

**ANALISIS STOK KARBON PADA SEDIMEN MANGROVE
DI PULAU KALEDUPA TAMAN NASIONAL WAKATOBİ SPTN II
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

*Soil Carbon Stock Analysis in Mangrove Sediments on Kaledupa Island,
Wakatobi National Park (SPTN II), Southeast Sulawesi, Indonesia*

Septina Elcha B.s¹⁾, Muhammad Yunus²⁾ dan Kamil Yusuf²⁾

1) Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

2) Dosen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Korespondensi: septinaelchabs06@gmail.com

Diterima 03 Agustus 2026; Disetujui: 03 Agustus 2026; Dipublikasikan: 26 Agustus 2026

ABSTRACT

Mangrove ecosystems play an essential role in blue carbon sequestration, with sediments serving as major reservoirs of organic carbon. However, the decline of mangrove forests on Kaledupa Island due to anthropogenic activities threatens their carbon storage capacity. This study aimed to analyze soil carbon stock in mangrove sediments on Kaledupa Island, Wakatobi National Park (SPTN II), Southeast Sulawesi, Indonesia. A quantitative approach with purposive sampling was employed at two sampling stations representing the sublittoral and supralittoral zones. Sediment samples were collected using a sediment corer at depths of 0–20, 20–40, and 40–60 cm. Laboratory analyses were conducted using the Loss on Ignition (LOI) method to determine bulk density, organic carbon content, and soil carbon stock. Bulk density ranged from 0.190 to 1.427 g cm⁻³, while organic carbon content varied between 8.078% and 39.096%. Soil carbon stock ranged from 148.294 to 285.470 Mg C ha⁻¹, with the highest value recorded at Station S2P2 (20–40 cm depth). The estimated total soil carbon stock of the study area was 141,405.76 Mg C, with an average of 202.014 Mg C ha⁻¹. These findings indicate that mangrove sediments on Kaledupa Island have a high potential for carbon storage and emphasize the importance of sustainable conservation and management to preserve this blue carbon ecosystem.

Keywords: *blue carbon, mangrove sediment, organic carbon, soil carbon stock, Wakatobi National Park.*

ABSTRAK

Ekosistem mangrove berperan penting sebagai penyerap dan penyimpan karbon biru (*blue carbon*), dengan sedimen sebagai tempat utama akumulasi karbon organik. Penurunan luas mangrove di Pulau Kaledupa akibat aktivitas antropogenik berpotensi menurunkan kapasitas penyimpanan karbon. Penelitian ini bertujuan menganalisis *soil carbon stock* pada sedimen mangrove di Pulau Kaledupa, Taman Nasional Wakatobi (SPTN II), Sulawesi Tenggara. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan teknik *purposive sampling* pada dua stasiun yang mewakili zona sublitoral dan supralitoral. Sampel sedimen diambil menggunakan *sediment corer* pada kedalaman 0–20, 20–40, dan 40–60 cm, kemudian dianalisis dengan metode *Loss on Ignition* (LOI) untuk menentukan *bulk density*, kandungan karbon organik, dan *soil carbon stock*. Nilai *bulk density* berkisar antara 0,190–1,427 g cm⁻³, kandungan karbon organik 8,078–39,096%, dan *soil carbon stock* 148,294–285,470 Mg C ha⁻¹. Total *soil carbon stock* di lokasi penelitian mencapai 141.405,76 Mg C dengan rata-rata 202,014 Mg C ha⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen mangrove di Pulau Kaledupa memiliki potensi tinggi sebagai penyimpan karbon, sehingga memerlukan upaya konservasi dan pengelolaan yang berkelanjutan.

Kata kunci: *karbon biru, karbon organik, sedimen mangrove, soil carbon stock, Taman Nasional Wakatobi.*

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan isu lingkungan global yang ditandai dengan meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat akumulasi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂), di atmosfer. Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim adalah melalui ekosistem mangrove yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap dan menyimpan karbon, sehingga berperan penting sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) sekaligus memberikan manfaat ekologis dan sosial bagi wilayah pesisir. Karbon yang diserap melalui proses fotosintesis diakumulasikan ke dalam biomassa dan sedimen, yang dikenal sebagai *blue carbon* atau karbon biru.

