

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.20020>

ESTIMASI STOK KARBON PADA EKOSISTEM MANGROVE PESISIR UTARA KABUPATEN CIREBON PROVINSI JAWA BARAT

CARBON STOCK ESTIMATION IN THE NORTH COASTAL MANGROVE ECOSYSTEM OF CIREBON REGENCY WEST JAVA PROVINCE

Hikmal Akbar¹⁾, Basuki Rachmad^{1)*}, Siti Mira Rahayu¹⁾, Aditya Bramana¹⁾, Abdul Rahman¹⁾,
Awaludin Syamsuddin¹⁾, Hendra Irawan¹⁾

¹⁾Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jl. Aup Bar. Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 12520

*E-mail: basukibye248@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi yang dikaitkan dengan gas rumah kaca menjadi salah satu masalah global saat ini. Meningkatkan penyerapan karbon dan menurunkan emisi karbon adalah upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Ekosistem mangrove berperan penting dalam menyerap karbon di lingkungan pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi potensi stok karbon, mengidentifikasi vegetasi serta mengkaji parameter kualitas perairan pada ekosistem mangrove di pesisir utara Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Mei 2025. Pengambilan data mangrove dilakukan dengan metode plot transek garis. Biomassa di atas permukaan tanah diestimasi menggunakan persamaan alometrik berdasarkan diameter setinggi dada (DBH), sedangkan kandungan karbon dalam sedimen dianalisis menggunakan metode *Loss on Ignition* (LOI). Ditemukan tiga spesies mangrove: *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, dan *Rhizophora mucronata*, dengan *A. marina* sebagai spesies yang paling dominan. *A. marina* menyimpan karbon sebanyak 314,01 tonC/ha, dan menyerap 1.241,41 tonC/ha. *A. alba* menyimpan karbon sebanyak 111,96 tonC/ha, dan menyerap 410,52 tonC/ha. *R. mucronata* menyimpan karbon sebanyak 13,59 tonC/ha, dan menyerap 49,84 tonC/ha. Sementara pada sedimen di stasiun 1 menyimpan 123,41 tonC/ha, di stasiun 2 menyimpan 210,48 tonC/ha, dan di stasiun 3 menyimpan 127,67 tonC/ha. Nilai kualitas air seperti salinitas (26-30‰), pH (7,0-7,3) dan suhu (27-29°C), berada pada standar lingkungan nasional (Baku Mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51, 2004). Diameter batang, umur, dan jenis mangrove, serta karakteristik sedimen di lokasi penelitian mempengaruhi jumlah karbon yang disimpan dan diserap oleh ekosistem mangrove.

Kata kunci: Cirebon, Mangrove, Simpanan Karbon, Serapan CO₂

ABSTRACT

The increase in the average temperature of the earth's surface which is associated with greenhouse gases is one of today's global problems. Increasing carbon sequestration and reducing carbon emissions are possible efforts to mitigate the impacts of climate change. Mangrove ecosystems play a crucial role in sequestering carbon in coastal environments. This study aims to estimate the potential carbon stock, identify vegetation and examine water quality parameters in the mangrove ecosystem on the north coast of Cirebon Regency, West Java

Province, Indonesia. The research was conducted from January to May 2025. Mangrove data were collected using a line transect plot method. Aboveground biomass was estimated using allometric equations based on diameter at breast height (DBH), while soil carbon content was analyzed using the Loss on Ignition (LOI) method. Three mangrove species were found: *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, and *Rhizophora mucronata*, with *A. marina* being the most dominant species. *Avicennia marina* stores 314.01 tonC/ha and sequesters 1,241.41 tonC/ha. *Avicennia alba* stores 111.96 tonC/ha and sequesters 410.52 tonC/ha. *Rhizophora mucronata* stores 13.59 tonC/ha and sequesters 49.84 tonC/ha. For the sediment, station 1 stores 123.41 tonC/ha, station 2 stores 210.48 tonC/ha, and station 3 stores 127.67 tonC/ha. Water quality values, such as salinity (26–30‰), pH (7.0–7.3), and temperature (27–29°C), are within the national environmental standard (Decision Minister of Environment No. 51, 2004). Stem diameter, age, and mangrove species, as well as sediment characteristics at the study sites, influence the amount of carbon stored and sequestered by the mangrove ecosystem.

Keywords: cirebon, mangrove, carbon stock, CO₂ sequestration

PENDAHULUAN

Meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi yang dikaitkan dengan gas rumah kaca merupakan salah satu masalah global saat ini (Sedjarawan & Akhbar, 2014). Gas rumah kaca adalah gas-gas yang ada di atmosfer bumi yang menyebabkan efek rumah kaca, yaitu proses di mana gas-gas tersebut menahan panas yang dipancarkan dari permukaan bumi sehingga menjaga suhu bumi tetap hangat, contoh utama dari gas rumah kaca meliputi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O) serta uap air (H₂O) (Wahyudi et al., 2016).

Penurunan jumlah hutan mangrove akibat aktivitas manusia ataupun lainnya berdampak terhadap daya serap karbon di bumi (Ketaren, 2023). Pada tahun 2022, 90% mangrove di Pantai Utara Jawa Barat mengalami kerusakan, salah satunya di Cirebon. Kabupaten Cirebon memiliki mangrove seluas sekitar 1.384,560 ha, dengan kondisi rusak mencapai 480 ha, kondisi sedang 200 ha, dan yang direhabilitasi hanya sekitar 100 ha (Wahyuningsih & Fatimatu Zahroh, 2019). *Blue carbon* adalah pemanfaatan ekosistem pesisir (mangrove, lamun, estuari dan rawa payau) dalam menyerap CO₂ melalui fotosintesis dan menyimpan (*sequestration*) dalam bentuk biomassa (Donato et al., 2011). Kerusakan tegakan mangrove juga berarti lepasnya sejumlah besar karbon yang tersimpan sehingga memperburuk pemanasan global serta tren perubahan iklim lainnya (Gilman et al., 2008). Meningkatkan penyerapan karbon dan menurunkan emisi karbon adalah salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim (Syam'ani et al., 2012).

