

Biomassa dan Serapan Karbon pada Tegakan, Nekromassa, dan Substrat Mangrove

Aidil Achsam¹, Sri Wulandari¹

¹Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

Korespondensi : ririsriwulandari@itbm.ac.id

Diterima: 1 Desember 2025; Direvisi: 7 Januari 2026; Disetujui: 30 April 2026

Abstrak

Ekosistem mangrove dikenal sebagai salah satu penyimpan karbon terbesar di antara ekosistem pesisir lainnya. Peran ekologisnya sangat vital, terutama dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam berbagai kompartemen seperti tegakan hidup (dahan dan batang), nekromassa (pohon dan ranting mati), serta substrat tanah yang kaya bahan organik. Keberagaman jenis mangrove, seperti *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba*, dan *Acanthus ilicifolius*, memberikan kontribusi yang bervariasi terhadap akumulasi biomassa dan potensi serapan karbon. Studi ini dilakukan di Ekowisata Mangrove Lantebung Makassar untuk mengevaluasi parameter oseanografi, nilai biomassa, dan potensi serapan karbon dari ketiga komponen tersebut sebagai dasar pengelolaan ekosistem pesisir secara berkelanjutan. Sampel dipilih secara sengaja menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan transek kuadran berukuran 40 x 40 meter, dan seluruh bagian vegetasi dianalisis di laboratorium menggunakan Metode Gravimetri untuk mengukur kandungan karbon keringnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter oseanografi habitat mangrove tergolong ideal dan sesuai dengan kriteria baku mutu air laut yang mendukung kehidupan biota akuatik; biomassa nekromassa, dahan dan substrat *Avicennia alba* lebih besar daripada *Rhizophora mucronata* dan *Acanthus ilicifolius*; selain itu, kompartemen yang mampu menyerap karbon tertinggi pada mangrove adalah dahan *Avicennia alba*, sedangkan yang terendah terdapat pada substrat *Rhizophora mucronata*.

Kata kunci: *Acanthus ilicifolius*; *Avicennia alba*; biomassa; *Rhizophora mucronata*; serapan karbon

Abstract

Mangrove ecosystems are recognized as one of the largest carbon stores among other coastal ecosystems. Its ecological role is vital, especially in absorbing and storing carbon in various compartments, such as live stands (branches and trunks), necromass (dead trees and branches), and soil substrates rich in organic matter. The diversity of mangrove species, such as Rhizophora mucronata, Avicennia alba, and Acanthus ilicifolius, contributes variably to biomass accumulation and carbon sequestration potential. This study was conducted at Lantebung Mangrove Ecotourism in Makassar to evaluate oceanographic parameters, biomass values, and carbon sequestration potential of the three components as a basis for sustainable coastal ecosystem management. Sampling was done by purposive sampling method in a 40 x 40 meter quadrant transect, and all parts of the vegetation were analyzed in the laboratory using the gravimetric method to measure the dry carbon content. The results showed that the oceanographic parameters of the mangrove habitat were ideal and in accordance with the seawater quality standards for biota; the biomass of necromass, branches and substrates of Avicennia alba was greater than that of Rhizophora mucronata and Acanthus ilicifolius; meanwhile the compartment capable of absorbing the highest carbon in mangroves was the branches of Avicennia alba, while the lowest was the substrate of Rhizophora mucronata.

Key words: *Acanthus ilicifolius*; *Avicennia alba*; biomass accumulation; carbon sequestration; *Rhizophora mucronata*

PENDAHULUAN

Isu perubahan iklim kini menjadi perhatian global yang mendesak akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida (CO₂). Dalam upaya mitigasi, penyerapan karbon oleh ekosistem alami melalui proses *carbon sequestration* menjadi salah satu strategi penting yang diakui secara ilmiah dan kebijakan internasional. Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang berperan signifikan dalam penyerapan dan penyimpanan karbon dalam jumlah besar.

Mangrove adalah vegetasi khas wilayah pasang surut yang memiliki produktivitas primer tinggi dan akumulasi biomassa yang signifikan, baik pada bagian vegetasi yang tampak di permukaan maupun pada komponen bawah tanah. Lebih lanjut, substrat mangrove yang anaerobik dan kaya bahan organik mampu menyimpan karbon dalam jangka panjang (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Potensi inilah yang menjadikan ekosistem mangrove sebagai "*blue carbon ecosystem*" yang sangat strategis dalam mitigasi perubahan iklim. Namun demikian, banyak kawasan mangrove yang belum terpetakan secara rinci potensi biomassa dan serapan karbonnya, terutama di tingkat lokal dan spesifik spesies.

Indonesia memiliki luasan mangrove terbesar di dunia, mencakup sekitar 3,36 juta hektare, dan berkontribusi terhadap lebih dari 30% stok karbon mangrove global (Sulistiana, 2017). Potensi tersebut tersebar di berbagai ekosistem pesisir, termasuk di kawasan Sulawesi Selatan. Salah satu kawasan mangrove yang berkembang sebagai pusat konservasi dan ekowisata adalah Ekowisata Mangrove Lantebung, yang terletak di Pesisir Kota Makassar. Kawasan ini tidak hanya berfungsi sebagai ruang edukasi dan rekreasi, tetapi juga sebagai habitat ekologis penting yang dihuni oleh berbagai spesies mangrove, termasuk *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba*, dan *Acanthus ilicifolius*.

