

Estimasi Cadangan Karbon Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan

Diah Alviana¹, Rika Anggraini^{1*}, Jelita Rahma Hidayati¹, Ita Karlina¹, Febrianti Lestari², Dony Apdillah^{1,2,3}, Agung Dhamar Syakti^{2,3}, Dermawati Sihite⁴

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Politeknik Senggarang, Kota Tanjungpinang, 29115 Indonesia

²Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Raya Dompok, Pulau Dompok Kota Tanjungpinang, 29115 Indonesia

³Pusat Penelitian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl Raya Dompok Tanjungpinang, 29115 Indonesia

⁴Peatland and Mangrove Restoration Agency

Jl Teuku Umar, DKI Jakarta 10350 Indonesia

Email: rika@umrah.ac.id

Abstract

Estimation of Carbon Stocks in Mangrove Ecosystems in Pengudang Village, Teluk Sebong District, Bintan Regency

Mangrove have a role in the absorption and storage of carbon from the atmosphere, which is stored in the form of biomass and sediment, so that mangroves have enormous potential in mitigation global climate change because they can reduce greenhouse gas emission is carbon. Mangrove store carbon in carbon pools including above ground biomass, below ground biomass, litter or dead wood, and soil. The purpose of this study was to calculate the value of carbon stock and carbon sequestration in mangroves in Pengudang Villages, Teluk Sebong District, Bintan Regency. This research was conducted in September – October 2022, the research method used purposive sampling non-destructive method with allometric model and sediment sampling was carried out at 30 cm intervals until the discovery of humus soil. The result of biomass calculations were then converted into carbon stock values and mangrove carbon sequestration. Data analysis was carried out by calculating biomass, carbon stock value and carbon sequestration in mangroves in Pengudang Villages, Teluk Sebong District, Bintan Regency. The result showed the total biomass value was 498,77 tons/ha, the carbon stock value was 1203,27 tonsC/ha, while the carbon sequestration value was 4412,05 tonsC/ha.

Keywords: Mangroves, Biomass, Carbon Stock, Carbon Sequestration

Abstrak

Mangrove berperan dalam penyerapan dan penyimpanan karbon dari atmosfer yang disimpan dalam bentuk biomassa dan sedimen, sehingga mangrove memiliki potensi yang sangat besar dalam mitigasi perubahan iklim global karena dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yaitu karbon. Mangrove menyimpan karbon dalam kantong karbon diantaranya adalah biomassa bagian atas, biomassa bagian bawah, serasah atau kayu mati dan tanah. Tujuan penelitian ini untuk menghitung nilai stok karbon dan sekuestrasi karbon pada mangrove di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. Penelitian ini dilakukan pada bulan September – Oktober tahun 2022, metode penelitian yang digunakan adalah purposive sampling metode non-destruktif dengan model alometrik dan dilakukan pengambilan sampel sedimen per-interval 30cm hingga ditemukannya tanah humus. Hasil perhitungan biomassa kemudian dilakukan konversi nilai stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove. Analisis data dilakukan dengan menghitung biomassa, nilai stok karbon dan sekuestrasi karbon pada mangrove di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. Hasil penelitian menunjukkan nilai total biomassa 498,77 ton/ha nilai stok karbon adalah 1203,27 tonC/ha sedangkan nilai sekuestrasi karbon adalah 4412,05 tonC/ha.

Kata kunci : Mangrove, Biomassa, Stok Karbon, Sekuestrasi Karbon

PENDAHULUAN

Pemanasan global dapat terjadi karena adanya efek rumah kaca. Efek rumah kaca disebabkan oleh naiknya konsentrasi gas karbondioksida (CO₂) dan gas-gas lain seperti, Metana (CH₄), Klorofluorokarbon (CFC), Ozon (O₃) dan Dinitrogen oksida (N₂O) yang ada di atmosfer dalam jumlah yang sangat tinggi (Pratama dan Parinduri, 2019). Kondisi ini dapat meningkatkan risiko pemanasan global (*global warming*) akibat kenaikan efek rumah kaca yang dipicu oleh

meningkatnya emisi CO₂ (Handayani *et al.*, 2020). Salah satu upaya untuk mengatasi pemanasan global adalah dengan mengoptimalkan peran hutan sebagai penyerap karbondioksida (Windarni *et al.*, 2018).

