

ISSN 1858-1684

Journal Of
Coastal and Marine
Resources Management
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>

Vol. 4 No. 2 September 2020



PASIR LAUT

Journal of Coastal and Marine Resources Management



Scientific Journal published by
Magister Program in Aquatic Resources Management
Faculty of Fisheries and Marine Science
Universitas Diponegoro Semarang

DAFTAR ISI

Paper:	Halaman
1. ANALISIS SEBARAN HORIZONTAL DAN TEMPORAL KLOOROFIL-A DAN FITOPLANKTON DI MUARA SUNGAI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG <i>Oleh: Falita Alfat'hani, Agus Hartoko, Nurul Latifah</i>	60 – 68
2. ANALISIS DENSITAS Emerita emeritus TERHADAP TEKSTUR DAN BAHAN ORGANIK SEDIMEN DI PANTAI GLAGAH, KULON PROGO, YOGYAKARTA <i>Oleh: Intan Via Nirmala, Bambang Sulardiono dan Agus Hartoko</i>	69 – 78
3. DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN LARVA IKAN DI PANTAI TELUK AWUR, KABUPATEN JEPARA <i>Oleh: Pingky Alya Elisa, Abdul Ghofar, Anhar Solichin</i>	79 – 85
4. ESTIMASI SERAPAN CO ₂ BERDASARKAN SIMPANAN KARBON PADA HUTAN MANGROVE DESA TAMBAKBULUSAN DEMAK JAWA TENGAH <i>Oleh: Mega Wahyu Susilowati, Pujiono Wahyu Purnomo, Anhar Solichin</i>	86 – 94
5. PENGARUH TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) TERHADAP DENSITAS <i>Zooxanthellae</i> PADA KARANG <i>Acropora</i> sp. DALAM SKALA LABORATORIUM <i>Oleh: Raema Farah Rizka, Pujiono Wahyu Purnomo, Aninditia Sabdaningsih</i>	95 – 101
6. POTENSI BAKTERI ASOSIASI TUNIKATA SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI GUNA MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI <i>MULTIDRUG RESISTANT</i> <i>Oleh: Diah Ayuningrum, Rhesi Kristiana, Meezan Ardhanu Asagabaldan</i>	102 – 107
7. ANALISIS KUALITAS PERAIRAN BERDASARKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT DAN INDEKS PENCEMARAN DI SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR SEMARANG <i>Oleh: Muhammad Khairul Arika Harahap, Siti Rudiyantri, Niniek Widyorini</i>	108 – 115
8. KADAR LOGAM BERAT Pb, Fe, DAN Cd YANG TERKANDUNG DALAM JARINGAN LUNAK KERANG BATIK (<i>Paphia undulata</i>) DARI PERAIRAN TAMBAK LOROK, SEMARANG <i>Oleh: Sri Rahayu Prihati, Djoko Suprpto, Siti Rudiyantri</i>	116 – 123
9. VALUASI EKONOMI EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN TAMAN PESISIR UJUNGNEGORO-ROBAN, KABUPATEN BATANG <i>Oleh: Adnan Arsani Hirmawan, Suradi Wijaya Saputra, Churun Ain</i>	124 – 133



ESTIMASI SERAPAN CO₂ BERDASARKAN SIMPANAN KARBON PADA HUTAN MANGROVE DESA TAMBAKBULUSAN DEMAK JAWA TENGAH

Estimation of CO₂ Absorption Based on Carbon Storage in the Mangrove Forest of Tambakbulusan Village, Demak Jawa Tengah

Mega Wahyu Susilowati, Pujiono Wahyu Purnomo, Anhar Solichin
Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685
Email: megamws23@gmail.com, purnomopoed@gmail.com, anharsolichin@gmail.com

Diserahkan tanggal: 26 April 2020, Revisi diterima tanggal: 28 Juni 2020

ABSTRAK

Produksi karbondioksida yang semakin meningkat, sedangkan hutan mangrove sebagai penyerap karbondioksida yang semakin menurun jumlahnya, menyebabkan jumlah karbondioksida di atmosfer tidak terkendali. Hal tersebut menyebabkan cahaya matahari terperangkap di atmosfer, sehingga suhu di bumi semakin meningkat. Solusi untuk meminimalisasi dampak dari pemanasan global dapat memanfaatkan keberadaan hutan mangrove. Hutan mangrove dapat menyerap karbondioksida dan menyimpannya dalam bentuk biomassa dan sedimen. Tujuan dari penelitian ini untuk menghitung simpanan karbon pada batang mangrove, serasah dan sedimen serta mengestimasi serapan CO₂. Simpanan karbon pada batang mangrove menggunakan metode *non-destructive sampling* dengan persamaan alometrik untuk jenis atau tipe ekosistem mangrove yang sudah tersedia, sedangkan simpanan karbon serasah dan sedimen menggunakan metode *destructive sampling* dengan mengambil sub contoh di lapangan. Hasil simpanan karbon pada batang mangrove yaitu sebesar 125,39 ton/ha setara dengan serapan CO₂ 460,21 ton/ha, simpanan karbon pada serasah sebesar 0,54 ton/ha setara dengan serapan CO₂ 1,97 ton/ha dan simpanan karbon pada sedimen yaitu sebesar 57,74 ton/ha setara dengan serapan CO₂ 211,89 ton/ha. Estimasi serapan CO₂ pada hutan mangrove Desa Tambakbulusan berdasarkan ketiga sumber karbon yaitu 674,07 ton/ha dengan persentase serapan CO₂ batang sebesar 68,27%, serasah sebesar 0,29% dan sedimen sebesar 31,44%. Penyimpanan karbon terbesar berada di batang mangrove dan terkecil pada serasah.

