



Estimasi Stok Karbon Pada Biomassa Mangrove Dusun Poton Bako, Lombok Timur

Moch. Fitrah Ramadhan¹, Paryono¹, Ibadur Rahman^{1*}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan

Fakultas Pertanian, Universitas Mataram,

**ibadur.rahman@unram.ac.id*

Abstract : *Global warming occurs as a result of greenhouse gas emissions and has become one of the world's biggest environmental problems today. Mangrove ecosystems play an important role in mitigating global warming through their ability to absorb and store carbon in their biomass. This study aims to determine the vegetation composition, biomass, and estimated carbon stock in mangrove biomass in the Poton Bako Hamlet mangrove area, Jerowaru District, East Lombok. The method used is a non-destructive method by measuring trunk diameter (DBH) using an allometric model approach to calculate above-ground and below-ground biomass, which is then converted into carbon stock. Four mangrove species were found at the research location: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, and *Sonneratia alba*. The mangrove density in Poton Bako Hamlet is 2,611.11 individuals/ha, categorized as dense. *Sonneratia alba* is the mangrove species with the highest biomass content among the other species, with above-ground biomass values of 61.37 tons/ha and below-ground biomass of 33.04 tons/ha, with a total carbon stock value of 43.43 tonsC/ha. The total above-ground biomass value of the Poton Bako mangroves is 110.22 individuals/ha, and the below-ground biomass is 52.16 tons/ha. With this biomass value, the Poton Bako mangrove area is estimated to have a total carbon stock of 74.69 tonsC/ha, consisting of 50.70 tonsC/ha above-ground carbon stock and 23.99 tonsC/ha below-ground carbon stock.*

Keyword: *Biomass, Carbon Stock, East Lombok, Mangrove, Poton Bako.*

PENDAHULUAN

Pemanasan global yang terjadi akibat peningkatan emisi gas rumah kaca seperti Karbon Dioksida (CO₂), Metana (CH₄), Nitrogen Oksida (NO_x), *Chloro Fluoro Carbon* (CFC) menjadi salah satu masalah lingkungan yang memiliki pengaruh besar untuk dunia dan makhluk hidup (Latuconsina, 2010). Mangrove memiliki peran penting dalam mitigasi pemanasan global dengan kemampuannya menyerap dan menyimpan karbon (Rachmawati *et al.*, 2014). Mangrove dapat menyimpan lebih banyak karbon dibandingkan hutan tropis lainnya, bahkan hingga empat kali lebih banyak per hektar (Alviana *et al.*, 2023). Karbon yang diserap mangrove disimpan dalam biomasnya, termasuk biomassa atas (daun, batang, ranting) dan biomassa bawah (akar), serta pada tanah (Lestari *et al.*, 2023).

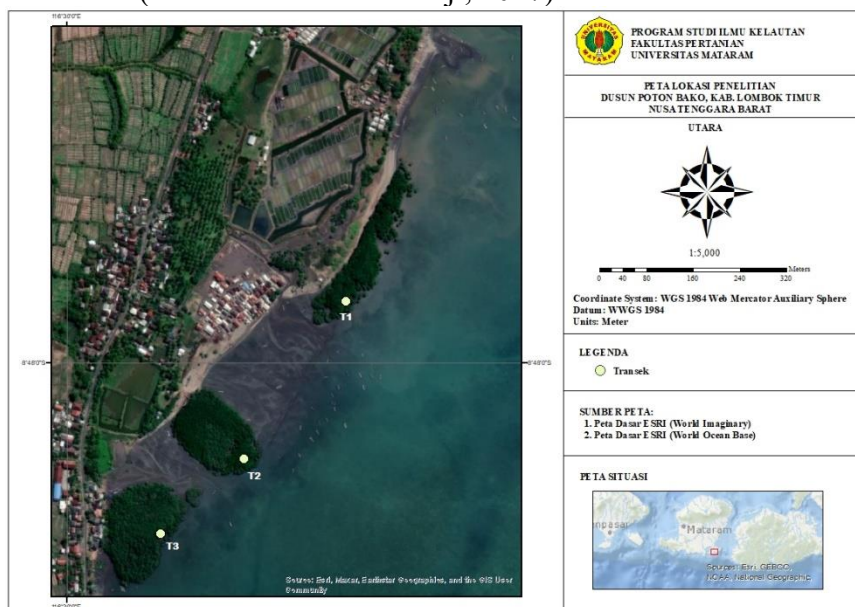
Potensi ekologis dari ekosistem mangrove Indonesia sebagai carbon sink dan penyimpanan karbon telah banyak diteliti, seperti simpanan karbon atas mangrove sebesar 86,11 ton/ha dan simpanan karbon bawah sebesar 57,69 ton/ha pada Hutan Mangrove Perancak, Jembrana, Provinsi Bali (Suryono *et al.*, 2018); Mangrove Pantai Cemara memiliki kandungan karbon sebesar 7.456 ton/ha dan memiliki serapan karbon sebesar 27.364 tonCO₂/ha sedangkan Pantai Sekotong memiliki kandungan karbon sebesar 2.847,6 ton/ha dan serapan karbon sebesar 10.067,54 tonCO₂/ha (Haryani *et al.*, 2022). Pulau Lombok khususnya Kabupaten Lombok Timur merupakan wilayah dengan kerusakan mangrove tertinggi dengan luas 1.493,56 ha (Budhiman *et al.*, 2010). Dusun Poton Bako merupakan salah satu wilayah yang memiliki

kawan mangrove. Dusun ini terletak di sebuah Teluk yang kemudian di belakang hari Teluk tersebut diabadikan menjadi Teluk Poton Bako. Di Teluk ini terdapat hutan mangrove yang tumbuh di sepanjang garis pantainya. Mangrove yang ada di Dusun Poton Bako dari waktu ke waktu sudah mulai berkurang akibat dari perbuatan manusia yang tidak bertanggung jawab (Safnowandi, 2019). Oleh karena itu, estimasi stok karbon pada biomassa mangrove di Dusun Poton Bako sangat penting untuk mendukung upaya konservasi dan mitigasi perubahan iklim. (Senoaji & Hidayat, 2016).

