

## Study of Carbon Storage in Mangrove Vegetation at Sumbernadi Village, Ketapang Distric, South Lampung Regency, Province of Lampung

Anma Hari Kusuma<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan Kelautan, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia;

### Article History

Received : February 02<sup>th</sup>, 2024

Revised : February 20<sup>th</sup>, 2024

Accepted : March 18<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Anma Hari Kusuma**

Program Studi Ilmu Kelautan

Jurusan Perikanan Kelautan

Universitas Lampung

Bandar Lampung

Indonesia

Email: [anma.hari@fp.unila.ac.id](mailto:anma.hari@fp.unila.ac.id)

**Abstract:** Mangroves are typical plants that live in coastal areas that are affected by tides and are able to adapt to salinity. Mangroves are able to absorb and store carbon. The aims of this study to analyze carbon absorption in the mangrove vegetation of Sumbernadi Village. The research was conducted from June-July 2023 in Sumbernadi Village, Ketapang District, South Lampung, Province of Lampung. Mangrove carbon measurements in mangrove stands, necromass and litter were carried out using non-destructive methods. The carbon stored in sediment is greater than carbon stored in stands, necromass and litter. The highest carbon stored in sediment is in sediment that has coarse clay because coarse clay can store high levels of nutrients.

**Key words:** Mangrove, Stands, Necromass, Litter, Sediment

### Pendahuluan

Mangrove merupakan organisme autotrof yang hidup di wilayah pesisir yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Mahasani *et al.*, 2015). Mangrove memberikan berbagai macam jasa ekosistem yaitu jasa pengaturan, jasa penyedia, jasa budaya, dan jasa pendukung. Mangrove sebagai jasa penyedia mampu menyediakan bahan pangan, bahan bakar, kayu arang, kertas, dan obat dengan memanfaatkan bagian pohon mangrove. Jasa pendukung mangrove yaitu mangrove mampu menahan sedimen dan nutrien, mampu menyaring sedimen dan pencemar, sebagai tempat *nursery ground*, *feeding ground*, dan *spawning ground* berbagai biota laut (Martuti *et al.*, 2018). Marbun *et al.*, (2015) mengatakan mangrove sebagai jasa pengaturan mampu meredam gelombang, pelindung dari abrasi pantai, mampu menstabilisasi tanah, sebagai pengaturan iklim, dan mampu menyerap serta menyimpan karbon. Kemampuan mangrove dalam menyimpan karbon telah dijadikan salah satu parameter dalam pengkajian karbon biru (*blue carbon*) (Verisandria *et al.*, 2018).

*Blue carbon* dapat didefinisikan karbon yang mampu diserap ekosistem di wilayah

pesisir seperti lamun dan mangrove untuk mitigasi perubahan iklim (Sondak 2015). Peran mangrove dalam *Blue Carbon* sebagai penyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) terjadi melalui proses fotosintesis yang diubah menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa seperti pada akar, batang, daun, maupun bagaian lainnya (Prakoso *et al.*, 2017). Selain itu mangrove juga menyimpan karbon ke dalam sedimen (Irawati *et al.*, 2023). Karbon yang tersimpan dalam sedimen sebagai media tumbuh menjadikan ciri khas tersendiri bagi mangrove jika dibandingkan dengan tumbuhan yang hidup di daratan. Mangrove mampu menyerap dan menyimpan karbon lebih banyak dibandingkan tumbuhan darat (Amanda *et al.*, 2021). Penyimpanan karbon oleh mangrove lebih tinggi dua sampai tiga kali lipat dibandingkan hutan terrestrial (Diana 2021). Keberadaan mangrove sangat penting dalam menekan peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di atmosfer sehingga dapat menjadi salah satu bentuk mitigasi mengurangi emisi karbon terhadap perubahan iklim. Indonesia memiliki mangrove dengan luas 3,11 juta Hektar (Ha) atau sekitar 22,6% dari luas total mangrove di dunia dengan stok karbon tersimpan di vegetasi mangrove sebesar dengan 3.319 Pg C (Murdiyarso *et al.*, 2015). Fungsi vegetasi

mangrove dalam laju penyerapan karbon telah diketahui cukup tinggi, tetapi data mengenai simpanan karbon vegetasi mangrove di Desa Sumbernadi masih belum ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis serapan karbon di vegetasi mangrove Desa Sumbernadi, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Manfaat dari penelitian ini memberikan gambaran potensi serapan karbon di ekosistem mangrove Desa Sumbernadi sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.