Mangrove menyimpan lebih banyak karbon dari pada kebanyakan hutan lain di Bumi (Donato *et al.*, 2012). Sebuah studi oleh tim peneliti dari US Pacific Southwest Forest Service and North Research Station, Universitas Helsinki, Pusat Penelitian Kehutanan Internasional, meneliti kandungan karbon dari 25 hutan mangrove di kawasan Indo-Pasifik ditemukan menyimpan hingga empat kali lebih banyak karbon per hektar dari pada kebanyakan hutan tropis lainnya di seluruh dunia. (Daniel *et al.*, 2011). Mangrove melakukan mekanisme sekuestrasi dengan penyerapan karbon (*carbon sequestration*) di atmosfer yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa dan sedimen melalui proses fotosintesis (Baderan, 2017). Hutan mangrove di Indonesia rata-rata menyerap karbon sebesar 52,85 ton CO₂/ha/tahun (LIPI, 2018). Biomassa sebagai penyimpanan karbon disebut rosot karbon (*carbon sink*). Nilai biomassa yang diketahui dapat digunakan untuk menduga stok karbon (*carbon stock*) yang tersimpan dalam vegetasi bahan kering tumbuhan yang terdiri dari kandungan karbon (*carbon content*) (Nedhisa dan Tjahjaningrum, 2019). Karbon tersimpan dalam kantong karbon (*carbon pool*). Menurut Sutaryo (2009) terdapat empat kantong karbon yaitu: biomassa atas permukaan (AGB), biomassa bawah permukaan (BGB), bahan organik mati, dan karbon tanah.

Desa Pengudang berlokasi di Kecamatan Teluk Sebong, Kabupaten Bintan memiliki sumber daya perairan yang beragam salah satunya adalah ekosistem hutan mangrove yang memiliki luas ±100 ha (BAPPEDA, 2009). Berdasarkan penelitian Triyadi *et al.* (2014) ekosistem mangrove di Desa Pengudang memiliki kerapatan yang cukup tinggi dengan kondisi baik dan kategori padat. Hal ini menunjukkan banyaknya tegakan mangrove di Desa Pengudang yang berpotensi sebagai penyuplai dan penyerap bahan organik untuk kesuburan ekosistem sekitarnya. Sehingga, tujuan dari penelitian mengenai estimasi nilai cadangan karbon pada vegetasi mangrove di Desa Pengudang, Kecamatan Teluk Sebong, Kabupaten Bintan dengan mengetahui nilai biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon penting dilakukan yang kemudian penelitian ini diharapkan menjadi salah satu upaya untuk mengoptimalkan peran mangrove di Desa Pengudang dalam penyimpanan dan penyerapan karbon serta upaya untuk memperlambat krisis iklim dengan menurunkan tingkat emisi karbon di atmosfer.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - Oktober 2022, di Desa Pengudang, Kecamatan Teluk Sebong, Kabupaten Bintan di tiga stasiun (Gambar 1). Sedangkan lokasi untuk analisis sedimen dilakukan di Laboratorium ICBB (*Indonesian Centre for Biodiversity and Biotechnology*) di kota Bogor. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah GPS, meteran jahit, *roll meter*, *aluminium foil*, tanur, jangka sorong, *sediment core* digunakan untuk mengambil sedimen pada mangrove, plastik sampel, kamera, timbangan analitik, pilox, pisau, tali raffia, ATK dan APD. Penentuan stasiun pengamatan mangrove dilakukan berdasarkan teknik *purposive sampling*.

Pengumpulan data menggunakan plot lingkaran dalam plot tersebut dilakukan pengukuran diameter dan panjang pohon serta identifikasi jenis pohon sesuai dengan subplot yang telah ditentukan. Prosedur pengukuran diameter tegakan setinggi 1,3 m diatur dalam SNI 7724 tahun 2011. Perhitungan biomassa pada pohon, pancang dan semai (ABG) dilakukan dengan model persamaan alometrik yang merupakan metode tanpa merusak tetapi dengan cara mengestimasi (Sutaryo, 2009). Model persamaan yang digunakan disesuaikan dengan karakteristik habitat mangrove (Tabel 1).

Perhitungan biomassa bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan model regresi antara W_R dan ρD^2 menghasilkan persamaan alometrik berat akar (Komiyama *et al.*, 2005). sebagai berikut:

$$W_R = 0.199 \times \rho^{(0.899)} \times D^{(2.22)}$$

Keterangan: W_R = biomassa BGB dari berat akar; ρ = berat jenis spesies (Tabel 1); D = diameter batang (cm).