Estimasi stok karbon pada ekosistem mangrove diperlukan untuk mengukur kontribusi ekosistem ini dalam menyerap emisi karbon global. Kajian mengenai potensi simpanan karbon pada mangrove di berbagai lokasi di Indonesia menunjukkan hasil yang bervariasi tergantung jenis mangrove dan kondisi lingkungan setempat. Di Lombok Timur, kerusakan mangrove yang tinggi dapat berdampak negatif terhadap kapasitas penyimpanan karbon, memperparah efek perubahan iklim (Dinilhuda *et al.*, 2018). Estimasi stok karbon dalam biomassa mangrove sangat penting untuk menilai nilai konservasi ekosistem ini dan merumuskan strategi perlindungannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi vegetasi, biomassa, dan estimasi stok karbon pada biomassa mangrove di kawasan mangrove Dusun Poton Bako. Studi ini bertujuan untuk mengukur komposisi vegetasi, biomassa, dan stok karbon mangrove di Dusun Poton Bako, sehingga dapat memberikan data dasar untuk perencanaan konservasi yang lebih efektif.

METODE PENELITIAN

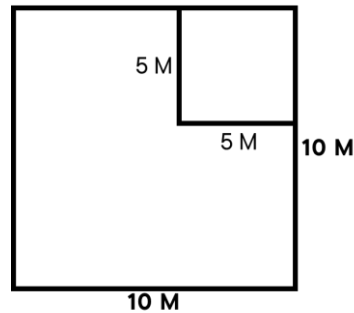
Penelitian ini dilaksanakan pada 11 Juni hingga 2 Juli 2024 di Dusun Poton Bako, Kabupaten Lombok Timur. Penelitian ini terdiri dari 3 transek dimana tiap transek terdiri dari 3 plot tiap transek. Transek pengamatan tersebut ditentukan menggunakan *Google Earth Pro* untuk mengetahui keberadaan ekosistem mangrove yang terlihat lebih hijau dibandingkan vegetasi ekosistem lain (Dharmawan & Pramudji, 2017).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengumpulan data primer menggunakan metode purposive sampling untuk menentukan lokasi pengambilan data, serta metode plot contoh transek (*Transect Line Plot*) untuk mengumpulkan data mangrove di lokasi yang telah ditentukan. Plot pengamatan berbentuk kuadran acak berukuran 10x10m digunakan untuk mengukur diameter pohon, sedangkan sub-

plot berukuran 5 x 5 m digunakan untuk pengukuran sapling (Mandari *et al.*, 2016) bentuk plot dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Plot Pengamatan

Pengambilan data biomassa batang dan akar menggunakan metode tanpa pemanenan (*non-destructive*). Metode *non-destructive* dilakukan dengan menggunakan model alometrik berdasarkan DBH pohon, lalu biomassa tersebut dikonversikan menjadi nilai karbon (Emrinelson & Warningsih, 2023).

Analisis data kerapatan jenis (D_i) merupakan jumlah individu jenis i dalam suatu unit area. Kerapatan jenis dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$D_i = \frac{n_i}{A}$$

Dimana,

- D_i : Kerapatan Jenis i
- n_i : Jumlah total individu dari jenis i (ind)
- A : Luas area total pengambilan contoh (ha)

Penentuan biomassa mangrove menggunakan persamaan alometrik untuk setiap jenisnya. Persamaan alometrik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Persamaan Alometrik Above-Ground Biomassa

Spesies	Alometrik	Sumber
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,268 \times DBH^{2,345}$	(Kangkuso <i>et al.</i> , 2018)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,143 \times DBH^{2,52}$	(Kangkuso <i>et al.</i> , 2018)
<i>Rhizophora stylosa</i>	$B = 0,1579 \times DBH^{2,593}$	(Analuddin <i>et al.</i> , 2020)
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0,251 \times 0,475 \times DBH^{2,46}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2005)

Tabel 2. Persamaan Alometrik Below-Ground Biomass

Spesies	Alometrik	Sumber
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,00698 \times DBH^{2,61}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,199 \times \rho^{0,899} \times DBH^{2,22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Rhizophora stylosa</i>	$B = 0,261 \times DBH^{1,86}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0,199 \times \rho^{0,899} \times DBH^{2,22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)

Keterangan:

- B : Biomassa (kg)
- ρ : Wood density (g/cm)
- DBH : Diameter batang mangrove (cm)

Pengamatan ini juga tidak dilakukan penimbangan untuk *wood density* pada mangrove, sehingga data *wood density* yang digunakan menggunakan acuan pada hasil pengukuran berbagai sumber yang ada (Pravitha *et al.*, 2022). Data *wood density* disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Wood Density Spesies Mangrove (Hermialingga *et al.*, 2020)