Tiga spesies tersebut memiliki karakteristik morfologi dan ekofisiologi yang berbeda, sehingga memberikan kontribusi yang bervariasi terhadap akumulasi biomassa dan cadangan karbon. *Rhizophora mucronata* dikenal dengan struktur akar penyangga dan batang yang besar, yang memungkinkan akumulasi biomassa tinggi. *Avicennia alba* memiliki sistem akar napas (*pneumatophores*) dan struktur daun yang adaptif terhadap salinitas tinggi. Sementara itu, *Acanthus ilicifolius* merupakan spesies semak mangrove yang tumbuh pada zona intertidal dengan tinggi relatif rendah, namun memiliki sistem perakaran yang padat dan menyumbang cadangan karbon di bawah permukaan tanah (Noor dkk., 2006). Dengan memahami variasi biomassa dan karbon dari masing-masing spesies, dapat diperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai potensi serapan karbon di tingkat ekosistem.

Selain tegakan hidup, aspek lain yang penting namun sering diabaikan dalam kajian karbon mangrove adalah nekromassa, yaitu biomassa kayu mati yang belum mengalami dekomposisi sempurna. Nekromassa ini berfungsi sebagai penyimpan karbon jangka menengah dan sebagai indikator dinamika siklus karbon dalam ekosistem. Demikian pula, substrat mangrove menyimpan karbon dalam bentuk bahan organik yang terdekomposisi lambat, menjadikannya sebagai penyimpan karbon jangka panjang (Irawan & Purwanto, 2020). Oleh karena itu, pendekatan yang komprehensif dalam mengukur serapan karbon di ekosistem mangrove perlu mencakup tiga komponen utama: tegakan hidup, nekromassa, dan substrat.

Penelitian ini menjadi relevan dalam konteks kebutuhan akan data empiris yang bersifat lokal, spesifik spesies, dan berbasis ekosistem. Kajian potensi biomassa dan serapan karbon di Ekowisata Mangrove Lantebung tidak hanya memberikan kontribusi ilmiah dalam pengayaan literatur, tetapi juga mendukung upaya konservasi berbasis bukti. Dengan tersedianya data kuantitatif yang valid, kebijakan pengelolaan kawasan pesisir dapat diarahkan secara lebih tepat dan adaptif, baik dalam konteks perlindungan biodiversitas, mitigasi iklim, maupun pemberdayaan masyarakat lokal.

Di sisi lain, pendekatan ini juga mendukung peluang penerapan skema ekonomi berbasis karbon, seperti *carbon offset* atau *payment for ecosystem services* (PES). Masyarakat lokal yang selama ini berperan aktif dalam rehabilitasi dan pelestarian mangrove dapat memperoleh manfaat tambahan dari jasa lingkungan yang dihasilkan, khususnya dalam bentuk nilai ekonomi dari serapan karbon. Dengan demikian, integrasi antara pendekatan ekologi dan ekonomi menjadi penting dalam mendorong keberlanjutan kawasan.

Secara umum, kajian tentang biomassa dan serapan karbon di kawasan ekowisata seperti Lantebung masih tergolong terbatas. Padahal, kawasan ini merupakan contoh praktik baik dari sinergi antara konservasi dan pengembangan pariwisata berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan data tersebut, dengan memfokuskan pada pengukuran biomassa dan cadangan karbon dari tiga komponen utama yakni tegakan, nekromassa, dan substrat pada tiga spesies dominan di kawasan tersebut.

Dengan pendekatan kuantitatif dan analitis, penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih nyata dalam upaya pemetaan potensi karbon biru di wilayah pesisir Indonesia. Di samping itu, temuan dari penelitian ini dapat dijadikan dasar ilmiah dalam perumusan kebijakan konservasi dan pengembangan ekowisata yang mengacu pada nilai-nilai ekosistem, serta mendorong keterlibatan aktif masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan dan partisipatif.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

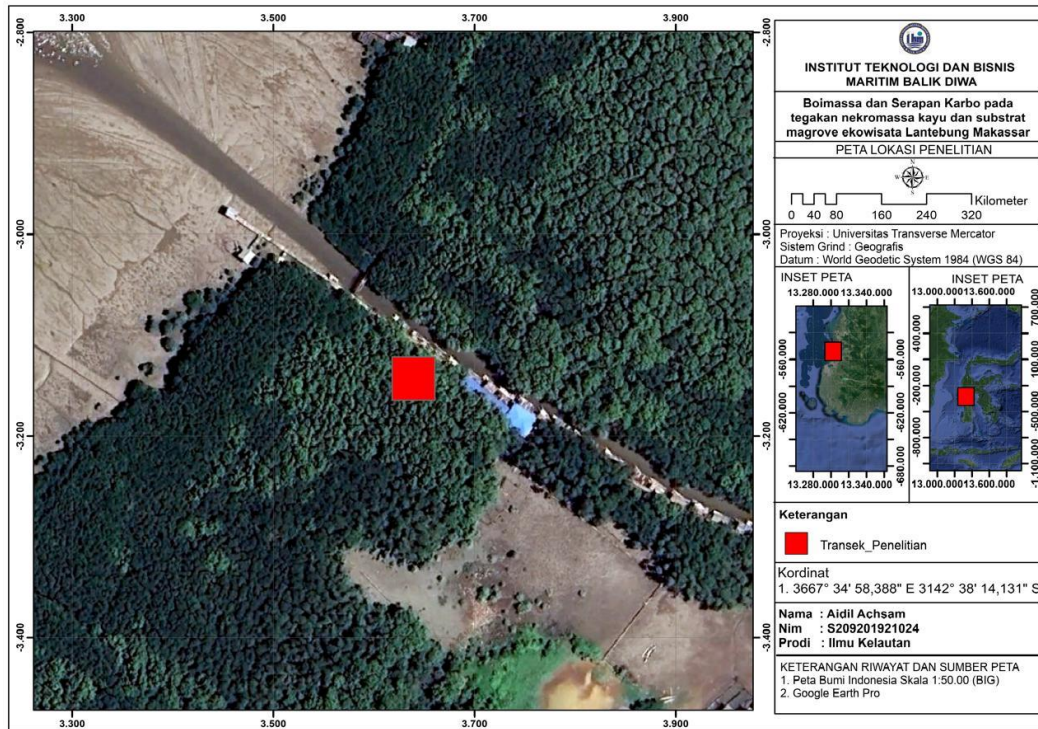
Penelitian ini dilaksanakan pada rentang Februari hingga Juli 2025, dengan lokasi pengamatan yang berpusat di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung, Kelurahan Bira, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1.). Sebagai kawasan pesisir yang memiliki ekosistem mangrove yang relatif berkembang dan dipengaruhi oleh berbagai antropogenik. Pengambilan sampel mangrove dilakukan secara langsung di lapangan kemudian dianalisis lebih lanjut. Pengujian serapan karbon dan biomassa dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin dengan menggunakan Metode Gravimetri sesuai standar analisis biomassa organik.