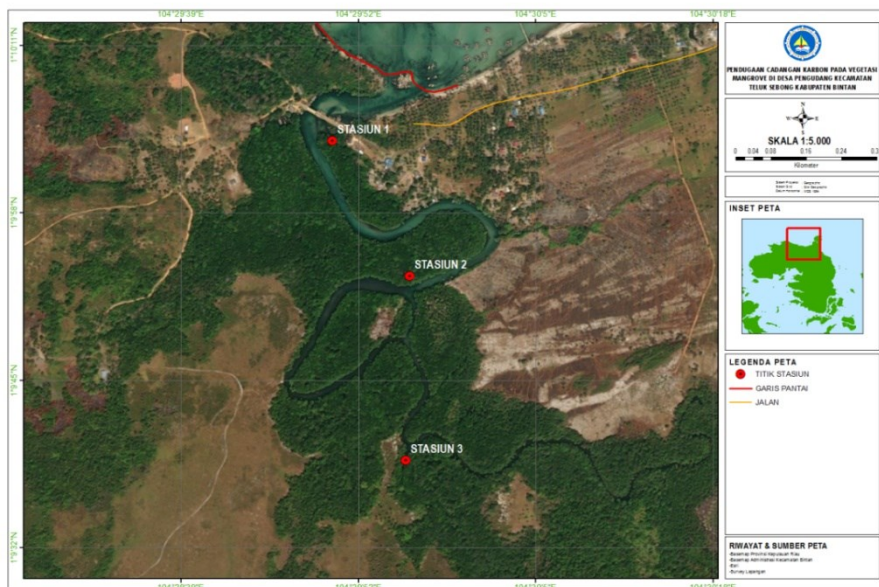
Prosedur pengukuran kayu mati dilakukan pada pohon mati berdiri berdasarkan SNI 7724:2011 dengan mengukur diameter pohon setinggi 1,3 m (DBH) > 10 cm kemudian mengukur tinggi pohon. Hasil pengukuran kayu mati kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan volume kayu mati.

Prosedur pengukuran kayu mati rebah dilakukan dengan mengukur diameter pangkal, diameter ujung dan panjangkayu rebah. Dikategorika sebagai kayu mati rebah apabila memiliki diameter batang > 5 cm dan minimal panjang batang 0,5 m (Hairiah et al., 2001).

Persamaan Biomassa Kayu Mati Berdiri:

$$V_{pm} = \frac{1}{4} \pi \left(\frac{dbh}{100} \right)^2 \times t \times f$$

Keterangan: V_{pm} = volume pohon mati (m^3); dbh = diameter setinggi dada pohon mati 1,3 m (cm); t = tinggi total pohon mati (m); f = faktor bentuk (0,6)



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

Tabel 1. Model Persamaan Alometrik Biomassa Pohon

Spesies	Model Alometrik	Sumber	ρ	Sumber
<i>Rhizophora apiculata</i>	$W = 0.43(D^{2.14})$	(Ruslianto et al., 2019)	1,05	(Kauffman dan Donato, 2012)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W = 0.1466(D^{2.3136})$	(Dharmawan, 2010)	0,92	(Bismark et al., 2008)
<i>Bruguiera gymnorizha</i>	$W = 0.0754(D^{2.505})0.741$	(Kauffman dan Donato, 2012)	0,741	(Kauffman dan Donato, 2012)
<i>Cerops decandra</i>	$W = 0.251(0.725)D^{(2.46)}$	(Komiyaama et al, 2005)	0,96	(Kauffman dan Donato, 2012)
<i>Xylocarpus granatum</i>	$W = 0.1832(D^{2.21})$	(Tarlan, 2008)	0,7	(Kauffman dan Donato, 2012)

Keterangan: W = Biomassa, D = Diameter pohon setinggi dada/DBH/1,3m, ρ = Berat jenis Batang

Persamaan Biomassa Kayu Mati Rebah:

$$V_{km} = \frac{1}{4} \pi \left(\frac{dp + du}{2 \times 100} \right)^2 \times p$$

Keterangan: V_{km} = volume kayu mati rebah (m^3); dp = diameter pangkal kayu mati (cm); du = diameter ujung kayu mati (cm); p = panjang kayu mati (m); π = keliling lingkaran dengan diameternya (3,14)

