

Perbandingan Jumlah Cadangan Karbon Mangrove *Aboveground* dan *Belowground* di Gili Petagan, Sambelia, Lombok Timur

Siti Asiah Z.A., Salvina H. Puna, Wiwid A. Lestariningsih, Ibadur Rahman*

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: ibadur.rahman@unram.ac.id

ABSTRAK: Pemanasan global terjadi karena kandungan karbondioksida di udara terus meningkat. Mangrove dapat menyerap karbon dan menyimpannya di akar, batang, dan daun. Selain itu, substrat di kawasan mangrove juga mampu menyimpan karbon. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah cadangan karbon di *aboveground* dan *belowground* pada kawasan mangrove Gili Petagan, Sambelia, Lombok Timur. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai Agustus 2023 di kawasan mangrove Gili Petagan, dan analisis data karbon dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Universitas Mataram. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif eksploratif, pengumpulan data karbon pada sedimen mangrove dilakukan menggunakan sediment corer pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm. Analisis karbon pada tegakan mangrove menggunakan persamaan alometrik, sedangkan karbon substrat dihitung menggunakan metode *Colorimetri Walkey and Black*. Hasil yang didapatkan yaitu terdapat 4 jenis mangrove, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Sonneratia alba*. Estimasi cadangan karbon bagian batang (*aboveground*) mangrove sebesar 161,77 ton/ha, sedangkan pada bagian akar dan substrat (*belowground*) di kawasan mangrove Gili Petagan sebesar 112,02 ton/ha. Total jumlah cadangan karbon bagian atas (*aboveground*) mangrove di Gili Petagan lebih tinggi dibandingkan bagian bawah (*belowground*).

Kata kunci: karbon; mangrove; substrat; *aboveground*; *belowground*

Comparison of Aboveground and Belowground Mangrove Carbon Reserves in Gili Petagan, Sambelia, East Lombok

ABSTRACT: Global warming is occurring due to the continuous increase in carbon dioxide content in the air. Mangroves can absorb carbon and store it in their roots, stems, and leaves. Additionally, the substrate in mangrove areas is also capable of storing carbon. This research was conducted to determine the amount of carbon reserves in aboveground and belowground areas in the mangrove area of Gili Petagan, Sambelia, East Lombok. The research was conducted from May to August 2023 in the mangrove area of Gili Petagan, and carbon data analysis was carried out at the Soil Chemistry Laboratory, University of Mataram. The research method used was descriptive exploratory, carbon data collection on mangrove sediments was carried out using a sediment corer at depths of 0-30 cm and 30-60 cm. Carbon analysis in mangrove stands was done using allometric equations, while substrate carbon was calculated using the Walkey and Black Colorimetric method. The results obtained were that there are 4 types of mangroves, namely *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, and *Sonneratia alba*. The estimated carbon reserves for mangrove stems (*aboveground*) is 161.77 tons/ha, while for roots and substrate (*belowground*) in the Gili Petagan mangrove area is 112.02 tons/ha. The total amount of carbon reserves for aboveground mangrove in Gili Petagan is higher than the belowground.

Keywords: carbon; mangrove; substrate; *aboveground*; *belowground*

PENDAHULUAN

Pemanasan global terjadi karena adanya peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di udara yang menyebabkan pantulan radiasi matahari kembali ke bumi, sehingga membuat

temperatur bumi semakin meningkat. Kenaikan temperatur bumi dapat membuat es di kutub mencair dan mengakibatkan peninggian permukaan air laut, sehingga daratan terutama pulau-pulau kecil bisa tenggelam (Mulyani, 2021). Daratan-daratan luas juga akan semakin menyempit, sedangkan populasi manusia semakin banyak. Selain itu, gejala cuaca akan menjadi tidak normal karena pendistribusian air yang berlebihan serta temperatur yang semakin menghangat akan mengakibatkan cuaca ekstrem terjadi di berbagai tempat (Pratama & Parinduri, 2019). Kandungan CO₂ dalam udara dan laut meningkat karena aktivitas manusia dan alam. Beberapa upaya sudah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini seperti mengurangi emisi karbondioksida (Rohid *et al.*, 2023), efisiensi energi (Noor *et al.*, 2020), dan penambahan jumlah biomassa mangrove (Nedisa & Tjahjaningrum, 2020).