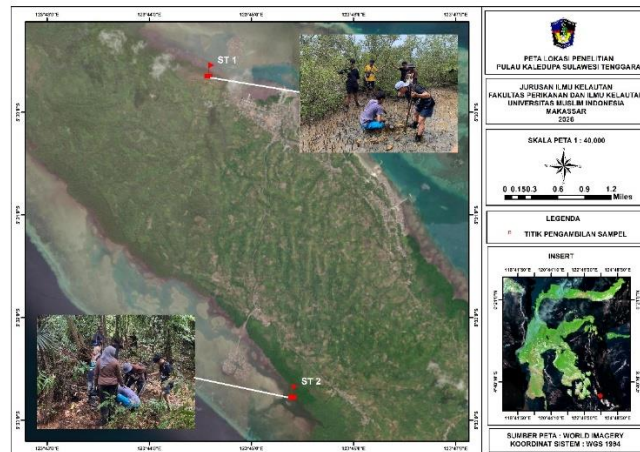
Pulau Kaledupa merupakan salah satu kawasan mangrove di Taman Nasional Wakatobi yang mengalami penurunan tutupan mangrove. Berdasarkan hasil analisis citra menggunakan metode *supervised classification*, luas mangrove menurun dari 978,03 ha pada tahun 1996 menjadi 763,99 ha pada tahun 2014 atau berkurang sekitar 21,89%. Penurunan tersebut terutama disebabkan oleh pemanfaatan kayu mangrove sebagai kayu bakar dan konversi lahan menjadi permukiman, yang mengakibatkan meningkatnya luas mangrove yang rusak dari 39,12 ha menjadi 41,33 ha. Kondisi ini berpotensi menurunkan kemampuan ekosistem mangrove dalam menyimpan karbon sehingga diperlukan penelitian mengenai stok karbon sedimen sebagai dasar pengelolaan dan konservasi mangrove yang berkelanjutan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai besarnya stok karbon yang tersimpan pada sedimen kaledupa, sehingga dapat menjadi acuan untuk tahap kegiatan rehabilitasi mangrove di Pulau Kaledupa.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Desember 2025 sampai 18 Mei 2026. Pengambilan sampel dilakukan di Pulau Kaledupa. Peta lokasi penelitian dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

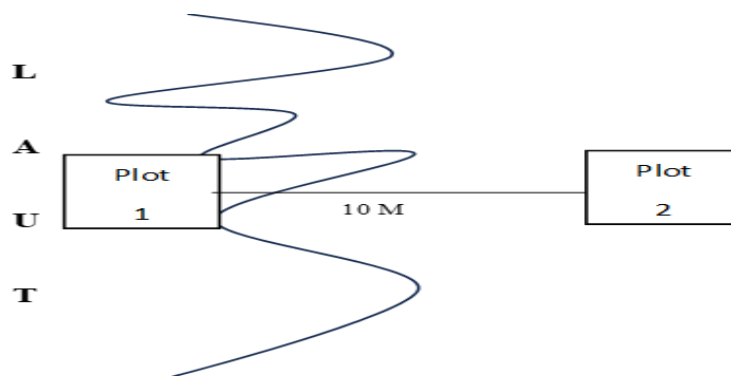
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sedimen corer, meteran kain, alat tulis, zip lock, alumunium foil.

Metode Penelitian

Penentuan Stasiun Pengamatan dan Pengambilan Data

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode **purposive sampling**, yaitu penentuan stasiun penelitian secara sengaja berdasarkan dominansi jenis mangrove pada lokasi penelitian. Setiap stasiun yang dipilih dianggap mewakili karakteristik komunitas mangrove di Pulau Kaledupa. Pada masing-masing stasiun ditetapkan dua zona litoral, yaitu zona sublitoral yang selalu tergenang air laut dan zona supralitoral yang berada di atas garis pasang tertinggi sehingga hanya sesekali terkena percikan air laut. Setiap zona diambil 3 interval kedalaman sehingga setiap stasiun menghasilkan enam sampel sedimen ($2 \text{ zona} \times 3 \text{ replikasi}$). Berikut penggambaran pengambilan sampel yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Transek Kuadran

Analisis data

Densitas Tanah (*Dry Bulk Density*)

Densitas tanah dihitung dengan rumus:

$$\text{Densitas tanah} = \frac{\text{oven - dry mass (g)}}{\text{sample volume (cm}^3\text{)}}$$

Keterangan:

Densitas tanah = Kadar isi substrat lumpur (gram/cm³)

oven-dry mass = Massa sampel yang dikeringkan (sesudah penggerusan)
(gram)

sample volume (cm³) = Volume sampel (cm³)