Pengambilan sampel sedimen menggunakan *sediment core* dengan diameter 6 cm dan panjang 30 cm. *Sediment core* ditancapkan pada interval yang dapat diambil dengan bor ini adalah 30 cm hingga ditemukan pasir atau tanah humus. Tahapan kerja yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut: 1) menancapkan *sediment core* kedalam tanah secara vertikal; 2) setelah *sediment core* berada pada kedalaman yang diinginkan, putar *core* searah dengan jarum jam agar tabung *core* terisi dengan sedimen; 3) cabutlah *sediment core* keluar secara perlahan, kemudian rebahkan pada permukaan tanah; 4) sampel yang telah diperoleh dibelah secara vertikal, tidak semua sampel sedimen diambil, tapi hanya 10 cm dari total sampel. Pengambilan sampel dengan cara mengambil 5 cm sedimen yang ditemukan di *sediment core* pada bagian atas, bawah atau tengah; 5) sampel yang telah diperoleh kemudian disimpan dalam plastik sampel dan diberi label untuk memudahkan identifikasi dan analisis di laboratorium.

Analisis sedimen dilakukan dengan metode LOI (*Loss On Ignitation*) yang bertujuan untuk mengetahui kandungan bahan organik karbon total. Metode ini dilakukan di laboratorium dengan analisis per 30 cm kedalaman *sediment core*. Pengambilan data bahan organik dilakukan menggunakan tanur dan dilihat berdasarkan berat awal dan berat akhir dalam gram (gravimetri) setelah pemanasan. Prosedur analisis dilakukan di laboratorium ICBB (*Indonesian Centre for Biodiversity and Biotechnology*) di Kota Bogor. Perhitungan karbon tanah dapat dilakukan menggunakan rumus berikut sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) 7724 : 2011.

$$C_t = K_d \times \rho \times \%C$$

$$\rho = \frac{B_{kt}}{V_t}$$

$$V_t = \pi r^2 t$$

Keterangan: C_t = kandungan karbon tanah (g/cm^2); K_d = kedalaman contoh tanah (cm); ρ = kerapatan lindak (*bulk density*) (g/cm^3); $\%C$ = persentase kandungan karbon; B_{kt} = berat kering tanah (g); V_t = volume tanah (cm^3)

Perhitungan karbon dari biomassa menggunakan rumus sebagai berikut sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) 7724:2011.

$$C_b = B \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan: C_b = kandungan karbon dari biomassa (kg)¹; B = total biomassa (kg); $\%C$ organik = nilai persentase kandungan karbon (0,47)

Perhitungan karbon sedimen dapat dilakukan menggunakan rumus berikut sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) 7724:2011.

$$C_{tanah} = C_t \times 100$$

Keterangan: C_{tanah} = kandungan karbon organik tanah per hektar (ton/ha); C_t = kandungan karbon tanah (g/cm^3); 100 = faktor konversi dari g/cm^3 ke ton/ha

Perhitungan sekuestrasi karbon dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan (Donato *et al.*, 2011) berikut:

$$\text{Serapan CO}_2 = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar C}} \times \text{Kandungan C}$$

Keterangan: Mr CO₂= berat molekul relatif CO₂ (44); Ar CO₂= berat atom relatif C (12); Kandungan C= jumlah stok karbon (ton/ha)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi mangrove di Desa Pengudang ditemukan lima spesies yaitu: *Ceriops decandra*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorizha*, dan *Xylocarpus granatum* nilai biomassa masing-masing spesies disajikan pada tabel 2. Nilai total biomassa didapatkan dari nilai biomassa atas permukaan (AGB), biomassa bawah permukaan (BGB) dan biomassa pada kayu mati berdiri atau rebah. Nilai biomassa AGB pada vegetasi mangrove di Desa Pengudang adalah 288,24 ton/ha, nilai biomassa BGB sebesar 208,10 ton/ha sedangkan nilai biomassa kayu mati adalah 2,44 ton/ha. Nilai total biomassa di Desa Pengudang adalah 498,77 ton/ha (Gambar 2). Nilai biomassa AGB merupakan nilai terbesar dikarenakan AGB adalah penjumlahan dari biomassa batang, cabang, tangkai, dan daun. Hal ini dijelaskan oleh Ati *et al.* (2014), hubungan diameter dan biomassa pohon menunjukkan hubungan yang linier semakin besar lingkaran batang pohon mempengaruhi nilai biomassa suatu pohon.