Mangrove menjadi salah satu bagian dalam konsep *blue carbon* (karbon biru). *Blue carbon* adalah sistem penyerapan karbon yang dilakukan oleh ekosistem pesisir (Verisandria, 2018). Mangrove mampu menyerap karbon empat kali lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan yang ada di hutan hujan tropis (Simarmata *et al.*, 2019). Karbon yang tersimpan dalam sedimen dan pohon digunakan mangrove sebagai energi untuk bertahan hidup. Kandungan karbon yang berada dalam pohon mangrove disimpan dalam akar, batang, dan daunnya (Kusuma *et al.*, 2022). Sedangkan, serasah daun, batang, dan akar mangrove yang membusuk akan tersimpan di dalam substrat dan menjadi cadangan karbon (Kauffman *et al.*, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cadangan karbon *aboveground* dan *belowground* kawasan hutan mangrove Gili Petagan yang merupakan Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD). Dengan mengetahui cadangan karbon tersebut, pemerintah setempat dapat memaksimalkan pengelolaan kawasan konservasi di Gili Petagan terutama dalam upaya pelestarian ekosistem hutan mangrove di Gili Petagan

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2023 di kawasan ekosistem mangrove Gili Petagan, Desa Labuhan Pandan, Kecamatan Sambelia, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Analisis sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

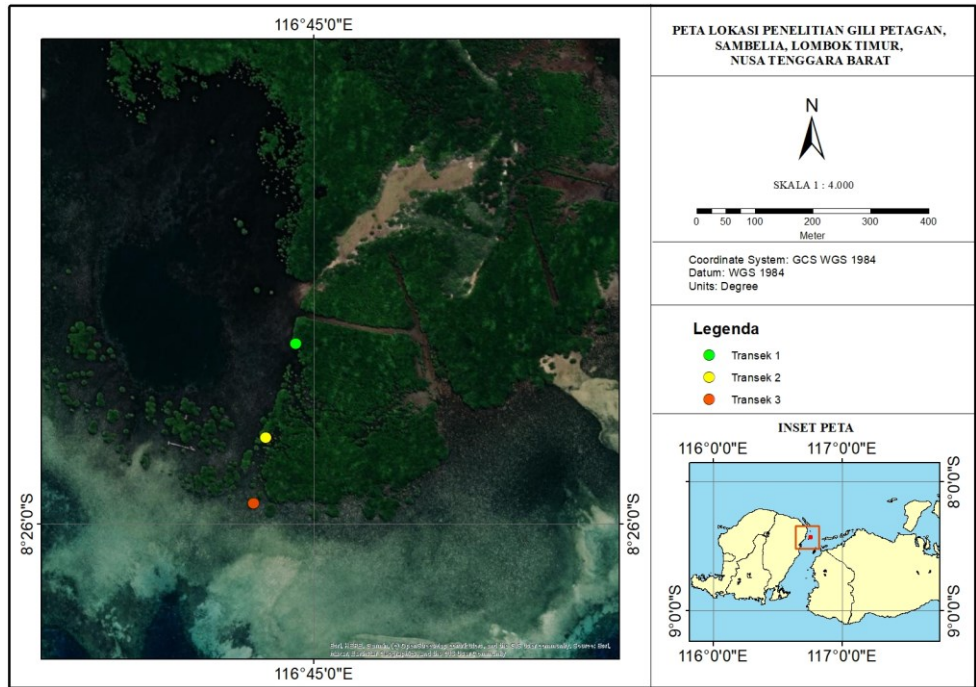
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif agar data yang diperoleh lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan sesuai dengan keadaan sebenarnya (Sugiyono, 2017). Pengambilan data kerapatan mangrove dilakukan dengan plot persegi yang berukuran 10 x 10 m² (kategori pohon). Dalam plot tersebut dibuat sub-plot ukuran 5 x 5 m² untuk pengamatan kategori anakan, dan 1 x 1 m² untuk pengamatan semai. Penentuan kategori pohon, anakan, dan semai ditentukan berdasarkan diameter, keliling, dan tinggi pohon. Kategori pohon memiliki diameter >4 cm dan keliling 16 cm, kategori semai memiliki diameter <4 cm dan keliling < 16 cm, sedangkan kategori anakan memiliki tinggi <1,5 m (Dharmawan & Pramudji, 2017). Data mangrove kategori anakan dan semai tidak digunakan dalam penentuan stok karbon karena dianggap memiliki kandungan karbon yang terlalu sedikit pada tegakannya (Hilmi, 2003 *dalam* Lestariningsih *et al.*, 2018). Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan *sediment corer* yang dimodifikasi berdiameter dan panjang masing-masing sebesar 6,35 cm dan 100 cm plot ukuran 10 x 10 m² pada perwakilan setiap transek. Sampel sedimen diambil pada 2 (dua) lapisan kedalaman, yaitu: 0–30 cm dan 30-60 cm untuk mengetahui cadangan karbon pada setiap lapisan.

Pengambilan data biomassa tegakan mangrove diperoleh berdasarkan ketinggian pohon dan diameter batang pohon yang diukur menggunakan metode DBH (*Diameter at Breast Height*) dengan ketinggian kurang lebih 1,3 meter di atas permukaan tanah (Pinaranda *et al.*, 2019; Yaqin *et al.*, 2022). Data tinggi dan diameter batang pohon tersebut kemudian diolah menggunakan persamaan alometrik untuk mengetahui biomassa tegakan mangrove. Setiap spesies mangrove memiliki nilai persamaan alometrik yang berbeda.