Kata Kunci: Mangrove, Serapan Karbondioksida, Simpanan Karbon

ABSTRACT

Carbon dioxide production is increasing, while mangrove forests as carbon dioxide absorbers are declining in number, causing the amount of carbon dioxide in the atmosphere has out of control. This causes sunlight trapped in the atmosphere so that the temperature on earth is increasing. Mangrove forest could reduce the impact of global warming by the absorption of carbon dioxide and store it in the form of biomass and sediment. The purpose of this study was to calculate carbon deposits in mangrove stems, litter, and sediment and estimate carbon dioxide uptake. Carbon storage in mangrove trunks used non-destructive sampling methods with allometrics equations for mangrove ecosystem types that already available, while litter and sediment carbon deposits use destructive sampling methods by taking sub-samples in the field. The result of carbon storage in mangrove stems was 125.39 tons/ha equivalent to 460.21 tons/ha CO₂ absorption, carbon storage in litter was 0.54 tons/ha equivalent to 1.97 tons/ha CO₂ absorption and carbon storage in sediment is 57.74 tons/ha equivalent to 211.89 tons/ha CO₂ absorption. Estimation of CO₂ uptake in the mangrove forests of Tambakbulusan Village was based on the three carbon sources 674.07 tons/ha with a percentage of CO₂ absorption in mangrove stems at 68.27%, litter at 0.29% and sediment at 31.44%. The largest carbon storage was in the mangrove stems and the smallest was in the litter.

Key words: Mangrove, Carbon Storage, CO₂ Absorption

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu isu lingkungan utama yang berdampak sangat besar bagi dunia dan makhluk hidup saat ini. Penyebab utama terjadi pemanasan global adalah meningkatnya gas rumah kaca seperti karbondioksida, metana, nitrogen oksida, *chlorofluorocarbon*, dan gas lainnya secara berlebihan di atmosfer, sehingga gas di atmosfer tersebut memerangkap cahaya matahari dan memantulkannya kembali ke bumi yang menyebabkan temperatur bumi semakin meningkat (Latuconsina, 2010).

Menurut Senoaji dan Hidayat (2016) meningkatnya jumlah karbondioksida di atmosfer merupakan salah satu penyebab terbesar terjadinya pemanasan global. Berdasarkan penelitian Ambarsari dan Tedjasukmana (2011) bahwa karbondioksida memiliki kontribusi terbesar dalam menyumbang gas rumah kaca yaitu sebesar 63% dikarenakan waktu hidupnya yang lama di atmosfer dan jumlahnya yang semakin meningkat.

Solusi untuk pemanasan global yang ada yaitu salah satunya dengan memanfaatkan keberadaan hutan. Kemampuan hutan dalam menyerap karbondioksida yang mengudara memiliki peranan penting dalam pengendalian karbon yang ada di atmosfer. Menurut Rahman et al. (2017) bahwa biomassa dan rosot karbon pada mangrove merupakan salah satu manfaat mangrove sebagai penyerap dan penyimpan karbon untuk mengurangi kadar CO₂ di udara melalui mekanisme sekuestrasi, yaitu penyerapan karbon dari atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk biomassa.

Desa Tambakbulusan berada di Kecamatan Karangtengah Kabupaten Demak. Desa ini termasuk dalam wilayah pesisir pantai utara. Desa Tambakbulusan merupakan salah satu desa di Kabupaten Demak yang mengalami kerusakan ekosistem mangrove dikarenakan banjir dan rob. Berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2011, Kabupaten Demak mengalami erosi pantai terluas kedua setelah Kabupaten Brebes yaitu seluas 1.016,22 ha.