Ekosistem mangrove di Jawa Barat tersebar di daerah pesisir utara dan daerah pesisir selatan. Pada wilayah pesisir utara Jawa Barat, ekosistem mangrove di Cirebon merupakan yang paling sedikit sehingga keberadaannya harus dijaga (Mulyana et al., 2021). Cirebon merupakan

salah satu wilayah pesisir yang memiliki kawasan mangrove yang sangat potensial. Keberadaan mangrove di wilayah ini memiliki peranan penting bagi kelangsungan hidup ekosistem lainnya, namun masih belum teridentifikasi jenis vegetasi. Sehingga, tujuan dari penelitian mengenai mengestimasi potensi stok karbon, mengidentifikasi vegetasi serta mengkaji parameter kualitas perairan pada ekosistem mangrove di tiga lokasi pesisir utara Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. dengan mengetahui nilai biomassa, stok karbon dan penyerapan karbon penting dilakukan yang kemudian penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengoptimalkan fungsi mangrove di wilayah Pesisir Utara Kabupaten Cirebon dalam penyimpanan dan penyerapan karbon serta langkah untuk mengatasi krisis iklim dengan mengurangi kadar emisi karbon di atmosfer.

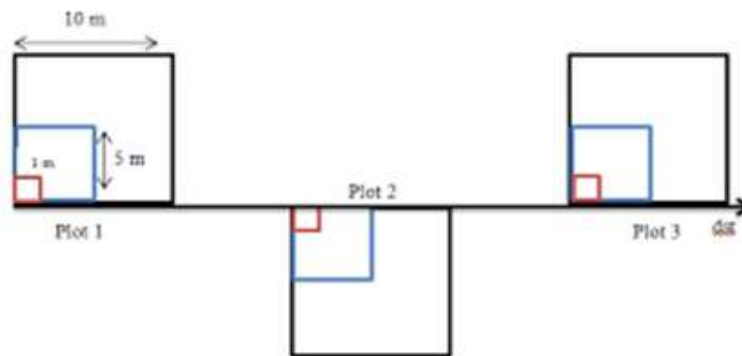
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2025, di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon di tiga stasiun (Gambar 1). Sedangkan lokasi untuk analisis karbon sedimen dilakukan di Laboratorium Perikanan UNDIP Semarang. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah GPS, meteran jahit, roll meter, termometer, pH meter, refraktometer, *soil tester*, *aluminium foil*, *sediment core* digunakan untuk mengambil sedimen pada mangrove, plastik sampel, kamera, timbangan analitik, oven, tanur, *crucible porcelain*, cawan sampel, dan mortar . Penentuan stasiun pengamatan mangrove dilakukan berdasarkan teknik purposive sampling. Pengambilan data mangrove dilakukan dengan metode plot transek garis berpetak.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Figure 1 Research Location Map

Pengumpulan data menggunakan metode jalur berpetak dan metode jelajah. Metode jalur berpetak merupakan kombinasi dari metode transek dengan metode plot (Gambar 2). Tujuannya yaitu untuk melihat profil dan ekologi vegetasi mangrove berdasarkan zonasi. Garis ditarik secara tegak lurus terhadap garis pantai dimulai dari vegetasi terluar (dekat laut) hingga batas akhir daerah litoral (daratan). Panjang transek disesuaikan dengan kondisi lokasi penelitian, dengan lebar transek yaitu 10 m. Selanjutnya, dibuat plot ukuran bertingkat masing-masing 10m x 10m untuk pohon, 5m x 5m untuk pancang, dan 2m x 2m untuk semai (Kusmana, 1997).



Gambar 2. Metode Jalur Berpetak
 Figure 2 Grid Path Method

Perhitungan biomassa di atas permukaan tanah diestimasi menggunakan persamaan alometrik, pengestimasi dilakukan dengan cara mengetahui diameter batang pohon setinggi dada (*Diameter at Breast Height, DBH*) pada plot transek yang digunakan. Selanjutnya DBH digunakan menjadi variabel bebas dari persamaan allometrik yang menghubungkan biomassa sebagai variabel terikat dan DBH sebagai variabel bebas (Rifandi & Abdillah, 2020).

Tabel 1. Model Alometrik
 Table 1 Allometric Model

No	Jenis Spesies	Model Allometrik	Referensi
1	<i>Avicennia marina</i>	$B = 0.1848 * D^{2.3624}$	(Dharmawan & Siregar, 2008)
2	<i>Avicennia sp.</i>	$B = 0.251 * \rho * D^{2.46}$	(Komiyama et al., 2008)
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0.1466 * D^{2.3136}$	(Forestriko, 2016)
4	<i>Rhizophora stylosa</i>	$B = 0.1579 * D^{2.593}$	(Analuddin et al., 2020)
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0.043 * D^{2.63}$	(Amira, 2008)

Keterangan: B : Biomassa (kg); D : DBH (cm); ρ : wood density (gr/cm^2)

Konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya sekitar 46% (Hairiah & Rahayu, 2007), oleh karena itu estimasi jumlah karbon tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalikan total berat biomassanya dengan konsentrasi karbon dengan rumus berikut ini :

$$Cb = B \times \%C \text{ Organik}$$

Keterangan:

Cb : Kandungan karbon dari biomassa (ton);

B : Total biomassa (ton);

%C organik : Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,46

Setelah penghitungan stok karbon dalam kilogram, stok karbon dikonversi menjadi satuan ton. Menurut SNI 7724:2011 konversi stok karbon menjadi satuan ton per hektar. Dari hasil perhitungan stok karbon akan diperoleh besarnya penyerapan CO₂ oleh tanaman mangrove dengan menggunakan rumus :

$$\text{Serapan Karbon (ton/ha)} = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar C}} \times \text{Cb}$$

Keterangan :

Mr CO₂: Berat molekul senyawa (44)

Ar C : Berat molekul relatif atom C (12)

Cb : Kandungan karbon dari biomassa

Sedangkan kandungan karbon pada sedimen dianalisis menggunakan metode *Loss on Ignition* (LOI) yang bertujuan untuk mengetahui kandungan bahan organik karbon total. Metode ini dilakukan menggunakan sediment core berdasarkan 3 kedalaman, yaitu 0-15 cm, 15-30 cm dan 30-50 cm. Tidak seluruhnya sampel sedimen diambil, tetapi dengan cara menentukan interval dari kedalaman masing-masing sampel tersebut dan sisanya dibuang.

