



Original Article



Estimasi Biomassa dan Stok Karbon Bagian Atas Mangrove di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut, Lampung, Indonesia

Estimation of Mangrove Aboveground Biomass and Carbon Stock at the Center for Marine Aquaculture Fisheries, Lampung, Indonesia

Mohammad Ashari Dwiputra^{1*}, Rovida Pratiwi¹, Delilla Suhanda¹

¹ Program Studi Sains Lingkungan Kelautan, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung

*Corresponding email: mohammad.dwiputra@sl.ITERA.ac.id

Citation:

Dwiputra, M.A., Pratiwi, R., Suhanda, D. (2026). Estimasi Biomassa dan Stok Karbon Bagian Atas Mangrove di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut, Lampung, Indonesia. *Maximus: Journal of Biological and Life Sciences*, 4(1), 14-23. <https://doi.org/10.35472/maximus.v4i1.2730>

Copyright © 2026 *Maximus: Journal of Biological and Life Sciences*

This work is licensed under a Creative

Commons Attribution-NonCommercial 4.0

International License



Abstrak:

Ekosistem mangrove dikenal sebagai salah satu penyimpan karbon biru (blue carbon) yang paling efektif dan memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim global karena kemampuannya menyerap serta menyimpan karbon dalam jumlah besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi biomassa dan stok karbon pada ekosistem mangrove di kawasan Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung, Indonesia. Pengumpulan data lapangan dilakukan pada area mangrove seluas 9 ha yang dibagi menjadi tujuh stasiun pengamatan menggunakan plot transek berukuran 10 × 10 m. Estimasi biomassa dilakukan dengan pendekatan non-destruktif melalui pengukuran diameter setinggi dada (Diameter at Breast Height/DBH) dan dianalisis menggunakan persamaan allometrik spesifik spesies. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi lingkungan berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan mangrove dengan salinitas 23–29 ppt, suhu 28–32°C, pH 6,5–7,5, serta pola pasang surut tipe diurnal. Kerapatan mangrove tergolong dalam kategori jarang hingga sedang. Estimasi biomassa berkisar antara 115–201 ton/ha dengan rata-rata 142 ton/ha, sedangkan stok karbon berkisar antara 47–95 ton C/ha dengan rata-rata 64 ton C/ha. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa biomassa dan stok karbon pada lokasi penelitian tergolong sedang karena dipengaruhi oleh ukuran diameter batang, spesies mangrove dan tingkat kerapatan vegetasi.

Kata kunci: biomassa atas, ekosistem mangrove, karbon biru, mitigasi perubahan iklim, stok karbon

Abstract:

Mangrove ecosystems are recognized as one of the most effective blue carbon reservoirs and play a significant role in mitigating global climate change due to their ability to absorb and store large amounts of carbon. This study aims to estimate aboveground biomass and carbon stocks in the mangrove ecosystem of the Lampung Marine Aquaculture Center (BBPBL), Indonesia. Field data were collected from a 9-hectare mangrove area divided into seven observation stations using 10 × 10 m transect plots. Aboveground biomass was estimated using a non-destructive approach through measurements of diameter at breast height (DBH) and analyzed using species-specific allometric equations. The results showed that environmental conditions were within the optimal range for mangrove growth, with salinity ranging from 23–29 ppt, temperature from 28–32°C, pH from 6.5–7.5, and a diurnal tidal pattern. Mangrove density was classified as sparse to moderate. The estimated aboveground biomass ranged from 115 to 201 ton/ha, with an average of 142 ton/ha, while aboveground carbon stock ranged from 47 to 95 ton C/ha, with an average of 64 ton C/ha. Based on these results, it can be concluded that the biomass and carbon stock at the study site fall

into the moderate category, influenced by stem diameter, mangrove species composition, and vegetation density.

Keywords: *mangrove ecosystem, aboveground biomass, carbon stock, blue carbon, climate change mitigation*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pesisir yang berperan signifikan dalam menjaga keseimbangan ekologis serta mitigasi perubahan iklim global. Mangrove dikenal sebagai ekosistem penyimpan karbon biru (blue carbon) yang memiliki kapasitas penyerapan dan penyimpanan karbon sangat tinggi dibandingkan sebagian besar ekosistem daratan. Studi menunjukkan bahwa mangrove mampu menyimpan karbon tiga hingga lima kali lebih besar dibandingkan hutan tropis daratan dalam satuan luas yang sama (Daniel et al., 2019; Macreadie et al., 2021). Kemampuan tersebut menjadikan mangrove sebagai solusi berbasis alam (nature-based solutions) yang penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan memperlambat laju perubahan iklim global (Choudhary et al., 2024). Selain itu, mangrove juga berfungsi sebagai penyaring alami yang mampu menangkap sedimen dan polutan sehingga berperan penting dalam menjaga kualitas perairan pesisir (Indriawati & Retnowaty, 2018).