## Metode dan Bahan

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni-Juli 2023 di Desa Sumbernadi, Lampung Selatan, Provinsi Lampung (Gambar 1).

### Alat dan bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan berupa GPS (*Global Positioning System*), meteran jahit, timbangan digital, oven, core sampler, *shacker* dan ayakan bertingkat *plastic strap*, tali rafia, nekromasa, serasah dan sedimen mangrove.

### Posedur Kerja

Penelitian ini dilakukan pada karakteristik keterwakilan antar stasiun. Pengambilan data dilakukan pada transek ukuran 10x10 m<sup>2</sup> dengan 3 kali ulangan untuk setiap titik stasiun. Serasah dan sedimen mangrove diambil di transek ukuran 1x1 m<sup>2</sup> di dalam titik stasiun. Pengukuran karbon tegakan mangrove dilakukan dengan metode *non-destructive* yang dimasukkan ke dalam model persamaan allometrik  $0,1466 X (DBH)^{2,3136}$  dengan  $R^2=0,936$  (Kusuma *et al.*, 2023) kemudian dikalikan faktor konversi karbon sebesar 0,47 (BSN 2011). Pengukuran karbon nekromassa mangrove dilakukan dengan menggunakan prinsip geometrik dimana mengukur tinggi dan volume pohon yang telah mati sebesar 1,3 m dengan diameter 30 cm dan ranting sepanjang 10 cm pada plot transek. Volume nekromassa dihitung menggunakan persamaan:

$$V_{pm} = \frac{1}{4} \pi (DBH)^2 X t X f \quad \dots (1)$$

Keterangan:

$V_{pm}$  = Volume pohon mati (cm<sup>3</sup>)  
 $\pi$  = 3,14  
DBH = Diameter pohon pada 1,3 m (cm)  
t = Tinggi total pohon mati (cm)  
f = Faktor bentuk (0,6)

Ranting mangrove yang mati dipotong dengan panjang 10 cm lalu dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam pada suhu 80°C. Berat jenis dihitung dengan persamaan:

$$BJ_{pm} = \frac{BK}{VS} \quad \dots (2)$$

Keterangan:

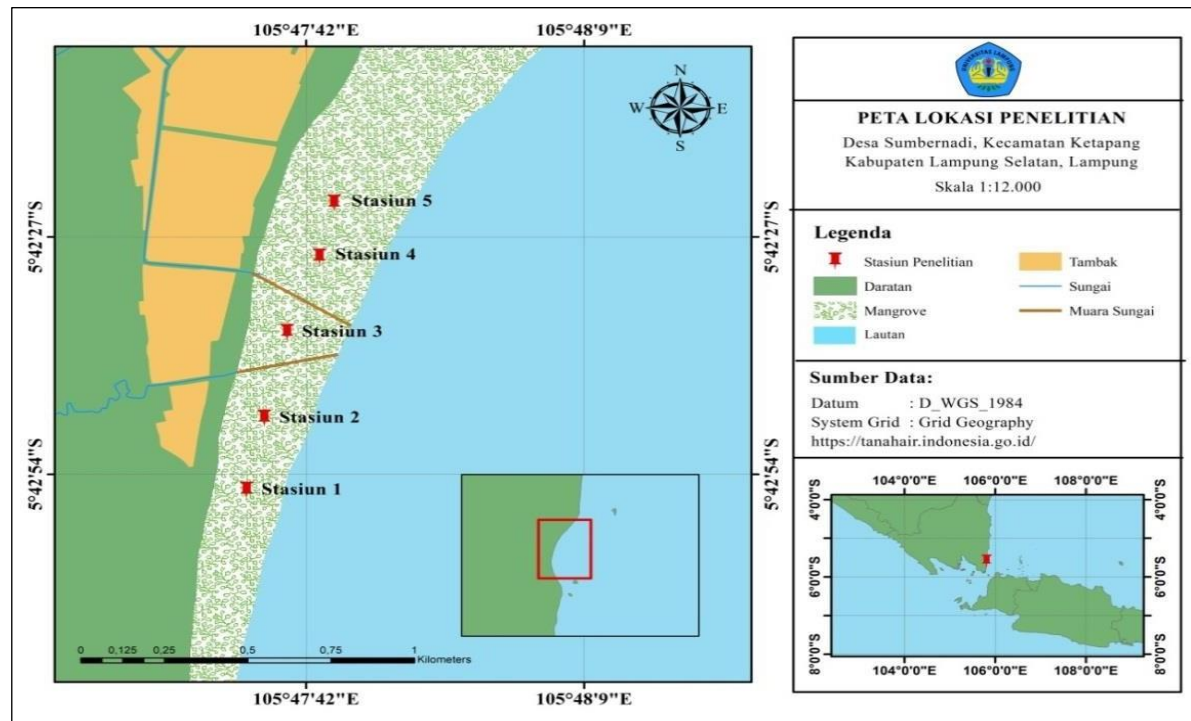
$BJ_{pm}$  = Berat jenis sampel (g/cm<sup>3</sup>)  
BK = Berat sampel (g)  
VS = Volume sampel 10 cm (cm<sup>3</sup>)