Spesies	Wood Density (g/cm)
<i>R. apiculata</i>	0,8814
<i>R. mucronata</i>	0,8483
<i>R. stylosa</i>	0,94
<i>S. alba</i>	0,6443

Estimasi simpanan karbon pada *above ground* dan pada *below ground* mengikuti aturan 46% biomassa adalah karbon (Suryono *et al.*, 2018). Sehingga Stok Karbon diestimasi menggunakan rumus:

$$\text{Stok Karbon} = \text{Biomassa} \times 0,46$$

Setelah penghitungan stok karbon dalam kilogram, stok karbon dikonversi menjadi satuan ton. Menurut Standar Nasional Indonesia (2011) konversi stok karbon menjadi satuan ton per hektar.

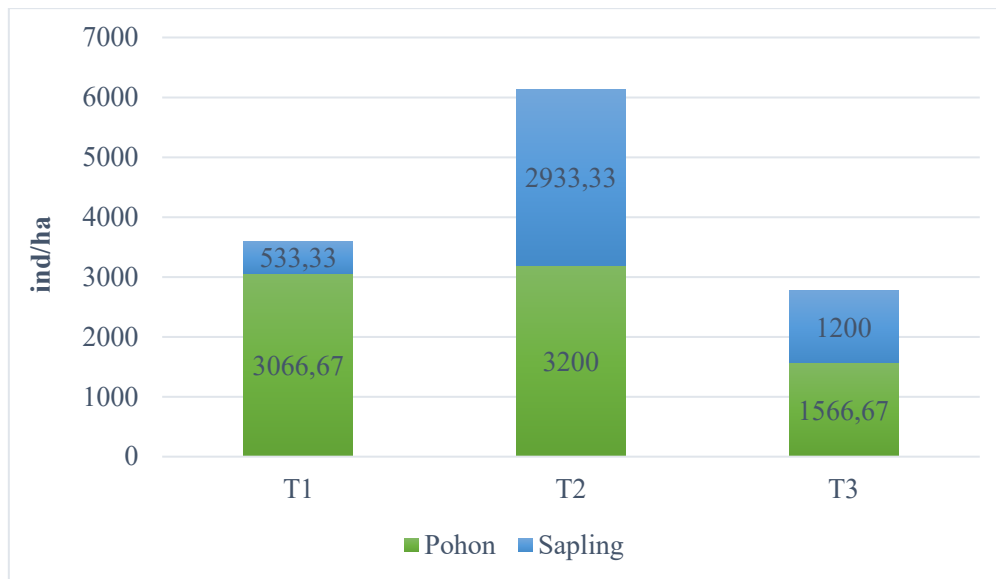
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ditemukan beberapa spesies mangrove yang berada di Poton Bako yaitu diantaranya *R. apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, dan *S. alba* (tabel 4). Spesies *R. mucronata* juga memiliki jumlah individu terbanyak baik kategori pohon maupun sapling, dimana spesies tersebut memiliki total individu sebanyak 131 pohon dan 17 sapling. Kondisi substrat pada mangrove dapat mempengaruhi keberadaan ataupun pertumbuhan mangrove (Azzahra *et al.*, 2022). Mangrove jenis *Rhizophora* khususnya *R. mucronata* dapat tumbuh baik pada kondisi substrat lumpur ataupun lumpur berpasir (Bengen *et al.*, 2023). Banyaknya jumlah sapling pada spesies *R. mucronata* dapat diduga karena adanya penanaman mangrove spesies tersebut, salah satunya kegiatan penanaman Festival Bale Mangrove dimana kegiatan tersebut menggunakan *R. mucronata* sebagai bibit (Suyantri *et al.*, 2023).

Tabel 4. Sebaran Spesies Mangrove

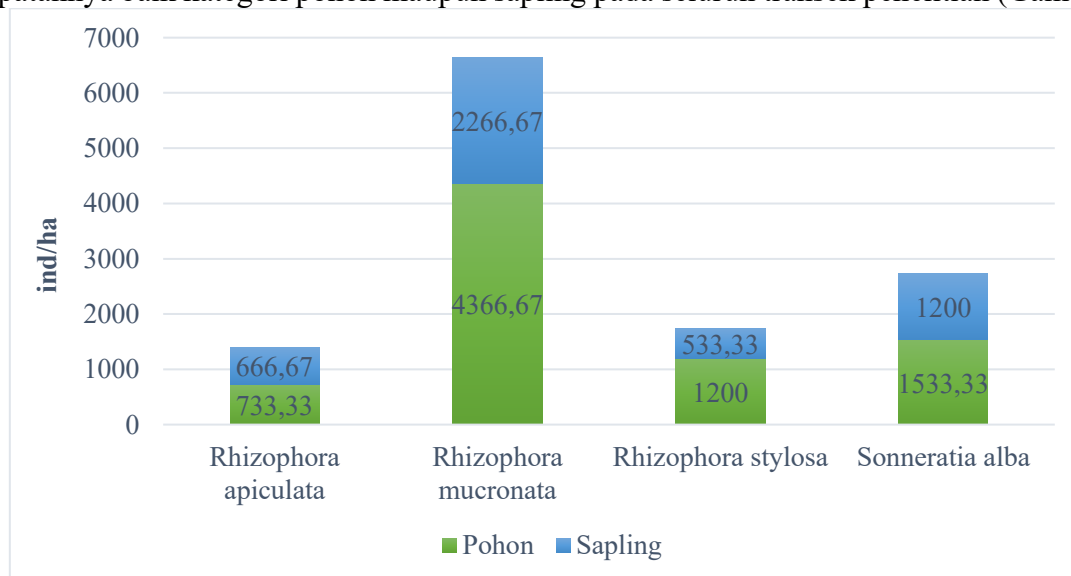
Spesies	Jumlah Individu							
	Pohon			Total individu	Sapling			Total individu
	T1	T2	T3		T1	T2	T3	
<i>Rhizophora apiculata</i>	4	13	10	27	-	5	-	5
<i>Rhizophora mucronata</i>	84	34	13	131	4	7	6	17
<i>Rhizophora stylosa</i>	-	33	3	36	-	4	-	4
<i>Sonneratia alba</i>	4	16	26	46	-	6	3	9
Total	92	96	52	240	4	22	9	35