Dalam konteks mitigasi perubahan iklim, pengukuran biomassa dan stok karbon mangrove menjadi indikator penting untuk mengetahui kapasitas ekosistem dalam menyerap karbon. Biomassa mangrove merepresentasikan total bahan organik yang tersimpan dalam vegetasi mangrove yang sebagian besar tersusun oleh karbon (Anak Agung et al., 2021). Estimasi biomassa umumnya dilakukan menggunakan pendekatan allometrik melalui pengukuran diameter pohon setinggi dada (Diameter at Breast Height / DBH) yang dikonversi menjadi nilai biomassa dan karbon (Muhsoni, 2021). Metode ini banyak digunakan dalam penelitian mangrove karena bersifat non-destruktif dan dapat memberikan estimasi karbon secara efisien tanpa merusak vegetasi mangrove (Kauffman et al., 2012).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa stok karbon mangrove sangat bervariasi tergantung pada kondisi ekosistem, komposisi spesies, kerapatan vegetasi, serta karakteristik lingkungan setempat. Penelitian di Teluk Lampung menunjukkan stok karbon mangrove berkisar antara 195,45 hingga 216,48 ton/ha (Windarni & Setiawan, 2018). Penelitian lain di berbagai wilayah Indonesia juga menunjukkan bahwa ekosistem mangrove dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang signifikan, baik pada biomassa di atas permukaan tanah maupun pada sedimen (Adame et al., 2024). Variasi ini menunjukkan bahwa faktor ekologis lokal memainkan peran penting dalam menentukan kapasitas penyimpanan karbon mangrove.

Meskipun demikian, masih terdapat keterbatasan informasi mengenai estimasi biomassa dan stok karbon mangrove pada beberapa kawasan pesisir yang memiliki interaksi langsung dengan aktivitas budidaya perikanan. Salah satu kawasan yang belum banyak dikaji adalah ekosistem mangrove di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung. Kawasan ini memiliki luas sekitar 9 hektare dan berada di wilayah pesisir yang berdekatan dengan aktivitas budidaya perikanan sehingga berpotensi mengalami interaksi antara ekosistem alami dan aktivitas antropogenik (Aisa Lamane et al., 2020). Hingga saat ini, kajian mengenai potensi biomassa dan stok karbon mangrove di kawasan tersebut masih terbatas sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami peran ekologisnya dalam penyimpanan karbon.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk 1) menghitung biomassa vegetasi mangrove menggunakan metode non-destruktif berbasis pengukuran diameter pohon, dan (2) mengestimasi besaran stok karbon yang tersimpan pada ekosistem mangrove sebagai indikator potensi penyimpanan karbon dalam mendukung mitigasi perubahan iklim. Hasil penelitian ini

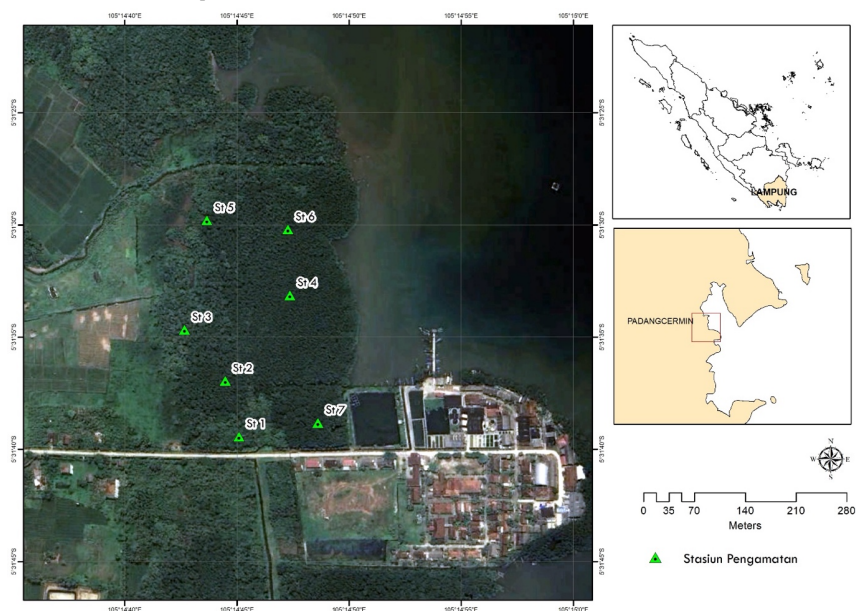
diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan kajian karbon biru serta menjadi dasar dalam pengelolaan dan konservasi ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari–Februari 2025 di kawasan ekosistem mangrove Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung yang terletak di Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi

Lampung (Gambar 1). Kawasan penelitian memiliki luas sekitar 9 Ha dan merupakan wilayah pesisir yang berdekatan dengan aktivitas budidaya perikanan. Lokasi penelitian dibagi menjadi tujuh stasiun pengamatan yang mewakili variasi kondisi lingkungan dan distribusi vegetasi mangrove di kawasan tersebut. Penentuan stasiun dilakukan dengan mempertimbangkan zonasi tumbuh mangrove dan kondisi habitat pesisir berupa paparan pasang surut dan tipe substrat (Kauffman et al., 2012).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

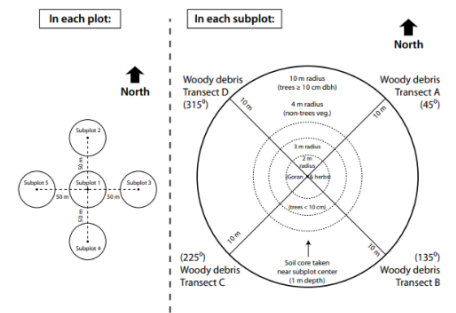
Desain Sampling

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode stratified random sampling untuk mewakili variasi distribusi vegetasi mangrove di area penelitian (Gambar 2). Ekosistem mangrove biasanya tidak homogen dan terdiri dari beberapa strata misalnya zona dekat laut (dominan *Avicennia* sp), zona tengah (*Rhizophora* sp) dan zona darat (*Sonneratia* sp). Metode ini digunakan dengan cara

membagi area penelitian menjadi beberapa strata (lapisan/kelompok) terlebih dahulu, kemudian mengambil sampel secara acak di setiap strata tersebut (Kauffman et al., 2012). Pada setiap stasiun dibuat plot pengamatan berukuran 10 × 10 m untuk mengidentifikasi vegetasi mangrove dan melakukan pengukuran diameter pohon. Pengamatan hanya dilakukan terhadap pohon karena menyimpan sebagian besar biomassa dan karbon. Rumus

allometrik lebih akurat untuk pohon karena jika menggunakan tiang dengan diameter kecil akan diperoleh error lebih besar. Kemudian untuk semak tidak punya DBH yang jelas sehingga hasil perhitungan tidak akurat.

Metode plot transek ini umum digunakan dalam inventarisasi vegetasi mangrove karena mampu menggambarkan struktur tegakan secara representatif pada suatu kawasan pesisir (Kauffman & Donato, 2012).



Gambar 2. Ilustrasi Plot Pengamatan

Pengumpulan Data Vegetasi Mangrove

Data vegetasi mangrove dikumpulkan melalui pengukuran Diameter at Breast Height (DBH) pada setiap individu mangrove yang terdapat di dalam plot pengamatan. Metode pengukuran DBH merupakan pendekatan standar dalam inventarisasi hutan untuk menentukan struktur tegakan dan estimasi biomassa vegetasi (Muhsoni, 2021). Pengukuran dilakukan pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah menggunakan meteran pita. Pohon yang diukur adalah individu mangrove dengan diameter lebih dari 4 cm atau dengan keliling batang minimal 16 cm.

Diameter pohon (DBH) dihitung dari nilai keliling batang menggunakan persamaan berikut:

DBH = C / π

di mana:

DBH : Diameter pohon setinggi dada (cm)

C : Keliling batang pohon (cm)

π : 3,14

Selain pengukuran diameter pohon, dilakukan pula identifikasi jenis mangrove yang terdapat pada setiap stasiun penelitian. Identifikasi spesies dilakukan berdasarkan karakter morfologi vegetasi mangrove seperti bentuk daun, akar, serta struktur batang.

Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan data diameter batang untuk mengetahui kondisi habitat mangrove yang berpotensi mempengaruhi distribusi vegetasi dan kapasitas penyimpanan karbon. Parameter yang diukur meliputi salinitas, suhu perairan, pH air, serta kerapatan vegetasi mangrove. Salinitas diukur menggunakan refraktometer, suhu diukur menggunakan termometer air, sedangkan pH diukur menggunakan pH meter. Data parameter lingkungan ini digunakan untuk menggambarkan kondisi ekosistem mangrove pada lokasi penelitian.

Selain itu, dilakukan analisis pola pasang surut menggunakan pendekatan harmonik metode least square untuk memprediksi perubahan elevasi muka air laut pada lokasi penelitian. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi tipe pasang surut yang mempengaruhi dinamika ekosistem mangrove (Hudoyo et al., 2021).

Estimasi Biomassa Mangrove

Estimasi biomassa mangrove dilakukan menggunakan pendekatan allometrik non-destruktif berdasarkan nilai diameter pohon yang diukur pada setiap plot pengamatan. Pendekatan ini digunakan untuk menghindari kerusakan vegetasi mangrove selama proses penelitian. Biomassa pohon dihitung menggunakan persamaan allometrik yang berbeda untuk setiap spesies mangrove sesuai dengan penelitian sebelumnya (Kauffman et al., 2012).

