

Estimation of Mangrove Carbon Standing-stock along the Coast of Kailolo Village, Central Maluku: Implications for Climate Change Mitigation

Estimasi Stok Karbon Tegakan Mangrove di Sepanjang Pantai Negeri Kailolo, Maluku Tengah: Implikasi terhadap Mitigasi Perubahan Iklim

Naflah Dafi Al-Fiyah Ombi¹, **Rahman Rahman**^{1*}, **Juliana Wilmiena Tuahatu**¹

*Corresponding author email: rahmanrajaali@gmail.com

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Maluku 97233, Indonesia.

Abstract. This study aims to estimate the carbon stock and sequestration potential of the mangrove ecosystem along the Hitapory Coast, Kailolo Village, Central Maluku, as a critical step in supporting climate change mitigation efforts. Data collection was conducted at five stations using the quadrat transect method to measure vegetation density, stem diameter, and identify mangrove species. Biomass analysis was performed using allometric equations appropriate for the dominant species. The results indicate a total carbon stock of 330.74 tons C/ha, comprising 227.19 tons C/ha of above-ground carbon (AGC) and 103.55 tons C/ha of below-ground carbon (BGC). The estimated carbon sequestration, expressed in CO₂ equivalents, was 1,212.72 tons CO₂e/ha, with the dominant contribution from *Sonneratia alba* at 1,187.50 tons CO₂e/ha, while the lowest contribution was from *Rhizophora stylosa* at 10.76 tons CO₂e/ha. These findings highlight the significant role of the local mangrove ecosystem as an effective carbon sink. Therefore, the conservation and sustainable management of mangroves are essential to support both national and global carbon emission reduction strategies. Furthermore, the study presents an opportunity to develop policies centered on blue carbon trading as an innovative mechanism for climate change mitigation.

Keywords: carbon stock, climate change, conservation, mangrove ecosystem.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi stok dan serapan karbon dari ekosistem mangrove di pesisir Pantai Hitapory, Negeri Kailolo, Maluku Tengah sebagai langkah penting dalam mendukung mitigasi perubahan iklim. Pengambilan data dilakukan pada lima stasiun menggunakan metode transek kuadran untuk mengukur kepadatan vegetasi, diameter batang, dan identifikasi spesies mangrove. Analisis biomassa dilakukan menggunakan persamaan alometrik yang sesuai dengan spesies dominan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total stok karbon mencapai 330,74 ton C/ha, terdiri dari 227,19 ton C/ha di atas permukaan (AGC) dan 103,55 ton C/ha di bawah permukaan (BGC). Serapan karbon setara CO₂e tercatat sebesar 1.212,72 ton CO₂e/ha, dengan kontribusi dominan dari *Sonneratia alba* sebesar 1.187,50 ton CO₂e/ha, sedangkan kontribusi terendah berasal dari *Rhizophora stylosa* sebesar 10,76 ton CO₂e/ha. Hasil ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di kawasan ini berperan sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) yang signifikan. Oleh karena itu, konservasi dan pengelolaan berkelanjutan ekosistem mangrove sangat diperlukan untuk mendukung upaya penurunan emisi karbon nasional dan global. Selain itu, temuan ini membuka peluang untuk pengembangan kebijakan berbasis perdagangan karbon biru sebagai mekanisme inovatif mitigasi perubahan iklim.

Kata Kunci: stok karbon, perubahan iklim, konservasi, ekosistem mangrove.

Copyright © 2025 The Author(s).

This is an open access article under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



To cite this article (APA Style):

Ombi, N. D. A., Rahman, R., & Tuahatu, J. W. (2025). Estimation of Mangrove Carbon Standing-stock along the Coast of Kailolo Village, Central Maluku: Implications for Climate Change Mitigation. *Nekton*, 5(2), 92-12. <https://doi.org/10.47767/nekton.v5i2.1032>

<https://ojs.poltesa.ac.id/index.php/nekton>

Submitted: 30 May 2025; Received in revised form: 3 Aug 2025; Accepted: 6 Aug 2025; Published regularly: 7 Aug 2025

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memainkan peran penting dalam mendukung keanekaragaman hayati laut (Nordhaus et al., 2006) dan menopang kehidupan masyarakat pesisir melalui penyediaan berbagai layanan ekosistem (Owuor et al., 2019; Handayani et al., 2020). Layanan utama yang disediakan meliputi dukungan terhadap keanekaragaman hayati (Sievers et al., 2023; Rahman et al., 2024a), perlindungan garis pantai (Damastuti et al., 2023; Morris et al., 2023; Van Hespén et al., 2023), peredaman gelombang dan badai (Sunkur et al., 2023; Rahman et al., 2024b), serta penyediaan kayu, madu, buah-buahan, sumber daya obat-obatan, dan produk pangan (Nyangoko et al., 2022). Salah satu layanan ekosistem terpenting yang diberikan oleh mangrove adalah penyerapan karbon (Choudhary et al., 2024; Rahman et al., 2024c), yang berperan krusial dalam mitigasi perubahan iklim.

Kapasitas penyimpanan karbon mangrove merupakan salah satu yang tertinggi dibandingkan dengan semua jenis ekosistem hutan. Alongi (2014) memperkirakan bahwa ekosistem mangrove menyimpan rata-rata 956 ton karbon per hektare. Demikian pula, Murdiyarto et al. (2015) melaporkan bahwa ekosistem mangrove di muara dapat menyimpan hingga 1083 ± 378 ton C/ha. Karbon ini disimpan baik di dalam tanah (*soil organic carbon* – SOC) maupun dalam komponen biomassa (*above-and below-ground carbon*) (Rahman et al., 2024c).

Ekosistem mangrove di sepanjang pesisir Desa Kailolo, yang terletak di bagian utara Pulau Haruku, Maluku Tengah, terpapar oleh pengaruh pasang surut dari Selat Haruku. Dinamika pasang surut ini berkontribusi terhadap aliran material organik secara periodik, yang dapat menghambat akumulasi biomassa sedimen secara optimal (Rahman et al., 2024b). Meskipun berada dalam kondisi hidrologi seperti ini, tegakan mangrove di kawasan ini didominasi oleh pohon-pohon berdiameter besar, yang mengindikasikan potensi penyerapan karbon yang tinggi (Komiya et al., 2008).