Kerapatan mangrove di kawasan Dusun Poton Bako tergolong padat dengan rata-rata 2611,11 ind/ha. Berdasarkan Kepmen LH No.201 (2004), kerapatan mangrove kawasan mangrove kategori pohon di dusun Poton Bako termasuk dalam kategori baik (sangat padat) yaitu ≥ 1500 ind/ha. Kerapatan tertinggi ditemukan pada transek 2 dengan nilai 3200 ind/ha untuk kategori pohon, dan 2933,33 ind/ha untuk kategori sapling (Gambar 3). Kerapatan tertinggi pada transek ini menunjukkan bahwa kondisi ekosistem mangrove di kawasan tersebut masih cukup baik dan mampu mendukung regenerasi alami.



Gambar 3. Nilai Kerapatan Mangrove tiap Transek

Tingginya kerapatan jenis mangrove menunjukkan banyaknya tegakan pada area tersebut. Spesies mangrove *R. mucronata* merupakan spesies mangrove yang paling tinggi nilai kerapatannya baik kategori pohon maupun sapling pada seluruh transek penelitian (Gambar 4).



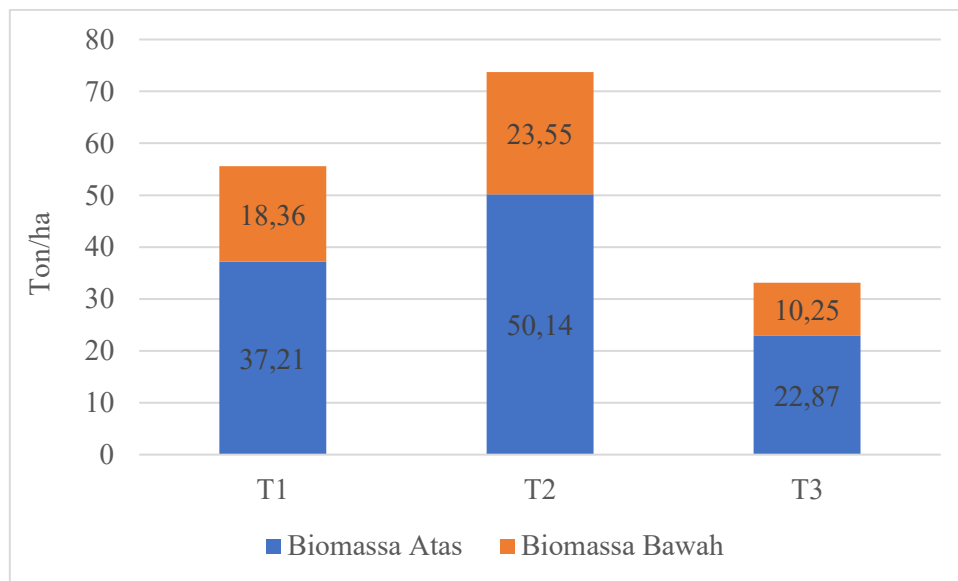
Gambar 4. Nilai Kerapatan Mangrove tiap Spesies

Kerapatan jenis *R. mucronata* pada kategori pohon memiliki total sebesar 4366,67 ind/ha. Tingginya nilai kerapatan *R. mucronata* diduga disebabkan karena tingginya toleransi *R. mucronata* terhadap kondisi lingkungan, terutama substrat, serta kemampuan penyebaran benih yang luas. Usman *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa *R. mucronata* adalah jenis mangrove yang toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan, seperti substrat, pasang surut, salinitas, dan nutrisi, serta mampu tumbuh di berbagai tempat.