Persentase LOI (%)

Persentase LOI dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Loss on Ignition} = [(\text{Wo}-\text{Wt})/\text{Wo} \times 100]$$

Keterangan:

Wo = Berat kering sebelum pembakaran (gram)

Wt = Berat akhir setelah pembakaran (gram)

Karbon Organik

Persentase Karbon organik dihitung dengan rumus berikut :

$$\% \text{ Corg} = 0.415 * \% \text{ LOI} + 2.89$$

Densitas tanah (*Soil Carbon Density*)

Densitas tanah dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Soil C density (g C cm}^{-3}\text{)} = \% \text{C} \times \text{BD (densitas tanah)}$$

Keterangan:

Soil C density (g C cm⁻³) = Densitas Karbon

%Corg = Kandungan karbon bahan sedimen organik

BD = Densitas tanah (g/cm³)

Kandungan Karbon Total (*Soil Carbon Stock*)

Kandungan karbon total dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Soil C Stock (MgC ha}^{-1}\text{)} = \text{BD} \times \text{SDI (Soil Depth Interval)} \times \% \text{ C}$$

Keterangan:

Soil C (MgC ha⁻¹) = Estimasi Simpanan Karbon

BD = Densitas tanah (g/cm³)

SDI = Interval Kedalaman Sampel (cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bulk Density

Densitas tanah (*bulk density*) merupakan parameter yang menunjukkan massa tanah kering oven per satuan volume. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *bulk density* bervariasi pada setiap stasiun, plot, dan interval kedalaman. Volume sampel dihitung berdasarkan tinggi interval sampel dan diameter *sediment corer* yang digunakan saat pengambilan sampel. Nilai *bulk density* pada setiap stasiun dan kedalaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Densitas Tanah

Interval	Densitas Tanah		Rata rata
	Stasiun 1	Stasiun 2	
0-20	0,902	0,314	0,608
20-40	0,918	0,558	0,738
40-60	0,793	0,745	0,769
Rata Rata	0,871	0,539	0,705

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata *bulk density* pada Stasiun 1 ($0,871 \text{ g cm}^{-3}$) lebih tinggi dibandingkan Stasiun 2 ($0,539 \text{ g cm}^{-3}$). Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan pada masing-masing stasiun. Stasiun 1 yang berada di dekat permukiman cenderung mengalami tekanan akibat aktivitas masyarakat sehingga menyebabkan sedimen lebih padat. Selain itu, dominasi tekstur tanah liat pada stasiun ini turut meningkatkan nilai *bulk density*. Menurut Brady dan Weil (2017), pemadatan tanah menyebabkan berkurangnya ruang pori sehingga meningkatkan nilai *bulk density*, terutama pada tanah bertekstur halus seperti tanah liat.

Sebaliknya, Stasiun 2 memiliki nilai *bulk density* yang lebih rendah karena kondisi sedimen yang lebih lembap, selalu tergenang, dan bertekstur lebih gembur. Sedimen dengan porositas yang tinggi memiliki massa volume yang lebih rendah dibandingkan sedimen yang padat. Hal ini sejalan dengan Brady dan Weil (2017), yang menyatakan bahwa material yang gembur dan berpori memiliki nilai *bulk density* lebih rendah dibandingkan material yang lebih padat.

Persentase Karbon Organik (%Corg)

Nilai persentase karbon organik sedimen pada penelitian ini menunjukkan perbedaan di setiap stasiun pengamatan. Persentase karbon organik diperoleh

melalui metode *Loss on Ignition* (LOI) untuk menentukan kandungan bahan organik, kemudian hasilnya dikonversi menjadi nilai karbon organik. Nilai persentase karbon organik sedimen pada setiap plot dan kedalaman memiliki nilai yang berbeda beda, untuk nilai persentase karbon dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pesentase Karbon Organik

Interval	%Corg		Rata rata
	Stasiun 1	Stasiun 2	
0-20	14,900	29,095	21,998
20-40	11,803	27,398	19,6005
40-60	16,560	19,209	17,885
Rata Rata	14,421	25,234	19,828