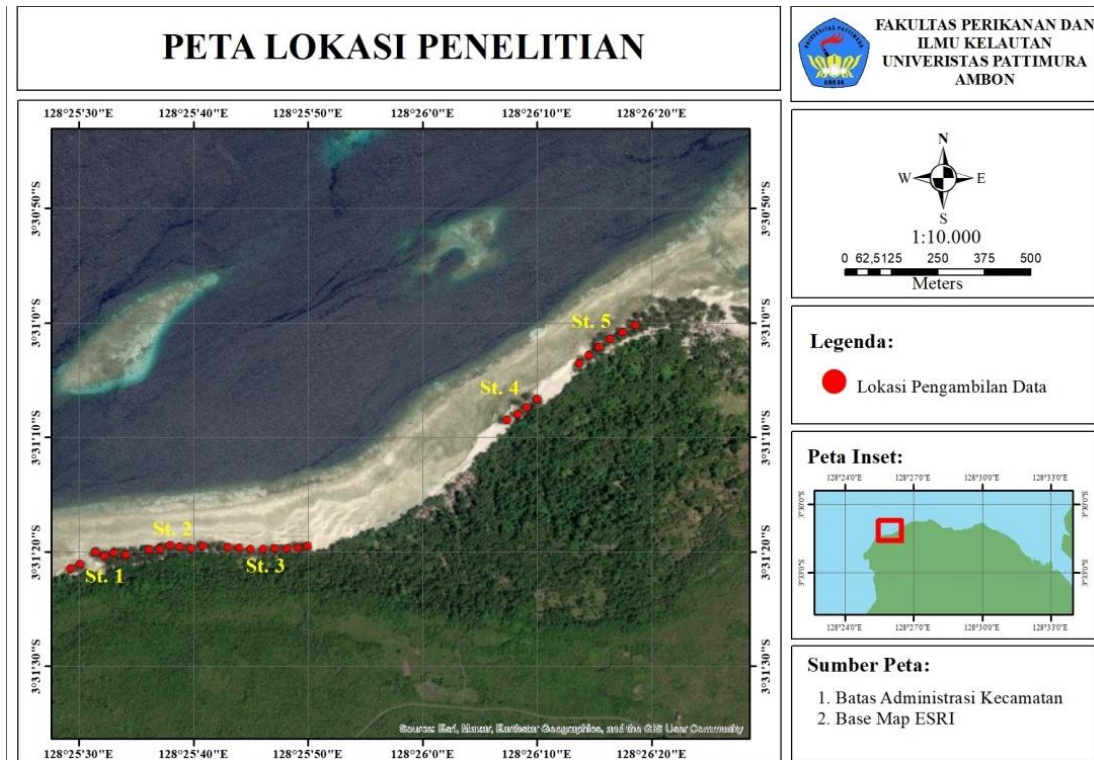
Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi biomassa, stok dan serapan karbon di atas dan bawah permukaan tanah dari tegakan mangrove di sepanjang pesisir Negeri Kailolo, Maluku Tengah. Pemahaman terhadap potensi penyerapan karbon dari ekosistem mangrove ini sangat penting untuk menilai perannya dalam pengaturan iklim. Temuan dari penelitian ini akan mendukung upaya konservasi berbasis bukti dan pengelolaan berkelanjutan, serta berkontribusi pada strategi mitigasi perubahan iklim global.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2024 di kawasan ekosistem mangrove Pantai Hitapory Negeri Kailolo, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah. Lokasi penelitian terletak di pesisir utara Pulau Haruku, yang secara geografis berada pada koordinat $128^{\circ}25'30''$ E - $128^{\circ}26'20''$ E dan $3^{\circ}32'40''$ S - $3^{\circ}33'00''$ S.

Lima stasiun pengambilan data (Stasiun 1 sampai dengan Stasiun 5) ditetapkan sepanjang garis pantai Desa Kailolo, yang tersebar dari bagian barat ke timur. Lokasi stasiun ditentukan berdasarkan karakteristik vegetasi mangrove dan aksesibilitas area. Penentuan titik koordinat dan jalur pengambilan data dilakukan dengan bantuan GPS dan peta dasar yang bersumber dari data ESRI serta batas administratif kecamatan (Gambar 1).

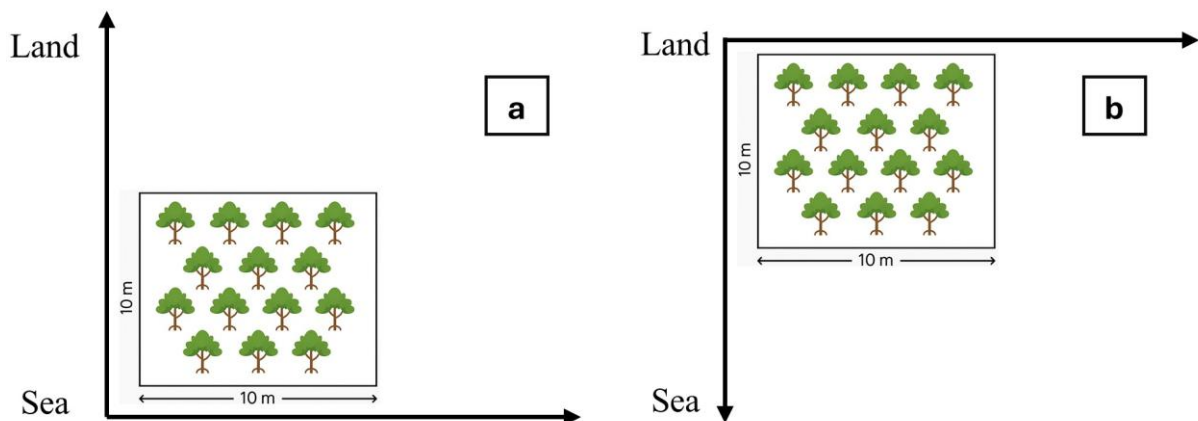


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan Data Kerapatan Mangrove

Pengambilan data kerapatan mangrove dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode transek kuadran dengan ukuran plot 10×10 meter (Bengen et al., 2022). Pada setiap lokasi penelitian, plot-plot tersebut ditempatkan secara proporsional pada setiap strata dengan menggunakan teknik *stratified proportional sampling*. Stratifikasi dalam penempatan plot tersebut berdasarkan tingkat kepadatan vegetasi mangrove, seperti kawasan dengan kerapatan tinggi, sedang, dan rendah.