Alat dan Bahan

Alat yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah *Smartphone*, GPS, thermometer, pH meter, refraktometer, gergaji, sekop, tali rafia, blender, penggaris besi, plastik cetik, dan wadah pengukuran untuk sampel air. Sementara itu, bahan-bahan yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu tujuh sampel mangrove berupa nekromassa dan tegakan berupa dahan/batang, serta substrat *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba*, dan *Acanthus ilicifolius*.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, pemilihan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Sebelum melakukan pengambilan sampel dilakukan uji parameter oseanografi dengan menggunakan thermometer, pH meter, dan refraktometer. Sampel diambil pada lokasi dengan cara membentangkan transek di area vegetasi mangrove yang memiliki tingkat kepadatan sedang di Kawasan Ekowisata Lantebung. Tepatnya pada titik koordinat 5°07'805.8"S 119°46'595.3"E. Ukuran transek yang digunakan untuk pengamatan mangrove adalah 40 meter x 40 meter (modifikasi dari Mutiara, 2016). Petak tersebut dimanfaatkan untuk pengambilan sampling tegakan, nekromassa, serta substrat mangrove dari spesies *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba*, dan *Acanthus ilicifolius*. Pengukuran nekromassa dan tegakan hampir sama dengan mengambil kayu, sedangkan untuk substrat mengambil tanah kedalaman 30 cm kemudian dimasukkan ke dalam plastik cetik untuk dibawa ke Laboratorium guna menganalisis nilai biomassa dan serapan karbon, yang sebelumnya dilakukan pengukuran *diameter breast height* (dbh) pada setiap sampel mangrove.



Gambar 1. Peta lokasi Penelitian, Makassar

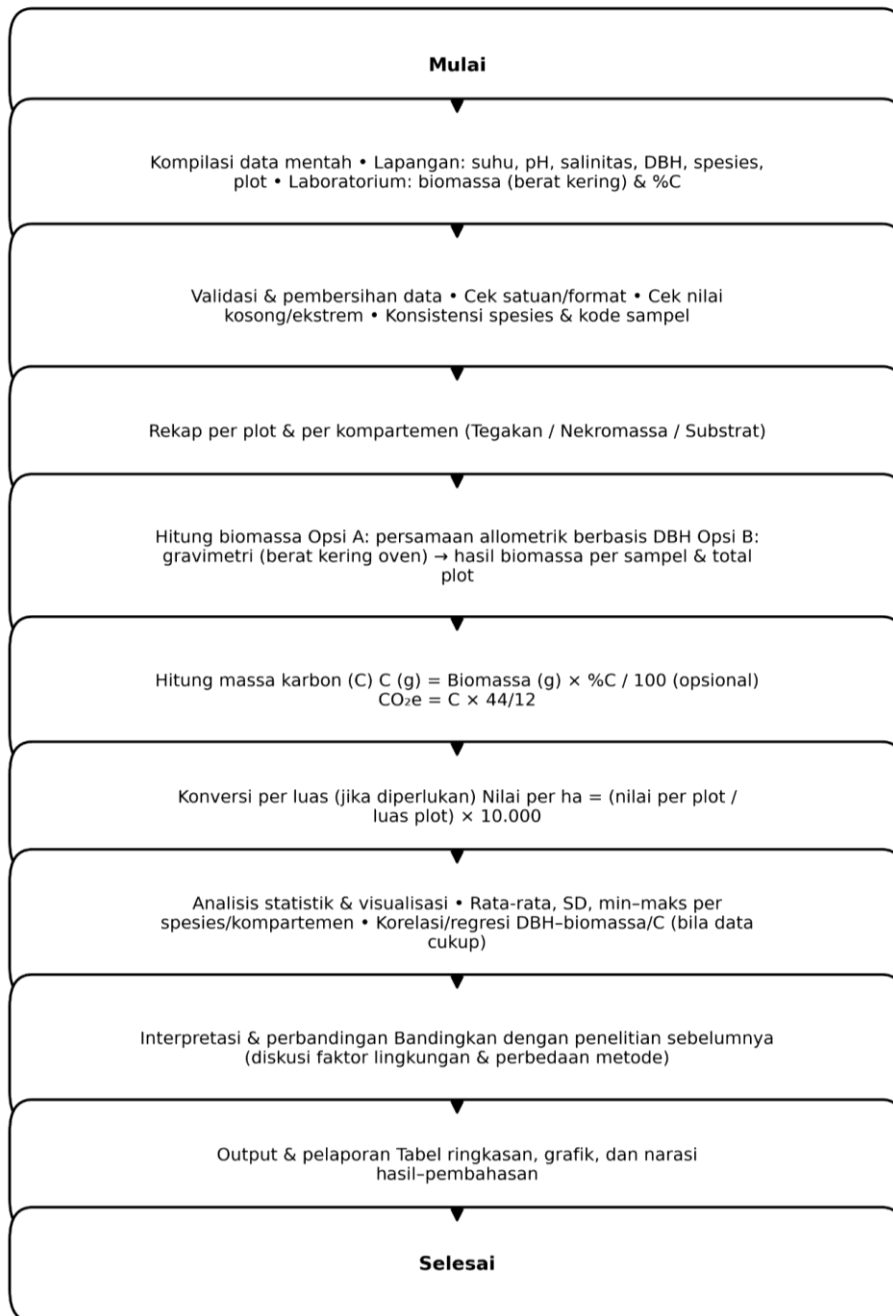
Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Seluruh variabel penelitian, yaitu salinitas, suhu, pH perairan, serta diameter breast height (dbh) setiap individu mangrove, dicatat secara teliti di lapangan menggunakan lembar kerja pengamatan. Data tersebut kemudian diinput ke perangkat lunak pengolah data, direkapitulasi per stasiun dan spesies, serta disimpan rapi dalam bentuk hardfile (lembar cetak) dan softfile (file digital) sebagai arsip dan bahan verifikasi. Setelah itu, pengolahan data dilakukan mengikuti alur pada Gambar 2, termasuk pengecekan konsistensi satuan, perhitungan biomassa, dan estimasi serapan karbon. Hasil uji Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan FIKP Universitas Hasanuddin selanjutnya dianalisis, diinterpretasi, dibahas, dan dibandingkan dengan temuan penelitian terdahulu untuk memperkuat kesimpulan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Oseanografi