Rata-rata persentase karbon organik pada Stasiun 2 (25,234%) lebih tinggi dibandingkan Stasiun 1. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pada masing-masing stasiun. Stasiun 2 merupakan kawasan mangrove yang masih alami dan didominasi oleh mangrove berumur tua, sehingga menghasilkan serasah daun, ranting, dan akar dalam jumlah lebih besar sebagai sumber karbon organik. Selain itu, kondisi sedimen yang lembap, selalu tergenang, dan bertekstur gembur mendukung akumulasi karbon organik. Sebaliknya, Stasiun 1 merupakan kawasan rehabilitasi dengan vegetasi mangrove yang relatif muda sehingga produksi serasah lebih rendah. Kondisi sedimen yang lebih padat juga diduga membatasi akumulasi karbon organik. Dai et al. (2022) menyatakan bahwa fraksi liat (*clay*) dan lumpur (*silt*) berperan penting dalam penyimpanan karbon organik pada sedimen mangrove, sehingga karakteristik tekstur sedimen menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kandungan karbon organik.

Persentase karbon organik juga menunjukkan variasi pada setiap kedalaman. Lapisan 0–20 cm memiliki kandungan karbon organik tertinggi karena merupakan zona utama akumulasi serasah dan bahan organik dari vegetasi mangrove. Pada lapisan yang lebih dalam, masukan bahan organik segar semakin berkurang, sedangkan material organik telah mengalami proses penguburan dan dekomposisi dalam waktu yang lebih lama, sehingga kandungan karbon organiknya cenderung menurun.

Densitas Karbon Tanah (*Soil Carbon Density*)

Soil carbon density merupakan besarnya karbon organik yang tersimpan dalam setiap satuan volume tanah atau sedimen, yang dihitung berdasarkan nilai densitas tanah (*bulk density*) dan persentase karbon organik. Parameter ini digunakan untuk menunjukkan kemampuan tanah atau sedimen dalam menyimpan karbon dan menjadi dasar dalam perhitungan stok karbon tanah (*soil carbon stock*). Hasil nilai rata rata *Soil Carbon Density* setiap stasiun dan kedalaman berbeda beda, untuk nilai soil carbon density dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Densitas Karbon Tanah

Interval	Soil Carbon Density		Rata rata
	Stasiun 1	Stasiun 2	
0-20	0,103	0,079	0,091
20-40	0,102	0,115	0,109
40-60	0,116	0,141	0,129
Rata Rata	0,107	0,111	0,109

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata *soil carbon density* pada Stasiun 2 lebih tinggi dibandingkan Stasiun 1. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berbeda pada kedua stasiun. Stasiun 2 merupakan kawasan mangrove alami yang didominasi vegetasi berumur tua sehingga menghasilkan akumulasi bahan organik yang lebih besar. Selain itu, kondisi sedimen yang gembur, lembap, dan selalu tergenang mendukung penyimpanan karbon di dalam sedimen. Sebaliknya, Stasiun 1 merupakan kawasan rehabilitasi dengan vegetasi mangrove yang relatif muda serta masih dipengaruhi aktivitas masyarakat. Kondisi sedimen yang lebih padat dan didominasi tekstur liat menyebabkan porositas lebih rendah sehingga akumulasi karbon cenderung lebih kecil.

Namun, pada kedalaman 0–20 cm, *soil carbon density* di Stasiun 1 (0,103 g C cm⁻³) lebih tinggi dibandingkan Stasiun 2 (0,079 g C cm⁻³). Kondisi ini dipengaruhi oleh nilai *bulk density* Stasiun 1 yang lebih tinggi (0,902 g cm⁻³) dibandingkan Stasiun 2 (0,314 g cm⁻³). Meskipun Stasiun 2 memiliki kandungan karbon organik yang lebih tinggi, sedimen yang lebih gembur memiliki massa per

satuan volume yang lebih kecil. Sebaliknya, sedimen yang lebih padat di Stasiun 1 menghasilkan massa sedimen yang lebih besar pada volume yang sama sehingga meningkatkan nilai *soil carbon density*. Hal ini menunjukkan bahwa *soil carbon density* dipengaruhi oleh kombinasi kandungan karbon organik dan *bulk density*, bukan hanya oleh persentase karbon organik (Kauffman & Donato, 2012; Howard et al., 2014).