Analisis vegetasi mangrove berupa data jenis, tinggi, jumlah, dan diameter pohon mangrove yang diambil kemudian dianalisis menggunakan Ms. Excel untuk mendapatkan nilai indeks kerapatan (K) dengan metode Mueller-Dumbois dan Ellenberg (1974). Tutupan kanopi mangrove

dianalisis menggunakan software *ImageJ* sebagaimana yang dilakukan oleh Dharmawan dan Pramudji (2017).

Kandungan karbon dapat dihitung berdasarkan nilai biomassa pohon dan akar menggunakan persamaan alometrik yang telah ditentukan (Komiyama *et al.*, 2005; Analuddin *et al.*, 2018; Komiyama *et al.*, 2008). Sedangkan konsentrasi karbon dalam substrat dihitung menggunakan metode *Colorimetri Walkey and Black* (FAO, 2020). Persamaan alometrik bagian batang mangrove setiap spesies dapat dilihat pada Tabel 1 dan persamaan alometrik untuk bagian akar batang mangrove dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan nilai berat jenis mangrove untuk menentukan nilai alometrik akar mangrove dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Puna *et al.*, 2023)

Tabel 1. Persamaan Alometrik untuk bagian batang mangrove

Spesies	Model alometrik	Referensi
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,268(DBH)^{2,345}$	Analuddin <i>et al.</i> (2018)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,143(DBH)^{2,519}$	Analuddin <i>et al.</i> (2018)
<i>Rhizophora stylosa</i>	$B = 0,143(DBH)^{2,519}$	Analuddin <i>et al.</i> (2020)
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0,251 \times 0,475(DBH)^{2,46}$	Komiyama <i>et al.</i> (2005)

Tabel 2. Persamaan Alometrik untuk bagian akar mangrove

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

Estimasi cadangan karbon pada batang dan akar dihitung setelah diketahui nilai biomassa batang dan akar mangrove. Biomassa tumbuhan terdiri dari 45-50% kandungan karbon karena tumbuhan dapat menyerap CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) yang disimpan dalam batang, akar, daun, umbi, buah, dan lainnya (Chanan, 2011). Perhitungan biomassa dapat diubah menjadi estimasi cadangan karbon dengan mengalikan nilai biomassa dengan faktor konversi 0,47 yang mengacu pada metode Analuddin *et al.* (2020) sebagai berikut:

$$\text{Estimasi cadangan karbon} = \text{biomassa} \times 0,47$$

Estimasi cadangan karbon pada substrat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada penelitian Marbun *et al.* (2020), yaitu menentukan terlebih dahulu kandungan densitas karbon pada tanah, sebagai berikut:

$$\text{Soil C density (g C/cm}^3\text{)} = \%C \times \text{BD} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan: Soil C density (g C/cm³) = Densitas karbon; %C = Kandungan karbon bahan sedimen organik yang diperoleh dari hasil analisis *colorimetri walkey and black*; BD = *Bulk density* (g/cm³)

Kemudian, persamaan karbon total pada substrat, yaitu:

$$\text{Soil C (Mg C/ha)} = \text{BD} \times \text{SDI} \times \%C \dots\dots\dots 2$$

Keterangan: Soil C (Mg C/ha) = Estimasi cadangan karbon; SDI = *Soil Depth Interval* (cm); BD = *Bulk density* (g/cm³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat 4 jenis mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian, yaitu: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Sonneratia alba*. Mangrove famili Rhizophoraceae ditemukan di setiap transek yang diamati dan cenderung mendominasi semua transek penelitian. Dalam penelitian sebelumnya di lokasi yang sama, Puna *et al.* (2023) menyebutkan bahwa nilai basal area mangrove Gili Petagan di transek 1 memiliki nilai rata-rata sebesar 332,62 m²/ha, transek 2 sebesar 2.362,15 m²/ha, dan transek 3 sebesar 1.693,72 m²/ha. Kerapatan mangrove di transek 1 memiliki nilai rata-rata 1.866 ind/ha, transek 2 sebesar 4.600 ind/ha, dan transek 3 sebesar 2.400 ind/ha. Walaupun perbedaan kerapatan individu mangrove cukup besar, tetapi persentase tutupan kanopi yang diamati tidak terlalu besar di setiap transek. Lebih lanjut disampaikan bahwa tutupan kanopi pada setiap transek yang diamati memiliki nilai yang berbeda-beda, dimana persentase tutupan kanopi tertinggi ditemukan pada transek 1 dengan nilai 72%, sedangkan pada transek 2 sebesar 70%, dan transek 3 sebesar 71%.