Berdasarkan hasil observasi di lokasi penelitian, data parameter oseanografi yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1. Parameter oseanografi yang diukur di lokasi penelitian menunjukkan bahwa suhu perairan berada pada 28°C, dengan salinitas sebesar 18 ppt, dan nilai pH sebesar 6,98.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Tabel 1. Parameter kualitas air di lokasi penelitian

Parameter	Hasil Pengukuran
Suhu	28°C
Salinitas	18 ppt
pH	6,98

Tabel 1. menyajikan hasil pengukuran suhu habitat *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Acathus* sp. di Ekowisata Mangrove Lantebung yang menunjukkan

nilai 28°C. Nilai tersebut memenuhi kriteria baku mutu air laut pada ekosistem mangrove sebagaimana tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Selain itu juga menunjukkan nilai salinitas sebesar 18 ppt yang merupakan lingkungan payau yang cukup ideal untuk mendukung pertumbuhan berbagai jenis mangrove, meski tiap spesies memiliki toleransi yang berbeda terhadap salinitas. *Avicennia alba* misalnya, lebih toleran terhadap kadar salinitas tinggi dibandingkan *Rhizophora mucronata* dan *Acanthus* sp. Tabel 1. juga menunjukkan nilai hasil pengukuran pH yaitu 6,98. Menurut penelitian Kauffman dkk. (2011), pH netral sangat menunjang aktivitas mikroorganisme tanah dan proses metabolisme tumbuhan mangrove, sehingga membantu meningkatkan produktivitas biomassa serta simpanan karbon organik dalam tanah.

Biomassa

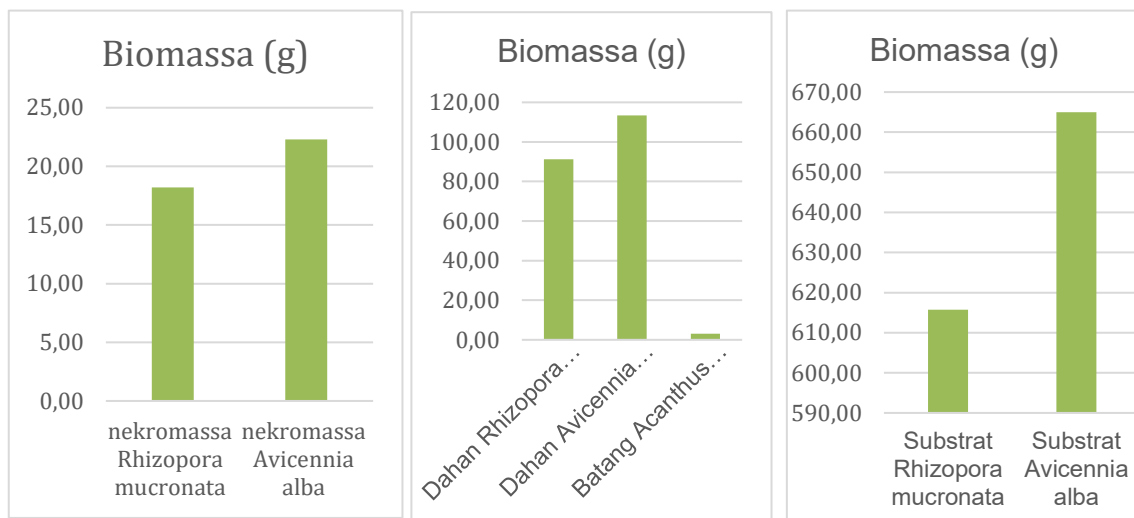
Hasil uji biomassa dengan Metode Gravimetri ditunjukkan pada Tabel 2. yang menunjukkan bahwa biomassa tertinggi terdapat pada substrat *Avicennia alba*, sedangkan biomassa terendah terdapat pada batang *Acanthus ilicifolius*.