Soil Carbon Stock

Soil carbon stock merupakan jumlah karbon organik yang tersimpan di dalam tanah atau sedimen pada kedalaman tertentu per satuan luas (Mg C ha^{-1}). Besarnya *soil carbon stock* dipengaruhi oleh nilai *bulk density*, kandungan karbon organik, dan kedalaman sedimen (Kauffman & Donato, 2012). Pada ekosistem mangrove, sedimen berfungsi sebagai penyimpan karbon utama sehingga berperan penting dalam penyimpanan karbon jangka panjang dan mitigasi perubahan iklim. Nilai stok karbon pada setiap lapisan berbeda beda, hal itu bisa dilihat pada Tabel 4.

Stasiun	Interval	Plot		Rata rata
		1	2	
Stasiun 1	0-20	158,628	251,672	205,150
	20-40	235,818	173,947	204,883
	40-60	174,955	203,513	189,234
	Rata Rata	189,800	209,710	199,755
Stasiun 2	0-20	148,294	167,758	158,026
	20-40	173,535	285,470	229,502
	40-60	194,478	256,097	225,288
	Rata Rata	172,102	236,441	204,272
Rata rata total				202,014

Berdasarkan Tabel X, nilai stok karbon tanah menunjukkan variasi antarstasiun. Secara umum, Stasiun 2 diperkirakan memiliki stok karbon tanah yang lebih tinggi karena didukung oleh kondisi lingkungan yang selalu tergenang, kelembapan sedimen yang tinggi, serta vegetasi mangrove alami dan telah

berkembang dalam waktu yang lama. Namun, pada kedalaman 0–20 cm, stok karbon tanah di Stasiun 1 justru lebih tinggi dibandingkan Stasiun 2. Kondisi ini diduga disebabkan oleh adanya akumulasi serasah mangrove yang masih relatif baru pada lapisan permukaan di Stasiun 1 sehingga memberikan tambahan masukan karbon organik ke dalam sedimen. Sebaliknya, pada Stasiun 2 yang selalu mengalami genangan, serasah di permukaan lebih cepat mengalami dekomposisi dan tertimbun ke lapisan sedimen yang lebih dalam akibat proses sedimentasi, sehingga stok karbon pada lapisan 0–20 cm menjadi lebih rendah dibandingkan lapisan di bawahnya. Stock karbon di Pulau Kaledupa memiliki Stok karbon sebesar 202,014 Mg C ha⁻¹. Luasan mangrove di pulau kaledupa sebesar

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *soil carbon stock* pada sedimen mangrove di Pulau Kaledupa, Taman Nasional Wakatobi SPTN II, Provinsi Sulawesi Tenggara, memiliki stok karbon sebesar 141.405.7597 Mg C. dengan rata rata 202,014 Mg C ha⁻¹.

SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konservasi dan pengelolaan ekosistem mangrove di Pulau Kaledupa perlu terus ditingkatkan, terutama pada kawasan mangrove alami yang memiliki potensi tinggi dalam menyimpan karbon sedimen. Upaya tersebut penting dilakukan melalui pengendalian alih fungsi lahan dan penebangan mangrove agar cadangan karbon tetap terjaga.

Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji pengaruh tekstur sedimen, jenis vegetasi, dan tingkat genangan terhadap penyimpanan karbon, serta memperluas cakupan lokasi dan periode pengamatan untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif sebagai dasar pengelolaan mangrove berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada kedua orang tua serta keluarga yang selalu mendoakan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini. Bapak Yunus dan Bapak Kamil terima kasih atas bimbingan dan arahannya mulai dari proses pembuatan hingga tersusunnya skripsi ini, dan kepada semua teman-teman Ilmu Kelautan Angkatan 2022 yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis, terima kasih atas kebersamaan, diskusi dan semangat belajar yang selalu menginspirasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzahraa, F. S., Suryantia, S., & Febriantoa, S. (2020). Estimasi Serapan Karbon Pada Hutan Mangrove. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(2), 308–315. Retrieved from <http://jfmr.ub.ac.id>
- Brady, N.C. & Weil, R.R. (2017). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., Telszewski, M. 2014. *Methods For Assessing Carbon Stocks And Emissions Factors In Mangroves, Tidal Salt Marshes, And Seagrass Meadows*. *Coord. Int. Blue Carbon Initiat.*
- Kauffman, J. B., Adame, M. F., Arifanti, V. B., Schile-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., Hernández Trejo, H. (2020). *Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical*.
- Marbun, A., Rumengan, A. P., Schadu, J. N. W., Paruntu, C. P., Angmalisang, P. A., & Manopo, V. E. (2020). Analisis Karbon Pada Sedimen Mangrove di Desa Baturapa Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, (1), 20. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27395>