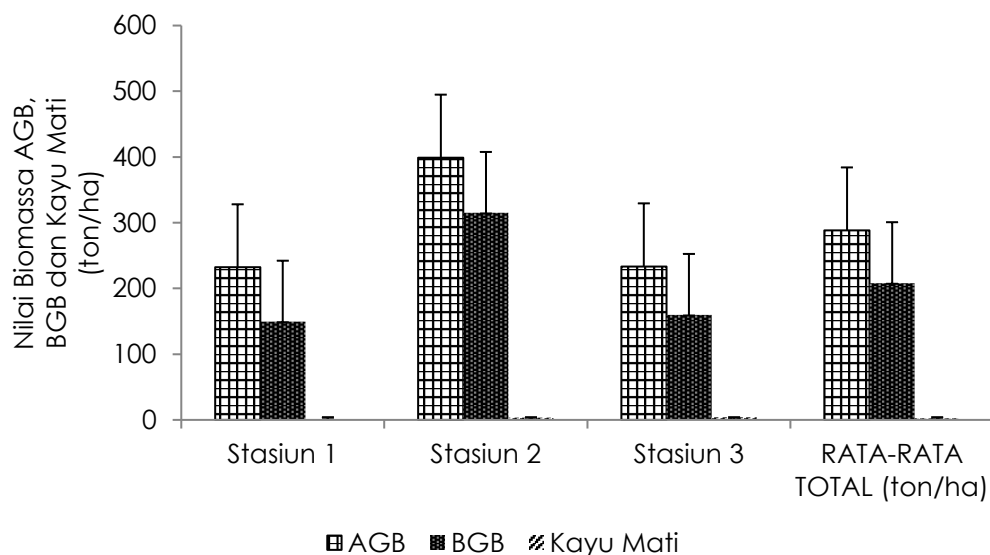
Faktor utama yang mempengaruhi biomassa dan karbon pada suatu tumbuhan adalah diameter batang pohon, dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa, stasiun 1 memiliki rentang nilai diameter batang adalah 0,41 ± 21,34 cm, sedangkan stasiun 2 memiliki rentang diameter batang 0,48 ± 54,14 cm dan stasiun 3 memiliki rentang diameter batang 0,31 ± 27,71 cm, sementara nilai biomassa terbesar ditemukan pada jenis *Rhizophora apiculata* hal ini dapat dilihat dari banyaknya tegakan dan diameternya kemudian jenis *Xylocarpus granatum* memiliki nilai biomassa besar dikarenakan memiliki nilai rentang diameter tertinggi jika dibandingkan dengan spesies lainnya. Sehingga nilai diameter batang sebagai faktor utama memiliki hubungan positif yang mempengaruhi nilai biomassa dan cadangan karbon, apabila semakin besar diameter suatu pohon maka semakin besar pula nilai biomassa dan kemampuan menyimpan karbon suatu tumbuhan. Kantong karbon AGB memiliki nilai biomassa tertinggi karena AGB memiliki sumber biomassa yang lebih banyak yakni dari daun, cabang, dan batang.

Mangrove memiliki kemampuan menyimpan karbon dalam bentuk cadangan karbon (*carbon stock*) dan menyerap karbon (*carbon sequestration*). Nilai cadangan karbon dan sekuestrasi karbon di Desa Pengudang (Gambar 3) menunjukkan nilai stok karbon pada tumbuhan atas permukaan, tumbuhan bawah permukaan, kayu mati dan tanah. Total cadangan karbon dan sekuestrasi karbon dari empat kantong karbon (*carbon pool*) berturut-turut adalah 1203,27 tonC/ha dan 4412,05 ton/ha. Nilai ini relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ariani *et al.* (2016), nilai cadangan karbon total yang didapat dari stok karbon tumbuhan atas permukaan, tumbuhan bawah permukaan, kayu mati dan karbon tanah adalah sebesar 365,51 ton/ha.

Tabel 2. Nilai Biomassa Tegakan Masing-masing Spesies

Spesies	Total Spesies	DBH (cm)	Above Ground Biomass (ton/ha)	Below Ground Biomass (ton/ha)
<i>Rhizophora apiculata</i>	44	0,31 ± 23,25	428,83	260,34
<i>Rhizophora mucronata</i>	3	11,46 ± 14,97	17,40	12,20
<i>Bruguiera gymnorizha</i>	6	6,37 ± 32,96	58,11	62,83
<i>Cerops decandra</i>	28	0,34 ± 14,81	59,11	38,15
<i>Xylocarpus granatum</i>	17	2,55 ± 54,14	301,26	245,78