Tabel 2. Hasil uji biomassa

Kode Sampel	dbh (cm)	Biomassa (g)
Nekromassa <i>Rhizophora mucronata</i>	21	18,20
Nekromassa <i>Avicennia alba</i>	30	22,29
Dahan <i>Rhizophora mucronata</i> hidup	51	91,32
Dahan <i>Avicennia alba</i> hidup	97	113,35
Batang <i>Acanthus ilicifolius</i>	2	3,04
Substrat <i>Rhizophora mucronata</i>	-	615,71
Substrat <i>Avicennia alba</i>	-	664,96

Pada Gambar 2., hasil uji biomassa nekromassa *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia alba* menunjukkan bahwa biomassa nekromassa *Avicennia alba* dengan lebar diameter setinggi dada sebesar 30 cm, lebih besar daripada *Rhizophora mucronata*. Hasil uji biomassa dahan dan batang *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Acanthus ilicifolius* menyajikan biomassa dahan tegakan *Avicennia alba* dengan lebar diameter setinggi dada sebesar 97 cm adalah yang terbesar, dan *Acanthus ilicifolius* adalah yang terkecil. Hasil uji biomassa substrat *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia alba* mencantumkan biomassa substrat *Avicennia alba* lebih besar daripada *Rhizophora mucronata*.

Parameter yang memengaruhi serapan karbon dan biomassa pada ekosistem mangrove, meliputi kerapatan mangrove (Santoso dkk., 2021) diameter batang pohon setinggi dada (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023), dan jenis mangrove (Lumbu dkk., 2022). Kerapatan mangrove yang lebih tinggi cenderung meningkatkan serapan karbon dan biomassa karena lebih banyak tanaman yang terlibat dalam fotosintesis dan menyimpan karbon, dimana kerapatan mangrove Lantebung tergolong sedang (Wulandari dkk., 2024).



Gambar 2. Hasil uji biomassa nekromassa, dahan dan batang, serta substrat

Selain tegakan hidup, aspek lain yang penting namun sering diabaikan dalam kajian karbon mangrove adalah nekromassa, yaitu biomassa kayu mati yang belum mengalami dekomposisi sempurna. Nekromassa ini berfungsi sebagai penyimpan karbon jangka menengah dan sebagai indikator dinamika siklus karbon dalam ekosistem. Nekromassa juga dapat berupa batang yang mengandung selulosa maupun material serasah (Kusuma dkk., 2022). Demikian pula, substrat mangrove menyimpan karbon dalam bentuk bahan organik yang terdekomposisi lambat, menjadikannya sebagai penyimpan karbon jangka panjang (Irawan & Purwanto, 2020).

Tabel 2. menyajikan data jumlah biomassa dari masing-masing sampel mangrove yang terdapat di lokasi penelitian. Sebesar 98,7% dari total biomassa dipengaruhi oleh diameter setinggi dada (dbh), jumlah pohon atau kerapatan vegetasi. Hal ini disebabkan karena dalam penelitian ini, perhitungan biomassa menggunakan persamaan allometrik yang sangat bergantung pada nilai diameter pohon (Mejupan, 2001).

Peningkatan diameter pada pohon mangrove akan menyebabkan meningkatnya kandungan biomassa dan stok karbon (Ceron-Breton dkk., 2011; Kusmana dkk., 1992).

Variasi kandungan biomassa disebabkan oleh adanya pohon-pohon berdiameter besar pada jenis lahan tertentu, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap total biomassa. Besarnya biomassa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain diameter batang, tinggi pohon, kerapatan kayu, dan tingkat kesuburan tanah.

Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan atau pengaruh yang sangat kuat antara tegakan mangrove terhadap kandungan biomassa dan stok karbon (Nenobahan, 2022). Mangrove dengan diameter batang yang besar memiliki kapasitas tinggi dalam penyerapan dan penyimpanan karbon dalam bentuk biomassa pada jaringan tubuh tanaman. Keberadaan pohon dengan diameter lebih dari 20 cm pada suatu tipe lahan berkontribusi signifikan terhadap total cadangan karbon yang tersimpan dalam biomassa pohon. Besarnya biomassa ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya diameter batang, tinggi tanaman, kerapatan kayu, serta tingkat kesuburan tanah (Kusuma dkk., 2022). Kenaikan diameter batang pohon menunjukkan korelasi positif dengan peningkatan total biomassa.

Manafe dkk. (2016) mengatakan bahwa umur suatu populasi tanaman umumnya digambarkan melalui ukuran diameter batang. Seiring bertambahnya umur tanaman, kandungan biomassa di atas permukaan tanah cenderung meningkat. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan diameter batang yang terjadi melalui proses pembelahan sel secara kontinu, meskipun laju pertumbuhannya akan menurun pada usia tertentu. Menurut Heriyanto & Subiandono (2012), kandungan biomassa pada tanaman mencerminkan sejauh mana kemampuan tanaman tersebut dalam menyerap CO₂ dari atmosfer. Karbon dioksida yang ditangkap dari udara akan dikonversi menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis, kemudian dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Besarnya kandungan karbon organik yang terurai pada lokasi mangrove dikarenakan adanya perbedaan usia mangrove dapat diidentifikasi melalui ukuran diameter batangnya. Semakin tua usia mangrove, maka semakin besar akumulasi bahan organik yang terurai dalam tanah.

