

Analisis Produksi Karbon Serasah Mangrove di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur Kabupaten Bangka Tengah

Analysis of Litter Mangrove Carbon Production in The Mangrove Forest of East Kurau Village, Central Bangka Regency

Arthur Muhammad Farhaby¹⁾ Henri²⁾ Randiansyah²⁾

¹⁾ Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung

²⁾ Jurusan Biologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Balunijuk Kab. Bangka
E-mail: amfarhaby88@gmail.com

Abstract

Mangrove forests have many ecological functions such as holding and trapping sediment, dampening waves, providing protection for fish and other biota, and assimilating nutrients. Most of the nutrients returned to the forest floor are in the form of litter. The fallen litter will provide important organic carbon for the ecosystem. This study aims to measure the productivity and carbon content of mangrove litter in the mangrove forest of East Kurau Village. The method used to measure litter carbon production is by collecting litter using a 1m x 1m litter trap by taking litter every 7 days for 3 months, while measuring carbon content is done by the Loss on Ignition (LOI) method at 550° C for 4 hours. Environmental parameter data analysis was carried out by PCA (Principal Component Analysis). The composition of the vegetation in the mangrove forest of East Kurau Village is 6 species which are true mangroves. The percentage of carbon content from the litter samples obtained was 53.71% with an estimated carbon production of 2.28 gr/m²/day or 6.85 tons/ha/year. The litter layer on the mangrove forest floor of East Kurau Village is with an average dry weight of 85.92 grams, a water content of 40.92%, and an estimated average biomass of 3.44 tons/ha. The environmental parameter that has the most influence on litter production is DO (oxygen content), while the carbon content of litter is more influenced by pH than any other parameter. The higher the pH in the area, the higher the litter carbon production.

Keywords: Mangrove, Carbon, Litter, East Kurau

Abstrak

Hutan mangrove memiliki banyak fungsi secara ekologi seperti menahan dan menjebak sedimen, meredam gelombang, memberi perlindungan bagi ikan dan biota lainnya, dan mengasimilasi nutrisi. Unsur hara yang dikembalikan ke lantai hutan sebagian besar adalah dalam bentuk serasah. Serasah yang jatuh akan menyediakan karbon organik penting bagi ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur produktivitas dan kandungan karbon serasah mangrove di hutan mangrove Desa Kurau Timur. Metode yang digunakan untuk mengukur produksi karbon serasah yaitu dengan pengumpulan serasah menggunakan perangkap (*litter trap*) yang berukuran 1m x 1m dengan pengambilan serasah setiap 7 hari selama 3 bulan, sedangkan pengukuran kandungan karbon dilakukan dengan metode *Loss on Ignition* (LOI) pada suhu 550°C selama 4 jam. Analisis data parameter lingkungan dilakukan dengan PCA (*Principal Component Analysis*). Komposisi vegetasi pada hutan mangrove Desa Kurau Timur yaitu 6 jenis yang merupakan mangrove sejati. Persentase kandungan karbon dari sampel serasah yang didapatkan adalah sebesar 53,71% dengan perkiraan produksi karbon 2,28 gr/m²/hari atau 6,85 ton/ha/tahun. Lapisan serasah di lantai hutan mangrove Desa Kurau Timur yaitu dengan berat kering rata-rata 85,92 gram, kandungan air 40,92%, dan perkiraan biomassa rata-rata 3,44 ton/ha. Parameter lingkungan yang paling berpengaruh terhadap produksi serasah adalah DO (kadar oksigen), sedangkan kandungan karbon serasah lebih dipengaruhi oleh pH dibandingkan parameter lainnya. Semakin tinggi pH pada kawasan tersebut, maka hasil produksi karbon serasah lebih tinggi.