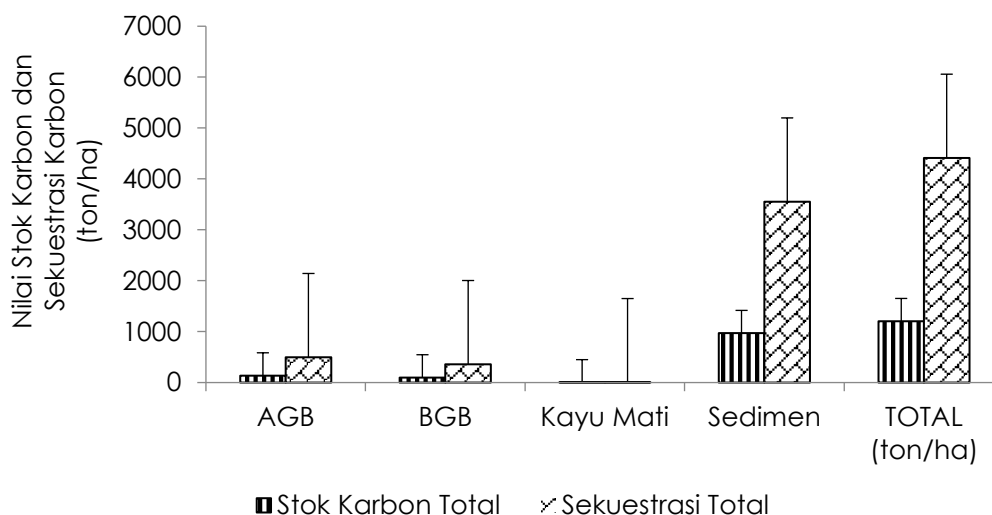
Hasil perhitungan menunjukkan stok karbon tanah memiliki nilai terbesar dibandingkan dengan *carbon pool* lainnya, dengan nilai rata-rata 968,84 tonC/ha. Hal ini dikarenakan sedimen lebih banyak mengakumulasi bahan organik, menurut Hickmah *et al.* (2021), sedimen mengakumulasi bahan organik dari serasah dan kemampuan pertumbuhan mangrove yang spesifik terhadap kemampuan menyimpan bahan organik yang kemudian berpengaruh terhadap kontribusi bahan organik ke tanah, sehingga nilai stok karbon besar. Sedimen memiliki kemampuan menyimpan karbon lebih besar dibandingkan dengan simpanan pada pohon mangrove (Murdiyaso *et al.*, 2015). Karbon organik yang tersimpan di sedimen dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen, % C Organik, *bulk density* dan kedalaman tanah (Tabel 3). Menurut Wahyuningsih *et al.* (2020) bahan organik lebih mudah sierap oleh sedimen yang memiliki butir sedimen yang halus. Nilai kepadatan tanah meningkat dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah, kepadatan tanah memiliki hubungan positif dengan nilai karbon tanah sehingga semakin dalam tanah maka nilai karbon tanah semakin tinggi, (Sari *et al.*, 2017). Semakin padat tanah, maka tekstur atau butir sedimen lebih liat dan berwarna hitam kecoklatan, tanah liat memiliki luas permukaan yang besar sehingga mampu menahan air dan unsur hara yang tinggi (Kusuma *et al.*, 2022).



Gambar 2. Nilai Biomassa AGB, BGB dan Kayu Mati

Tabel 3. Nilai Karbon Tanah di Desa Pengudang

Stasiun	Interval (cm)	Bulk Density	%C	Karbon Tanah (ton/ha)
Stasiun 1	0 – 30	3,84	4,69	540,69
	30 – 60	6,62	3,98	790,93
	60 – 90	6,61	3,22	590,68
Stasiun 2	0 – 30	7,73	3,89	640,77
	30 – 60	7,22	3,56	901,89
	60 – 90	7,22	4,14	770,96
Stasiun 3	0 – 30	5,69	4,24	896,56
	30 – 60	6,33	7,26	856,47
	60 – 90	5,03	10,11	901,89
	90 – 120	7,71	8,69	1378,01
Rata-Rata Total				1526,16
				2009,22
				1409,29
				968,84



Gambar 3. Nilai Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon (ton/ha)