Nilai DBH dimasukkan ke dalam persamaan allometrik spesifik spesies untuk memperoleh estimasi biomassa vegetasi mangrove.

Estimasi Stok Karbon

Estimasi stok karbon dilakukan dengan mengonversi nilai biomassa vegetasi mangrove menggunakan faktor konversi karbon. Secara umum, sekitar 45–50% biomassa tumbuhan terdiri dari karbon, sehingga stok karbon dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$C = B \times CF$

di mana:

C : Stok karbon (ton C/ha)

B : Biomassa vegetasi (ton/ha)

CF : Faktor konversi karbon (0,45–0,50)

Pendekatan ini banyak digunakan dalam penelitian karbon mangrove karena mampu memberikan estimasi karbon yang representatif pada biomassa vegetasi di atas permukaan tanah (*aboveground biomass*) (Kauffman et al., 2012; Daniel et al., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan Ekosistem Mangrove

Hasil pengukuran parameter lingkungan pada tujuh stasiun penelitian menunjukkan bahwa kondisi habitat mangrove di kawasan Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung masih berada dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan vegetasi mangrove. Rentang salinitas antara 23–29 ppt, suhu perairan 28–32°C, dan pH air 6,5–7,5. Nilai tersebut menunjukkan kondisi lingkungan yang relatif stabil bagi pertumbuhan mangrove di wilayah pesisir tropis. Berdasarkan baku mutu lingkungan untuk ekosistem mangrove, rentang salinitas hingga 35 ppt serta pH antara 6,5–8,5 masih tergolong sesuai untuk mendukung pertumbuhan vegetasi mangrove (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004).

Salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan utama yang mempengaruhi distribusi dan zonasi vegetasi mangrove. Variasi salinitas pada kawasan pesisir umumnya disebabkan oleh percampuran air laut dan air tawar yang membentuk sistem estuari (Radjawane et al., 2024). Kondisi tersebut menyebabkan setiap spesies

mangrove memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap salinitas sehingga menghasilkan pola zonasi vegetasi mangrove pada suatu kawasan pesisir (Srikanth et al., 2016).

Selain salinitas, suhu perairan juga memiliki peran penting dalam mendukung proses fisiologis mangrove seperti fotosintesis dan metabolisme tanaman. Suhu optimal bagi pertumbuhan mangrove berkisar antara 28–32°C, sedangkan suhu di atas 38°C dapat menghambat proses fotosintesis tanaman (Hamuna, 2018; Djamadi, 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pada lokasi penelitian masih berada dalam kisaran optimal tersebut.

Analisis pola pasang surut menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki tipe pasang surut diurnal, yaitu satu kali pasang dan satu kali surut dalam periode 24 jam. Dinamika pasang surut berperan penting dalam distribusi nutrisi, oksigen tanah, serta proses sedimentasi pada ekosistem mangrove (Hudoyo et al., 2021). Kondisi ini memungkinkan mangrove memperoleh suplai nutrisi yang cukup serta menjaga keseimbangan ekosistem pesisir.

Struktur Vegetasi dan Distribusi Mangrove

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kerapatan mangrove pada tingkat pohon berkisar antara 40–1340 individu per hektar (ind/ha). Nilai ini menunjukkan variasi struktur vegetasi mangrove antar stasiun yang kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat, seperti karakteristik substrat, frekuensi genangan pasang surut, serta tingkat gangguan antropogenik (Gambar 3).

Kerapatan mangrove dapat dikategorikan menjadi tiga kelas utama, yaitu jarang (<1000 ind/ha), sedang (1000–1500 ind/ha), dan padat (>1500 ind/ha) (English et al. 1997, Kementerian Lingkungan Hidup 2024). Berdasarkan klasifikasi tersebut, tingkat kerapatan vegetasi mangrove pada lokasi penelitian tergolong dalam kategori kerapatan sedang, yang ditemukan pada Stasiun 2, Stasiun 3, dan Stasiun 6, dengan nilai masing-masing sebesar 1.340 ind/ha, 1.000 ind/ha, dan 1.200 ind/ha. Stasiun 1, Stasiun 4, Stasiun 5 dan Stasiun 7 tergolong dalam kategori