Kata kunci: Mangrove, Karbon, Serasah, Kurau Timur

PENDAHULUAN

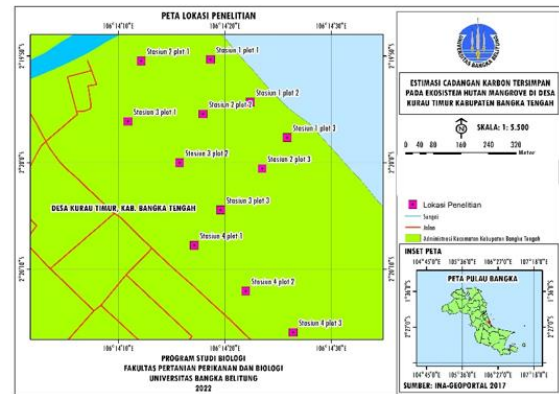
Hutan mangrove memiliki banyak fungsi secara ekologi seperti menahan dan menjebak sedimen, meredam gelombang, memberi perlindungan bagi ikan dan biota lainnya, dan mengasimilasi nutrient (Imran 2016; Martuti *et al.* 2019). Menurut Purnobasuki (2012), selain bermanfaat bagi daerah pesisir ekosistem mangrove mampu menyerap emisi yang terlepas dari lautan dan udara. Ekosistem mangrove memiliki fungsi yang kompleks dalam upaya mitigasi pemanasan global karena dapat berperan sebagai penyerap sekaligus penyimpan karbon (Dinilhuda *et al.* 2018). Potensi penyimpanan karbon di hutan mangrove sangat besar (Windarni *et al.* 2018), oleh karena itu perhitungan aktivitas karbon di hutan mangrove dapat menjadi acuan dasar dalam penilaian manfaat ekonomis mangrove dalam bentuk komoditi jasa lingkungan *C-Sequestration* yang diatur secara internasional dalam Konferensi Perubahan Iklim PBB ke-26 di Glasgow 2021 terkait mitigasi karbon (Dirjen Pengendalian Perubahan Iklim 2021). Karbon sebagai penyusun berbagai materi organik menjadikan hutan mangrove sebagai tempat sumber makanan dan tempat berbagai biota seperti ikan, udang dan kepiting. Serasah mangrove merupakan penyuplai bahan organik untuk kesuburan ekosistem mangrove, sehingga mampu menunjang kehidupan makhluk hidup di dalamnya a (Haris *et al.* 2012).

Serasah akan menjadi sebagian besar unsur hara yang dikembalikan ke tanah. Menurut penelitian yang dilakukan Haris *et al.* (2012), kandungan unsur karbon yang terdapat pada serasah mangrove dari total produksi mencapai 26,270 kg/ha/tahun. Cepat lambatnya proses dekomposisi serasah juga merupakan salah satu indikator cepat atau lambatnya humus terbentuk. Humus sangat penting bagi konservasi tanah dan air (Fiaq *et al.* 2010). Produktivitas karbon serasah pada suatu kawasan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti pasang surut air laut, salinitas, curah hujan, dan suhu. Serasah mempunyai peranan penting bagi tanah dan mikroorganisme yang ada di dalamnya. Peran serasah dalam proses penyuburan tanah dan tanaman sangat tergantung pada laju produksi dan laju dekomposisinya. Selain itu, komposisi serasah akan sangat menentukan dalam penambahan hara ke tanah dan dalam menciptakan substrat yang baik bagi organisme pengurai (Aprianis 2011).

Kandungan karbon organik pada serasah mangrove sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup sehingga memiliki peranan penting dalam sistem ekologi tersebut. Penelitian terkait kandungan karbon organik pada serasah mangrove pun telah pernah dilakukan dan menunjukkan hasil positif terkait kandungan organik pada serasahnya. Menurut penelitian yang dilakukan Tidore *et al.* (2018) bahwa persentase kandungan bahan organik pada suatu ekosistem mangrove dapat mencapai 39,19% dalam satu hari, dengan rata-rata kandungan organik sebesar 2,16 ton/ha/tahun. Penelitian lain yang dilakukan Siegers (2015) bahwa serasah mangrove di Perairan Desa Hanura Kabupaten Pesawaran Lampung memberikan sumbangan sebesar 1,41 gr/m²/hari. Tingginya kandungan

organik pada serasah akan dipengaruhi tingkat produktivitas serasah mangrove itu sendiri. Yulma *et al.* (2013) telah melakukan penelitian terkait produktivitas serasah di kawasan hutan mangrove di Pantai Timur Lampung, bahwa tingkat produktivitas mangrove dapat mencapai 4,53 gram/m²/hari. Penelitian lain terkait produktivitas mangrove di wilayah Pulau Bangka pernah dilakukan oleh Farhaby & Utama (2019) di Pantai Mang Kalok produktivitas serasah dapat mencapai 10,17 gr/m²/hari.