Densitas tanah merupakan berat partikel per satuan volume tanah beserta porinya. Rumus yang digunakan untuk menghitung densitas tanah (*Bulk density*) disajikan pada persamaan (Howard et al., 2014) :

$$\text{Densitas tanah (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{oven-dry mass}}{\text{Volume sampel}}$$

Keterangan :

Densitas tanah : Kadar isi substrat lumpur (g/cm³)

Oven-dry mass : Massa sampel yang dikeringkan (gram)

Sample volume (cm³) : Volume sampel (cm³)

Pengabuan Kering (*Loss on ignition*) dihitung menggunakan persamaan (Howard et al., 2014) :

$$\% \text{BO} = \frac{(W_o - W_t)}{W_o} \times 100$$

Keterangan :

% BO : Presentase bahan organik sedimen yang hilang pada proses pembakaran.

W_o : Berat kering sebelum pembakaran (gram)

W_t : Berat akhir setelah pembakaran (gram)

Konversi persentase bahan organik menjadi persentase karbon dihitung menggunakan persamaan (Howard et al., 2014):

$$\%C = (0,580) \times \% BO$$

Keterangan :

% C : Kandungan karbon bahan sedimen organik

% BO : Persentase bahan organik sedimen (pengabuan)

0,580 : Konstanta untuk mengkonversi % bahan organik menjadi %C organik

Kandungan densitas karbon pada tanah diestimasi dengan persamaan (Howard et al., 2014):

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

Keterangan :

Soil C density (gC/cm³) : Densitas karbon

%C : Kandungan karbon bahan sedimen organik

BD : Densitas tanah (g/cm³)

Untuk menghitung kandungan karbon total sedimen menggunakan rumus (Howard et al., 2014):

$$\text{Soil C (tonC/ha)} = \text{BD} \times \text{SDI (Soil Depth Interval)} \times \%C$$

Keterangan :

Soil C (tonC/ha) : Estimasi simpanan karbon

BD : Densitas tanah (g/cm³)

SDI : Interval kedalaman sampel (cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

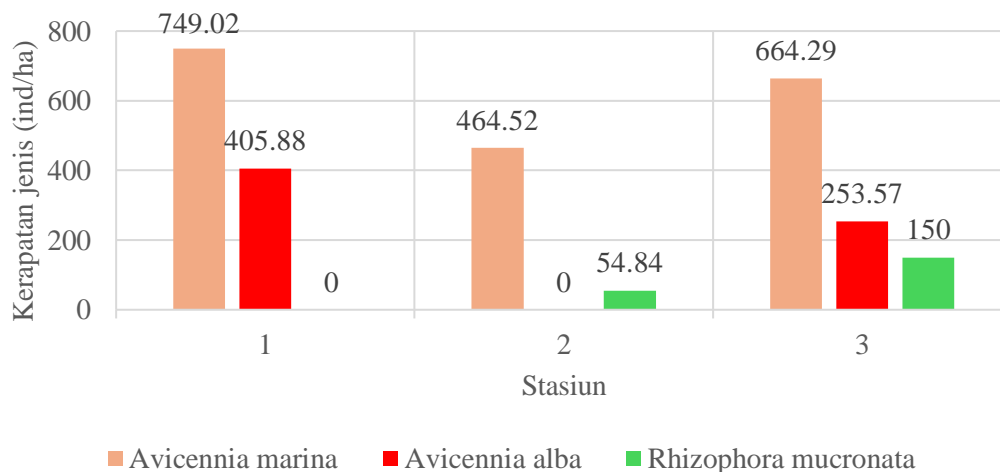
HASIL

Komposisi mangrove Pesisir Utara Cirebon, ditemukan tiga jenis spesies mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, dan *Rhizophora mucronata*. Mangrove di Pesisir Utara Cirebon didominasi oleh jenis mangrove *Avicennia marina*, Banyak jumlah tegakan dipengaruhi oleh beberapa faktor, dari faktor alam terkait dengan kerapatan mangrove pada kawasan-kawasan tersebut dan faktor teknis berupa panjang transek dan banyaknya plot pengamatan yang dilakukan (Tabel 2).

Tabel 2. Identifikasi jenis mangrove
Table 2 Identification of mangrove species

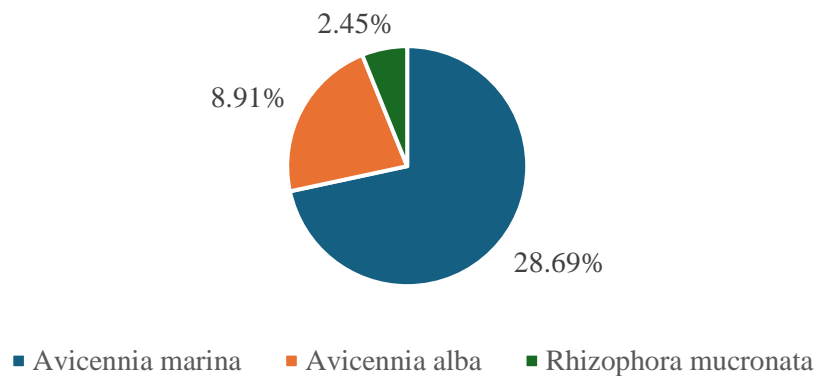
No	Jenis mangrove	Stasiun			Jumlah (tegakan)
		1	2	3	
Pohon					
1	<i>Avicennia marina</i>	382	144	171	697
2	<i>Avicennia alba</i>	207	0	65	272
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	0	17	35	52
Total		589	161	271	1.021
Pancang					
1	<i>Avicennia marina</i>	653	214	495	1.362
2	<i>Avicennia alba</i>	466	0	237	703
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	27	87	149	236
Total		1.146	301	881	2.328
Semai					
1	<i>Avicennia marina</i>	829	277	628	1.734
2	<i>Avicennia alba</i>	606	0	435	1.041
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	75	128	294	537
Total		1.510	405	1.357	3.272