Kandungan bahan organik dihitung menggunakan persamaan:

$$B_{pm} = V_{pm} X BJ_{pm} \quad \dots (3)$$

Keterangan:

$B_{pm}$  = Bahan organik (g)  
 $V_{pm}$  = Volume (cm<sup>3</sup>)  
 $BJ_{pm}$  = Berat jenis (g/cm<sup>3</sup>)



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Parameter karbon serasah diukur dengan cara serasah diambil dari plot ukuran 1x1 m<sup>2</sup> kemudian ditimbang untuk didapatkan berat basah. Sampel diambil sebanyak 100 g kemudian dikeringkan pada oven pada suhu 80 °C selama 48 jam. Sampel didinginkan dan ditimbang untuk didapatkan nilai berat kering. Biomassa serasah dihitung menggunakan persamaan:

$$BO = \frac{BK \text{ Sampel}}{BB \text{ Sampel}} \times BB \text{ total} \quad \dots (4)$$

Keterangan:

BO = Biomassa (g)  
 BK = Berat kering (g)  
 BB = Berat Basah (g)

Karbon organik sedimen dilakukan menggunakan metode *Walkey and Black*. Sedimen sebanyak 0,50 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 500 ml, kemudian ditambahkan larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N sebanyak 10 ml dan dihomogenisasi, selanjutnya ditambahkan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sebanyak 20 ml dan dihomogenisasi. Sampel didiamkan selama 30 menit dan ditambahkan aquades sebanyak 200 ml dan indikator ferroin 0,025 M sebanyak 3-4

tetes. Sampel kemudian dititrasi menggunakan FeSO<sub>4</sub> 0,5 N. Kandungan C-Organik sedimen dihitung menggunakan persamaan:

$$C \text{ Org} (\%) = \frac{ml \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,003}{BKM} \times 100\% \dots (5)$$

Keterangan:

C Organik (%) = Presentase karbon organik (%)  
 F = Ketetapan (1,33)  
 BKM = Berat kering (g)

Total karbon tersimpan di sedimen dihitung menggunakan persamaan:

$$Ct = C \text{ Organik } \% \times \rho \times kd \quad \dots (6)$$

Keterangan:

Ct = Karbon tersimpan (g C/cm<sup>2</sup>)  
 Kd = Kedalaman sampel (cm)  
 P = Berat jenis sampel (cm<sup>3</sup>)

$$Cn = \frac{Cx}{1000} \times \frac{10000}{L \text{ plot}} \quad \dots (7)$$

Keterangan:

Cn = Kandungan karbon (kg C/m<sup>2</sup>)