Peletakan plot disesuaikan dengan kondisi lapangan, dengan arah pemasangan transek yang dapat dilakukan dari darat ke laut atau sebaliknya, tergantung pada bentuk morfologi pantai dan distribusi zonasi mangrove di lokasi penelitian. Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh variasi struktur vegetasi mangrove dapat terwakili secara proporsional. Ilustrasi peletakan plot dapat disajikan pada Gambar 2 berikut:

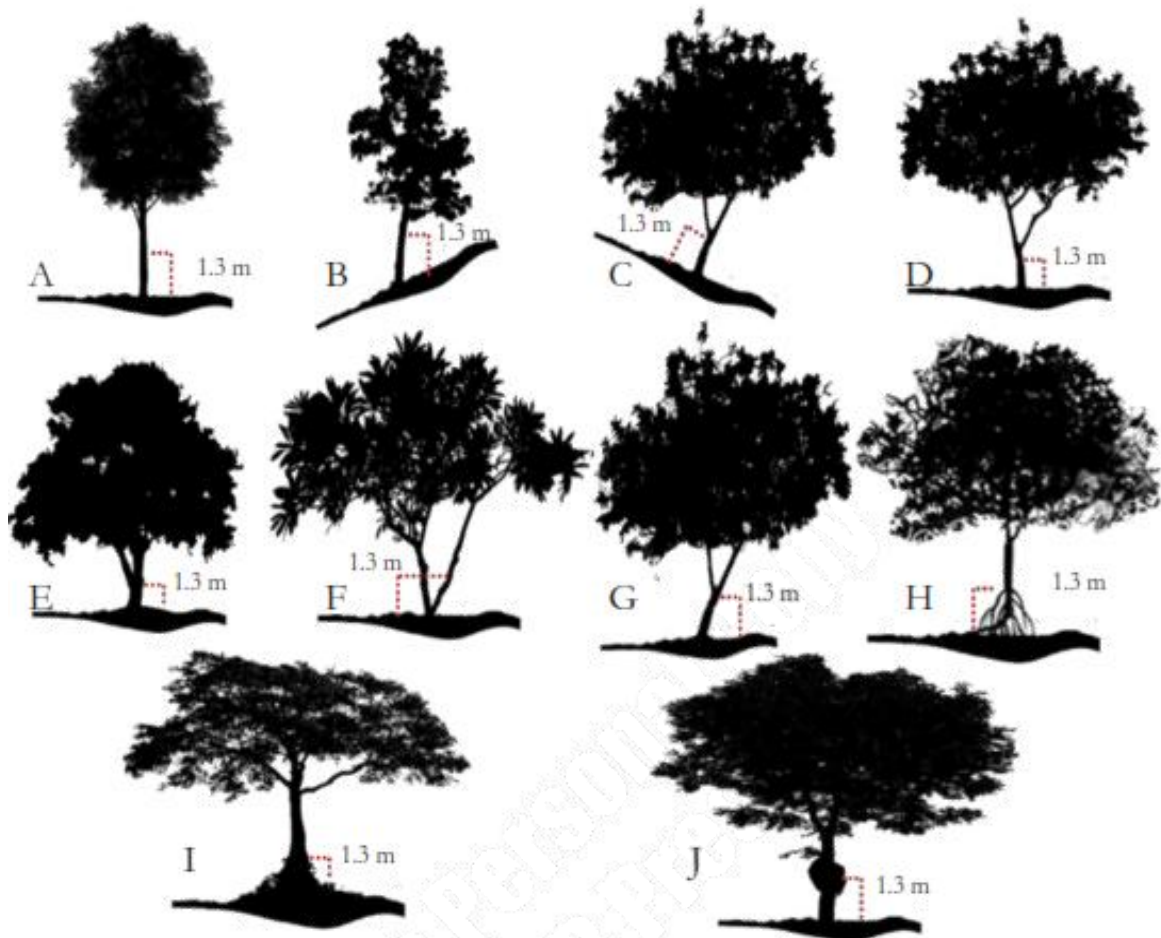


Gambar 2. Ilustrasi peletakan plot sampling mangrove: (a) Sampling dari laut ke darat; (b) sampling dari darat ke laut (Rahman et al., 2020).

Pada setiap plot yang ditempatkan, dilakukan identifikasi dan penghitungan jumlah tegakan pohon. Teknik identifikasi didasarkan pada morfologi akar, daun, bunga, dan buah yang diacu dalam [Noor et al. \(2006\)](#). Sementara itu, penentuan kategori tegakan pohon mengacu [Rahman et al. \(2024d\)](#), yaitu $D > 5$ cm.

Pengukuran Diameter Mangrove

Pengukuran diameter mangrove dilakukan pada tiap tegakan pohon yang ditemukan dalam plot kuadrat. Metode pengukuran diameter mengacu pada [Komiyama et al. \(2005\)](#) dan [Bengen et al. \(2022\)](#), yaitu jika pohon mangrove memiliki tinggi lebih dari dua meter ($H > 2$), maka diameter yang diukur adalah *diameter at breast height* (DBH = 130 cm) dengan ketentuan pengukuran sebagaimana pada [Gambar 3](#). Sedangkan jika pohon mangrove memiliki tinggi kurang dari dua meter ($H < 2$), maka diameter yang diukur adalah *trunk diameter* (TD = 50 cm).