Kayu mati merupakan salah satu kantong karbon yang menyimpan karbon yang tidak dilepas ke atmosfer karena tidak lagi melakukan proses respirasi dan fotosintesis sehingga perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui nilai karbon yang disimpan (Silas, 2020). Kayu mati memiliki nilai rata-rata stok karbon terkecil dari tiga kantong karbon lainnya. Hal ini disebabkan karena rata-rata nilai diameter kayu mati yang relatif kecil yaitu 15,92 cm dari keseluruhan stasiun, selain dipengaruhi oleh diameter nilai kayu mati juga dipengaruhi oleh tinggi dan panjang kayu mati. Hal ini juga menunjukkan bahwa di lokasi penelitian tidak banyak dijumpai kayu mati berdiri yang memiliki diameter batang > 10 cm hal ini mengindikasikan kecilnya kemungkinan pengerusakan mangrove akibat penebangan pohon secara sengaja, sementara untuk keberadaan kayu mati rebah berukuran diameter batang > 5 cm serta panjang > 0,5 m hanya dijumpai pada stasiun 2 dan stasiun 3 di lokasi penelitian, hal ini diduga keberadaan kayu mati rebah dipengaruhi oleh pasang surut dan arus pada lokasi penelitian.

Sekuestrasi karbon atau penyerapan karbon adalah proses pemindahan karbon dari atmosfer dan menyimpannya dalam *reservoir* atau tempat penyimpanan karbon atau dikenal dengan kantong karbon. Nilai total sekuestrasi karbon di lokasi penelitian sebesar 4412,05 ton/ha dengan nilai paling tinggi ditemukan pada sedimen, hal ini dikarenakan nilai biomassa dan nilai stok karbonnya tinggi. Begitu juga pada nilai sekuestrasi kayu mati memiliki nilai biomassa dan nilai stok karbon yang rendah sehingga nilai sekuestrasi karbonnya rendah juga. Dengan demikian jumlah biomassa dan nilai stok karbon berbanding lurus terhadap nilai sekuestrasi karbon mangrove. Hal ini juga dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim dan Muhsoni (2020); Manafe *et al.* (2016); Bachmid *et al.* (2018) bahwa nilai biomassa dan stok karbon pada suatu wilayah memiliki hubungan positif terhadap jumlah sekuestrasi karbon.

Kemampuan mangrove dalam penyerapan karbon dioksida di atmosfer merupakan salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca melalui proses fotosintesis tumbuhan yang menggunakan CO₂ sebagai bahan utama dan kemudian diubah menjadi karbon organik. Mangrove di Indonesia mampu menyerap CO₂ 52,85 ton CO₂/ha/tahun nilai ini lebih tinggi dua kali lipat dibandingkan estimasi global yaitu 26,42 CO₂/ha/tahun (LIPI, 2018). Luas mangrove hanya 0,7% dari luas hutan tropis, tetapi degradasi dan deforestasi hutan mangrove mampu menyumbang 10% CO₂ ke atmosfer (Muhsoni, 2021). Jumlah CO₂ di atmosfer mampu diminimalisir atau dikendalikan dengan menekan pelepasan emisi dan menambah jumlah tanaman penyerap karbon. Sehingga perlu menjaga kelestarian hutan dengan melakukan penanaman kembali atau reboisasi. Peran penting hutan mangrove dalam penyerapan dan penyimpanan karbon perlu dijadikan acuan sebagai mitigasi perubahan iklim dalam upaya peningkatan pengelolaan mangrove yang sesuai dengan fungsi hutan mangrove.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai estimasi cadangan karbon dengan perhitungan nilai biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon pada empat kantong karbon (tumbuhan bagian atas, tumbuhan bagian bawah, kayu mati dan sedimen) di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebung Kabupaten Bintan dapat disimpulkan memiliki nilai rata-rata total biomassa sebesar 498,77 ton/ha, selanjutnya nilai rata-rata total stok karbon sebesar 1203,27 serta nilai sekuestrasi karbon sebesar 4412,05 ton/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Program Matching Fund – Kedaireka DIKTI yang telah memfasilitasi pendanaan melalui Ketua Peneliti Prof. Agung Dhamar Syakti. Penelitian ini juga merupakan sebagian hasil kerjasama UMRAH dan Badan Restorasi Gambut Mangrove (BRGM) dengan PKS No 04/PM-D3/5/2022 dan 3447/UN53.0/HK/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, E., Ruslan, M., Kurnain, A. & Kissinger. (2016). Analisis Potensi Simpanan Karbon Hutan Mangrove di Area PT. Indocement Tunggul Perkasa. TBK P 12 Tarjun. *EnviroScientaeae*, 3(12), 312-329. doi: <http://dx.doi.org/10.20527/es.v12i3.2456>.
- Ati, R.N.A., Rustami, A., Kapel, T.L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., Mangindaan, P., Salim, H.L. & Hutahaeen, A.A. (2014). Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai *Blue Carbon* di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 2(9), 119-127.
- Bachmid, F., Sondak, C.F.A. & Kusen, J.D. (2018). Estimasi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecmatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1), 8-13.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon –Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. SNI 7724:2011.
- Baderan, D.W.K. (2017). Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo. Google Books Open Access 07-87.
- Bismark, M., Subiandono, E. & Heriyanto, N.M., (2008). Keragaman dan Potensi Jenis Serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 3(5), 329-306.
- Donato, C.J., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. & Kanninen, M. (2011). *Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics*. Nature Geoscience. doi: 10.1038
- Dharmawan, I.W.S. (2010). Pendugaan Biomassa Karbon di Atas Tanah pada Tegakan *Rhizophora mucronata* Di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 1(15), 50-56. doi: 10.20886/jphka.2008.5.4.317-328
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R.R. & Rahayu, S. (2001). *Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan. Petunjuk Praktis*. Edisi Kedua. Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya, Malang.
- Hickmah, N., Maslukah, L., Wulandari, S.Y., Sugianto, D.N. & Wirasatriya, A. (2021). Kajian Stok Karbon Organik dalam Sedimen di Area Vegetasi Mangrove Karimun Jawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3), 419-426. doi: 10.14710/ijoce.v3i4.12494.
- Ibrahim, A. & Muhsoni, F.F. (2020). Estimasi Stok Karbon pada Ekosistem Hutan Mangrove di Desa Lembung Paseser, kecamatan Sepuluh, kabupaten Bangkalan. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(4), 498-507. doi: 10.21107/jjuvenil.v1i4.8947.
- Kauffman, J.B. & Donato, D.C. (2012). *Protocols for the Measurement, Monitoring, and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangroves Forest*, Working Paper 86. CIFOR Bogor.
- 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.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. (2018). *Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Ekosistem Mangrove dan Padang Lamun Indonesia*. Versi a 1.0/2018.