Cx = Kandungan karbon (g C)  
1000 = Konversi kg menjadi (g)  
10000 = Konversi m<sup>2</sup> menjadi cm<sup>2</sup>  
L plot = Luas plot (m<sup>2</sup>)

Pengukuran tekstur sedimen dilakukan dengan cara sedimen diambil dengan *core sampler* dengan tinggi 30 cm dan diameter 7,5 cm. Sampel sedimen kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam dan dihaluskan. Sampel ditimbang sebanyak 5 g kemudian diayak menggunakan ayakan

## Hasil dan Pembahasan

### Karbon Tegakan Mangrove

Hasil penelitian menunjukkan serapan karbon tegakan mangrove bekisar 380,9-963,3 Ton C/Ha. Azzahra *et al.*, (2020) mengatakan karbon tegakan mangrove di Demak, Jawa tengah berkisar 104,25-217,78 Ton C/Ha. Panjaitan *et al.*, (2023) menambahkan serapan karbon tegakan mangrove di Bunaken, Sulawesi Utara berkisar 148,50-376,01 Ton C/Ha. Indrayani *et al.*, (2020) menyatakan karbon tegakan mangrove di Jayapura, Papua berkisar 146,49-714,20 Ton C/Ha. Serapan karbon tegakan mangrove tertinggi pada stasiun 4 sebesar 963,3 Ton C/Ha sedangkan terendah pada stasiun 3 sebesar 380,9 Ton C/Ha. Biomassa tersusun dari molekul organik yang memiliki proporsi karbon yang berfungsi sebagai penyusun dinding sel dan pertumbuhan. Komposisi karbon tertinggi pada biomassa terdapat pada bagian batang pohon. Semakin besar diameter batang maka akan semakin tinggi nilai karbonnya. Proses fotosintesis menyerap CO<sub>2</sub> dan mengubahnya menjadi karbon organik dan menyimpannya dalam biomassa sehingga semakin tua umur suatu tegakan, akan semakin banyak cadangan karbon yang disimpannya (Kepel *et al.*, 2017). Biomassa mangrove juga dipengaruhi oleh besarnya diameter pohon dimana semakin besar diameter suatu pohon makasmeakin besar nilai biomassanya (Mandari *et al.*, 2016). Serapan karbon tegakan mangrove tertinggi pada stasiun 4 karena jumlah tegakan pohon yang berdiameter yang besar sedangkan terendah pada stasiun 3 di dominasi oleh mangrove yang memiliki diameter pohon kecil.

bertingkat dan *sieve shacker* untuk mendapatkan ukuran butir sedimen. Presentase ukuran butir sedimen dihitung menggunakan persamaan:

$$BA = \frac{B1}{B0} \times 100\% \quad \dots (8)$$

Keterangan:

BA = Presentase sedimen di ayakan (%)

B1 = Berat sedimen tertinggal (g)

B0 = Berat sedimen awal (g)

Tegakan untuk mangrove di lokasi penelitian diseluruh stasiun didominasi oleh sepsies *Avicenia marina*. Serapan karbon tegakan mangrove disajikan pada Tabel 1.

### Karbon Nekromassa Mangrove

Serapan karbon nekromassa mangrove bekisar 0,009-0,036 Ton C/Ha. Serapan karbon sedimen mangrove di Provinsi Lampung untuk Kabupaten Lampung Timur berkisar antara 0,002-0,065 Ton C/Ha (Kusuma *et al.*, 2022), Kabupaten Tulang Bawang berkisar antara 0,005–0,011 Ton C/Ha (Kusuma *et al.*, 2023a) dan Kabupaten Pesawaran berkisar antara 0,001–0,003 Ton C/Ha (Kusuma *et al.*, 2023b). Serapan karbon nekromassa mangrove tertinggi di stasiun 1 sebesar 0,036 Ton C/Ha sedangkan terendah di stasiun 4 sebesar 0,009 Ton C/Ha. Nekromassa adalah massa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak atau telah tergeletak di permukaan sedimen serta ranting dan dedaunan yang belum mengalami pelapukan (Hairiah & Rahayu, 2007). Nekromassa dapat berupa batang yang memiliki selulosa dan serasah. Karbon nekromassa dipengaruhi oleh volume pohon yang mati. Pohon yang sudah mati tidak dapat menyerap karbon dan menaajdikanya biomassa , karena pohon tersebut tidak dapat berfotosintesis kembali. Karbon yang tersimpan dalam nekromassa merupakan karbon yang masih tersimpan setelah pohon tersebut mati, sehingga jumlah karbon tersimpan dalam nekromassa tidak sebanyak karbon yang tersimpan di dalam tegakan mangrove yang masih hidup. Serapan karbon nekromassa mangrove disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Karbon tegakan mangrove