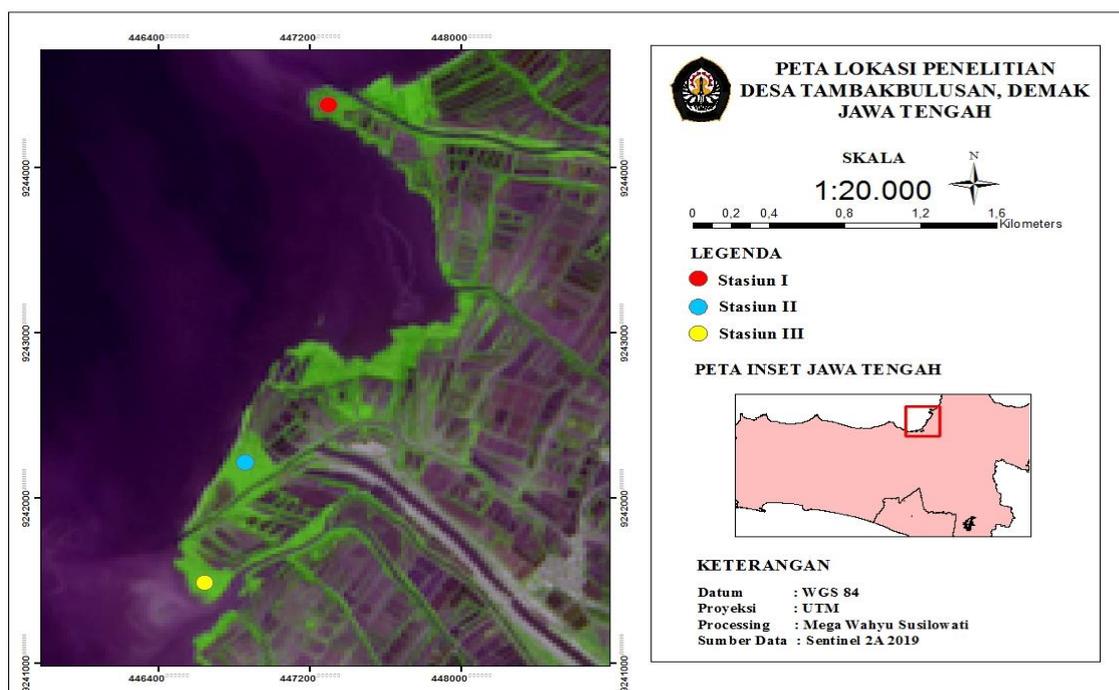
Berkurangnya luas wilayah pesisir berdampak pula pada peran hutan mangrove sebagai vegetasi penyerap karbondioksida. Menurut Rahman et al. (2017) bahwa ekosistem mangrove memiliki kemampuan mengikat karbon jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hutan terestrial dan hutan hujan tropis melalui mekanisme sekuestrasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu adanya kajian mengenai kontribusi hutan mangrove di Desa Tambakbulusan Kabupaten Demak dalam meminimalisasi pemanasan global dengan tujuan untuk mengetahui simpanan karbon serta serapan CO₂ sehingga dapat dilakukan upaya konservasi hutan agar lebih produktif dalam menyerap karbondioksida.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada November 2019 hingga Maret 2020 di kawasan hutan mangrove Desa Tambakbulusan Kabupaten Demak yang terbagi menjadi beberapa kegiatan yaitu survei lokasi, sampling lapangan



Gambar 1. Lokasi sampling penelitian

Setiap stasiun ditarik garis transek secara *purposive* dengan memotong komunitas mangrove, dimulai dari formasi mangrove terdepan arah laut hingga formasi paling belakang yang dipasang tegak lurus dengan garis pantai (Jamili *et al.*, 2009). Setiap stasiun dibuat lima plot sampel ukuran 10x10m untuk inventarisasi diameter batang dan jumlah kategori pohon, dalam plot tersebut dibuat sub-plot ukuran 5x5m untuk kategori pancang. Data yang diambil untuk simpanan karbon jumlah tegakan dan DBH.

Pengambilan sampel serasah dilakukan pada sub plot. Menurut Windarni *et al.* (2018) bahwa pengumpulan sampel serasah mangrove untuk data simpanan karbon dapat diambil pada sub-plot penelitian berukuran 0,5x0,5m. Kemudian disimpan pada plastik *zipper*.

Pengambilan sampel sedimen menggunakan *sediment core* yang dimodifikasi dari pipa PVC berdiameter 5 cm dan tinggi 30 cm (Mardiyah *et al.*, 2019). Lalu sampel dimasukkan ke dalam plastik *zipper*. Prosedur selanjutnya yaitu melakukan analisis laboratorium dan analisis data, yaitu sebagai berikut:

1. Struktur Komposisi Mangrove

Struktur tegakan horizontal hutan dapat ditentukan dengan pendekatan Indeks Nilai Penting (INP). Variabel Indeks Nilai menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Kerapatan Jenis (K)

$$K \text{ (ind/ha)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas plot contoh}}$$

b. Kerapatan Relatif (KR)

$$KR \text{ (%) } = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

c. Dominansi (D)

$$\text{Basal Area (m}^2\text{)} = \frac{nD^2}{4}$$

Keterangan:

$$n = 3,14$$

$$D = \text{Diameter batang (m)}$$

$$D \text{ (m}^2\text{/ha)} = \frac{\text{Basal area suatu jenis}}{\text{Luas plot contoh}}$$

d. Dominansi Relatif (DR)

$$DR \text{ (%) } = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Total dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

e. Frekuensi (F)

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot contoh}}$$

f. Frekuensi Relatif (FR)

$$FR \text{ (%) } = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Total frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

g. Indeks Nilai Penting (INP)

Menurut Heriyanto dan Gunawan (2018) bahwa indeks nilai penting (INP) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$INP \text{ (%) } = KR + DR + FR \text{ (pohon)}$$

$$INP \text{ (%) } = KR + FR \text{ (pancang)}$$

2. Simpanan Karbon

Data diameter batang mangrove kemudian diolah menggunakan persamaan alometrik untuk mengetahui biomassa batang.