Tabel 3. Nilai berat jenis setiap spesies mangrove

Spesies	Berat Jenis (p)
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,8814
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,8483
<i>Rhizophora stylosa</i>	0,94
<i>Sonneratia alba</i>	0,6443

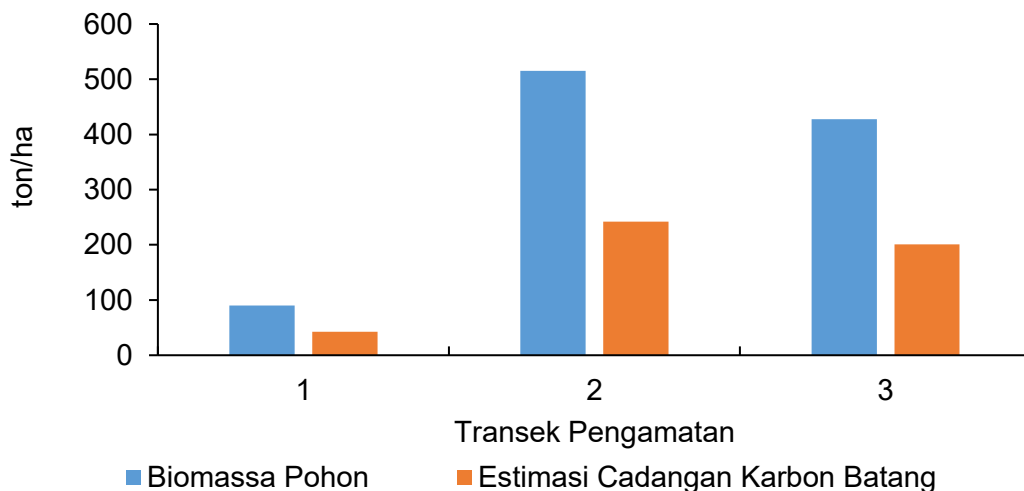
Sumber: World Agroforestry Centre http://db.worldagroforestry.org/wd_in Hermialingga *et al.*, 2020

Ekosistem mangrove yang berada pada kawasan Gili Petagan adalah mangrove hasil penanaman selama bertahun-tahun dan merupakan kawasan konservasi yang dilindungi oleh pemerintah setempat. Mangrove yang hidup di sini dapat tumbuh dengan baik karena kondisi lingkungan yang sesuai dan berada di pulau kecil tepat di tengah-tengah laut. Parameter lingkungan di stasiun pengamatan yang diukur, yaitu suhu berkisar antara 29-30 °C, pH air 7,95 - 7,96, salinitas 31‰, pH tanah 6,8 – 7,0, dan suhu tanah dengan kisaran 29-31 °C (Puna *et al.*, 2023). Hal ini sesuai dengan baku mutu kualitas perairan dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota. Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata jenis substrat yang ada di stasiun pengamatan adalah kerikil. Jenis substrat pada transek 1 memiliki perbedaan dengan transek lainnya dengan jenis substrat kerikil berpasir, sedangkan pada transek 2 dan 3 substrat yang ditemukan adalah kerikil.

Hasil biomassa dan cadangan karbon pada batang tegakan pohon mangrove dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai tertinggi biomassa pohon terdapat pada transek 2 sebesar 515,35 ton/ha. Hasil estimasi cadangan karbon pada batang juga memiliki nilai tertinggi pada transek 2 dengan nilai sebesar 242,21 ton/ha, sedangkan nilai terendah terdapat pada transek 1 sebesar 42,25 ton/ha. Berbeda dengan estimasi cadangan karbon pada akar (Gambar 3) yang memiliki nilai tertinggi pada transek 3 dengan nilai sebesar 87,96 ton/ha, sedangkan nilai terendah terdapat pada transek 1 dengan nilai sebesar 14,96 ton/ha. Diameter mangrove yang diamati rata-rata ukurannya kurang dari 10 cm di setiap transek pada Tabel 5. Hal ini menunjukkan pertumbuhan yang cukup lambat karena jarak penanaman yang cukup rapat antar individu dan terjadinya kompetisi intraspesifik (Imran *et al.*, 2022). Di kawasan tersebut juga didominasi oleh substrat kerikil yang diduga menjadi salah satu faktor miskinnya unsur hara karena sifat substrat berukuran besar cukup sulit menahan unsur hara dan air karena luas permukaannya kecil (Permatasari *et al.*, 2019).

Tabel 4. Jenis tegakan pohon mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian

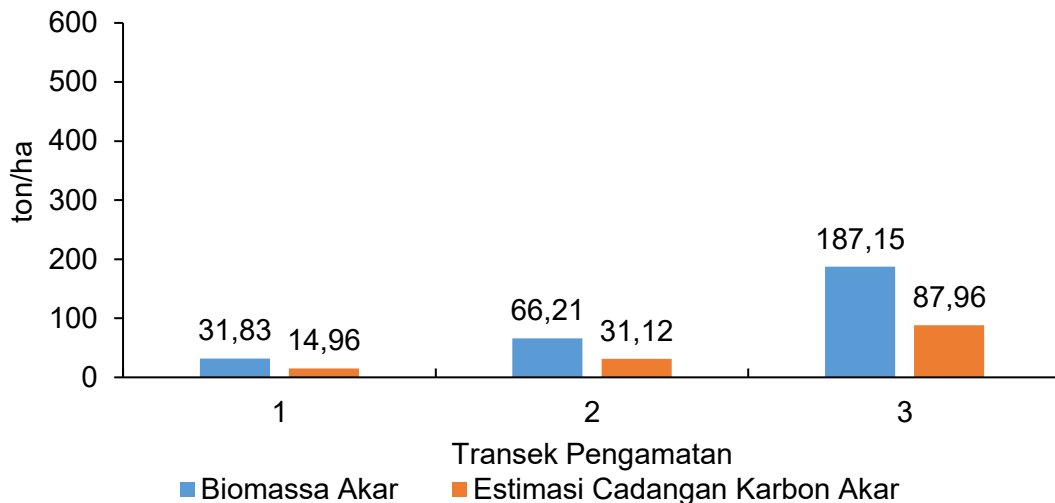
No.	Famili	Jenis	Keterangan		
			Transek 1	Transek 2	Transek 3
1	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	+	+	+
2	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i>	+	+	+
3	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora stylosa</i>	+	+	+
4	Sonneratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>	+	-	-