Biomassa nekromassa *Avicennia alba* dengan lebar diameter setinggi dada sebesar 30 cm, lebih besar daripada *Rhizophora mucronata*. Mutiara (2016) menyatakan bahwa nekromassa *Rhizophora mucronata* lebih besar yang terdapat di dekat sungai daripada di dekat pantai, namun sampai saat ini belum ada yang membandingkan biomassa nekromassa *Avicennia alba* dan *Rhizophora mucronata* secara spesifik. Biomassa dahan tegakan *Avicennia alba* dengan lebar diameter setinggi dada sebesar 97 cm adalah yang terbesar, dan *Acanthus ilicifolius* adalah yang terkecil. Hasil penelitian ini selaras dengan publikasi Nenobahan (2022) yang mengemukakan bahwa biomassa untuk kategori pohon *Avicennia alba* sebesar 17.569 kg/ha, *Lumnitzera*

racemosa 9.805 kg/ha, *Avicennia marina* 3.742,17 kg/ha, *Sonneratia alba* 590.437 kg/ha, *Bruguiera parviflora* 50 kg/ha, dan *Rhizophora stylosa* 0 kg/ha. Rizkiyani *et al.* (2024) juga mencantumkan biomassa *Avicennia alba* sebesar 906,13 ton/ha, dan biomassa *Rhizophora mucronata* sebesar 356,71 ton/ha. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa biomassa substrat dari *Avicennia alba* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Rhizophora mucronata*, bahkan menjadi komponen biomassa terbesar di antara seluruh sampel yang dianalisis. Temuan ini sejalan dengan laporan Irawan & Purwanto (2020), yang menyatakan bahwa distribusi biomassa ekosistem mangrove sebagian besar tersimpan di atas permukaan tanah (70%), diikuti oleh biomassa bawah tanah (20%), nekromassa seperti pohon mati dan kayu mati (5%), biomassa non-kayu di atas permukaan tanah (2%), serta biomassa pada lantai hutan yang berkontribusi sekitar 3% terhadap total biomassa.

Serapan Karbon

Hasil uji serapan karbon dengan Metode Gravimetri sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3., hasil tersebut menunjukkan bahwa serapan karbon tertinggi terdapat pada dahan *Avicennia alba* hidup yakni sebesar 38,76%, sedangkan serapan karbon terendah terdapat pada substrat *Rhizophora mucronata* sebesar 1,80%. Sedangkan pada Gambar 3., pada hasil uji serapan karbon nekromassa *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia alba* menunjukkan bahwa serapan karbon nekromassa *Avicennia alba* dengan lebar diameter setinggi dada sebesar 30 cm, lebih besar daripada *Rhizophora mucronata*. Hasil uji serapan karbon dahan dan batang *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Acanthus ilicifolius* menyajikan serapan karbon dahan tegakan *Avicennia alba* dengan lebar diameter setinggi dada sebesar 97 cm adalah yang terbesar, dan *Acanthus ilicifolius* adalah yang terkecil. Hasil uji serapan karbon substrat *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia alba* mencantumkan serapan karbon substrat *Avicennia alba* lebih besar daripada serapan karbon substrat *Rhizophora mucronata*.

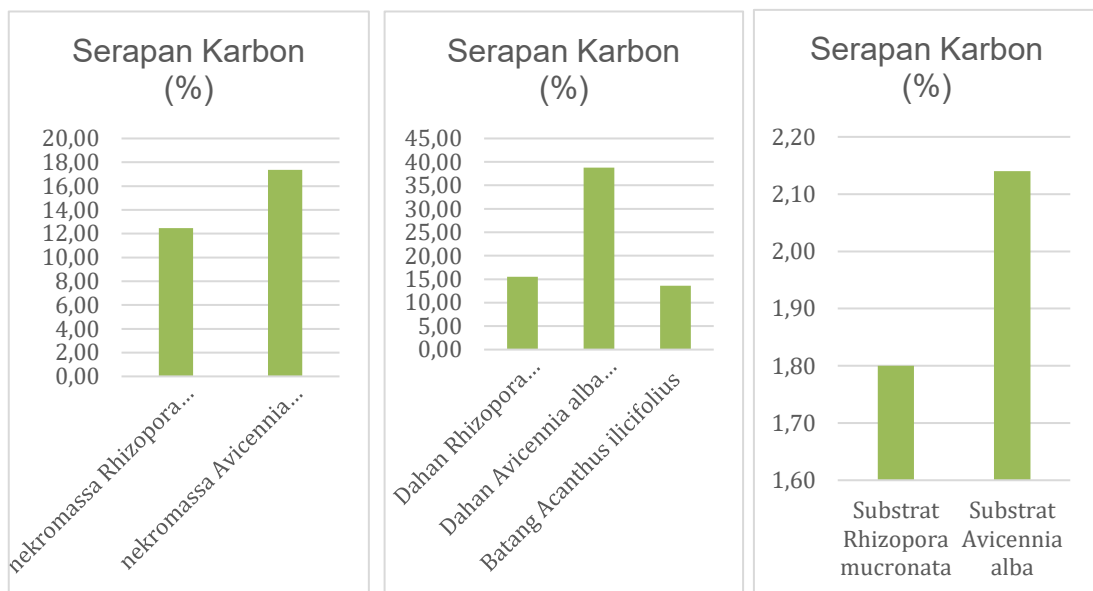
Tabel 3. menunjukkan adanya variasi nilai serapan karbon, yang disebabkan oleh perbedaan estimasi biomassa. Perbedaan ini terjadi karena sebagian besar biomassa tanaman terdiri dari kandungan karbon.