Tabel 1. Persamaan alometrik biomassa batang mangrove

Jenis Mangrove	Persamaan Alometrik	Sumber Penelitian
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0.1466 \times D^{2.3136}$	Dharmawan, 2010
<i>Avicennia marina</i>	$B = 0.1848 \times D^{2.3524}$	Dharmawan dan Siregar, 2008
<i>Avicennia alba</i>	$B = 0.251 \times \rho \times D^{2.46}$ ($\rho=0.506$)	Komiyama et al., 2005
<i>Excoecaria agallocha</i>	$B = 0.251 \times \rho \times D^{2.46}$ ($\rho=0.450$)	Komiyama et al., 2005

Keterangan: B = Biomassa (kg); D = DBH (cm); ρ = Massa jenis kayu (gr/m³)

Simpanan karbon di atas tanah dapat diasumsikan bahwa 46% dari biomassa adalah karbon (Widyastuti et al., 2018). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Karbon (ton/ha)} = \text{Biomassa (ton/ha)} \times 0,46$$

Tahapan analisis sampel serasah dan sedimen di laboratorium yaitu sampel ditempatkan dalam cawan alumunium seberat 100 g setiap sampel, kemudian proses pengovenan bersuhu 80°C selama 48 jam hingga bobot konstan. Tahap ini bertujuan menentukan total berat kering (Windarni et al., 2018). Total berat kering sampel menggunakan persamaan Hairiah dan Rahayu (2007), yaitu:

$$\text{Total BK (g)} = \frac{\text{BK sub contoh (g)}}{\text{BB sub contoh (g)}} \times \text{total BB (g)}$$

Simpanan karbon serasah dapat diestimasi menggunakan formula nilai %karbon organik dikalikan dengan biomassa atau total berat kering (SNI 7724:2011), dengan rumus:

$$\text{Karbon (ton/ha)} = \text{Biomassa} \times \%C\text{-Organik}$$

Tahapan analisis sampel sedimen di laboratorium selanjutnya yaitu menghitung berat jenis tanah (*bulk density*) yang mengacu pada persamaan Kauffman dan Donato (2012) sebagai berikut:

$$\text{Bulk density (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Total Berat Kering (g)}}{\text{Volume sampel (cm}^3\text{)}}$$

Simpanan karbon pada sedimen menggunakan rumus menurut Ariani et al. (2016) yaitu:

$$\text{Karbon (g/cm}^2\text{)} = \text{Kedalaman} \times \rho \times \%C\text{-Organik}$$

Analisis kandungan karbon organik menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI). Menurut Suryono et al. (2018) bahwa metode LOI adalah metode yang digunakan untuk mengukur

kadar bahan organik sampel, dengan menimbang berat sampel yang hilang setelah pembakaran, untuk menghitung bahan organik menurut Desnita et al. (2015) yaitu:

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Banyaknya kadar air (g)}}{\text{Berat sampel keseluruhan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Bahan Kering (\%)} = 100\% - \% \text{ Kadar Air}$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Banyaknya kadar abu (g)}}{\text{Berat sampel keseluruhan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{BO} = \text{Kadar Bahan Kering (\%)} - \text{Kadar Abu (\%)}$$

Menurut Agus et al. (2011) apabila analisis hanya menghasilkan kandungan bahan organik (misalnya dengan metode LOI) maka kandungan karbon organik sampel diasumsikan 1/1,724 dari kandungan bahan organik, seperti rumus berikut:

$$\text{Karbon Organik (\%)} = \text{BO (\%)} \times 0,58$$

3. Serapan Karbondioksida

Menurut Banuwa et al. (2019) bahwa serapan karbondioksida dapat diestimasi menggunakan rumus sebagai berikut:

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

4. Uji Statistika

Data simpanan karbon selanjutnya akan diuji perbedaannya menggunakan uji Anova. Estimasi simpanan karbon pada batang menggunakan uji *Two Way Anova* karena memiliki dua variabel independen

yaitu kategori vegetasi dan stasiun penelitian, sedangkan pada serasah dan sedimen menggunakan Uji *One Way Anova* karena hanya memiliki satu variabel independen yaitu stasiun penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa jenis mangrove yang dijumpai di ketiga stasiun yaitu *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, *Avicennia alba* dan *Excoecaria agallocha* kecuali di stasiun III. Kualitas lingkungan hutan mangrove pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2. INP pancang disajikan pada Tabel 3, sedangkan INP pohon pada Tabel 4.

Analisis statistika dengan uji anova menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan pada faktor kategori vegetasi dan stasiun penelitian dengan simpanan karbon batang mangrove. Terdapat perbedaan signifikan antara simpanan karbon sedimen dengan stasiun penelitian, sedangkan pada simpanan karbon serasah tidak ada perbedaan signifikan dengan stasiun penelitian.

Simpanan karbon serta serapan CO₂ batang dapat dilihat pada tabel 5. Faktor pembeda karbon setiap stasiun salah satunya yaitu kerapatan. Hal ini diperkuat oleh Rachmawati et al. (2014) bahwa potensi biomassa suatu ekosistem mangrove disebabkan oleh tingkat kerapatan pohon yang ada di kawasan tersebut, dimana berdasarkan

Tabel 2. Parameter kualitas lingkungan lokasi penelitian

Variabel	Stasiun I				Stasiun II				Stasiun III			
	Pengulangan											
	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}
Salinitas Air (ppm)	35	35	35	35	34	35	35	34,7	35	34	35	34,7
pH Tanah	6,5	7	6,5	6,5	7	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Suhu Air (°C)	28	27	28	27,7	28	28	29	28,3	27	27	28	27,3
Suhu Tanah (°C)	29	29	28	28,7	28	29	29	28,7	28	29	28	28,3
Tipe Substrat	Lumpur Berpasir				Lumpur Berpasir				Lumpur			

Hasil penelitian simpanan karbon pada stasiun I dan II memiliki simpanan karbon yang tinggi sejalan dengan kerapatan yang tinggi pula. Sedangkan pada stasiun III memiliki simpanan karbon rendah karena kerapatan pada stasiun tersebut cenderung rendah (dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4).