Gambar 2. Nilai biomassa dan estimasi cadangan karbon pada batang

Tabel 5. Diameter rata-rata pohon di setiap transek

Transek	Diameter rata-rata pohon (cm)
1	4,44
2	6,40
3	8,78

**Gambar 3.** Nilai biomassa dan estimasi cadangan karbon pada akar

Cadangan karbon pada tegakan pohon mangrove diduga dipengaruhi oleh jenis mangrove, diameter, kerapatan, dan tutupan kanopi. Hal ini sesuai dengan penelitian Lestariningsih *et al.* (2018) yang mendapatkan hasil bahwa cadangan karbon pada tegakan mangrove dipengaruhi oleh diameter, biomassa, kerapatan, dan tutupan kanopi. Cadangan karbon pada tegakan mangrove akan meningkat seiring dengan bertambahnya diameter dan semakin rapatnya tegakan pohon mangrove. Perbedaan jenis mangrove juga dapat mempengaruhi jumlah cadangan karbon yang tersimpan pada tegakan pohon mangrove. Hal ini dikarenakan beberapa jenis mangrove memiliki persamaan alometrik yang berbeda, di mana jenis mangrove yang umumnya memiliki ukuran atau biomassa yang lebih besar maka nilai konstanta dari persamaan alometriknya juga akan semakin tinggi (Tabel 1). Senada dengan hal tersebut, Suyono *et al.* (2018) menyebutkan bahwa *Rhizophora* sp. memiliki biomassa dan cadangan karbon mangrove lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya.

Nilai estimasi cadangan karbon pada akar ditemukan tertinggi pada transek 3. Hal tersebut disebabkan pada lokasi tersebut terdapat mangrove jenis *R. stylosa* dengan kerapatan yang cukup tinggi. *R. stylosa* merupakan jenis mangrove yang memiliki ukuran atau biomassa akar yang cenderung lebih besar dibandingkan mangrove jenis lain (Permatasari *et al.*, 2022). Maka dari itu, mangrove ini memiliki nilai persamaan alometrik akar yang lebih besar dibandingkan jenis lainnya (Tabel 2). Hasil serupa juga ditemukan pada penelitian Sari *et al.* (2022), dimana *R. stylosa* menyumbang cadangan karbon tertinggi dibandingkan jenis lainnya.

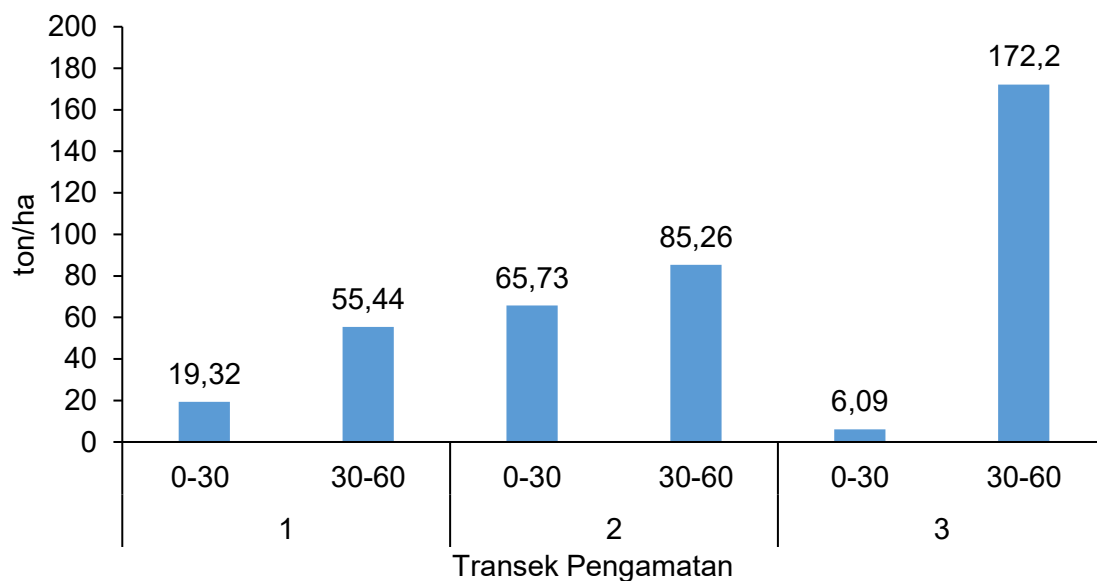
Berdasarkan hasil penelitian cadangan karbon yang ada di substrat didapatkan nilai kandungan karbon organik pada kedalaman 0-60 cm berkisar 6,09 – 172,2 ton/ha dengan rata-rata sebesar 67,34 ton/ha. Cadangan karbon pada kedalaman 0-30 cm tertinggi terdapat di transek 2 sebesar 65,37 ton/ha, sedangkan kandungan karbon paling rendah pada kedalaman tersebut terdapat di transek 3 sebesar 6,09 ton/ha. Pada substrat dengan kedalaman 30-60 cm didapatkan kandungan karbon organik tertinggi berada di transek 3 dengan nilai 172,2 ton/ha dan terendah di