Gambar 3. Metode Pengukuran Diameter Mangrove ([Bengen et al., 2022](#))

Analisis Data

Kerapatan Mangrove

Analisis kerapatan (K) dan kerapatan jenis mangrove (K_i) dilakukan dengan mengacu pada persamaan menurut ([Bengen et al., 2022](#)), yaitu sebagai berikut:

$$K = \frac{N}{A}; \dots\dots\dots (1)$$

$$K_i = \frac{\sum ni}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

K : kerapatan total (tegakan/ha);

K_i : kerapatan jenis ke-i (tegakan/ha);

- N : Jumlah seluruh tegakan pohon dalam plot kuadrat;
 ni : jumlah tegakan spesies ke-*i* dalam plot kuadrat;
 A : adalah luas plot kuadrat (ha)

Kriteria kerapatan mangrove mengacu pada Rahman et al. (2019), yaitu sebagaimana pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria Kerapatan Mangrove

Kerapatan (Tegakan/ha)	Kriteria
< 500	Sangat Rendah
> 500 - 1.000	Rendah
> 1.000 - 1.500	Sedang
> 1.500 - 2.000	Rapat
> 2.000	Sangat Rapat

Biomassa, Stok Karbon, dan Serapan Karbon

Biomassa mangrove dianalisis menggunakan persamaan alometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya (Tabel 2). Persamaan alometrik yang dipilih pada masing – masing spesies merupakan persamaan dengan nilai koefisien korelasi (*r*) yang terbaik dari seluruh persamaan yang ditemukan dalam referensi baik untuk biomassa tegakan atas (*above-ground biomass*) maupun biomassa bawah tegakan (*below-ground biomass*).

Tabel 2. Persamaan Alometrik Pendugaan Biomassa Mangrove

No.	Spesies	Above-ground Biomass	Below-ground Biomass
1	<i>S. alba</i>	B = 0.258D ^{2.287} Kusmana et al. (2018)	B = 0.230 ρ (D ² H) ^{0.74} Kusmana et al. (2018)
2	<i>R. apiculata</i>	B = 0.235D ^{2.42} Ong et al. (2004)	B = 0.0689D ^{2.61} Ong et al. (2004)
3	<i>R. stylosa</i>	B = 0.178D ^{2.59} Gevana dan IM. (2016)	B = 0.261D ^{1.86} Comley dan McGuinness (2005)
4	<i>X. granatum</i>	B = 0.0823D ^{2.59} Clough dan Scott (1989)	B = 0.145D ^{2.55} Poungparn et al. (2002)
7	Persamaan umum*	B = 0.251 ρ (D) ^{2.46} Komiya et al. (2005)	B = 0.199 ρ ^{0.899} D ^{2.22} Komiya et al. (2005)

Adapun besarnya nilai stok karbon mangrove ditentukan dari perkalian nilai biomassa terhadap nilai fraksi karbon. Nilai fraksi karbon, yaitu 46.82% untuk mangrove dari jenis *Bruguiera*, *Rhizophora* dan *Sonneratia* (Rahman et al. 2023). Sehingga persamaan estimasi stok karbon dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Stok Karbon Tegakan (kg C/tegakan)} = \text{Biomassa tegakan} \times 0,4682$$

Sedangkan nilai serapan karbon diperoleh melalui ekuivalensi stok karbon terhadap nilai CO₂ berdasarkan perbandingan massa atom C dan massa molekul senyawa (Rahman et al., 2024e) yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Serapan Karbon} = \text{Stok Karbon} \times 3.67$$

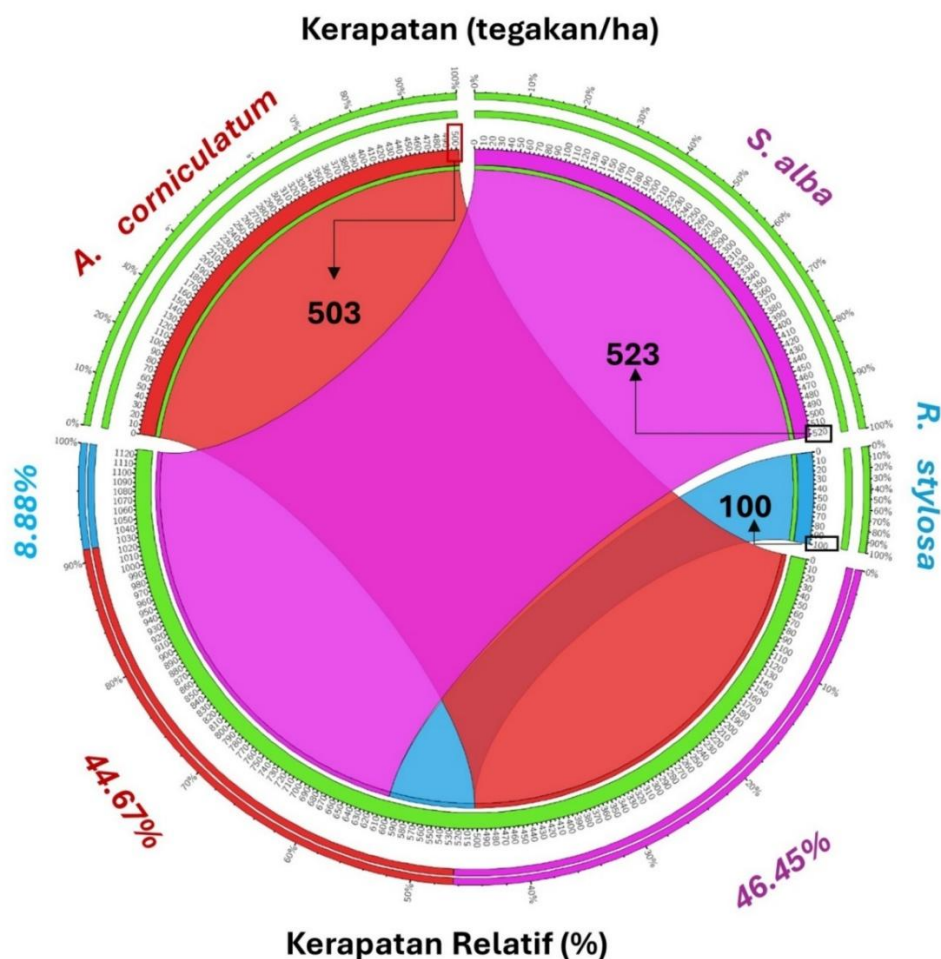
3,67 diperoleh dari 44 (Mr CO₂) dibagi dengan 12 (Ar C).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Mangrove

Total kerapatan mangrove di Pantai Hitapory Negeri Kaiololo, yaitu 1126 tegakan/ha. Kerapatan tersebut termasuk dalam kriteria sedang menurut [Rahman et al. \(2019\)](#). Secara umum kerapatan tersebut secara signifikan di kontribusikan oleh jenis *Sonneratia alba* sebesar 523 tegakan/ha dan disusul oleh jenis *Aegiceras corniculatum* dengan nilai sebesar 503 tegakan/ha, dan kontribusi terendah oleh jenis *Rhizophora stylosa* dengan nilai 100 tegakan/ha ([Gambar 4](#)). Temuan tersebut lebih besar dibandingkan laporan [Rahman et al. \(2024e\)](#) yang menemukan kerapatan total sebesar 393 tegakan/ha di pesisir Negeri Waai, Maluku Tengah.