Faktor selanjutnya yaitu besarnya DBH. INP pohon tertinggi dimiliki *Avicennia marina*, dimana spesies ini mendominasi pada kelas diameter. Jumlah individu spesies ini pada stasiun III cenderung rendah, sehingga simpanan karbon juga rendah dibanding stasiun lain. Hasil penelitian sesuai dengan pernyataan Heriyanto dan Gunawan (2018), dimana besarnya diameter memengaruhi biomassa dan simpanan karbon.

Perbedaan lokasi stasiun dapat memengaruhi tingkat pertumbuhan mangrove sehingga dapat

memengaruhi pula terhadap kemampuan menyimpan karbon berdasarkan kesuburan lingkungannya. Menurut Latupapua (2011) bahwa mangrove dapat tumbuh dengan subur di daerah yang berbatasan dengan muara sungai karena merupakan daerah tujuan akhir dari partikel-partikel organik. Adanya pasang surut yang membawa nutrisi juga menentukan kesuburan daerah tersebut. Sehingga mangrove pada stasiun II memiliki kemampuan yang optimum dalam proses pertumbuhan dibandingkan kedua stasiun lain karena berbatasan dengan Sungai Wonokerto.

Berdasarkan hasil uji perbedaan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara simpanan karbon pada serasah terhadap stasiun penelitian. Hal ini dikarenakan serasah mengalami proses dekomposisi. Hasil simpanan karbon disajikan pada Tabel 6. Menurut Windarni et al. (2018) serasah

mengalami proses dekomposisi, dimana akan diurai kembali menjadi unsur-unsur yang terkandung dalam tanah dan dilepas ke atmosfer, sehingga dapat diartikan bahwa serasah tidak dapat menyimpan karbon secara efektif.

Laju produksi serasah setiap spesies berbeda, pada penelitian Nugraha (2010) menyatakan bahwa bentuk dan besarnya daun *Rhizophora mucronata* menyebabkan laju produksi serasahnya semakin cepat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan simpanan karbon serasah terhadap stasiun penelitian, karena *Rhizophora mucronata* kategori pancang mendominasi pada setiap stasiun. Sedangkan pada kategori pohon *Rhizophora mucronata* mendominasi dengan INP tertinggi kedua.

Penurunan simpanan karbon dapat dilihat berdasarkan kerapatan, dimana semakin menurun kerapatan pohon maka simpanan karbon akan menurun pula. Hal ini sejalan dengan penelitian Andrianto et al. (2015) bahwa semakin tinggi kerapatan hutan mangrove maka jumlah produksi serasah semakin banyak sehingga kandungan karbon yang ada pada serasah juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil uji perbedaan bahwa ada perbedaan yang signifikan simpanan karbon pada sedimen dengan stasiun penelitian. Hal ini dikarenakan ada beberapa faktor. Hasil disajikan pada Tabel 7. Menurut Donato et al. (2012) menyatakan bahwa simpanan karbon sedimen mangrove dapat ditentukan dengan data mengenai kandungan karbon tanah, berat jenis tanah dan kedalaman tanah, serta bagaimana ketiga faktor tersebut bervariasi secara spasial.

Faktor besarnya berat jenis tanah dapat memengaruhi simpanan karbon, semakin tinggi nilai berat jenis tanah maka semakin tinggi pula kepadatan tanah, dimana hal ini akan menjadikan

meningkatnya simpanan karbon. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Mahasani et al. (2015) bahwa semakin tinggi nilai bulk density maka kepadatan tanah akan semakin tinggi, sehingga kemampuannya dalam menyimpan karbon juga akan meningkat. Maka dari itu stasiun III memiliki simpanan karbon tertinggi.

Tekstur lumpur pada stasiun III juga memengaruhi kandungan bahan organik di dalamnya. Menurut Lestariningsih et al. (2018), tanah bertekstur lumpur memiliki karbon organik lebih tinggi dibandingkan dengan tanah bertekstur pasir.

Penelitian ini mengambil sampel dengan kedalaman 30 cm sedangkan pada penelitian Suryono et al. (2018) sampel diambil pada kedalaman 100cm sehingga simpanan karbonnya sebesar 119,75 ton/ha. Menurut Donato et al. (2012) bahwa tanah dengan kandungan organik tinggi memiliki kedalaman antara 0,5m sampai dengan lebih dari 3m, dimana akan memengaruhi simpanan karbon.

Serapan karbondioksida pada penelitian diestimasi berdasarkan simpanan karbon pada batang mangrove, serasah dan sedimen. Hasil dapat dilihat pada Tabel 8. Total serapan karbondioksida pada hutan mangrove Tambakbulusan yaitu sebesar 674,07 ton/ha.

Berdasarkan hasil persentase serapan CO₂, batang mangrove memiliki kontribusi terbesar. Hal ini mengindikasikan bahwa pentingnya melakukan pelestarian terhadap tumbuhan mangrove, karena mangrove dapat menyerap karbondioksida dalam jumlah tinggi. Hal ini diperkuat oleh Heriyanto dan Gunawan (2018) bahwa hasil fotosintesis pada mangrove digunakannya untuk melakukan pertumbuhan ke arah horizontal dan vertikal.