Munir (2017) mengemukakan bahwa kandungan karbon yang diperoleh dari proses fotosintesis yakni tumbuhan menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dan mengonversinya menjadi karbon organik berupa karbohidrat, yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa di berbagai bagian seperti batang, daun, dan akar. Oleh karena itu, semakin besar estimasi biomassa suatu tegakan mangrove, maka semakin besar pula jumlah karbon yang tersimpan. Hal ini menunjukkan adanya hubungan positif antara

biomassa dan cadangan karbon, sehingga setiap peningkatan atau penurunan biomassa akan berdampak langsung terhadap jumlah karbon yang tersimpan. Dengan demikian, estimasi biomassa dan stok karbon bersifat sebanding atau memiliki korelasi positif.

Tabel 3. Hasil uji serapan karbon

Kode Sampel	Biomassa (g)	Serapan Karbon (%)
<i>Nekromassa Rhizopora mucronata</i>	18,20	12,47
<i>Nekromassa Avicennia alba</i>	22,29	17,35
Dahan <i>Rhizopora mucronata</i> hidup	91,32	15,53
Dahan <i>Avicennia alba</i> hidup	113,35	38,76
Batang <i>Acanthus ilicifolius</i>	3,04	13,62
Substrat <i>Rhizopora mucronata</i>	615,71	1,80
Substrat <i>Avicennia alba</i>	664,96	2,14



Gambar 3. Hasil uji serapan karbon nekromassa, dahan dan batang, serta substrat

Stok karbon potensial dapat diestimasi berdasarkan biomassa tegakan yang ada. Hal ini sejalan dengan pendapat Heriyanto dan Subiandono (2012) dan Hairiah dan Rahayu (2007), yang menyatakan bahwa pertumbuhan tegakan pohon akan meningkatkan akumulasi biomassa dan cadangan karbon. Setiap peningkatan kandungan biomassa akan diiringi oleh bertambahnya stok karbon, seiring dengan proses penyerapan CO₂ dari atmosfer oleh tanaman (Chanan, 2011). Selain itu, kepadatan pada kandungan karbon hutan mangrove akan meningkat seiring dengan pola peningkatan pertumbuhan dan perkembangan dalam hal ini umur tegakan pohon (Wang dkk., 2013). Kandungan karbon menurun dapat terjadi karena penebangan hutan

atau pembukaan lahan baru yang menyebabkan erosi sehingga akan terjadinya degradasi hutan mangrove (Zhang dkk., 2009).

Serapan karbon nekromassa *Avicennia alba* lebih besar daripada *Rhizophora mucronata*. Penelitian Nenobahan (2022) mencantumkan stok karbon nekromassa tidak berkayu sebesar 0.10246 kg/m². Sedangkan (Kusuma dkk., 2022) mengemukakan bahwa estimasi karbon tersimpan pada nekromassa mangrove *Avicennia* sp. rata-rata sebesar 0,27 kg C/m², dan *Rhizophora* sp. rata-rata sebesar 0,06 kg C/m², sehingga dapat dikatakan selaras dengan hasil penelitian ini. Serapan karbon dahan tegakan *Avicennia alba* adalah yang terbesar, dan *Acanthus ilicifolius* adalah yang terkecil. Hal ini selaras dengan publikasi Kusuma dkk. (2022) yang mengemukakan bahwa estimasi karbon tersimpan pada tegakan mangrove *Avicennia* sp. rata-rata sebesar 21,26 kg C/m², dan *Rhizophora* sp. rata-rata sebesar 8,66 kg C/m². Nenobahan (2022) juga mempublikasikan stok karbon ekosistem mangrove untuk kategori pohon *Avicennia alba* sebesar 8.257 kg/ha, *Lumnitzera racemosa* 4.608 kg/ha, *Avicennia marina* 1.758 kg/ha, *Sonneratia alba* 277 kg/ha, *Bruguiera parviflora* 235 kg/ha, dan *Rhizophora stylosa* 0 kg/ha, yang juga menyatakan bahwa stok karbon terbesar terdapat pada pohon *Avicennia alba*. Serapan karbon substrat *Avicennia alba* lebih besar daripada serapan karbon substrat *Rhizophora mucronata*. Menurut Rizkiyani dkk. (2024), simpanan karbon pada substrat mangrove dalam satu stasiun mencapai 31,05 ton/ha. Namun, sampai saat ini belum ada publikasi yang membandingkan serapan karbon substrat *Avicennia alba* dan *Rhizophora mucronata* secara spesifik, meskipun Rahman & Hadi (2021) mengemukakan bahwa kandungan karbon substrat pada bawah tegakan *Avicennia marina* sebesar 15,17 %C, dan *Rhizophora apiculata* sebesar 20,00 %C.

KESIMPULAN

Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi oseanografi di habitat *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba*, dan *Acanthus ilicifolius* mendukung keberlangsungan hidup dan ideal untuk vegetasi mangrove, yakni hidup pada suhu 28°C, salinitas 18 ppt, dan dengan pH 6,86. Nilai biomassa tertinggi ditemukan di *Avicennia alba* pada substrat (664,96 g) dan dahannya (113,55 g), yang juga menunjukkan kapasitas serapan karbon terbesar pada dahannya (38,76%). Sebaliknya, serapan karbon terendah ditemukan pada substrat *Rhizophora mucronata* (1,80%).