Untuk kerapatan relatif, jenis mangrove *S. alba* menunjukkan kontribusi tertinggi dengan persentase 46,45%, diikuti oleh *A. corniculatum* sebesar 44,67%, sedangkan *R. stylosa* memiliki kerapatan relatif terendah, yakni 8,88% ([Gambar 4](#)).



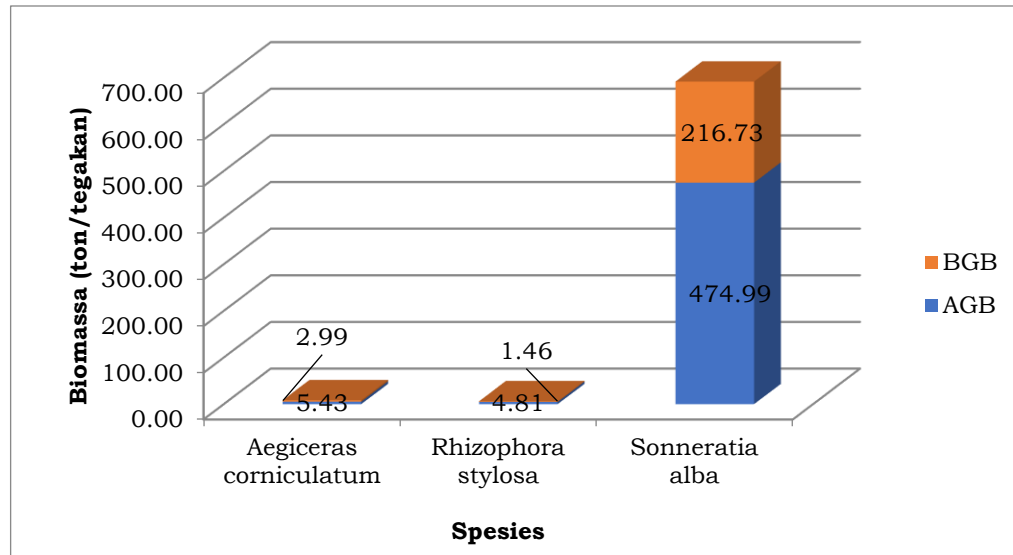
Gambar 4. Kerapatan Jenis (Ki) dan Kerapatan Relatif (KR) mangrove di Pesisir Pantai Hitapory Negeri Kailolo.

Biomassa Mangrove

Total biomassa mangrove di Pesisir Pantai Hitapory Negeri Kailolo adalah 706,41 ton/ha yang terdiri dari 485,23 ton/ha AGB dan 221,18 ton/ha BGB. Total tersebut di kontribusikan secara signifikan oleh *S. alba* sebesar 691,72 ton/ha (474,99 ton/ha AGB dan 216,73 ton/ha BGB). Sedangkan kontribusi terendah adalah *A. corniculatum*, yaitu 8,42 ton/ha (5,43 ton/ha AGB dan 2,99 ton/ha BGB) ([Gambar 5](#)).

Kontribusi *S. alba* yang signifikan dipengaruhi oleh kerapatan mangrove dan diameter mangrove. *S. alba* memiliki diameter yang lebih besar dibandingkan 2 spesies

lainnya, yaitu 35,53 cm *S. alba* berbanding 5,42 cm *A. corniculatum* dan 8,69 cm diameter *R. stylosa*. Ukuran diameter mangrove mengindikasikan potensi penyerapan karbon dalam fotosintesis signifikan. Oleh karena itu, kapasitas biomassa tegakan mangrove yang berbeda pada tiap spesies dapat diindikasikan oleh ukuran diameter. Bahkan, menurut [Rahman et al. \(2024f\)](#), laju pertumbuhan diameter dapat digunakan untuk memproyeksikan potensi penyerapan karbon hingga beberapa dekade mendatang.



Gambar 5. Potensi Biomassa Tegakan Mangrove di Pantai Hitapory Negeri Kailolo. AGB adalah *above-ground biomass* dan BGB adalah *below-ground biomass*.

Stok Karbon

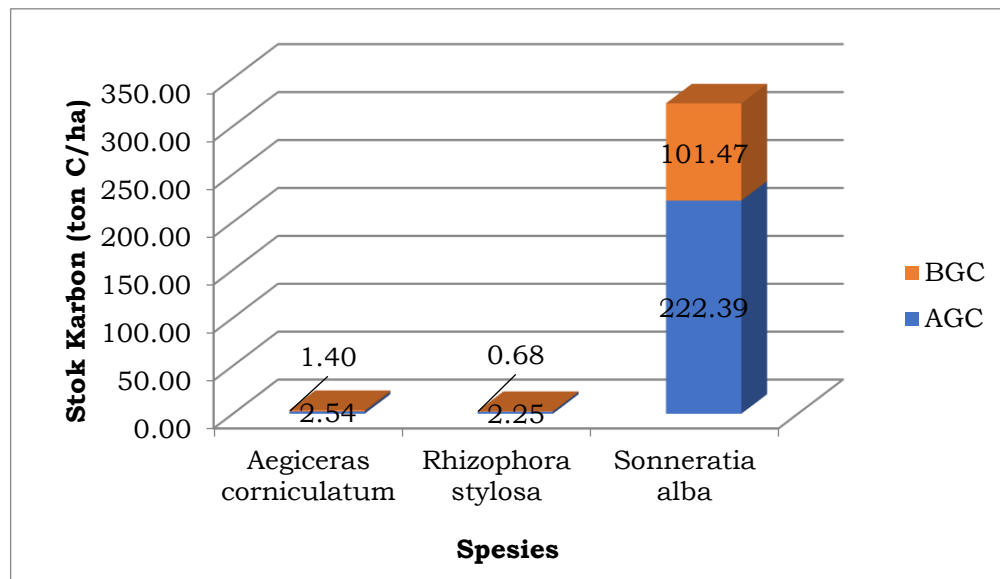
Stok karbon mangrove di pesisir Pantai Hitapory, Negeri Kailolo, tercatat sebesar 330,74 ton C/ha. Jumlah ini terdiri dari *Above-ground Carbon* (AGC) sebesar 227,19 ton C/ha dan *Below-ground Carbon* (BGC) sebesar 103,55 ton C/ha. Kontribusi terbesar terhadap total stok karbon ini berasal dari *S. alba*, dengan total stok karbon 323,86 ton C/ha yang terdiri dari 222,39 ton C/ha AGC dan 101,47 ton C/ha BGC. Sebaliknya, kontribusi terendah berasal dari *Rhizophora stylosa*, dengan total karbon 2,93 ton C/ha, yang terbagi atas 2,25 ton C/ha AGC dan 0,68 ton C/ha BGC ([Gambar 6](#)).