Dari hasil perhitungan kerapatan jenis mangrove kategori pohon di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon, disajikan dalam Gambar 3. Kerapatan jenis tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan jumlah 1.154 ind/ha dan kerapatan jenis terendah terdapat pada stasiun 2 dengan jumlah 519 ind/ha.



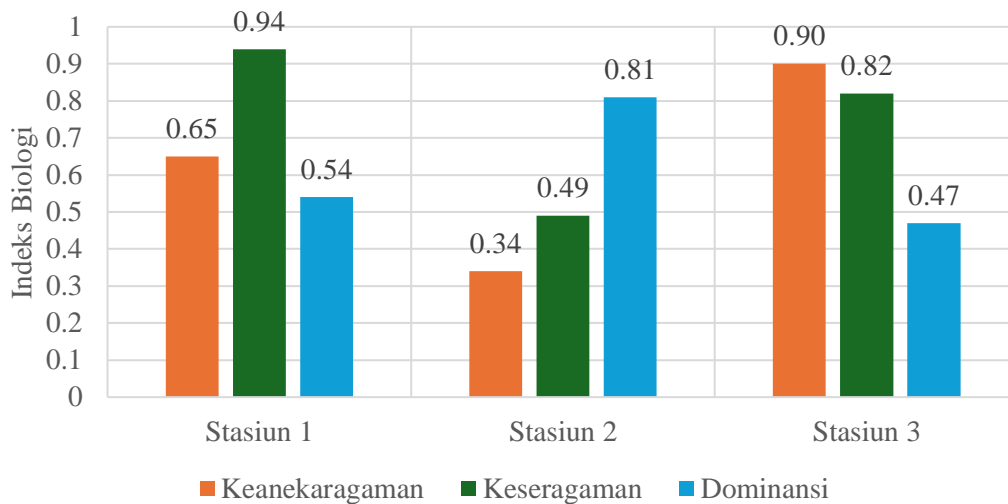
Gambar 3. Kerapatan Jenis Mangrove
Figure 3 Mangrove Species Density

Hasil perhitungan penutupan jenis mangrove di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon disajikan pada Gambar 4. Nilai tutupan jenis berhubungan erat dengan lingkaran batang pohon serta diameter pohon mangrove dari masing-masing jenis. Dimana jika diameter pohon berukuran besar maka akan memiliki nilai penutupan lebih besar. Dari hasil yang didapatkan, bahwa jenis *Avicennia marina* memiliki nilai penutupan tertinggi yaitu dengan nilai 28,69%, dan *Rhizophora mucronata* memiliki nilai penutupan terendah yaitu dengan nilai 2,45%.



Gambar 4. Penutupan jenis mangrove
Figure 4 Closure of mangrove types

Nilai indeks keanekaragaman yang didapatkan tergolong rendah ($H' \leq 2,0$). Hal ini menunjukkan bahwa komunitas tersebut memiliki tekanan ekologi yang tinggi (kondisi lingkungan mengalami gangguan seperti alih fungsi lahan menjadi tambak serta pencemaran). Nilai keseragaman pada stasiun 2 dapat digolongkan rendah ($0 < E \leq 0,5$). Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem berada dalam kondisi tertekan dan keseragaman rendah. Pada stasiun 1 dan 3 dapat digolongkan tinggi ($0,75 < E \leq 1,0$). Hal ini menunjukkan ekosistem berada dalam kondisi stabil dan keseragaman tinggi. Nilai indeks dominansi pada stasiun 3 digolongkan rendah ($0 < C \leq 0,5$). Dominansi rendah (tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies lainnya), kondisi lingkungan stabil, dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota. Pada stasiun 1 digolongkan sedang ($0,5 < E < 0,75$). Hal ini menunjukkan bahwa Dominansi sedang dan kondisi lingkungan cukup stabil. Pada stasiun 2 digolongkan tinggi ($0,75 < E \leq 1,0$). Hasil perhitungan nilai indeks biologi di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Indeks biologi mangrove
Figure 5 Mangrove biology index

Dari hasil pengukuran parameter kualitas perairan pada Pesisir Utara Kabupaten Cirebon, pada pengecekan suhu air didapatkan 27°C hingga 28°C, pada pH air didapatkan 7,0 hingga 7,3 , pada pH tanah didapatkan nilai yang sama yaitu 7, dan pada pengecekan salinitas didapatkan nilai 26‰ hingga 30‰. hasil pengukuran kualitas perairan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Perairan
Table 3 Water Quality

Parameter	Waktu Stasiun	Pagi	Siang	Sore	Baku Mutu
Suhu (°C)	I	28	29	28	Alami*
	II	27	29	28	
	III	27	29	28	
pH air	I	7,2	7,3	7,3	6,5-8,5
	II	7,0	7,1	7,1	
	III	7,0	7,0	7,1	
pH tanah	I	7	7	7	6,5-8,6
	II	7	7	7	
	III	7	7	7	
Salinitas(‰)	I	28	30	29	Alami*
	II	27	28	28	
	III	26	28	29	

Keterangan: Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam, dan musim).

