mangrove di setiap Stasiun masuk kedalam kategori sedang hingga padat dengan rentang nilai 1000-4666.66 ind/ha. Estimasi cadangan karbon tegakan mangrove yang ditemukan yakni Stasiun 1 (149.33 ton/ha), Stasiun 2 (28.38ton/ha), dan Stasiun 3 (476.36 ton/ha).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada SORCE atas kontribusi dan bantuannya dalam penyediaan informasi dan data dalam penyelesaian artikel ini. Tak lupa juga kami mengucapkan terima kasih kepada BKSDA NTB yang sudah memberikan izin dalam pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Daris L., Jaya., Wahyuti., dan Arianto IF. 2023. Kajian Ekosistem Mangrove Berdasarkan Jenis dan Karakteristik Substrat di Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar. *Lutjanus*. 28 (1): 16-27.
- Dharmawan IWE dan Siregar CA. 2008. Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina*. (Forsk) Vierth. Ciasem Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(4):317-328.
- Fromard F., Puig H., Mougine E., Marty G., Betoulle JL., dan Cadamuro L. 1998. Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia*:39-53. Springer Verlag.
- Komiyama A., Pongpam S., dan Karto S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating The Tree Weight of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology*. 21(4).
- Komiyama A., Ong JE dan Pongpam S. 2008. Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forest: a Review. *Aquatic Botany* 89(2): 128-137.
- Lestariningsih WA., Putra MGA., Putri AR., Prabowo B., Muhammad F., Santoso P., dan Zamani NP. 2022. Struktur Komposisi dan Estimasi Cadangan Karbon Tegakan

- Ekosistem Mangrove di Pulau Sangiang, Banten. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 2(2), 13-20.
- Martuti NKT., Susilowati SME., Sidiq WABN., dan Mutiatari DP. 2018. Peran kelompok masyarakat dalam rehabilitasi ekosistem mangrove di pesisir Kota Semarang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 6(2), 100-114.
- Matatula J., Poedjirahajoe E., Pudyatmoko S., dan Sadono R. 2019. Keragaman Kondisi Salinitas Pada Lingkungan Tempat Tumbuh Mangrove di Teluk Kupang, NTT, 17 (3), 425-434, doi: 10.14710/jil. 17.3. 425-434. *Jurnal Ilmu Lingkungan* (2019), 17 (3): 425-434, ISSN 1829, 8907(426).
- Mayuftia R, Hartoko A, dan Hendrarto B. 2013. Tingkat Kerusakan dan Karbon Mangrove dengan Pendekatan Data Satelit NDVI di Desa Sidodadi Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Diponogoro Journal of Maquares*, 2 (4), 146–154.
- Mutmainna N., Umar M., dan Salam MA. 2024. Estimasi Simpanan Karbon Tegakan *Rhizophora spp.*, dan Sedimen Ekosistem Mangrove di Kecamatan Belopa, Kabupaten Luwu. *BIOMA: JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, 9(1), 145-159.
- Ngurah WHSIG., dan Gorda ANES. 2020. Pengembangan Community Based Mangrove Management Untuk Mendukung Pelestarian dan Peningkatan Nilai Ekonomi Kawasan Mangrove Sebagai Ekowisata. *Parta: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1-2.
- Nuzula NI. 2016. Optimasi Pengelolaan Ekowisata Pesisir: Studi Kasus Pesisir Taman Nasional Baluran Indonesia. Magister Program Coastal Engineering And Management Faculty Of Marine Technology Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Setiawan H. 2015. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1), 12-24.
- Sribianti I., Daud M., Abdullah AA., dan Sardiawan A. 2022. Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O₂ dan Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO₂ Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai Timur. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 12-26.