transek 1 senilai 55,44 ton/ha. Tingginya kandungan karbon di transek 3 diduga karena mangrove yang ditanam di transek tersebut berusia lebih tua dibandingkan transek lainnya. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata diameter pohon mangrove di transek tersebut sebesar 8,78 cm (Tabel 5). Semakin besar diameter tegakan mangrove, semakin tua umurnya (Prakoso *et al.*, 2018). Hasil penelitian Amanda *et al.*, (2021) menunjukkan hasil cadangan karbon pada substrat mangrove yang lebih tua lebih tinggi dibandingkan dengan yang lebih muda.

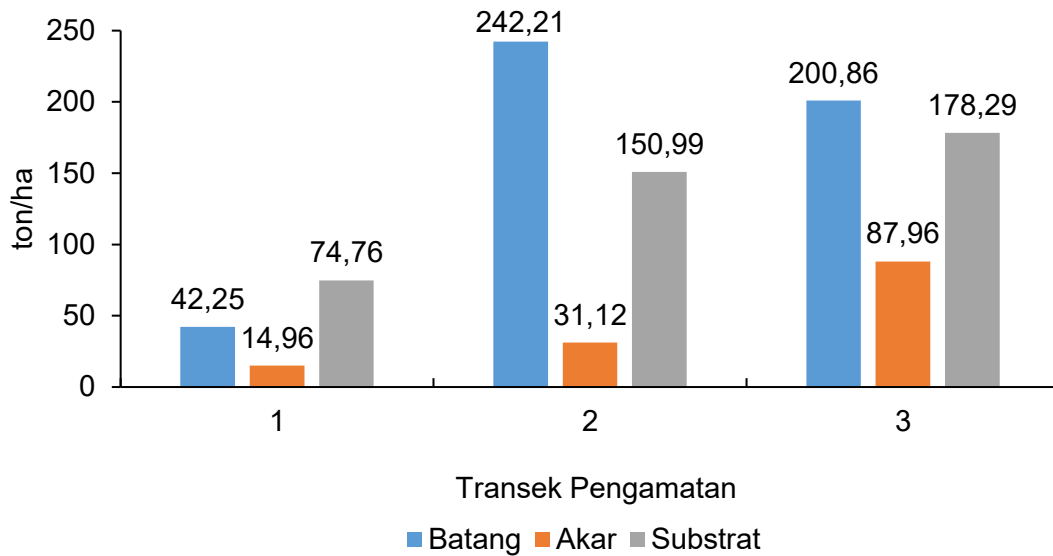
Kandungan karbon pada kedalaman 0-30 cm di bawah permukaan tanah cukup rendah. Hal ini diduga dipengaruhi oleh jenis substrat dominan kerikil. Fraksi substrat yang cukup besar, seperti kerikil mengakumulasi bahan organik yang terbawa aliran air lebih sedikit dibandingkan substrat lempung atau lanau (Radja *et al.*, 2023). Kandungan karbon organik pada sedimen bersubstrat besar dan kasar, seperti kerikil dan pasir lebih rendah daripada sedimen liat kasar (Lestariningsih *et al.*, 2018). Semakin bertambahnya kedalaman membuat kandungan karbon semakin tinggi. Di kedalaman 30 – 60 cm, substrat yang ditemukan semakin banyak mengandung karbon organik. Hal ini sesuai dengan penelitian Jacotot *et al.* (2018) kandungan karbon di lapisan tanah bawah ditemukan lebih tinggi dibandingkan di lapisan atas karena di lapisan atasnya memiliki kualitas substrat yang lebih rendah. Kualitas substrat yang rendah, yaitu kemampuan substrat cukup rendah untuk menyimpan unsur hara di setiap partikelnya karena ukurannya yang cukup besar. Selain itu, pada kedalaman yang lebih dalam dari permukaan tanah juga ditemukan aktivitas mikroorganisme pengurai yang lebih rendah sesuai dengan penelitian Irfan (2014) yang menyatakan semakin dalam lapisan tanah, jumlah mikroorganisme semakin berkurang karena pH tanah yang semakin menurun. Tidak adanya gangguan dari arus dan gelombang laut juga membuat cadangan karbon yang tersimpan pada lapisan tanah 30-60 cm tetap stabil dan dapat terakumulasi.