Tabel 3. Indeks Nilai Penting mangrove kategori pancang

Stasiun	Spesies	K (ind/ha)	F	KR (%)	FR (%)	INP (%)
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	3120	0,8	46,99	28,57	75,56
	<i>Avicennia marina</i>	2000	0,6	30,12	21,43	51,55
	<i>Avicennia alba</i>	1040	0,6	15,66	21,43	37,09
	<i>Excoecaria agallocha</i>	480	0,8	7,23	28,57	35,80
	Jumlah	6640	2,8	100	100	200
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	2480	0,6	49,21	20	69,21
	<i>Avicennia marina</i>	1120	0,8	22,22	26,67	48,89
	<i>Avicennia alba</i>	640	0,8	12,70	26,67	39,37
	<i>Excoecaria agallocha</i>	800	0,8	15,87	26,67	42,54
	Jumlah	5040	3	100	100	200
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	2240	0,6	57,14	33,33	90,48
	<i>Avicennia marina</i>	1200	0,6	30,61	33,33	63,95
	<i>Avicennia alba</i>	480	0,6	12,24	33,33	45,58
	Jumlah	3920	1,8	100	100	200

Tabel 4. Indeks Nilai Penting mangrove kategori pohon

Stasiun	Spesies	K (ind/ha)	D (m ² /ha)	F	KR (%)	DR (%)	FR (%)	INP (%)
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	1440	1,24	0,6	34,62	23,28	20,00	77,90
	<i>Avicennia marina</i>	1520	1,26	1	36,54	23,58	33	93,45
	<i>Avicennia alba</i>	900	1,32	0,8	21,63	24,78	26,67	73,08
	<i>Excoecaria agallocha</i>	300	1,51	0,6	7,21	28,35	20	55,56
	Jumlah	4160	5,33	3	100	100	100	300
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	760	1,28	0,6	22,75	23,02	17,65	63,42
	<i>Avicennia marina</i>	1740	1,44	1	52,10	25,90	29,41	107,41
	<i>Avicennia alba</i>	120	1,23	0,8	3,59	22,12	23,53	49,24
	<i>Excoecaria agallocha</i>	720	1,61	1	21,56	28,96	29,41	79,93
	Jumlah	3340	5,56	3,4	100	100	100	300
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	1020	1,15	0,6	49,51	24,06	30	103,58
	<i>Avicennia marina</i>	720	1,61	0,8	34,95	33,68	40	108,63
	<i>Avicennia alba</i>	320	2,02	0,6	15,53	42,26	30	87,79
	Jumlah	2060	4,78	2	100	100	100	300

Tabel 5. Biomassa, karbon dan serapan CO₂ pada batang di ketiga stasiun

Stasiun	Plot	DBH (cm) ^{a)}	Biomassa (ton/ha) ^{b)}	Karbon (ton/ha) ^{c)}	Serapan CO ₂ (ton/ha) ^{d)}
1	1	2,02-22,06	333,23	153,29	562,56
	2	3,98-20,45	298,12	137,13	503,28
	3	2,14-21,03	257,71	118,55	435,07
	4	2,25-21,43	272,42	125,31	459,89
	5	2,57-19,28	289,13	133,00	488,11
	Rata-rata		290,12	133,46	489,78
2	1	2,09-22,78	344,32	158,39	581,29
	2	2,11-20,85	300,82	138,38	507,85
	3	2,59-21,02	281,30	129,40	474,89
	4	2,12-22,04	323,18	148,66	545,60
	5	2,19-19,63	336,25	154,67	567,65
	Rata-rata		317,17	145,90	535,45
3	1	2,13-22,62	247,10	113,67	417,15
	2	2,98-20,16	223,18	102,66	376,76
	3	3,88-19,04	181,85	83,65	307,00
	4	3,34-20,21	202,92	93,34	342,57
	5	2,88-22,31	197,45	90,83	333,34
	Rata-rata		210,50	96,83	355,37

Keterangan: a. Data hasil pengukuran di lapangan
b. Data hasil perhitungan persamaan alometrik
c. Data hasil perhitungan Biomassa x 0,46
d. Data hasil perhitungan Karbon x 3,67

Tabel 6. Karbon dan serapan CO₂ pada serasah di ketiga stasiun

Stasiun	Plot	Densitas (g/cm ²) ^{e)}	C-Organik (%) ^{f)}	Karbon (ton/ha) ^{g)}	Serapan CO ₂ (ton/ha) ^{h)}
1	1	0,015	36,018	0,553	2,029
	3	0,013	44,225	0,565	2,075
	5	0,015	39,823	0,592	2,172
	Rata-rata			0,57	2,09
2	1	0,014	39,394	0,559	2,051
	3	0,013	41,099	0,528	1,937

	5	0,014	39,724	0,560	2,057
	Rata-rata			0,55	2,01
3	1	0,013	36,836	0,480	1,762
	3	0,011	39,167	0,448	1,643
	5	0,013	43,575	0,549	2,014
	Rata-rata			0,49	1,81

Keterangan: e. Data hasil perhitungan densitas biomassa serasah
 f. Data hasil analisis laboratorium karbon organik
 g. Data hasil perhitungan Biomassa x %C-Organik
 h. Data hasil perhitungan Karbon x 3,67