Commented [L1]: Ganti kata kisaran dengan kata yang lebih ilmiah

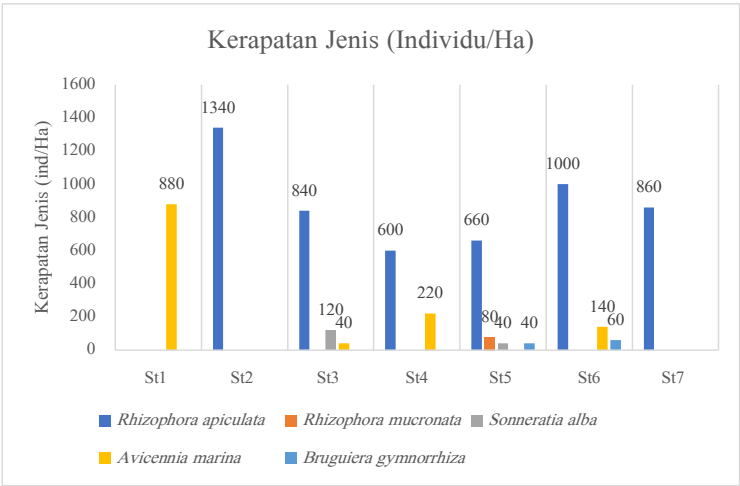
Commented [MD2R1]: Sudah direvisi

kerapatan jarang dengan nilai masing-masing 880 ind/ha, 820 ind/ha, 820 ind/ha dan 860 ind/ha.

Komposisi spesies menunjukkan bahwa tegakan mangrove di lokasi penelitian didominasi oleh *Rhizophora apiculata*, yang memiliki nilai kerapatan tertinggi di hampir seluruh stasiun. Dominasi spesies ini umum dijumpai pada ekosistem mangrove di wilayah tropis, terutama pada substrat berlumpur dengan kondisi hidrodinamika yang relatif tenang. Genus *Rhizophora* umumnya berkembang baik pada zona tengah mangrove yang memiliki stabilitas substrat lumpur dan suplai bahan organik yang cukup. Kondisi tersebut memungkinkan propagul *Rhizophora* untuk mudah tertanam dan berkembang menjadi tegakan

yang relatif rapat dibandingkan spesies lainnya (Alongi, 2009).

Sebaliknya, spesies lain seperti *Sonneratia alba* memiliki nilai kerapatan rendah karena disebabkan oleh perbedaan preferensi habitat. Jenis ini ditemukan hidup pada ~~substrat~~ substrat berpasir dan lumpur berpasir. Dimana pada lokasi penelitian ditemukan hampir seluruh stasiun pengamatan terdiri dari substrat lumpur. Sementara itu, keberadaan *Avicennia marina* dengan kerapatan yang cukup tinggi pada Stasiun 1 menunjukkan kemungkinan adanya perbedaan kondisi habitat, dimana tipe substrat lumpur pada zona ini cenderung tidak stabil dan hanya jenis ini yang memiliki toleransi lingkungan yang luas sehingga ditemukan dominan pada stasiun 1.



Gambar 3. Kerapatan Jenis Mangrove Tiap Stasiun

Estimasi Biomassa Mangrove

Hasil estimasi biomassa mangrove pada tujuh stasiun penelitian menunjukkan variasi nilai biomassa antar lokasi. Nilai biomassa tertinggi ditemukan pada stasiun 3 sebesar 201 ton/ha, sedangkan nilai biomassa terendah terdapat

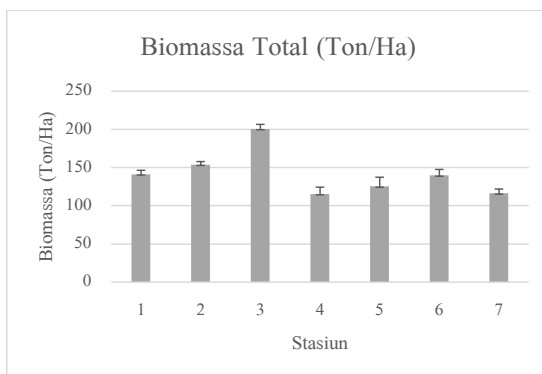
pada stasiun 4 sebesar 115 ton/ha, dengan nilai rata-rata biomassa sebesar 142 ton/ha (Gambar 4).

Commented [L3]: Jelaskan terlebih dahulu kerapatan seperti apa yang dikategorikan. Tambahkan fotonya jika memungkinkan. Jadi, bisa ada gambaran pada setiap stasiun jarang seperti apa dan kerapatan tinggi seperti apa.