St	Jenis mangrove	DBH (cm)	Biomassa (kg)	Karbon Tegakan (kg C/m <sup>2</sup> )	Jumlah Tegakan Pohon	Karbon Tegakan (Ton C/Ha)
1	<i>A. marina</i>	9,96 ± 0,169	1221,86	57,43	86	574,3
2	<i>A.marina</i>	9,86 ± 0,357	1256,14	59,04	89	590,4
3	<i>A.marina</i>	8,22 ± 0,279	810,48	38,09	89	380,9
4	<i>A.marina</i>	16, 37 ± 0,929	2049,57	96,33	49	963,3
5	<i>A.marina</i>	31,08 ± 30,038	1107,42	52,05	44	520,5

**Tabel 2.** Karbon nekromassa mangrove

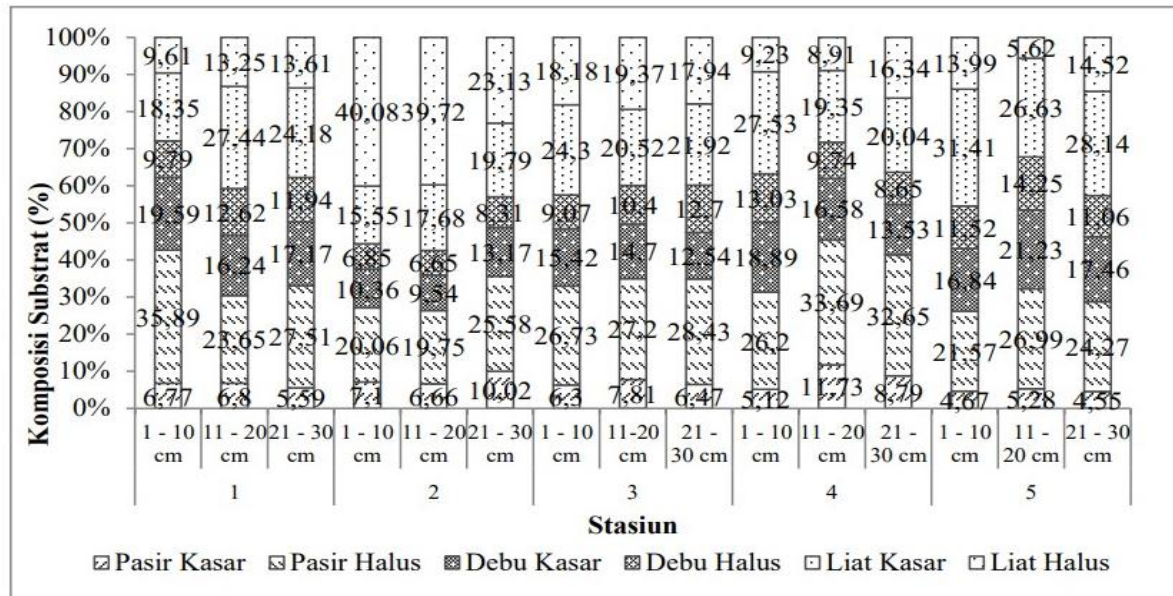
St	Jenis mangrove	Karbon Nekromassa (kg C/m <sup>2</sup> )	DBH (cm)	Volume Pohon Mati (cm <sup>3</sup> )	Jumlah Batang	Karbon Nekromassa (Ton C/Ha)
1	<i>A.marina</i>	3,64	5,18 ± 0,773	7183,4 ± 3160,6	9	0,036
2	<i>A.marina</i>	2,21	3,37 ± 1,777	4776,0 ± 1537,3	10	0,022
3	<i>A.marina</i>	1,10	3,50 ± 0,472	2355,2 ± 1271,4	10	0,011
4	<i>A.marina</i>	0,97	3,24 ± 0,472	2382,7± 2049,3	9	0,009
5	<i>A.marina</i>	2,09	4,08 ± 0,526	3966,0 ± 2415,6	9	0,020