Kandungan karbon tertinggi terdapat pada jenis *Avicennia marina* stasiun 1, yaitu sebesar 171,91 ton/ha. Sedangkan kandungan karbon terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu jenis *Rhizophora mucronata* sebanyak 5,31 ton/ha. Kandungan karbon pada mangrove erat kaitannya dengan biomassa pohon mangrove, dimana jika biomassa pohon mangrove tinggi maka kemampuan penyerapan serta penyimpanan karbon juga tinggi. Dan total serapan karbon tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 946,98 ton/ha. Sedangkan total serapan karbon terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu sebesar 256,47 ton/ha. Hasil perhitungan simpanan karbon dan serapan karbon mangrove di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan dan serapan karbon
Table 4 Carbon content and absorption

Stasiun	Spesies	Jumlah Biomassa/Jenis	Biomassa/Luas Area (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton/ha)	Serapan Karbon (ton/ha)
I	<i>Avicennia marina</i>	37.373	373,73	171,91	630,36
	<i>Avicennia alba</i>	18.771	187,71	86,35	316,62
	Total		561,45	258,26	946,98
II	<i>Avicennia marina</i>	14.051	140,51	64,63	326,99
	<i>Rhizophora mucronata</i>	1.154	11,54	5,31	19,47
	Total		152,05	69,94	256,47
III	<i>Avicennia marina</i>	16.842	168,42	77,47	284,06
	<i>Avicennia alba</i>	5.567	55,67	25,61	93,90
	<i>Rhizophora mucronata</i>	1.8	18,00	8,28	30,37
	Total		242,10	111,36	408,34

Densitas tanah menunjukkan kepadatan tanah, semakin tinggi nilai *Bulk density* maka tanah semakin padat. Nilai *Bulk density* tanah organik didapatkan yang terendah terdapat pada stasiun 3 kedalaman 30cm sampai 50cm yaitu 0,0705 g/cm³ dan tertinggi terdapat pada stasiun stasiun 2 pada kedalaman 0cm sampai 15cm yaitu 0,3045 g/cm³ (Tabel 5). Pada hasil total bahan organik didapati karena banyaknya sampel yang menguap selama pengabuan yang menandakan bahan mineral yang terkandung pada sampel dan rendahnya kandungan bahan organik diatas substrat diduga akibat pengaruh fisik seperti gelombang dan paparan cahaya matahari semakin besar massa yang hilang selama pengabuan, semakin tinggi kandungan bahan organik dalam sedimen.

Tabel 5. Densitas tanah dan presentase bahan organik
Table 5 Soil density and percentage of organic matter

No	Nama sampel	Berat kering (g)	Volume sampel (cm ³)	Densitas tanah (g/cm ³)	Wo (g)	Wt (g)	BO (%)
1	S1 0-15	80,52	271,30	0,2968	5,01	4,37	12,77
2	S1 15-30	118,51	542,59	0,2184	5,02	4,43	11,75
3	S1 30-50	119,55	904,32	0,1322	5,00	4,39	12,20
4	S2 0-15	82,60	271,30	0,3045	5,00	4,23	15,40
5	S2 15-30	144,87	542,59	0,2670	5,02	4,18	16,73
6	S2 30-50	130,35	886,23	0,1471	5,00	3,90	22,00
7	S3 0-15	48,78	271,30	0,1724	5,03	3,69	26,64
8	S3 15-30	56,10	542,59	0,1034	5,01	3,82	23,75
9	S3 30-50	63,76	904,32	0,0705	5,00	3,90	22,00
Rata-rata				0,1903			18,14

Keterangan: Wo : Berat kering sebelum pembakaran (gram); Wt : Berat akhir setelah pembakaran (gram); S : Stasiun pengamatan; BO : Persentase bahan organik sedimen yang hilang saat pembakaran.

Nilai karbon total sedimen didapatkan yang terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu 124,41 tonC/ha dan tertinggi terdapat pada stasiun stasiun 2 yaitu 210,48 tonC/ha. Hasil nilai kandungan karbon pada bahan sedimen organik dan estimasi karbon total sedimen mangrove di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon, disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan karbon pada bahan sedimen organik dan estimasi karbon total
Table 6 Carbon content in organic sediment materials and total carbon estimation

No	Nama sampel	C (%)	Soil depth interval (cm)	Soil C (tonC/ha)
1	S1 0-15	7,4092	15	32,98
2	S1 15-30	6,8167	30	44,66
3	S1 30-50	7,0760	50	46,77
Total		21,3019		124,41
4	S2 0-15	8,9320	15	40,79
5	S2 15-30	9,7052	30	77,73
6	S2 30-50	12,7600	49	91,96
Total		31,3972		210,48
7	S3 0-15	15,4513	15	39,96
8	S3 15-30	13,7764	30	42,73
9	S3 30-50	12,7600	50	44,98
Total		41,9877		127,67

Keterangan: C % : Kandungan karbon bahan sedimen organik; *Soil depth interval* : Interval kedalaman sampel; *Soil C* : Estimasi karbon total; S : Stasiun pengamatan.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, ditemukan tiga jenis spesies mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, dan *Rhizophora mucronata* dengan jumlah tegakan sebanyak 1.021 tegakan. Jenis *Avicennia marina* merupakan jenis yang dominan dan berada pada setiap plot pengamatan, dengan jumlah sebanyak 697 tegakan (68%) sedangkan jenis *Rhizophora mucronata* merupakan jenis yang paling sedikit pada setiap plot pengamatan, dengan jumlah sebanyak 52 tegakan (5%). Keberadaan jenis mangrove *Avicennia marina* dipengaruhi oleh adanya substrat yang berlumpur yang sangat mendukung pertumbuhan tanaman dengan optimal (Nugraha et al., 2023), memiliki akar nafas (*Pneumatofor*) dapat membantu beradaptasi di lingkungan pasang surut dan berlumpur (Rahman et al., 2025). Sedangkan jenis *Rhizophora mucronata* merupakan jenis mangrove yang paling sedikit ditemukan pada setiap plot pengamatan dikarenakan berdekatan dengan wilayah padat penduduk, hal ini dikaitkan dengan meningkatnya populasi penduduk yang telah mendorong terjadinya penggunaan lahan seperti dibangun perumahan dan konversi lahan tambak atau sumber kayu (Jason et al., 2021).