Studi sebelumnya, stok karbon mangrove di pesisir Pantai Hitapory lebih besar dibandingkan temuan [Rahman et al. \(2024f\)](#) di Negeri Waai, Maluku Tengah dengan nilai stok karbon sebesar 73,22 ton C/ha. Menurut [Rahman et al. \(2017\)](#), perbedaan nilai stok karbon mangrove antar lokasi dapat dipengaruhi oleh struktur vegetasi mangrove, yang mencakup kerapatan, diameter batang (DBH), keragaman spesies, tinggi pohon, serta luas tutupan mangrove. Ekosistem mangrove yang memiliki struktur vegetasi rapat dengan diameter batang yang besar cenderung menyimpan stok karbon yang lebih tinggi. Sebaliknya, ekosistem mangrove dengan struktur vegetasi jarang dan diameter batang yang kecil umumnya memiliki stok karbon yang lebih rendah.

Hal ini sejalan dengan temuan di Pantai Hitapory, Negeri Kailolo, yang menunjukkan bahwa stok karbon mangrove yang tinggi terutama dikontribusikan oleh *Sonneratia alba*. Spesies ini mendominasi kawasan penelitian dengan diameter batang yang besar dan kerapatan tegakan yang cukup tinggi sehingga menghasilkan stok karbon yang signifikan, yaitu sebesar 323,86 ton C/ha. [Latuconsina et al. \(2025\)](#) melaporkan bahwa *Sonneratia alba* di Negeri Kailolo sangat dominan dan memiliki

kontribusi penyimpanan karbon pada sedimen dengan produksi berkisar antara 1,06 – 8,87 gC/m²/hari.

Sebaliknya, *Rhizophora stylosa* yang memiliki diameter batang lebih kecil dan jumlah tegakan yang lebih rendah, hanya memberikan kontribusi karbon sebesar 2,93 ton C/ha. Perbedaan ini menegaskan bahwa struktur vegetasi, khususnya ukuran dan kerapatan pohon, memiliki peran penting dalam menentukan kapasitas ekosistem mangrove dalam menyimpan karbon. Oleh karena itu, konservasi dan pengelolaan ekosistem mangrove yang mempertahankan atau meningkatkan struktur vegetasi yang sehat sangat krusial untuk mendukung peranannya sebagai penyerap karbon yang efektif.



Gambar 6. Stok Karbon Tegakan Mangrove di Pantai Hitapory Negeri Kailolo. AGC adalah *above-ground carbon* dan BGC adalah *below-ground carbon*.

Serapan Karbon (CO₂-e) dan Implikasinya terhadap Mitigasi Perubahan Iklim

Total serapan karbon mangrove di pesisir Pantai Hitapory, Negeri Kailolo tercatat mencapai 1.212,72 ton CO₂e/ha, yang terdiri dari 833,02 ton CO₂e/ha karbon di atas permukaan tanah (*Above-ground*) dan 379,70 ton CO₂e/ha karbon di bawah permukaan tanah (*Below-ground*). Kontribusi terbesar terhadap total serapan karbon ini berasal dari *S. alba*, dengan total serapan sebesar 1.187,50 ton CO₂e/ha, terdiri atas 815,43 ton CO₂e/ha *Above-ground* dan 372,07 ton CO₂e/ha *Below-ground*. Sebaliknya, kontribusi terendah berasal dari *Rhizophora stylosa*, dengan total serapan sebesar 10,76 ton CO₂e/ha (terdiri dari 8,26 ton CO₂e/ha *Above-ground* dan 2,50 ton CO₂e/ha *Below-ground*) (Tabel 3).

Tabel 3. Total Serapan Karbon Tegakan Mangrove Pantai Hitapory, Negeri Kailolo

Spesies	Total CO ₂ -e (ton CO ₂ e/ha)	Above-ground (ton CO ₂ e/ha)	Below-ground (ton CO ₂ e/ha)
<i>S. alba</i>	1.187,50	815,43	372,07
<i>R. stylosa</i>	10,76	8,26	2,50
<i>A. corniculatum</i>	14,46	9,33	5,13
Total	1.212,72	833,02	379,70

Nilai serapan karbon yang tinggi pada *S. alba* disebabkan oleh karakteristik biologis spesies ini yang memiliki ukuran diameter batang besar, kerapatan tegakan

tinggi, dan sistem akar yang luas sehingga mampu menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar, baik di biomassa atas maupun bawah tanah. Hal ini sejalan dengan konsep bahwa struktur vegetasi dan karakteristik spesies mangrove berperan penting dalam menentukan kapasitas serapan karbon ekosistem (Rahman et al., 2017).

Selain faktor spesies, kondisi lingkungan lokal, seperti dinamika pasang surut, kadar nutrien, dan stabilitas substrat, juga memengaruhi efisiensi serapan karbon, terutama karbon organik (Hapsari et al., 2022). Keberadaan spesies dominan seperti *S. alba* di lokasi ini menunjukkan kemampuan adaptasi dan kontribusi besar terhadap mitigasi perubahan iklim melalui mekanisme penyimpanan karbon biru (*blue carbon*). Sementara itu, kontribusi *R. stylosa* yang lebih rendah mencerminkan keterbatasan spesies ini dalam menyimpan karbon pada kondisi ekosistem yang sama.