- Manafe, G., Kaho, M.R. & Risamasu, A. (2016). Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, 2(16), 163-173.
- Muhsoni, F.F. (2021). *Karbon Mangrove*. UTM PRESS Universitas Trunojoyo Madura.
- Murdiyasro, 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 Forest for Global Climate Change Mitigation. *Nature Climate Change Article*, 5(12), 1089-1092. doi: 10.1038/nclimate2734.
- Nedhisa, P.I. & Tjahjaningrum, I.T. (2019). Estimasi Biomassa, Stok Karbon, dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Allometrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(8), 2337-3520. doi: 10.12962/j23373520.v8i2.45838.
- Pratama, R. & Parinduri, L. (2019). Penanggulangan Pemanasan Global. *Buletin Utama Teknik*, 1(15), 91-95.
- Ruslianto., Alviana, M. & Irundu, D. (2019). Model Alometrik Biomassa *Rhizophora apiculata* Di Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat. *Buletin Eboni*, 1(1), 11-19. doi: 10.20886/buleboni.5377
- Sari, T., Rafdinal. & Linda, R. (2017). Hubungan Kerapatan Tanah, Karbon Organik Tanah dan Cadangan Karbon Organik Tanah Di Kawasan Agroforestri Tembawang Nangsa Pemubuh Sekadau Hulu Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 3(6), 263-269. doi: 10.26418/protobiont.v6i3.22492
- Sutaryo, D. (2009). Perhitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan karbon. Wetlands International Indonesia Programme. 48 Halaman.
- Tarlan, M.A. (2008). Persamaan Penduga Biomassa Pohon Jenis Nyirih (*Xylocarpus granatum* (Koenig, 1784)) dalam tegakan Mangrove Hutan Alam di Batu Ampar, Kalimantan Barat. Skripsi. Fakultas Kehutanan Bogor.
- Triyadi, E., Zulfikar, A. & Idris, F. (2014). Analisis Kesesuaian Ekosistem Mangrove untuk Pengembangan Ekowisata Studi Kasus Sungai Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kepulauan Riau. Repository. Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Wahyuningsih, A., Atmodjo, W., Wulandari, S. Y., Maslukah, L. & Muslim. (2020). Distribusi Kandungan Karbon Total Sedimen Dasar Di Perairan Muara Sungai Kaliboyo, Batang. *Indonesian Journal of Oceanography*. 2(1), 24-30. doi: 10.14710/ijoce.v2i1.7177.
- Windarni, C., Setiawan, A. & Rusita, R. (2018). Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1), 66-74. doi: 10.23960/jsl1667-75.