Kemampuan adaptasi dan kesesuaian kondisi ekologi ekosistem mangrove di Tanjung Batu merupakan salah satu faktor yang menyebabkan masing-masing jenis mangrove mampu bertahan hidup. *Avicennia marina* merupakan spesies mangrove yang menunjukkan kemampuan adaptasi luar biasa terhadap berbagai kondisi lingkungan yang ekstrem. *Avicennia marina* menempati zona dataran lumpur dan pantai berpasir, serta daerah muara. Total kerapatan mangrove tertinggi terdapat di stasiun 1 yaitu sebanyak 1.154 (ind/ha), sedangkan total kerapatan terendah terdapat di stasiun 2 dengan jumlah 519 (ind/ha). Total kerapatan mangrove pada studi ini dipengaruhi oleh perbedaan komposisi DBH < 10 dan > 10 cm. Stasiun 1 yang memiliki total kerapatan tertinggi didominasi oleh DBH > 10 cm. Nilai tersebut lebih besar daripada hasil studi (agustiana 2023) yang melaporkan bahwa kerapatan total di stasiun 1 yaitu 436 (ind/ha). Jenis mangrove *Avicennia marina* memiliki nilai penutupan jenis tertinggi di setiap stasiun pengamatan yaitu dengan nilai 11.71% di stasiun 1, 7.22% di stasiun 2, dan 9.76% di stasiun 3 lebih tinggi dari jenis yang lain. Sedangkan, jenis mangrove yang memiliki nilai penutupan jenis terendah yaitu *Rhizophora mucronata*. Hal ini sesuai dengan pendapat (Zamdial et al., 2019) bahwa nilai tutupan jenis berhubungan erat dengan lingkaran batang pohon.

Suhu yang ideal untuk pertumbuhan mangrove berkisar antara 22°C hingga 30°C, dengan suhu minimal diatas 20°C agar mangrove dapat beradaptasi dan tumbuh secara optimal (Halim et al., 2022). pH substrat dan air yang mendukung pertumbuhan mangrove berkisar mendekati netral hingga sedikit basa (6,0-8,5) sangat penting untuk mendukung pertumbuhan mangrove yang sehat

dan produktif. Untuk pertumbuhan mangrove yang baik diperlukan salinitas yang optimal, yaitu umumnya berkisar antara 10 – 30 ‰ (*part per thousand*) dengan batas toleransi maksimal hingga 85‰ (Robertson, A. I & Alongi, 1992). Salinitas dalam rentang ini mendukung laju pertumbuhan dan zonasi mangrove secara efektif karena berkaitan dengan frekuensi penggenangan air pasang surut (Lahabu et al., 2015). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Keputusan No.51 Tahun 2004, Kualitas perairan (pH, suhu, dan salinitas) di Mangrove Pesisir Utara Kabupaten Cirebon dapat disimpulkan masih menunjang untuk pertumbuhan ekosistem mangrove yang optimal dan kehidupan organisme yang ada.

Hasil penelitian menunjukkan bagian pohon yang memiliki kandungan biomassa karbon terbesar adalah bagian batang dengan nilai biomassa dan karbon sebesar 955 ton/ha. Berdasarkan data simpanan karbon yang diperoleh dari masing-masing stasiun penelitian, simpanan karbon tertinggi pada stasiun I dengan jumlah pohon sebanyak 589 pohon, menyimpan karbon sebesar 258,26 tonC, sedangkan kandungan karbon terendah pada stasiun II dengan jumlah sebanyak 161 pohon, menyimpan karbon sebanyak 69,95 tonC. Untuk hasil perhitungan pada stasiun III dengan jumlah pohon 271 menyimpan karbon sebesar 111,36 tonC. Batang mangrove memiliki kandungan biomassa dan karbon yang paling besar dibandingkan bagian lain seperti akar dan serasah (Saputro, 2018), Misalnya di kawasan Gili Petagan cadangan karbon batang mencapai 161,77 ton/ha, sedangkan akar dan substrat sekitar 112,02 ton/ha (Asiah et al., 2024). Pada kelas pohon dengan tinggi lebih dari 100 cm, bagian batang menyerap karbon lebih banyak, misalnya mencapai 194 gram karbon per pohon, yang berkaitan langsung dengan besarnya biomassa batang tersebut (Akbar et al., 2019). Spesies mangrove seperti *Avicennia marina* menyimpan lebih banyak karbon pada batangnya karena umur dan diameter batang yang lebih besar serta kekerasan batang yang tinggi (Kusuma et al., 2023).

Dijelaskan bahwa mangrove jenis *Avicennia marina* di ketiga stasiun merupakan mangrove yang paling besar menyerap karbon dioksida di udara, yaitu sebesar 630,36 , 236,99 dan 284,06 ton/ha dengan rata-rata diameter pohon 13,83 cm, 13,77 cm, 13,46 cm. *Avicennia alba* di Stasiun I dan III hanya menyerap karbon dioksida sebesar 316,62 dan 93,90 ton/ha dengan rata-rata diameter 13,18 cm serta 12,60 cm, dan Stasiun II mangrove jenis *Rhizophora mucronata* sebagai mangrove penyerap karbon terendah dengan nilai sebesar 19,47 ton/ha diameter rata-rata 13,79 cm. Besarnya serapan karbon pada mangrove sangat erat kaitannya dengan biomassa pohon, semakin tinggi biomassa pohon mangrove semakin besar kandungan yang tersimpan dan kemampuan mangrove menyerap karbon dioksida dari atmosfer. Biomassa ini meliputi bagian

daun, batang, dan akar mangrove, dengan batang yang menyimpan karbon paling banyak (Yaqin et al., 2022).