Tabel 6. Jenis sedimen di setiap transek pengamatan

Transek	Jenis sedimen
1	Kerikil berpasir
2	Kerikil
3	Kerikil



Gambar 4. Nilai cadangan karbon pada substrat



Gambar 5. Perbedaan nilai cadangan karbon batang, akar, dan substrat

Cadangan karbon pada batang mangrove rata-rata lebih tinggi dibandingkan bagian akar maupun substrat. Tingginya cadangan karbon pada bagian batang ini dipengaruhi oleh diameter, biomassa, kerapatan, dan tutupan kanopi. Sedangkan, cadangan karbon pada substrat dipengaruhi oleh bahan organik, jenis substrat, dan kedalaman lapisan pengamatan. Bagian yang termasuk di *aboveground* adalah batang mangrove, sedangkan bagian yang termasuk *belowground*, yaitu akar dan substrat. Nilai rata-rata cadangan karbon total yang ditemukan pada bagian bagian *aboveground* di kawasan Gili Petagan yaitu sebesar 161,77 ton/ha, sedangkan pada bagian *belowground* sebesar 112,02 ton/ha.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa estimasi cadangan karbon *aboveground* di kawasan mangrove Gili Petagan sebesar 161,77 ton/ha. Sedangkan, estimasi cadangan karbon *belowground* di kawasan mangrove Gili Petagan sebesar 112,02 ton/ha yang didapatkan dari penjumlahan cadangan karbon akar dan substrat. Jadi, cadangan karbon mangrove di Gili Petagan, Sambelia, Lombok Timur bagian *aboveground* lebih tinggi dibandingkan *belowground*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada segenap dosen dan mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram yang telah memberikan sumbangsih tenaga dan penyediaan sarana-prasarana sehingga kegiatan penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Juga kepada kelompok studi SeaGrove (seagrass-mangrove) Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Mataram yang turut membantu dalam pengambilan data dan analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, Y., Mulyadi, A., Siregar, Y. I., & Ikhwan, Y. 2021. Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(1): 38-48.
- Analuddin, K, Jamili, Septiana A, Raya R, Rianse R, Sahidin I, Rahim S, Alfirman, Sharma S, Nadaoka, K. 2018. Trends in Allometric Models and Aboveground Biomass of Rhizophoraceae

- Mangrove Family at The Coral Triangle Ecoregion, Southeast Sulawesi, Indonesia. *J Sus For*, 37(7): 691-711.
- Analuddin, K., Kadidae, L. O., Haya, L. O. M., Septiana, A., Sahidin, I., Syahrir, L., Rahim, S., Fajar, L. O. A., dan Nadaoka, K. 2020. Aboveground Biomass, Productivity and Carbon Sequestration in *Rhizophora stylosa* Mangrove Forest of Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4): 1316-1325. DOI: 10.13057/biodiv/d210407
- Chanan, M. 2011. Potensi Karbon di Atas Permukaan Tanah di Blok Perlindungan Taman Wisata Alam Gunung Baung Pasuruan–Jawa Timur. *Jurnal Gamma*, 6(2): 110-112.
- Dharmawan, I. W. E. Pramudji. 2017. Kajian Kondisi Kesehatan Ekosistem Mangrove di Kawasan Pesisir Kabupaten Lampung Selatan, COREMAP-CTI Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta.
- Easteria, G., Imran, Z., & Yulianto, G. 2022. Estimasi Stok Karbon Mangrove Rehabilitasi di Pulau Harapan dan Kelapa, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(2): 191-204. DOI: 10.29244/jitkt.v14i2.39861
- FAO. 2020. Standard Operating Procedure for Soil Organic Carbon-Walkley-Black Method: Titration and Colorimetric Method. Rome: FAO.
- Hermialingga, S., Suwignyo, R. A., & Ulqodry, T. Z. 2020. Potensi simpanan karbon pada biomassa tegakan dan akar mangrove di kawasan lindung pantai Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Segara*, 16(3), 187-196. DOI: 10.15578/segara.v16i3.9335
- Irfan, M. 2014. Isolasi dan Enumerasi Bakteri Tanah Gambut di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1): 1-8. DOI: 10.24014/ja.v5i1.1141
- Jacotot, A., Marchand, C., Rosenheim, B. E., Domack, E. W., & Allenbach, M. 2018. Mangrove Sediment Carbon Stocks Along an Elevation Gradient: Influence of The Late Holocene Marine Regression (New Caledonia). *Marine Geology*, 404: 60-70. DOI: 10.1016/j.margeo.2018.07.005
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. 2012. Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forest, Cifor, Bogor.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Komiyama, A., Pongpan, S., & Kato, S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating the Tree Weight of Mangroves. *Journal of tropical ecology*, 21(4): 471-477. DOI: 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. DOI: 10.1016/j.aquabot.2007.12.006
- 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. DOI: 10.14710/jmr.v11i4.35605
- Lestariningsih, W. A. N., Soenardjo, Pribadi, R. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2): 121-130. DOI: 10.14710/buloma.v7i2.19574
- Marbun, A., Rumengan, A. P., Schaduw, J. N., Paruntu, C. P., Angmalisang, P. A., & Manopo, V. E. 2020. Analisis Stok Karbon pada Sedimen Mangrove di Desa Baturapa Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(1): 20-30. DOI: 10.35800/jplt.8.1.2020.27395
- Mueller-Dombois dan H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology, Wiley, New York.
- Mulyani, A. S. 2021. Antisipasi Terjadinya Pemanasan Global dengan Deteksi Dini Suhu Permukaan Air Menggunakan Data Satelit. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan-CENTECH*, 2(1): 22-29. DOI: 10.33541/cen.v2i1.2807
- Nedhisa, P. I., & Tjahjaningrum, I. T. 2020. Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Alometrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2): 61-65. DOI: 10.12962/j23373520.v8i2.45838