Commented [MD4R3]: Yang dikategorikan adalah jumlah individu/ha, berdasarkan nilai tersebut maka dibuat 3 kelas yaitu kelas kerapatan jarang, sedang dan lebat Sesuai dengan kriteria yang distandardisasikan oleh Kemenhut

Commented [L5R3]: Masukkan teori pendukungnya sebagai penguatan

Commented [L6]: Pembahasan terlalu deskriptif, belum analitis. Hanya menyebutkan bahwa variasi disebabkan oleh ukuran pohon dan kerapatan, tetapi contohnya tidak ada analisis hubungan (misalnya korelasi DBH vs biomassa) contoh selanjutnya. Tidak ada perbandingan kuantitatif dengan studi lain. Cek dan lengkapi



Gambar 4. Estimasi Biomassa Mangrove (Ton/Ha)

Berdasarkan IPCC (2013) dan berbagai studi biomassa mangrove tropis, kisaran biomassa mangrove sangat bervariasi dari < 10 hingga > 300 ton/ha, dengan rata-rata sekitar 192 ton/ha. Oleh karena itu, secara umum biomassa mangrove dapat diklasifikasikan menjadi rendah (< 100 ton/ha), sedang (100–200 ton/ha), dan tinggi (> 200 ton/ha), di mana nilai di atas 200 ton/ha. Nilai biomassa pada lokasi penelitian berkisar antara 115–201 ton/ha. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar stasiun termasuk dalam kategori sedang, dengan satu stasiun berada pada kategori tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove di lokasi penelitian berada pada tingkat perkembangan menengah hingga baik, namun belum mencapai kondisi tegakan maksimal seperti pada hutan mangrove primer. Perbedaan nilai biomassa ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ukuran diameter pohon, umur tegakan, kerapatan vegetasi, serta kondisi lingkungan setempat.

Secara umum, biomassa mangrove memiliki hubungan erat dengan diameter pohon dan struktur tegakan vegetasi. Semakin besar diameter dan tinggi pohon mangrove, maka semakin besar pula biomassa yang tersimpan pada vegetasi tersebut (Kauffman et al., 2012). Biomassa mangrove juga mencerminkan tingkat produktivitas primer ekosistem pesisir, yang berkaitan dengan kemampuan vegetasi dalam

mengkonversi energi matahari menjadi biomassa melalui proses fotosintesis (Daniel et al., 2019).

Estimasi Stok Karbon Mangrove

Berdasarkan hasil pengukuran diameter batang (DBH) pada seluruh stasiun penelitian, nilai DBH tegakan mangrove umumnya berada pada rentang 5–20 cm, dengan hanya sebagian kecil individu yang memiliki diameter lebih dari 20 cm. Mengacu pada klasifikasi struktur tegakan mangrove oleh Kusmana (1997) yang menyatakan bahwa tegakan dengan DBH < 10 cm tergolong muda, 10–20 cm tergolong sedang, dan > 20 cm tergolong dewasa, serta didukung oleh Komiyama et al. (2008) yang mengemukakan bahwa struktur diameter mencerminkan tingkat perkembangan dan kapasitas biomassa tegakan mangrove. Kondisi ini mengindikasikan bahwa vegetasi mangrove di lokasi penelitian termasuk dalam kategori hutan sekunder atau belum mencapai tahap kematangan (mature), yang ditandai oleh rendahnya proporsi pohon berdiameter besar.

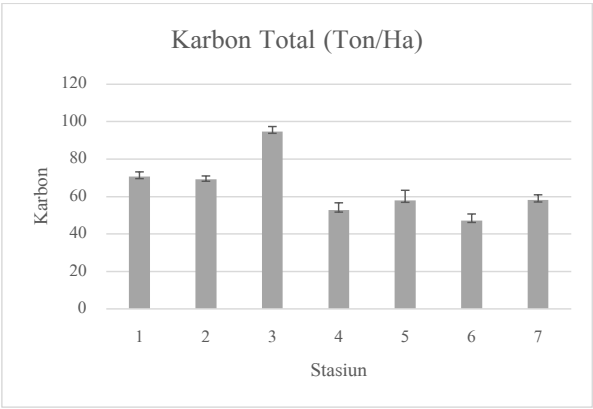
Hasil estimasi stok karbon mangrove menunjukkan nilai yang bervariasi antar stasiun pengamatan. Nilai stok karbon tertinggi ditemukan pada stasiun 3 sebesar 95 ton C/ha, sedangkan nilai terendah terdapat pada stasiun 6 sebesar 47 ton C/ha, dengan nilai rata-rata stok karbon sebesar 64 ton C/ha (Gambar 5).

Commented [L7]: Jelaskan dulu menemukan mangrove apa saja, keanekaragamannya bagaimana? Data diameternya seperti apa? Krn karbon stok pasti berhubungan dengan diameter batang. Munculkan mangrovenya, setelah itu baru munculkan karbon stoknya.