Diketahui bahwa tanah pada masing-masing kedalaman memiliki nilai densitas tanah yang berbeda. Volume sampel diperoleh dari hasil pengukuran tinggi interval sampel dan diameter corer. Hasil rata-rata pada keseluruhan stasiun yaitu sebesar $0,19 \text{ g/cm}^3$. Nilai densitas tanah yang diperoleh dari penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai densitas tanah yang diperoleh dari hasil penelitian stok karbon tanah yang dilakukan oleh Farhaby et al., 2024 yaitu sebesar $1,0 \text{ g/cm}^3$ dan nilai densitas tanah yang diperoleh dari penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan nilai densitas tanah yang diperoleh dari hasil penelitian stok karbon tanah yang dilakukan di hutan mangrove bekas tambak di Bali oleh Mahasani et al., 2018 yaitu sebesar $0,139 \text{ g/cm}^3$. Perbedaan ini dipengaruhi oleh jenis substrat, dimana substrat berpasir dan lempung liat berpasir memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan substrat berlumpur yang cenderung memiliki densitas yang lebih rendah.

Perolehan nilai persentase karbon organik didapatkan dari hasil metode pengabuan (*Loss on ignition*) untuk mengetahui bahan organik dan dikonversi menjadi karbon organik. Nilai rata-rata persentase karbon organik sedimen pada keseluruhan stasiun yaitu sebesar 10,52 C%, yang dimana presentase karbon organik terbesar ada di stasiun 3 sebanyak 41,98 C%, yang diikuti dengan stasiun 2 sebanyak 31,39 C%, dan presentase karbon organik yang terendah ada di stasiun 1 sebanyak 21,30 C%. Nilai persentase karbon organik pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan persentase karbon organik pada penelitian yang dilakukan oleh Marbun et al., 2020 di mangrove Desa Baturapa, Bolaang Mongondow dengan nilai rata-rata sebanyak 10,57 C%.

Estimasi nilai stok karbon tertinggi pada sedimen adalah stasiun II pada lapisan sedimen 30-50 yaitu 91,96 tonC/ha dan terendah adalah stasiun I yaitu lapisan sedimen 0-15 yaitu 32,98 tonC/ha. Estimasi nilai rata-rata karbon total di seluruh stasiun Mangrove Pesisir Utara Cirebon sebanyak 51,39 tonC/ha, hasil penelitian ini lebih kecil dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Syukri, 2017, di Hutan Mangrove Ampallas Mamuju, Sulawesi Barat, yang memperoleh nilai kandungan karbon sebesar 196,39 tonC/ha. Pada hasil karbon total sedimen, Nilai karbon berdasarkan kedalaman berbeda-beda namun berurut. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan mengenai karbon sedimen mangrove bahwa stok karbon total di sedimen menunjukkan bahwa umumnya kandungan karbon pada sedimen bertambah tinggi pada kedalaman yang lebih dalam dibandingkan lapisan permukaan (Farahisah et al., 2021).

SIMPULAN

Dari hasil penelitian, jenis mangrove yang ditemukan di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon sebanyak tiga jenis yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata*. Kondisi kesehatan mangrove di Pesisir Utara Kabupaten Cirebon termasuk dalam kondisi baik kriteria sedang, pada wilayah Pesisir Utara bagian Timur dan Barat. Sementara pada wilayah Pesisir Utara bagian Tengah termasuk dalam kondisi rusak kriteria jarang sesuai dengan Standar Baku kerapatan hutan mangrove menurut KepMen Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004. Kondisi perairan di Pesisir Utara Cirebon menunjukkan perairan yang baik sesuai dengan baku mutu KepMen Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Pada jenis *Avicennia marina* menyimpan karbon sebanyak 314,01 tonC/ha, dan menyerap 1.241,41 tonC/ha. *Avicennia alba* menyimpan karbon sebanyak 111,96 tonC/ha, dan menyerap 410,52 tonC/ha. *Rhizophora mucronata* menyimpan karbon sebanyak 13,59 tonC/ha, dan menyerap 49,84 tonC/ha. Sementara pada sedimen di stasiun 1 menyimpan 123,41 tonC/ha, di stasiun 2 menyimpan 210,48 tonC/ha, dan di stasiun 3 menyimpan 127,67 tonC/ha.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan Kabupaten Cirebon atas dukungan, fasilitas penyediaan akses data luasan mangrove dan izin penelitian yang diberikan. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Perikanan Universitas Diponegoro Semarang atas kesempatan uji laboratorium karbon pada sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, C., Arsepta, Y., Dewiyanti, I., & Bahri Samsul. (2019). Dugaan Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove, di Kawasan Mangrove Desa Beureunut The Estimation of Carbon Absorption In Mangrove Vegetation, in Mangrove Area of Beureunut Village, District Seulimum, Aceh Besar Regency. *Journal La'ot Ilmu Kelautan*, 1(2), 63–70. <http://jurnal.utu.ac.id/JLIK>
- Amira, S. (2008). Pendugaan Biomassa Jenis *Rhizophora apiculata* Bl. di Hutan Mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor*. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v2i2.260>
- Analuddin, K., Kadidae, L. O., Yasir Haya, L. O. M., Septiana, A., Sahidin, I., Syahrir, L., Rahim, S., Fajar, L. O. A., & Nadaoka, K. (2020). Aboveground biomass, productivity and carbon sequestration in *Rhizophora stylosa* mangrove forest of southeast sulawesi, indonesia. *Biodiversitas*, 21(4), 1316–1325. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210407>
- Asiah-Z.A., S., Puna, S. H., Lestariningsih, W. A., & Rahman, I. (2024). Perbandingan Jumlah Cadangan Karbon Mangrove Aboveground dan Belowground di Gili Petagan, Sambelia,