**Tabel 3.** Karbon serasah mangrove

St	Jenis mangrove	Berat Basah Serasah (g)	Berat Kering Srasah (g)	Karbon Serasah (kg C/m <sup>2</sup> )	Karbon Serasah (Ton C/Ha)
1	<i>A. marina</i>	18,93	15,88	0,040	0,40
2	<i>A. marina</i>	18,82	15,50	0,032	0,32
3	<i>A. marina</i>	18,44	14,96	0,021	0,21
4	<i>A. marina</i>	19,48	16,72	0,045	0,45
5	<i>A. marina</i>	19,15	16,23	0,043	0,43

**Tabel 4.** Karbon sedimen mangrove

St	%C	Karbon sedimen (kg C/m <sup>2</sup> )	Karbon sedimen (Ton C/Ha)
1	1,99	546,28	5462,8
2	1,67	379,20	3792,0
3	1,79	452,21	4522,1
4	4,41	1.250,55	12.505,5
5	1,64	430,21	4302,1



Gambar 2. Ukuran butir sedimen mangrove

### Karbon Serasah Mangrove

Serapan karbon serasah mangrove berkisar 0,21-0,45 ton C/Ha. Yaqin *et al.*, (2022) mengatakan serapan karbon serasah mangrove di Tugurejo, Semarang berkisar 1,78-2,46 Ton C/Ha. Azzahra *et al.*, (2020) mengatakan serapan karbon serasah mangrove di Demak, Jawa tengah berkisar 0,00039-0,00043 Ton C/Ha. Serapan karbon serasah mangrove tertinggi di stasiun 4 sebesar 0,45 Ton C/Ha sedangkan terendah pada stasiun 3 sebesar 0,21 Ton C/Ha. Serasah adalah sumber bahan organik di perairan yang proses melalui dekomposisi akan dirombak oleh mikroba menjadi energi dan berbagai senyawa sederhana (Kusuma, 2023). Serasah itu sendiri merupakan bagian tanaman yang telah gugur berupa daun dan ranting yang terletak di permukaan sedimen. Serapan karbon dan biomassa untuk serasah mangrove disajikan pada Tabel 3.

### Ukuran Butir Sedimen

Data hasil penelitian dari ukuran butir sedimen terlihat dimana tekstur pasir mendominasi setiap lapisan. Pada lapisan 1-10 cm memiliki kombinasi tekstur yang lebih bervariasi dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm. Tipe substrat setiap kedalaman memiliki dominan tekstur yang berbeda-beda. Pada kedalaman 1-10 cm sedimen berupa lempung berpasir, kedalaman 10-20 cm

berupa pasir berlempung dan kedalaman 20-30 cm berupa substrat pasir dan pada edalaman 71-100 cm seidmen pasir mendominasi, baik pasir kasar maupun pasir halus. Semakin dalam kondisi sedimen maka pasir akan semakin mendominasi. Tekstur sedimen pada lokasi penelitian didominasi oleh pasir kasar. Komposisi sedimen mangrove sebagian besar di dominasi oleh pasir kasar (Kusuma *et al.*, 2022; Kusuma *et al.*, 2023a dan Kusuma *et al.*, 2023b). Pola pasir kasar cenderung berkurang seiring bertambah kedalaman. Secara keseluruhan, ukuran butir pasir kasar cenderung berkurang seiring bertambah kedalaman, sedangkan ukuran butir halus cenderung bertambah seiring bertambahnya kedalaman. Ukuran butir sedimen mangrove disajikan pada Gambar 2.