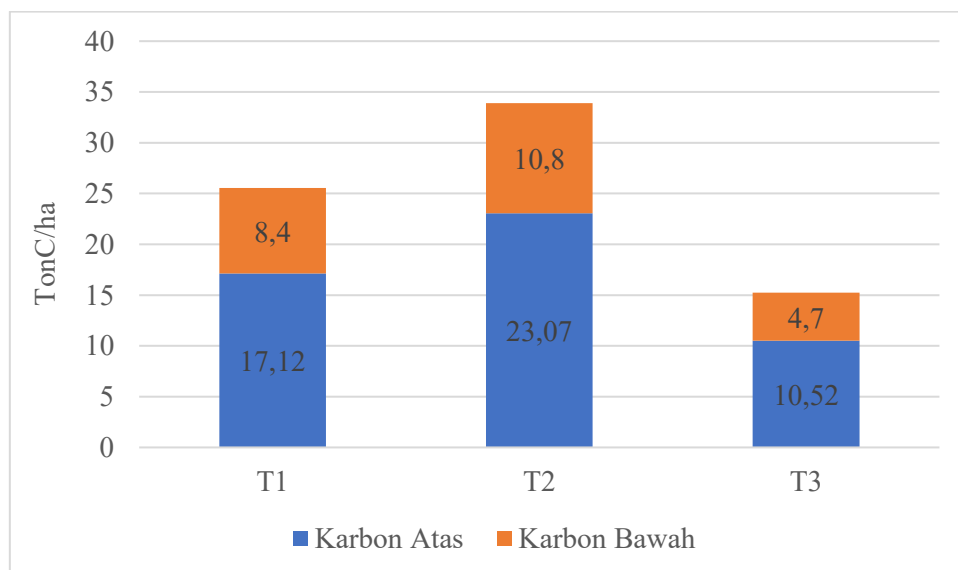
Kerapatan dapat digunakan untuk mengukur tingkat gangguan terhadap suatu habitat. Jika nilai kerapatan jenis tumbuhan di suatu habitat rendah, ini menunjukkan bahwa habitat tersebut telah mengalami kerusakan. Sebaliknya, jika nilai kerapatan jenis tumbuhan tinggi, habitat tersebut belum mengalami kerusakan (Warpur, 2016). Menurut Isti Pradnyandari Dewi *et al.*, (2021), Semakin tinggi kerapatan tegakan, semakin lambat pertumbuhan diameter

tegakan karena adanya kompetisi antar tegakan. Pertumbuhan tinggi tegakan juga dapat terhambat akibat persaingan dalam memperoleh unsur hara, air, cahaya, dan CO₂.

Mangrove adalah salah satu ekosistem yang memiliki peran ekologis sebagai penyerap dan penyimpan karbon (Marzuki *et al.*, 2023). Karbon yang telah diserap oleh mangrove sebagian akan digunakan untuk menjalankan proses fisiologis dan sebagian akan disimpan dalam bentuk biomassa (*carbon pools*) termasuk Biomassa atas maupun biomassa bawah (Lestari *et al.*, 2023). Pada ekosistem mangrove, biomassa dapat dihitung menggunakan rumus persamaan alometrik spesifik untuk setiap jenis mangrove yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya. Estimasi stok karbon pada biomassa dilakukan dengan mengonversi nilai biomassa menjadi kandungan karbon, di mana 47% dari biomassa adalah karbon (Ati *et al.*, 2014). Nilai biomassa dan serapan karbon yang ditampilkan merupakan total dari rata-rata individu atau spesies lalu ditotalkan.