- Lombok Timur. *Journal of Marine Research*, 13(2), 301–310.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v13i2.43504>
- Dharmawan, I. W. S., & Siregar, C. A. (2008). Karbon Tanah Dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 5(4), 317–328. <https://doi.org/10.20886/jphka.2008.5.4.317-328>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297.
- Farahisah, H., Yulianda, F., & Effendi, H. (2021). Struktur Komunitas, Cadangan Karbon, dan Estimasi Nilai Ekonomi Mangrove di Muara Sungai Musi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 228–234. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.228>
- Farhaby, A. M., Aprilita, D., Henri, H., Supratman, O., Adi, W., & Ferizal, J. (2024). Estimation of Biomass and Below Ground Carbon in the Lepar Island Mangrove Ecosystem, South Bangka Regency. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(1), 304–311. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.52047>
- Forestriko, H. F. (2016). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove Di Kawasan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1), 1–10.
- Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C., & Field, C. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: a review. *Aquatic Botany*, 89(2), 237–250.
- Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan. *World Agroforestry Centre. Bogor*, 77.
- Halim, T. C., Adibrata, S., & Pratiwi, D. (2022). Analisis Vegetasi dan Struktur Komunitas Mangrove di Sungai Bunting Lestari Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka *Jurusan Manajemen Sumb.* 4(April), 1–10.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E. (2014). Coastal Blue Carbon: Methods For Assessing Carbon Stocks And Emissions Factors In Mangroves, Tidal Salt Marshes, And Seagrasses. <https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publication/5095>
- Jason, J., Abdunnur, A., & Jailani, J. (2021). Analisis Komposisi Dan Struktur Tegakan Hutan Mangrove Di Wilayah Pesisir Sungai Bendera Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Aquarine*, 6(1), 1–8. <https://ocs.unmul.ac.id/index.php/aquarine/article/view/2933>
- Ketaren, D. G. K. (2023). Peranan Kawasan Mangrove Dalam Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Di Indonesia. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, 73. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12050>
- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongpan, S. (2008). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.006>
- Kusmana, C. (1997). An estimation of above-and below-ground tree biomass of a mangrove forest in East Kalimantan, Indonesia. *Journal of Biological Resources Management*, 2(1), 20–26.
- Kusuma, A. H., Muhaemin, M., Gumay Yudha, I., Hudaidah, S., & Adiputra, Y. T. (2023). Simpanan Karbon Di Vegetasi Mangrove Desa Sungai Nibung, Kabupaten Tulang

- Bawang, Provinsi Lampung Carbon Storage in Mangrove Vegetation of Sungai Nibung Village, Tulang Bawang Regency, Lampung Province. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 14(1), 1–11.
- Lahabu, Y., Schaduw, J. N. W., & Windarto, A. B. (2015). Kondisi Ekologi Mangrove Di Pulau Mantehage Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 3(2), 41. <https://doi.org/10.35800/jplt.3.2.2015.10851>
- Mahasani, I., Widagti, N., & Karang, I. (2018). Estimasi Persentase Karbon Organik pada Tanah di Hutan Mangrove Alami, Perancak, Jembrana, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2018.v01.i01.p01>
- 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. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(1), 20. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27395>
- Mulyana, B., Purwanto, R. H., Sari, P. I., Marpaung, A. A., Hidayatullah, M. F., Satria, I., Putra, R., Putra, A. D., Reorita, R., Hutan, M., Kehutanan, F., & Mada, U. G. (2021). Model alometrik penduga biomassa dan karbon semai di Hutan Mangrove Pangarengan , Cirebon , Jawa Barat *June*, 4–8. <https://doi.org/10.20886/GLM.2021.2.1.29-40>
- Nugraha, R. R., Sunaryo, S., & Redjeki, S. (2023). Struktur komunitas mangrove di ekosistem Hutan Mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. *Journal of Marine Research*, 12(3), 547–554. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i3.36227>
- Rahman, R., Bramana, A., Suharti, R., & Irawan, H. (2025). Analisis vegetasi mangrove berdasarkan faktor lingkungan perairan di Kawasan Pesisir Kabupaten Pati. 14(1), 49–60. <https://doi.org/10.14710/buloma.v14i1.62083>
- Rifandi, R. A., & Abdillah, R. F. (2020). Estimasi stok karbon dan serapan karbon pada tegakan pohon mangrove di Hutan Mangrove Trimulyo , Genuk , Semarang. *Journal of Environmental Sustainability*, 1(2), 63–70. <http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/envoist/>
- Robertson, A. I & Alongi, D. . (1992). Mangrove systems in Australia structure, function and status. State of the Marine Environment Report for Australia. https://www.researchgate.net/profile/Alistar-Robertson/publication/264673098_Mangrove_systems_in_Australia_structure_function_and_status/links/53eaf2480cf2dc24b3ce7793/Mangrove-systems-in-Australia-structure-function-and-status.
- Saputro, S. E. (2018). Ragam spesies mangrove dan estimasi stok karbon yang tersimpan pada hutan mangrove di desa Labuhan, kec. Brondong, kab. Lamongan. 1–57.
- Sedjarawan, W., & Akhbar, A. I. (2014). Biomassa dan karbon pohon di atas permukaan tanah ditepi jalan taman nasional Lore Lindu. *J Warta Rimba*, 2(1), 105–115.
- Syam'ani, S., Rezekiah, A. A., Susilawati, S., & Nugroho, Y. (2012). Cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penutupan lahan di sub-sub DAS Amandit. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(2).
- Syukri, M. (2017). Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi Mangrove Hubungannya Dengan Tutupan Kanopi di Ampallas, Kelurahan Bebanga, Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat. *Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makasar*.

- Wahyudi, J., Penelitian, K., Pengembangan, D., & Pati, K. (2016). Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca the Mitigation of Greenhouse Gases Emission. *Jurnal Litbang*, XII(2), 104–112.
- Wahyuningsih, S., & Fatimatuzzahroh, F. (2019). Kondisi Mangrove di Pesisir Kabupaten Cirebon. *Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(7), 116–130.
- 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. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.38256>
- Zamdial, Z., Hartono, D., & Johan, Y. (2019). Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove Di Kawasan Pesisir Kota Mukomuko Kabupaten Mukomuko Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 4(1), 92–104. <https://doi.org/10.31186/jenggano.4.1.92-104>