### Karbon Sedimen Mangrove

Karbon sedimen berkisar 3792,0-12.505,5 Ton C/Ha. Azzahra *et al.*, (2020) mengatakan serapan karbon sedimen mangrove di Demak, Jawa tengah berkisar 102.653-141.654 Ton C/Ha. Isnaini *et al.*, (2020) menambahkan serapan karbon tegakan mangrove di Bengkalis, Riau berkisar 230,28-252,69 Ton C/Ha. Serapan karbon serasah mangrove tertinggi pada stasiun 4 sebesar 12.505,5 Ton C/Ha sedangkan terendah pada stasiun 2 sebesar 3792,0 Ton C/Ha. Karbon sedimen disajikan pada Tabel 4.

## Kesimpulan

Karbon di sedimen e lebih besar dibandingkan dengan karbon tegakan, nekromassa, dan serasah, hal ini diduga karena karbon sedimen berasal dari tumbuhan yang menyerap karbon dan dialirkan ke dalam tanah melalui akar, selain itu juga berasal dari makhluk hidup seperti hewan maupun tumbuhan yang sudah mati dan terdegradasi ke dalam sedimen. Sedimen dengan tekstur lumpur lebih besar mengikat karbon dibandingkan dengan tekstur pasir. Mangrove di Desa Sumbernadi memiliki peranan yang penting dalam memitigasi perubahan iklim.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada rekan dosen dan mahasiswa Universitas Lampung yang telah membantu selama kegiatan penelitian dan penulisan karya tulis ilmiah ini.

## Referensi

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Amanda, Y., Mulyadi, A., & Siregar, Y.I. (2013). Estimasi stok karbon tersimpan pada hutan mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan*, 9 (1), 38-48 DOI: <http://doi.org/10.31258/jipas.9.1.p.38-48>
- Azzahra, F.S., Suryantia, S. & Febriantia, S. (2020). Estimasi serapan karbon pada hutan mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. *Fisheries and Marine Research*, 4(2), 308-315 DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.02.15>
- Bargali, S.S., Shukla, K., Singh, L., Ghosh, L., & Lakhera, M. L. (2015). Leaf litter decomposition and nutrient dynamics in four tree species of dry deciduous forest. *Tropical Ecology*, 56(2), 191–200. DOI:

<https://doi.org/10.21776/TRP.eClg.2020.04.02.15>

- Diana, R. (2021). *Cadangan Karbon Pesisir*. Yogyakarta: Deepublis
- Hairiah, K. & Rahayu, S. (2007). *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre
- Indrayani, E., Kalor, J.D., Hisyam, M. & Waum, I. (2023). Estimation of *Rhizophora mucronata* carbon stock in Youtefa bay, Jayapura, Papua. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 12 (3), 340-345  
DOI:<https://doi.org/10.13170/depik.12.3.31900>
- Irawati, R.C, Merit, N.I., & Sudarma, I.M. (2023). Estimasi potensi karbon sedimen mangrove pada hutan alam dan hutan rehabilitasi. di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Ecotrophic*, 15 (2), 154-165  
DOI:<https://10.24843/EJES.2021.v15.i02.p01>
- Isnaini, S., Amin, B. & Efrilyedi. (2020). Comparison of carbon reserves in mangrove *Sonneratia alba* and *Nypa fruticans* in Pangkalan Jambi Village, Bengkalis District Riau Province. *Coastal and Ocean Sciences*, 1 (1), 41-50 DOI: <https://10.31258/jocos.1.1.41-50>
- Kepel, T.L., Suryono, D.D. & Ati, R.N. (2017). Nilai penting dan estimasi nilai ekonomi simpanan karbon vegetasi mangrove di Kema, Sulawesi Utara. *Kelautan Nasional*, 12 (1), 19-26 DOI: <http://10.15578/jkn.v12i1.6170>
- Kusuma, A.H. (2023). Produksi serasah mangrove *Avicenia alba* di Desa Sungai Nibung, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. *Akuatiklestari*, 6 (2), 179-18  
DOI:<http://10.31629/akuatiklestari.v6i2.5195>
- 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. *Marine Research*. 11 (4): 768-778 DOI: <https://10.14710/jmr.v11i4.35605>
- Kusuma, A.H., Hutahean, A.A., Siregar, A.M., Faisal, A.R., Yanvika, H. & Marpaung,