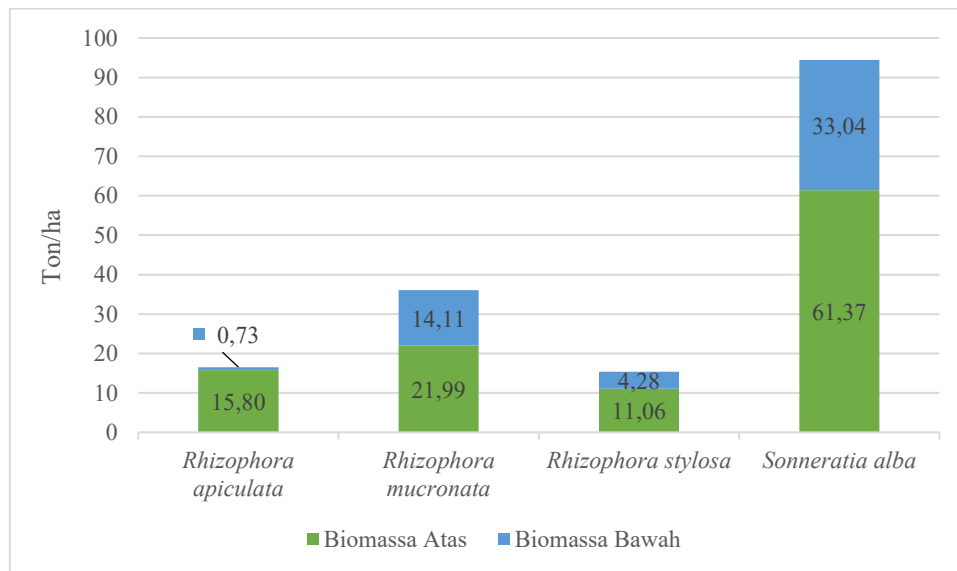
Gambar 5. Nilai Biomassa tiap Transek



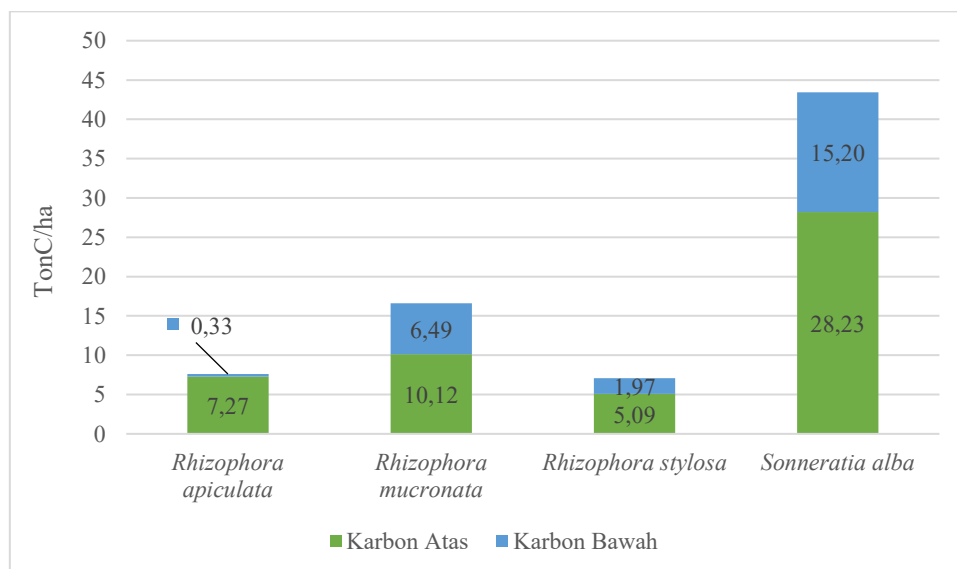
Gambar 6. Nilai Stok Karbon tiap Transek

Berdasarkan data, Transek 2 memiliki biomassa dan simpanan karbon tertinggi dengan biomassa atas 50,14 ton/ha dan karbon 23,1 ton C/ha, serta biomassa bawah 23,55 ton/ha dan

karbon 10,8 ton C/ha. Sementara, Transek 3 memiliki nilai terendah dengan biomassa atas 22,87 ton/ha dan karbon 10,5 tonC/ha, serta biomassa bawah 10,25 ton/ha dan karbon 4,7 ton C/ha. Total biomassa atas Mangrove Poton Bako adalah 110,22 ton/ha, dan biomassa bawah 52,16 ton/ha, dengan total stok karbon 74,69 ton C/ha. Stok karbon ini lebih rendah dari Mangrove Teluk Jor dengan stok karbon sebesar 697,45 ton C/ha hanya dari stok karbon atas (batang) (Zulhalifah *et al.*, 2021) tetapi lebih tinggi dari Hutan Mangrove di Desa Lembung Paser yang memiliki stok karbon atas 40,75 ton C/ha dan 16,96 ton C/ha stok karbon bawah Ibrahim & Muhsoni, (2020).



Gambar 7. Nilai Biomassa tiap Spesies

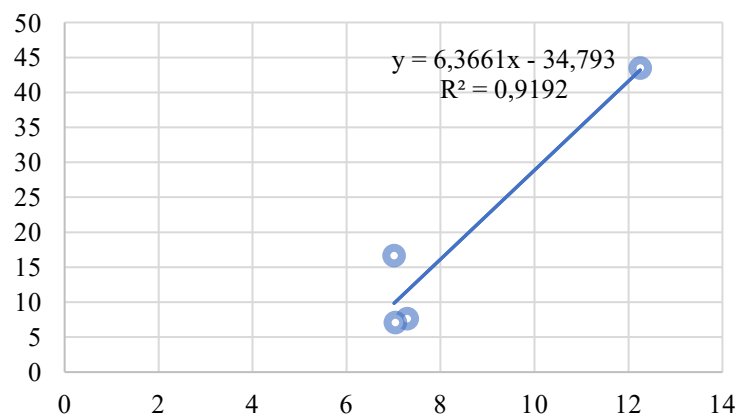


Gambar 8. Nilai Stok Karbon tiap Spesies

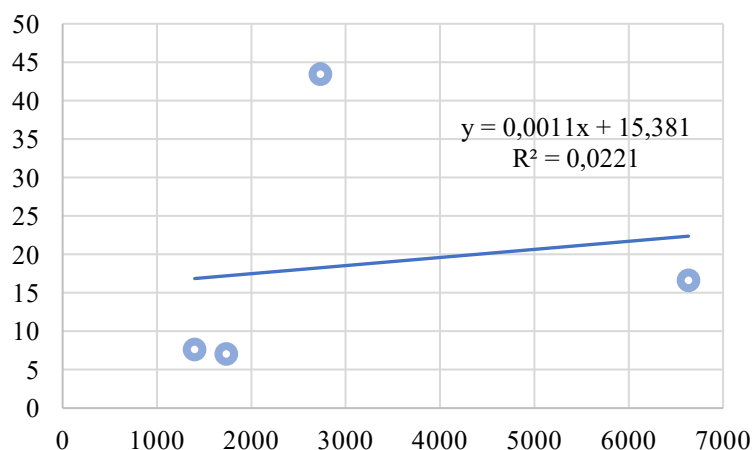
Tingginya nilai karbon biomassa pada daerah lain dapat terjadi karena kondisi nyata pada lapangan ataupun dikarenakan penggunaan metode *non-destruktif* dengan menggunakan alometrik. Menurut Adame *et al.*, (2017) dalam Hermialingga *et al.*, (2020) menyatakan bahwa estimasi biomassa akar menggunakan persamaan alometrik cenderung $40 \pm 12\%$ lebih tinggi dibandingkan pengukuran langsung, kemungkinan karena ketidakpastian struktur akar di dalam tanah yang berbeda untuk setiap spesies mangrove.