SARAN

Temuan ini menegaskan bahwa kontribusi penyimpanan karbon sangat dipengaruhi oleh jenis dan bagian vegetasi mangrove. Untuk meningkatkan kualitas data di masa mendatang, disarankan agar penelitian serupa dilakukan di lokasi yang lebih bervariasi, melibatkan lebih banyak spesies, dan menggunakan metode analisis laboratorium guna memperoleh hasil yang lebih akurat dan representatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Ketua Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) Lantebung, Bapak Saraba, dan Laboran Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Ibu Fitri dan Ibu Ana atas dukungan penuh terkait kelancaran riset ini.

REFERENSI

- Chanan, M. (2011). Potensi karbon di atas permukaan tanah di Blok Perlindungan Taman Wisata Alam Gunung Baung Pasuruan – Jawa Timur. *Jurnal Gamma*, 6: 101–112.
- Cerón-Bretón, J. G., Cerón-Bretón, R. M., Rangel-Marrón, M. M., Muriel-Garcia, M., Cordova-Quiroz, A. V., & Estrella-Cahuich, A. (2011). Determination of carbon sequestration rate in soil of a mangrove forest in Campeche, Mexico. *International Journal of Energy and Environment*, 3(5): 328–336.
- Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). *Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. (2012). Composition and structure, biomass, and potential of carbon content in mangrove forest at National Park Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1): 23–32.
- Irawan, U., & Purwanto, E. (2020). *Panduan pengukuran dan pendugaan cadangan karbon pada ekosistem hutan gambut dan mineral*. Bogor: Tropenbos Indonesia.
- Kauffman, J. B., Heider, C., Cole, T. G., Dwire, K. A., & Donato, D. C. (2011). Ecosystem carbon stocks of Micronesian mangrove forests. *Wetlands*, 31(2): 343–352.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Laporan Kinerja 2023 KLHK*. Diakses 1 Januari 2026, dari [https://www.menlhk.go.id/work-plan/laporan-kinerja-2023-klhk/Kementerian LHK](https://www.menlhk.go.id/work-plan/laporan-kinerja-2023-klhk/Kementerian%20LHK)
- Kusmana, C., & Watanabe, H. (1992). Production structure of main commercial tree species in a mangrove forest in East Sumatera, Indonesia. *BIOTROPIA*, (5): 1–9.
- 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.
- Lumbu, T., Rumengan, A. P., Paruntu, C. P., Darwisito, S., Ompi, M., & Mandagi, S. (2022). Kajian simpanan karbon pada biomassa mangrove di Pesisir Desa Tatengesan,

Kecamatan Pusomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 10(1): 63–71.

- Manafe, G., Kaho, M. R., & Risamasu, F. (2016). Estimasi biomassa permukaan dan stok karbon pada tegakan pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di perairan pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 16(2): 163.
- Mejupan, E. (2001). Pengukuran biomassa dan kandungan karbon hara kalsium (Ca) di atas permukaan tanah pada hutan rawa gambut (studi kasus di HPH PT Diamond Raya Timber, Bagan Siapi-api, Provinsi Riau). Skripsi. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan: Institut Pertanian Bogor.
- Munir, M. (2017). Estimasi biomassa, stok karbon, dan sekuestrasi karbon dari berbagai tipe habitat terestrial di Gresik, Jawa Timur secara non-destructive dengan persamaan allometrik. Surabaya.
- Mutiara, M. T. (2015). Biomassa dan serapan karbon (carbon sequestration) pada tegakan, nekromassa kayu dan substrat mangrove di Bulaksetra, Pangandaran. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan: IPB University.
- Nenobahan, M. A. (2022). Estimasi biomassa permukaan dan stok karbon pada ekosistem mangrove di Pesisir Desa Mata Air, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang. Tesis. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (2021). Jakarta.
- Rahman, F. A., & Hadi, A. P. (2021). Kandungan C-Organik substrat ekosistem mangrove di Danau Air Asin Gili Meno Kabupaten Lombok Utara. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2): 516.
- Rizkiyani, H. M., Pribadi, R., Ario, R., Pietersz, J. H., & Pentury, R. (2024). Pendugaan simpanan karbon pada tegakan dan substrat mangrove dengan metode non destruktif di Desa Betahwalang, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 13(3): 443–451.
- Santoso, N., Sutopo, S., Pambudi, G. P., Danarta, V. F., Wibisono, R. A., Astuti, T. P., ...Wicaksono, D. A. (2021). Pendugaan biomassa dan serapan karbon di beberapa areal taman hutan kota Jakarta, Bekasi dan Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 18(1): 35–49.
- Sulistiana, S. (2017). Potensi mangrove sebagai karbon biru Indonesia bagi pembangunan berkelanjutan. Dalam *Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan/SDGs* (hlm. 281–303).
- Wang, G., Guan, D. S., Peart, M. R., Chen, Y. J., & Peng, Y. S. (2013). Ecosystem carbon stocks of mangrove forest in Yingluo Bay, Guangdong Province of South China. *Forest Ecology and Management*, 310: 539–546.
- Wulandari, S., Nikma, H., & Tamti, H. (2024). Analisis keunggulan bersaing berkelanjutan ekowisata mangrove Lantebung Kota Makassar. *Jurnal Riset Diwa Bahari (JRDB)*, 2(1): 33–38.
- Zhang, W., Feng, H., Chang, J. N., Qu, J. G., Xie, H. X., & Yu, L. Z. (2009). Heavy metal contamination in surface sediments of Yangtze River intertidal zone: An assessment from different indexes.