Tabel 7. Karbon dan serapan CO₂ pada sedimen di ketiga stasiun

Stasiun	Plot	BD (g/cm ³) ⁱ⁾	C-Organik (%) ^{j)}	Kedalaman (cm)	Karbon (ton/ha) ^{k)}	Serapan CO ₂ (ton/ha) ^{l)}
1	1	0,680	2,598	30	52,98	194,44
	3	0,677	2,656	30	53,97	198,07
	5	0,684	2,819	30	57,83	212,25
	Rata-rata				54,93	201,58
2	1	0,601	3,051	30	55,04	201,99
	3	0,555	3,167	30	52,68	193,35
	5	0,752	2,134	30	48,13	176,63
	Rata-rata				51,95	190,66
3	1	0,711	3,277	30	69,89	256,51
	3	0,671	3,126	30	62,94	230,98
	5	0,794	2,778	30	66,17	242,84
	Rata-rata				66,33	243,44

Keterangan: i. Data hasil perhitungan berat jenis tanah
 j. Data hasil analisis laboratorium karbon organik
 k. Data hasil perhitungan BD x %C-Organik x Kedalaman
 l. Data hasil perhitungan Karbon x 3,67

Tabel 8. Persentase serapan CO₂ pada hutan mangrove Tambakbulusan

	Serapan CO ₂ (ton/ha)			Total Serapan CO ₂ (ton/ha)
	Batang	Serasah	Sedimen	
Rata-rata	460,21	1,97	211,89	674,07
Persentase	68,27	0,29	31,44	100%

Persentase serapan karbondioksida pada serasah memiliki nilai terkecil dibandingkan dengan sumber karbon lainnya. Menurut Windarni et al. (2018) hal ini dikarenakan serasah mengalami proses dekomposisi. Hal ini dapat dijadikan evaluasi bahwa kelestarian tegakan mangrove perlu dijaga mengingat kontribusi dalam menyimpan karbonnya yang lebih besar dapat mengurangi konsentrasi karbondioksida di atmosfer. Kontribusi simpanan karbon dari sedimen juga harus diperhitungkan dalam mengestimasi serapan karbondioksida pada hutan mangrove. Menurut Suryono et al. (2018) bahwa mangrove sebagai *blue carbon* berperan dalam memanfaatkan karbondioksida untuk fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa dan di

dalam sedimen dimana serasah yang didekomposisi menjadi sumber bahan organiknya.

Total serapan karbondioksida pada hutan mangrove Tambakbulusan yaitu 674,07 ton/ha. Hasil penelitian ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Bachmid et al. (2018) di hutan mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken yaitu sebesar 748,07 ton/ha. Namun hasil penelitian ini juga tergolong tinggi jika dibandingkan dengan serapan karbondioksida di hutan mangrove Kepulauan Lepar Pongok, Kabupaten Bangka Selatan yaitu 658,07 ton/ha oleh Heriyanto dan Silvaliandra (2019).

Hutan mangrove dapat menyimpan karbon lebih banyak dibandingkan dengan hutan terestrial. Berdasarkan penelitian di Hutan Kota Kebun Binatang Bandung oleh Indrajaya dan Mulyana

(2017) diperoleh data bahwa jumlah simpanan karbon yaitu sebesar 76 ton/ha atau kurang lebih setara dengan 278 ton CO₂.

Hutan mangrove dapat melakukan mitigasi perubahan iklim dengan cara menyerap karbondioksida dari atmosfer. Maka dari itu perlu adanya kesadaran dalam pelestarian dan pengelolaan hutan mangrove Heriyanto dan Subiandono (2016) menjelaskan bahwa hutan mangrove melakukan mitigasi perubahan iklim dengan cara menyerap gas karbondioksida dari atmosfer dan samudra dengan tingkat yang lebih tinggi per satuan luas, dibandingkan dengan penyerapan dari hutan daratan.

Jika hutan mangrove terdegradasi, hilang, atau dilakukan alih guna lahan, maka simpanan *blue carbon* dalam jumlah besar di tanah terbuka dan dilepaskan sebagai karbondioksida ke atmosfer dan/atau samudra. Berdasarkan data dari Barbier et al. (2011) bahwa tingkat kehilangan ekosistem pesisir yang ada saat ini dapat menyebabkan gas karbondioksida dilepaskan sebanyak 0,15-1,02 miliar ton per tahun. Meskipun luas hutan mangrove, rawa pasang surut dan padang lamun secara global hanyalah 2-6% dari luas hutan tropis, namun demikian degradasi ekosistem ini menyebabkan 3-19% emisi karbon dari deforestasi global.

KESIMPULAN

1. Simpanan karbon pada batang mangrove yaitu sebesar 125,39 ton/, pada serasah sebesar 0,54 ton/ha dan pada sedimen yaitu sebesar 57,74 ton/ha.
2. Estimasi serapan CO₂ pada hutan mangrove Desa Tambakbulusan yaitu 674,07 ton/ha dengan persentase serapan CO₂ batang 68,27%, serasah 0,29% dan sedimen 31,44%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Bapak Dr. Ir. Bambang Sulardiono, M.Si dan Bapak Oktavianto Ekojati, S.Pi, M.Si atas saran dan masukan demi kelengkapan penulisan ilmiah ini, serta staf Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP dan Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan UNDIP atas bantuannya dalam analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., K. Hariah dan A. Mulyani. 2011. *Measuring Carbon Stock in Peat Soil: Practical Guidelines*. World Agroforestry Centre (ICRAF) and Indonesian Soil Research Institute. Bogor, 154 hlm.
- Ambarsari, N. Dan B.S. Tedjasukmana. 2011. Kajian Perkembangan Teknologi Sounding untuk

Mengukur Konsentrasi CO₂ di Atmosfer. *Jurnal Berita Dirgantara*. 12(1):28-37.