Spesies *S. alba* memiliki biomassa tertinggi, dengan biomassa atas sebesar 61,37 ton/ha dan biomassa bawah 33,04 ton/ha, serta total stok karbon sebesar 43,43 ton C/ha. Sebaliknya, *R. stylosa* menunjukkan biomassa dan stok karbon terendah, yaitu 7,06 ton C/ha yang terdiri dari 5,09 ton C/ha karbon atas dan 1,97 ton C/ha karbon bawah. Perbandingan nilai stok karbon tiap spesies mangrove dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa biomassa pada transek penelitian dan pada tiap spesies ditemukan memiliki nilai yang beragam. Nilai biomassa pada mangrove tersebut akan mempengaruhi juga tinggi atau rendahnya nilai stok karbon pada mangrove, *Ati et al.*, (2014) menyatakan bahwa nilai stok karbon pada mangrove dipengaruhi oleh nilai biomassa pohon, dimana 46% biomassa merupakan karbon. Nilai biomassa pada setiap spesies mangrove umumnya berbeda (*Hermialingga et al.*, 2020), terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai biomassa pada mangrove yaitu seperti DBH, kerapatan, dan berat jenis kayu. *S. alba* memiliki stok karbon tertinggi, yang dikaitkan dengan kepadatan pohon yang lebih tinggi dibandingkan spesies lain (*Zulhalifah et al.*, 2021). Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa biomassa atas (batang) lebih besar dari biomassa bawah (akar) karena mencakup batang, cabang, tangkai, dan daun (*Alviana et al.*, 2023).



Gambar 9. Hubungan DBH dengan Nilai Stok Karbon



Gambar 10. Hubungan Kerapatan dengan Nilai Stok Karbon

Hubungan nilai stok karbon dengan kerapatan tiap spesies mangrove memiliki hubungan yang positif, nilai koefisien determinasi (R^2) pada hubungan kerapatan dengan nilai stok karbon tiap spesies ini memiliki nilai yang kecil yaitu 0,0221 (Gambar 9). Sementara nilai hubungan antara rerata DBH dengan nilai stok karbon tiap spesies memiliki nilai R^2 lebih tinggi

dibandingkan dengan nilai R^2 kerapatan dengan nilai stok karbon yaitu 0,9192 (Gambar 10). Nilai koefisien determinasi (R^2) tersebut dapat menggambarkan nilai hubungan antar variabel, dimana semakin tinggi nilai R^2 maka hubungan antar variabel tersebut makin kuat (Ati *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah individu tidak selalu memiliki nilai stok karbon yang tinggi juga. Nilai stok karbon yang tinggi diperoleh dari biomassa yang tinggi berdasarkan pengukuran DBH di lapangan. Menurut Cahyaningrum *et al.*, (2014) menyatakan bahwa pada pada plot pengamatan yang memiliki pohon berukuran lebih besar dibanding plot lain dapat pertanda bahwa biomassa pohon tersebut besar sehingga memiliki simpanan karbon yang besar pula.

KESIMPULAN

Kawasan mangrove dusun Poton Bako, Lombok Timur ditemukan 4 Spesies mangrove yaitu *R. apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, dan *S. alba*. Tingkat kerapatan pada Mangrove Poton Bako memiliki nilai rata-rata kerapatan sebesar 2611,11 ind/ha yang termasuk dalam kategori padat (>1500). Total nilai biomassa atas permukaan mangrove Poton Bako sebesar 110,22 ind/ha dan biomassa bawah permukaan sebesar 52,16 ton/ha. Dengan nilai biomassa tersebut, kawasan mangrove Poton Bako, Lombok Timur diestimasikan memiliki total stok karbon sebesar 74,69 tonC/ha yang terdiri dari 50,70 tonC/ha stok karbon atas permukaan dan 23,99 tonC/ha stok karbon bawah permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviana, D., Anggraini, R., Hidayati, J. R., Karlina, I., Lestari, F., Apdillah, D., Syakti, A. D., & Sihite, D. (2023). Estimasi Cadangan Karbon Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 464–472. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.18326>
- Analuddin, K., Kadidae, L. O., Yasir Haya, L. O. M., Septiana, A., Sahidin, I., Syahrir, L., Rahim, S., Fajar, L. O. A., & Nadaoka, K. (2020). Aboveground Biomass, Productivity And Carbon sequestration In *Rhizophora Stylosa* Mangrove Forest Of Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4), 1316–1325. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210407>
- Ati, R. N. A., Rustam, A., Kepel, T. L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., Mangindaan, P., Salim, H. L., & Hutahaean, A. A. (2014). Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai Blue Carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2), 119–127. <https://www.researchgate.net/publication/283426823>
- Azzahra, P. R., Sumarga, E., & Sholihah, A. (2022). Analisis Kesehatan Mangrove di Taman Wisata Alam Angke Kapuk, Jakarta Utara (Analysis of Mangrove Health at Angke Kapuk Nature Tourism Park, North Jakarta). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, 20(1).
- Bengen, D. G., Yonvitner, Y., & Rahman, R. (2023). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Mangrove*. <https://www.researchgate.net/publication/368476554>
- Budhiman, S., Dewanti, R., Kusmana, C., & Puspaningsih, N. (2010). Kerusakan Hutan Mangrove Di Pulau Lombok Menggunakan Data Landsat-TM Dan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Warta Lapan*. <https://www.researchgate.net/publication/277053848>
- Cahyaningrum, S. T., Hartoko, A., & Suryanti. (2014). Biomassa Karbon Mangrove pada Kawasan Mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa Mangrove Carbon