Besarnya total serapan karbon yang mencapai 1.212,72 ton CO₂e/ha ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di pesisir Pantai Hitapory, Negeri Kailolo, memiliki potensi signifikan dalam mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Cadangan karbon yang tersimpan di atas dan bawah permukaan ini berfungsi sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) alami yang mampu mengimbangi emisi gas rumah kaca dari aktivitas manusia. Dengan demikian, perlindungan dan pengelolaan berkelanjutan terhadap ekosistem mangrove di kawasan ini tidak hanya penting untuk menjaga keanekaragaman hayati dan mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir, tetapi juga berkontribusi langsung terhadap pencapaian target penurunan emisi karbon nasional dan global. Upaya konservasi berbasis karbon seperti mekanisme perdagangan karbon biru (*blue carbon trading*) dapat menjadi alternatif inovatif untuk mengoptimalkan peran ekosistem mangrove dalam agenda mitigasi perubahan iklim global (Rahman et al., 2025).

Temuan mengenai tingginya kapasitas penyimpanan karbon ekosistem mangrove di pesisir Pantai Hitapory Negeri Kailolo menegaskan peran strategis kawasan pesisir sebagai bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim di tingkat nasional, terutama bila potensinya diintegrasikan dalam potensi penyerapan karbon Provinsi Maluku. Nilai simpanan karbon sebesar 330,74 ton C/ha yang setara dengan 1.212,72 ton CO₂e/ha membuka peluang integrasi kawasan ini dalam mekanisme pasar karbon nasional, seperti Sistem Registri Nasional Pengendalian Perubahan Iklim (SRN-PPI), atau dalam skema insentif berbasis hasil (*result-based payment*) seperti REDD+ dan program *FOLU Net Sink* 2030. Implementasi kebijakan ini tidak hanya akan memberikan manfaat finansial bagi masyarakat lokal melalui insentif berbasis konservasi, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap pencapaian target *Nationally Determined Contribution* (NDC) Indonesia dalam menurunkan emisi gas rumah kaca secara berkelanjutan.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di pesisir Pantai Hitapory, Negeri Kailolo, memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang tinggi, mencapai 330,74 ton C/ha, yang setara dengan serapan karbon sebesar 1.212,72 ton CO₂e/ha. Spesies *Sonneratia alba* mendominasi kontribusi karbon, didukung oleh kerapatan tegakan yang tinggi dan diameter batang yang besar, sementara *Rhizophora stylosa* memberikan kontribusi terendah. Perbedaan kontribusi ini menegaskan pentingnya struktur vegetasi dan karakteristik spesies dalam menentukan kemampuan penyimpanan karbon. Penelitian ini menggarisbawahi potensi besar ekosistem mangrove sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) alami yang mendukung mitigasi perubahan iklim. Oleh karena itu, perlindungan dan pengelolaan berkelanjutan terhadap ekosistem mangrove menjadi sangat penting, tidak hanya untuk menjaga keanekaragaman hayati

dan keberlanjutan pesisir, tetapi juga untuk mendukung pencapaian target penurunan emisi karbon nasional dan global.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Penulis menyatakan bahwa kontribusi setiap penulis terhadap pembuatan karya tulis ini. Penulis pertama sebagai kontributor utama, merancang penelitian, pengumpulan data, dan analisis data. Penulis kedua sebagai korespondensi/anggota menganalisis data, konseptualisasi, koreksi analisis data, dan koreksi bahasa penulisan. Penulis ketiga sebagai anggota melakukan koreksi bahasa penulisan. Penulis telah melampirkan surat pernyataan deklarasi penulis

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis telah menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan pihak manapun terkait penerbitan artikel ini.

REFERENSI

- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual review of marine science*, 6(1), 195–219. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020>
- Bengen, D. G., Yonvitner., & Rahman. (2022). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. IPB Press; Bogor
- Choudhary, B., Dhar, V., & Pawase, A. S. (2024). Blue carbon and the role of mangroves in carbon sequestration: Its mechanisms, estimation, human impacts and conservation strategies for economic incentives. *Journal of Sea Research*, 199, 102504. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102504>
- Clough, B. F., & Scott, K. (1989). Allometric relationships for estimating above-ground biomass in six mangrove species. *Forest ecology and management*, 27(2), 117–127. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(89\)90034-0](https://doi.org/10.1016/0378-1127(89)90034-0)
- Comley, B. W. T., & McGuinness, K. A. (2005). Above-and below-ground biomass, and allometry, of four common northern Australian mangroves. *Australian Journal of Botany*, 53(5), 431–436. <https://doi.org/10.1071/BT04162>
- Damastuti, E., van Wesenbeeck, B. K., Leemans, R., de Groot, R. S., & Silviu, M. J. (2023). Effectiveness of community-based mangrove management for coastal protection: A case study from Central Java, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 238, 106498. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106498>
- Gevana, D., & Im, S. (2016). Allometric models for *Rhizophora stylosa* Griff. in dense monoculture plantation in the Philippines. *Malaysian Forester*, 79(1&2), 39–53.
- Handayani, S., Adrianto, L., Bengen, D. G., Nurjaya, I. W., & Wardiatno, Y. (2020). Pemetaan jasa ekosistem mangrove pada wilayah rehabilitasi di Pesisir Sayung, Kabupaten Demak. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 574–583. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.4.574>
- Hapsari, F. N., Maslukah, L., Dharmawan, I. W. E., & Wulandari, S. Y. (2022). Simpanan Karbon Organik Dalam Sedimen Mangrove Terhadap Pasang Surut Di Pulau Bintan. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 86–98. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.39107>
- Komiyama, A., Poungharn, 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>

- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongpan, 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>
- Kusmana, C., Hidayat, T., Tiryana, T., Rusdiana, O., & Istomo. (2018). Allometric models for above-and below-ground biomass of *Sonneratia* spp. *Global ecology and conservation*, 15, e00417. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00417>
- Latuconsina, A. S., Tuahatu, J. W., & Rahman. (2025). Estimation of Litterfall Production of *Sonneratia alba* and Its Contribution to Carbon Accumulation in Mangrove Sediments in Kailolo Village, Maluku, Indonesia. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 11(1), 214–225. <https://doi.org/10.9734/ajraf/2025/v11i1378>
- Morris, R. L., Fest, B., Stokes, D., Jenkins, C., & Swearer, S. E. (2023). The coastal protection and blue carbon benefits of hybrid mangrove living shorelines. *Journal of environmental management*, 331, 117310. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117310>
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089–1092. <https://doi.org/10.1038/nclimate2734>
- Nordhaus, I., Wolff, M., & Diele, K. (2006). Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67(1-2), 239–250. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.11.022>
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands Internasional Indonesia Programme; Bogor.
- Nyangoko, B. P., Berg, H., Mangora, M. M., Shalli, M. S., & Gullström, M. (2022). Local perceptions of changes in mangrove ecosystem services and their implications for livelihoods and management in the Rufiji Delta, Tanzania. *Ocean & Coastal Management*, 219, 106065. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106065>
- Ong, J. E., Gong, W. K., & Wong, C. H. (2004). Allometry and partitioning of the mangrove, *Rhizophora apiculata*. *Forest Ecology and Management*, 188(1-3), 395–408. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.08.002>
- Owuor, M. A., Mulwa, R., Otieno, P., Icely, J., & Newton, A. (2019). Valuing mangrove biodiversity and ecosystem services: A deliberative choice experiment in Mida Creek, Kenya. *Ecosystem Services*, 40, 101040. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101040>
- Pongpan, S., Komiyama, A., Jintana, V., Piriyaota, S., Sangtiew, T., Tanapermpool, P., Patanaponpaiboon, P., & Kato, S. (2002). A quantitative analysis on the root system of a mangrove, *Xylocarpus granatum* Koenig. *Tropics*, 12(1), 35–42. <https://doi.org/10.3759/tropics.12.35>
- Rahman., Efendi, H., & Rusmana I. (2017). Stock estimation and carbon absorption of mangrove in Tallo River, Makassar. *Journal of Forest Science*, 11,19–28. <https://doi.org/10.22146/jik.24867>
- Rahman., Yulianda, F., Rusmana, I., & Wardiatno Y. (2019). Production ratio of seedlings and density status of mangrove forests in coastal areas of Indonesia. *Advances in Environmental Biology*, 13(6), 13–21.

- Rahman., Maryono., & Sigiro, O.N. (2023). What is the true carbon fraction of mangrove biomass? *Malaysian Journal of Science*, 42(2), 1–6. <https://doi.org/10.22452/mjs.vol42no2.10>
- Rahman., Lokollo, F. F., Manuputty, G. D., Hukubun, R. D., Krisye., Maryono., Wawo, M., & Wardiatno Y. (2024a). A review on the biodiversity and conservation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity and Conservation*, 33(3), 875–903. <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02767-9>
- Rahman., Maryono., Saiful., & Wardiatno, Y. (2024b). *Penilaian Jasa Ekosistem Mangrove: Pendekatan Sosial, Ekologi, dan Ekonomi*. IPB Press; Bogor
- Rahman., Ceantury, A., Tuahatu, J. W., Lokollo, F. F., Supusepa, J., Hulopi, M., Permatahati, Y. I., Lewerissa, A., & Wardiatno, Y. (2024c). Mangrove ecosystems in Southeast Asia region: Mangrove extent, blue carbon potential and CO2 emissions in 1996–2020. *Science of the Total Environment*, 915, 170052. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170052>
- Rahman., Lokollo, F. F., Supesepa, J., Natan, J., Mamesah, J. A., Wawo, M., & Latumahina, F. (2024d). Recruitment Index as a Novel Approach to Assessing the Resilience of Natural Mangrove Ecosystems: A Case Study on the Coast of West Muna Regency. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 26(10), 12–23.
- Rahman, R., Tuahatu, J. W., & Tuhehay, C. (2024e). Blue Carbon Potential of Mangrove Ecosystem on the Coast of Negeri Waai, Central Maluku Regency. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 18(1), 7–15. <https://doi.org/10.22146/jik.v18i1.8814>
- Rahman., Amalo, L. F., Putra, M. D., Handayani, L. D. W., Zuhri, M. I., Supardi, H., Alfin, L. M., Bena, A., & Rahman, A. (2024f). Existing and Future Carbon Stock of Mangrove Restoration of the REMAJA PHE ONWJ Program in Mekarpoehaci Village, Karawang Regency, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 28(6), 29–42. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2024.391031>
- Rahman., Lokollo, F. F., Wardiatno, Y., Yulianda, F., Rusmana, I., Bengen, D. G., & Berhиту, P. T. (2025). *Pengelolaan Ekosistem Mangrove dan Mitigasi Perubahan Iklim*. Mafy Media Literasi Indonesia; Solok.
- Sievers, M., Brown, C. J., McGowan, J., Turschwell, M. P., Buelow, C. A., Holgate, B., Pearson, R. M., Adame, M. F., Andradi-Brown, D. A., Arnell, A., Mackey, B. G., zu Ermgassen, P. S. E., Gosling, J., McOwen, C. J., Worthington, T. A., & Connolly, R. M. (2023). Co-occurrence of biodiversity, carbon storage, coastal protection, and fish and invertebrate production to inform global mangrove conservation planning. *Science of The Total Environment*, 904, 166357. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166357>
- Sunkur, R., Kantamaneni, K., Bokhoree, C., & Ravan, S. (2023). Mangroves' role in supporting ecosystem-based techniques to reduce disaster risk and adapt to climate change: A review. *Journal of Sea Research*, 196, 102449. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102449>
- Van Hespen, R., Hu, Z., Borsje, B., De Dominicis, M., Friess, D. A., Jevrejeva, S., Kleinhans, M. G., Maza, M., van Bijsterveldt, C. E. J., der Stocken, T. V., van Wesenbeeck, B., Xie, D., & Bouma, T. J. (2023). Mangrove forests as a nature-based solution for coastal flood protection: Biophysical and ecological considerations. *Water Science and Engineering*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2022.10.004>