- E.M. (2023b). Serapan dan stok karbon di vegetasi mangrove Pantai Ketapang, Desa Batu Menyan, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. *Perikanan*, 13 (3), 935-946 DOI: <https://10.29303/jp.v13i3.616>
- Kusuma, A.H., Muhaemin, M., Yudha, I.G., Hudaidah, S & Adiputra, Y.T. (2023a). Simpanan karbon di vegetasi mangrove Desa Sungai Nibung, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. *Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 14 (1), 1-11 DOI: <https://10.24319/jtpk.14.1-11>
- Mahasani, I.G.A.I., Widagti, N. & Karang, I.W.G.A. (2015). Estimasi persentase karbon organik di hutan mangrove bekas tambak, Perancak, Jembrana, Bali. *Marine and Aquatic Science*, 1 (1), 14 DOI: <https://10.24843/jmas.2015.v1.i01.14-18>
- Mandari, D. Z., Gunawan, H., & Isda, M. N. 2016. Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Riau Biologia*, 1 (1), 17-23 DOI: <https://10.29303/j.r.b13i3.616>
- Marbun, A., Rumengan, A.P., Schaduw, J.N.W., Paruntu, C.P., Angmalisang, P.A. & Manopo, V.E. (2020). Analisis stok karbon pada sedimen mangrove di Desa Baturapa Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang Mongondow. *Pesisir dan Laut Tropis*, 8 (1), 20–30 DOI: <https://10.35800/jplt.8.1.2020.27395>
- Martuti, T.K.N., Setyowati, D.L. & Nugraha SB. (2018). *Ekosistem Mangrove (Keanekaragaman, Fitoremediasi, Stok Karbon, Peran dan Pengelolaan)*. Semarang: UNS Press.
- 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 DOI: <https://10.1038/nclimate2734>
- Panjaitan, F.S., Koneri, R. & Maabuat, P.V. (2023). Estimasi serapan karbon pada vegetasi mangrove di pesisir Pantai Kecamatan Bunaken, Kota Manado, Sulawesi Utara. *Bios Logos*, 13 (1), 301-308. DOI: <https://10.35799/jbl.v13i3.53417>
- Prakoso, T.B., Afiati, N. & Suprpto, D. (2017). Biomassa kandungan karbon dan serapan CO<sub>2</sub> pada tegakan mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Maquares*. 6 (2), 156–163. DOI: <https://10.14710/marj.v6i2.19824>
- Rerung, E., Sondak, C. F. A., Bara, R. A., Darwisito, S., Paruntu, C. P., & Tombokan, J. L. (2022). Estimasi kandungan karbon serasah daun mangrove *Rhizophora sp.* di hutan mangrove Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Pesisir dan Laut Tropis*, 10 (2), 49–57. DOI: <https://10.35800/jplt.10.2.2022.54986>
- Sondak, C.F.A. (2015). Estimasi potensi penyerapan karbon biru (*blue carbon*) oleh hutan mangrove Sulawesi Utara. *Asean Study Maritime Issues*, 1 (1), 24–29 DOI: <https://10.35567/asmi.10.2.2022.54986>
- Verisandria, R., Schaduw, J., Sondak, C., Ompi, M., Rumengan. A., & Rangan, J. (2018). Estimasi potensi karbon pada sedimen ekosistem mangrove di pesisir Taman Nasional Bunaken bagian utara. *Pesisir dan Laut Tropis*, 1 (1), 81–97 DOI: <https://10.35800/jplt.6.1.2018.20567>
- Wulandari, S., Fauziah, Y., & Irfan, I. (2022). Analisis potensi cadangan carbon nekromasa di hutan larangan adat Kenagarian Rumbio Kecamatan Kampar Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9 (2), 118-123. DOI: <http://10.31258/dli.9.2.p.118-123>
- 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: <https://10.14710/buloma.v11i1.38256>