- Andrianto, F., A. Bintoro dan S.B. Yuwono. 2015. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove (*Rhizophora* Sp.) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sylva Lestari*. 3(1):9-20.
- Ariani, E., M. Ruslan, A. Kurnain dan Kissinger. 2016. Analisis Potensi Simpanan Karbon Hutan Mangrove di Area PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk P 12 Tarjun. *Jurnal EnviroScienteeae*. 12(3):312-329.
- Bachmid, F., C.F.A. Sondak dan J.D. Kusen. 2018. Estimasi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1):8-13.
- Banuwa, I. S., R. Afriliyanti, M. Utomo, S. Yusnaini, M. Riniarti, P. Sanjaya, E. Suroso dan W. Hidayat. 2019. Short Communication: Estimation of The Above- and Below-Ground Carbon Stocks in University of Lampung, Indonesia. *Jurnal Biodiversitas*. 20(3):676-681.
- Barbier, E. B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., dan Silliman, B.R. 2011. *The value of estuarine and coastal ecosystem services*. *Ecological Monographs*. 81:169-193.
- Desnita, D., Y. Widodo dan S. Tantalo YS. 2015. Pengaruh Penambahan Tepung Gaplek dengan Level yang Berbeda terhadap Kadar Bahan Kering dan Kadar Bahan Organik Silase Limbah Sayuran. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(3):140-144.
- Dharmawan, I.W.S., dan C.A. Siregar. 2008. Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian hutan dan Konservasi Alam*. 5(4):317-328.
- _____. 2010. Pendugaan Biomasa Karbon di Atas Tanah Pada Tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15(1):50-56.
- Donato, D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidhamd dan M. Kanninene. 2012. Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. *Brief CIFOR*. 1-12.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan. *World Agroforestry Centre. ICRAF, SEA Regional Office*. Universitas Brawijaya. Indonesia. 77 hlm.
- Heriyanto, N. M. dan E. Subiandono. 2016. Peran Biomasa Mangrove dalam Menyimpan Karbon di Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan*. 13(1):1-12.
- _____. dan H. Gunawan. 2018. Potensi dan Kandungan Karbon Hutan Mangrove di

- Karangsong, Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Buletin Kebun Raya*. 21(1):21-30.
- _____. dan V. Silvaliandra. 2019. Keanekaragaman Mangrove dan Sediaan Karbonnya di Kepulauan Lepar Pongok, Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Buletin Plasma Nutfah*. 25(2):123-132.
- Indrajaya, Y. dan S. Mulyana. 2017. Simpanan Karbon dalam Biomassa Pohon di Hutan Kota Kebun Binatang Bandung. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017*. 550-560.
- Jamili, D. Setiadi, I. Qayim dan E. Guhardja. 2009. Struktur dan Komposisi Mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14(4):197-206.
- Kauffman, J.B. dan D.C. Donato. 2012. *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass, and carbon stocks in mangrove forests*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Komiyama, A., Pongpam, S. dan Kato, S. 2005. *Common Allometric Equation for Estimating The Tree Weight of Mangroves*. *Journal of Tropical Ecology*. 21, 471-477.
- Latuconsina, H. 2010. Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*. 3(1):30-37.
- Latupapua, M.J.J. 2011. Keanekaragaman Jenis Nekton di Mangrove Kawasan Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Agroforestri*. 6(2):81-91.
- Lestariningsih, W.A., N. Soenardjo dan R. Pribadi. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. 7(2):121-130.
- Mahasani, I.G.A.I., N. Widagti dan I.W.G.A. Karang. 2015. Estimasi Persentase Karbon Organik di Hutan Mangrove Bekas Tambak, Perancak, Jembrana, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 1:14-18.
- Mardiyah, R., R. Ario dan R. Pribadi. 2019. Estimasi Simpanan Karbon pada Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi dan Tireman, Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. *Journal of Marine Research*. 8(1):62-68.
- Nugraha, W.A. 2010. Produksi Serasah (Guguran Daun) pada Berbagai Jenis Mangrove di Bangkalan. *Jurnal Kelautan*. 3(1):66-69.
- Rachmawati, D., I. Setyobudiandi dan E. Hilmi. 2014. Potensi Estimasi Karbon Tersimpan pada Vegetasi Mangrove di Wilayah Pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Jurnal Akuatika*. 8(19):85-91.
- Rahman, H. Effendi dan I. Rusmana. 2017. Estimasi Stok dan Serapan Karbon pada Mangrove di Sungai Tallo, Makassar. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 2(1):19-28.
- Senoaji, G. dan M.F. Hidayat. 2016. Peranan Ekosistem Mangrove di Pesisir Kota Bengkulu dalam Mitigasi Pemanasan Global Melalui Penyimpanan Karbon. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(3):327-333.
- SNI 7724: 2011. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon-Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*). Badan Standarisasi Nasional.
- Suryono, N. Soenardjo, E. Wibowo, R. Ario dan E.F. Rozy. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*. 7(1):1-8.
- Widyastuti, A., E. Yani, E.K. Nasution dan Rochmatino. 2018. *Diversity of Mangrove Vegetation and Carbon Sink Estimation of Segara Anakan Mangrove Forest, Cilacap, Central Java, Indonesia*. *Jurnal Biodiversitas*. 19(1):246-252.
- Windarni, C., A. Setiawan dan Rusita. 2018. Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 6(1):66-74.