Commented [MD8R7]: Untuk jenis mangrove Sudah dijelaskan pada subbab struktur vegetasi dan distribusi jenis

Commented [MD9R7]: Dan untuk riset ini tidak mengukur keanekaragaman hayatinya hanya fokus pada jumlah individu, jenis mangrove, pengukuran DBH untuk allometrik yang digunakan untuk estimasi stok karbon. Dalam standar protokol pengukuran stok karbon mangrove yang dibakukan secara nasional dan internasional tidak ada yang membahas terkait dengan keanekaragaman hayati mangrove

bisa dicek pada standar protokol yang dibuat oleh Howard 2014 "Coastal Blue Carbon, methods for assessing carbon stocks and emission factors in mangroves, tidal salt marshes and seagrass meadows"



Gambar 5. Estimasi Stok Karbon (Ton/Ha)

Berdasarkan klasifikasi karbon mangrove dari IPCC (2013) dan berbagai studi tropis, karbon atas mangrove dapat dikategorikan menjadi rendah (<50 ton C/ha), sedang (50–100 ton C/ha), dan tinggi (>100 ton C/ha). Nilai karbon pada lokasi penelitian berkisar antara 47,17–94,77 ton C/ha, sehingga sebagian besar stasiun termasuk dalam kategori sedang, dengan satu stasiun berada pada kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di lokasi penelitian memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang cukup baik, namun belum mencapai kondisi optimal seperti pada hutan mangrove primer.

Variasi stok karbon pada setiap stasiun menunjukkan bahwa kemampuan penyimpanan karbon mangrove sangat dipengaruhi oleh kondisi vegetasi serta karakteristik lingkungan setempat. Stasiun dengan nilai DBH yang besar dan kerapatan vegetasi yang lebih tinggi cenderung memiliki biomassa dan stok karbon yang lebih besar dibandingkan stasiun dengan kerapatan vegetasi yang lebih rendah (Kauffman et al., 2012).

Secara global, ekosistem mangrove dikenal sebagai salah satu penyimpan karbon paling efektif di antara ekosistem pesisir. Mangrove mampu menyimpan karbon dalam biomassa vegetasi serta dalam sedimen tanah dalam jangka

waktu yang sangat lama (Macreadie et al., 2021). Bahkan, sebagian besar karbon pada ekosistem mangrove tersimpan pada sedimen tanah yang dapat mencapai ribuan tahun (Murdiyarso, 2018).

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di wilayah Teluk Lampung yang menunjukkan stok karbon mangrove mencapai 197 ton/ha (Windarni & Setiawan, 2018), nilai stok karbon pada lokasi penelitian tergolong lebih rendah. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor seperti ukuran pohon yang relatif kecil, kerapatan vegetasi yang belum optimal, serta kondisi ekosistem mangrove yang masih dalam tahap perkembangan.

Selain faktor vegetasi, aktivitas antropogenik di sekitar kawasan penelitian juga berpotensi mempengaruhi kapasitas penyimpanan karbon mangrove. Aktivitas budidaya perikanan di sekitar kawasan pesisir dapat menyebabkan perubahan kondisi substrat serta mempengaruhi struktur vegetasi mangrove (Royna et al., 2024).

Commented [L10]: Perlu penguatan referensi lebih lanjut

KESIMPULAN

Estimasi biomassa atas mangrove dihitung berdasarkan diameter pohon pada lokasi penelitian menunjukkan nilai rata-rata sebesar 142 ton/ha, dengan kisaran 115–201 ton/ha, sedangkan stok karbon atas mangrove memiliki nilai rata-rata sebesar 64 ton C/ha, dengan kisaran 47–95 ton C/ha. Variasi nilai biomassa dan stok karbon antar stasiun dipengaruhi oleh perbedaan diameter batang, komposisi jenis mangrove, serta kerapatan vegetasi. Hasil ini menunjukkan bahwa mangrove di BBPBL Lampung berperan penting sebagai penyimpan karbon biru dan memiliki kontribusi nyata dalam mendukung mitigasi perubahan iklim, sehingga perlu dikelola dan dilestarikan secara berkelanjutan

KONTRIBUSI PENULIS

Conceptualization: Mohammad Ashari Dwiputra, Delilla Suhandha
Methodology: Rovida Pratiwi, Mohammad Ashari Dwiputra
Investigation: Rovida Pratiwi
Data Curation: Rovida Pratiwi
Formal Analysis: Rovida Pratiwi
Validation: Mohammad Ashari Dwiputra, Delilla Suhandha
Visualization: Rovida Pratiwi
Writing – Original Draft: Ananda Rovida Pratiwi
Writing – Review & Editing: Rovida Pratiwi, Mohammad Ashari Dwiputra, Delilla Suhandha
Supervision: Mohammad Ashari Dwiputra, Delilla Suhandha

CONFLICT OF INTEREST

Karya tulis ini tidak memiliki *conflict of interest*.