- Noor, M. A., & Saputra, P. M. A. 2020. Emisi Karbon dan Produk Domestik Bruto: Investigasi Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) pada Negara Berpendapatan Menengah di Kawasan ASEAN. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 8(3): 230-246. DOI: 10.14710/jwl.8.3.230-246
- Penaranda, M. L. P., Kintz, J. R. C., dan Salamanca, E. J. P. 2019. Carbon Stocks in Mangrove Forests of the Colombian Pacific. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227: 106-299. DOI: 10.1016/j.ecss.2019.106299
- Permatasari, D., Syaputra, M., & Kornelia, W. B. 2022. Biomassa dan Serapan Karbon Hutan Mangrove Tanjung Batu, Desa Sekotong Tengah, Kabupaten Lombok Barat. *Journal of Forest Science Avicennia*, 5(2): 95-103. DOI: 10.22219/avicennia.v5i2.20569
- Prakoso, T. B., Afianti, N., & Suprpto, D. 2018. Biomassa Kandungan Karbon dan Serapan CO₂ pada Tegakan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(2): 156-163. DOI: 10.14710/marj.v6i2.19824
- Pratama, R., & Parinduri, L. 2019. Penanggulangan Pemanasan Global. *Buletin Utama Teknik*, 15(1): 91-95.
- Puna, S. H., Marwan, M., Lestariningsih, W. A., & Rahman, I. 2023. Analisis Kerapatan dan Tutupan Kanopi Mangrove di Gili Petagan, Lombok Timur. *Journal of Marine Research*, 12(4): 682-691. DOI: 10.14710/jmr.v12i4.41028
- Radja, C. H., Toruan, L. N. L., & Kangkan, A. L. 2023. Variabel Kondisi Lingkungan pada Ekosistem Mangrove di Kota Kupang. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (JVIP)*, 4(1): 19-28. DOI: 10.35726/jvip.v4i1.1740
- Rohid, A., Rahman, D. R., Darmawan, T. R., & Mujiyanti, S. F. 2023. Pemanfaatan Penangkapan Emisi Gas Menjadi Energi Listrik Berbasis Elektrokimia Sebagai Inovasi Industri Untuk Mencapai Net Zero Emissions. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 4(1): 19-33.
- Sari, E. P., Iqbar, I., & Dahlan, D. 2019. Identifikasi Tumbuhan di Sempadan Sungai Krueng Lamnyong Provinsi Aceh. *Jurnal Bioleuser*, 3(1): 18-27. DOI: 10.24815/j.%20bioleuser.v0i0.18813
- Simarmata, N., Elyza, F., & Vatiady, R. 2019. Kajian Citra Satelit Spot-7 untuk Estimasi Standing Carbon Stock Hutan Mangrove dalam Upaya Mitigasi Perubahan Iklim (*Climate Changes*) di Lampung Selatan. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 16(1): 1-8. DOI: 10.30536/j.pjpdcd.2019.v16.a3050
- Sugiyono. 2017. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Alfabeta, Bandung.
- Suryono, S., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., & Rozy, E. F. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1): 1-8. DOI: 10.14710/buloma.v7i1.19036
- Verisandria, R., Schadu, J., Sondak, C., Ompi, M., Rumengan, A., & Rangan, J. 2018. Estimasi Potensi Karbon pada Sedimen Ekosistem Mangrove di Pesisir Taman Nasional Bunaken Bagian Utara. *Jurnal pesisir dan laut tropis*, 6(1): 81-97. DOI: 10.35800/jplt.6.1.2018.20567
- Yaqin, N., Rizkiyah, M., Putra, E. A., Suryanti, S., & Febrianto, S. 2022. Estimasi Serapan Karbon pada Kawasan Mangrove Tapak di Desa Tugurejo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1): 19-29. DOI:10.14710/buloma.v11i1.38256