- Biomass at Kemujan Island, Karimunjawa Nasional Park Indonesia. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 3(3), 34–42. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Dewi, I. G. A. I. P., Faiqoh, E., As-syakur, Abd. R., & Dharmawan, I. W. E. (2021). Regenerasi Alami Semaian Mangrove Di Kawasan Teluk Benoa, Bali. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(3), 395–410. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i3.36364>
- Dharmawan, I. W. E., & Pramudji. (2017). *Panduan Pemantauan Komunitas Mangrove*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. <https://www.researchgate.net/publication/342591072>
- Dinilhuda, A., Akbar, A. A., & Jumiati, J. (2018). Peran Ekosistem Mangrove Bagi Mitigasi Pemanasan Global. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2). <https://doi.org/10.26418/jtsft.v18i2.31233>
- Emrinelson, T., & Warningsih, T. (2023). Estimasi Simpanan Karbon Hutan Mangrove di Pesisir Utara Pulau Cawan, Indragiri Hilir. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 58–68. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v5i.704>
- Haryani, Muhlis, & 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. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i3.3647>
- Hermialingga, S., Suwignyo, R. A., & Ulqodry, T. Z. (2020). Potensi Simpanan Karbon Pada Biomassa Tegakan Dan Akar Mangrove Di Kawasan Lindung Pantai Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Segara*, 16(3), 187. <https://doi.org/10.15578/segara.v16i3.9335>
- Ibrahim, A., & Muhsoni, F. F. (2020). Estimasi Stok Karbon Pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Desa Lembung Paseser, Kecamatan Sepuluh, Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(4), 498–507. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.8947>
- Kangkuso, A., Sharma, S., Jamili, J., Septiana, A., Sahidin, I., Rianse, U., Rahim, S., & Nadaoka, K. (2018). Trends in allometric models and aboveground biomass of family Rhizophoraceae mangroves in the Coral Triangle ecoregion, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(7), 691–711. <https://doi.org/10.1080/10549811.2018.1453843>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, Pub. L. No. 201, Kementrian Negara dan Lingkungan Hidup (2004).
- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongparn, S. (2008). Allometry, Biomass, And Productivity Of Mangrove Forests: A Review. *Aquatic Botany*, 89(2), 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.006>

- Komiyama, A., Pongpan, S., & Kato, S. (2005). Common Allometric Equations For Estimating The Tree Weight Of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21(4), 471–477. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002476>
- Latuconsina, H. (2010). Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir Dan Lautan. *Jurnal Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate)*, 3(1), 30–37.
- Lestari, F., Azizah, D., Putra, R. L., Febriansyah, P., Zakia, R., Tobing, B. L., Noordianto, M. H., & Rahinanto, B. D. (2023). Estimated Carbon Stock In The Mangrove Sylvo-Ecotourism Area, Tanjung Piayu Village, Sei Beduk District, Batam Island, Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 70. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237003015>
- Mandari, D. Z., Gunawan, H., & Isda, N. M. (2016). Penaksiran Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Ekosistem Hutan Mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Jurnal Riau Biologia*, 1(3), 17–23.
- Marzuki, Nurdin, N., Yasir, I., Mashoreng, S., & Selamat, M. B. (2023). Estimasi Stok Karbon Biomassa Pada Ekosistem Mangrove Menggunakan Data Satelit Di Pulau Nunukan Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara. *Majalah Ilmiah Globē*, 25(1), 63–76.
- Pravitha, N. L. P. R., Karang, I. W. G. A., & Suartana, M. (2022). Estimasi Simpanan Karbon Pada Biomassa Mangrove Di Tahura Ngurah Rai. *ECOTROPHIC Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 16(2), 209–219. <https://doi.org/10.24843/EJES.2022.v16.i02.p08>
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.20884/1.oa.2014.10.2.22>
- Safnowandi. (2019). Struktur Komunitas Mangrove Di Teluk Poton Bako Sebagai Buku Panduan Untuk Pemantapan Konsep Ekosistem Pada Guru Biologi Sma Di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 2(1), 365–379.
- Senoaji, G., & Hidayat, M. F. (2016). Peranan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Kota Bengkulu Dalam Mitigasi Pemanasan Global Melalui Penyimpanan Karbon (The Role of Mangrove Ecosystem in the Coastal of City of Bengkulu in Mitigating Global Warming through Carbon sequestration). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(3), 327–333.
- Suryono, S., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., & Rozy, E. F. (2018). Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.14710/buloma.v7i1.19036>
- Suyantri, E., Al Idrus, A., Handayani, B. S., & Lestari, T. L. (2023). Penanaman Mangrove Di Kawasan Ekowisata Bale Mangrove Poton Bako Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(3), 597–602. <https://doi.org/10.29303/jpmppi.v6i3.5006>

- Usman, L., Syamsuddin, & Hamzah, S. N. (2013). Analisis Vegetasi Mangrove di Pulau Dudepo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 1(1), 11–17.
- Warpur, M. (2016). Struktur Vegetasi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Kampung Ababaidi Distrik Supiori Selatan Kabupaten Supiori. *Jurnal Biodjati*, 1(1), 19–26. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v1i1.1040>
- Zulhalifah, Syukur, A., Santoso, D., & Karnan. (2021). Species Diversity And Composition, And Above-Ground Carbon Of Mangrove Vegetation In Jor Bay, East Lombok, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(4), 2066–2071. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220455>