REFERENSI

Adame, M. F., Cormier, N., Taillardat, P., Iram, N., Rovai, A., Sloey, T. M., Yando, E. S., Blanco-Libreros, J. F., Arnaud, M., Jennerjahn, T., Lovelock, C. E., Friess, D. A., Reithmaier, G. M. S., Buelow, C. A., Muhammad-Nor, S. M., Twilley, R. R., & Ribeiro, R. A. (2024).

Deconstructing the mangrove carbon cycle: Gains, transformation, and losses. *Ecosphere*, 15(3), 1–23.

Alongi, D. M. (2009). The energetics of mangrove forests. Springer.

Anak Agung, A. A., Karang, I. W. G. A., Putra, I. N. G., & Dharmawan, I. W. E. (2021). Hubungan antar parameter struktur tegakan mangrove dalam estimasi simpanan karbon aboveground pada skala komunitas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(3), 485–498.

Azman, A., Ng, K. K. S., Ng, C. H., Lee, C. T., Tnah, L. H., Zakaria, N. F., Mahruji, S., Perdan, K., Abdul-Kadir, M. Z., Cheng, A., & Lee, S. L. (2020). Low genetic diversity indicating the threatened status of *Rhizophora apiculata* in Malaysia. *Scientific Reports*, 10(1), 1–12.

Baderan, D. W. K. (2019). Struktur vegetasi dan zonasi mangrove di wilayah pesisir Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 20–30.

Choudhary, B., Dhar, V., & Pawase, A. S. (2024). Blue carbon and the role of mangroves in carbon sequestration: Mechanisms, estimation, and conservation strategies. *Journal of Sea Research*, 199, 102504.

Daniel, D., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2019). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297.

Djamadi, D. (2024). Analisis struktur vegetasi hutan mangrove di pesisir Tabongo. *Journal of Marine Research*, 13(2), 319–327.

Duke, N. C., Kovacs, J. M., Griffiths, A. D., Preece, L., Hill, D. J. E., Van Oosterzee, P., Mackenzie, J., Morning, H. S., & Burrows, D. (2017). Large-scale dieback of mangroves in Australia’s Gulf of Carpentaria. *Marine and Freshwater Research*, 68(10), 1816–1829.

English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science.

Fitri, R., & Anwar, K. (2014). Kebijakan pemerintah terhadap pelestarian hutan mangrove di Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Bengkalis. *Jurnal FISIP*, 1(2), 1–15.

- Hamuna, B. (2018). Study of seawater quality based on physical-chemical parameters in Jayapura waters. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–43.
- Hudoyo, F., Widada, S., Maslukah, L., Rochaddi, B., Wirasatriya, A., & Adi, N. S. (2021). Studi analisa pasang surut, distribusi air tanah payau dan sedimen serta pengaruhnya terhadap pola sebaran mangrove di Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4), 409–418.
- Indriawati, P., & Retnowaty, R. (2018). Pemberdayaan masyarakat dalam upaya pelestarian ekosistem pesisir dan hutan mangrove Manggar. *Jurnal Bagimu Negeri*, 2(1), 29–38.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands.
- Karimah, K. (2017). Peran ekosistem hutan mangrove sebagai habitat untuk organisme laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51–57.
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. CIFOR.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2004). Pedoman pengukuran kondisi mangrove.
- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongparn, S. (2008). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 128–137.
- Kusmana, C. (1997). Metode survei vegetasi. Institut Pertanian Bogor.
- Macreadie, P. I., Costa, M. D. P., Atwood, T. B., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., Lovelock, C. E., Serrano, O., & Duarte, C. M. (2021). Blue carbon as a natural climate solution. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(12), 826–839.
- Muhsoni, F. F. (2021). Karbon mangrove. UTM Press.
- Murdiyarso, D. (2018). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 8(7), 1–6.
- Nanolhy, L. H., & Masniar, M. (2020). Manfaat ekosistem mangrove dalam meningkatkan kualitas lingkungan masyarakat pesisir. *Papua Journal of Community Service*, 2(1), 1–4.
- Nurhati, M. (2022). Strategi nasional pengelolaan ekosistem mangrove. CIFOR.
- Radjawane, I. M., Mughny, G. P., & Napitupulu, G. (2024). Karakteristik estuari di Muara Angke. *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(1), 28–38.
- Royna, M., Murdiyarso, D., Sasmito, S. D., Arriyadi, D., Rahajoe, J. S., Zahro, M. G., & Ardhani, T. S. (2024). Carbon stocks and effluxes in mangroves converted into aquaculture. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12.
- Srikanth, S., Lum, S. K. Y., & Chen, Z. (2016). Mangrove root adaptations and ecological importance. *Trees*, 30(2), 451–465.
- Tomlinson, P. B. (2016). *The botany of mangroves* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Windarni, C., & Setiawan, A. (2018). Carbon stock estimation of mangrove forest in Margasari Village, Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1), 66–74.