Hutan mangrove Desa Kurau Timur merupakan salah satu kawasan hutan mangrove yang terletak di Kabupaten Bangka Tengah dengan luas hutan 148 hektar (SK Gubernur Babel No. 188.44/285/Dishut/2016). Masyarakat sekitar kawasan tersebut juga memanfaatkan potensi yang ada di kawasan hutan mangrove tersebut untuk kebutuhan sehari-hari. Hal ini dapat menjadi suatu ancaman apabila dilakukan dalam jumlah besar dan terus-menerus. Ancaman lain adalah adanya aktivitas-aktivitas tambang timah inkonvensional yang marak dilakukan oleh masyarakat yang berada di daerah hulu dari sungai Kurau (Hudatwi *et al.* 2019). Kondisi hutan mangrove Desa Kurau Timur memiliki komunitas mangrove dengan kondisi tutupan dan nilai kerapatan yang masih tergolong baik. Kondisi ini diduga disebabkan oleh sangat bervariasinya kondisi substrat yang ditemukan. Kelompok *Rhizophora apiculata* yang mendominasi hampir di semua lokasi penelitian dengan indeks nilai penting antara 148,13% hingga 191,02% (Farhaby 2019). Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui secara rinci tentang produksi dan kandungan karbon serasah mangrove di hutan Mangrove Desa Kurau Timur, serta parameter yang berpengaruh terhadap hal tersebut. Lebih lanjut lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut.

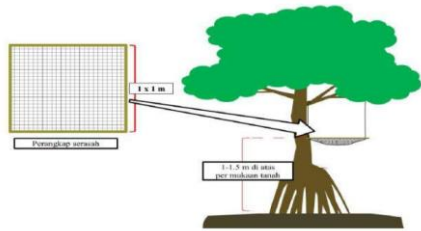


Gambar 1. Ilustrasi Lokasi Penelitian

BAHAN DAN METODE

Pengambilan serasah daun mangrove dilakukan dengan cara mengambil langsung daun yang sudah gugur secara alami dengan memasang perangkat serasah di bawah kanopi mangrove pada setiap stasiun dengan ukuran petakan 1 m x 1 m dengan ketinggian 1,5 meter dari permukaan agar serasah tidak terkena air laut (Gambar 4). Serasah mangrove yang sudah terkumpul kemudian ditimbang berat basahannya lalu dimasukkan kedalam kantong serasah (*litter bag*). Serasah

dimasukkan, kemudian dikering-anginkan untuk selanjutnya dimasukkan ke oven. Pengambilan sampel dilakukan setiap 7 hari sekali selama 3 bulan.



Gambar 2. Ilustrasi *Litter Trap* (Farhaby & Utama 2019)

Pengukuran Produksi Serasah

Pengukuran produksi serasah dilakukan dengan penampung serasah mangrove (*litter trap*) yang terbuat dari waring berwarna hitam berukuran 1 x 1 meter sebanyak 12 buah. Perangkat serasah tersebut dipasang dengan ketinggian 1,5 meter dari permukaan tanah untuk menghindari pengaruh air laut ketika pasang (Farhaby & Utama 2019). Perangkat dipasang pada 12 plot sesuai keterwakilan stasiun yang representatif, pengambilan dilakukan setiap 7 hari sekali selama 3 bulan.

Serasah mangrove yang tersadap pada setiap penampung serasah disortir berdasarkan jenis serasah yang terdiri dari; daun, buah, bunga/buah. Setelah serasah disortir dimasukkan ke dalam oven, kemudian di oven selama 48 jam pada suhu 80°C. Setelah dikeluarkan dari oven ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik dengan tingkat ketelitian 0,05 gram. Analisis produksi serasah dilakukan dengan menggunakan rumus (Sasekumar & Loi 1983) sebagai berikut:

$$TL = L \left(\frac{A}{a} \right)$$

TL = Total bobot serasah (gram)

L = Rata-rata bobot serasah tiap perangkat (gram)

A = luas areal penelitian (m²)

a = ukuran perangkat serasah (m²)

Pengukuran Kandungan Karbon Serasah

Pengukuran kandungan organik dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode gravimetrik yang mengacu pada AOAC (*Association of Analytical Communities*) 2002 yaitu sampel serasah kering diambil sekitar 20 gram. Sampel serasah kemudian dihaluskan dan ditimbang sekitar, kemudian dibakar menggunakan alat pengabuan (*furnace*) dengan suhu mencapai 550°C selama 4 jam. Sampel ditimbang, selisih berat sedimen sebelum dan sesudah dikeringkan adalah kandungan bahan organik yang hilang (Citra *et al.* 2020).

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

%BO = Persentase bahan organik serasah

W_o = Berat sedimen awal (gram)

W_t = Berat sedimen tersisa setelah pemanasan 550°C

Pengukuran *Litter Layer* (Biomassa Lantai)

Litter layer merupakan serasah yang ada pada suatu wilayah tertentu dan dinyatakan dalam berat atau unit energi per area permukaan. Pengamatan biomassa lantai hutan dilakukan dengan membuat petak kecil pada lantai hutan berukuran 50 cm x 50 cm di setiap plot. Serasah yang belum mengalami proses dekomposisi dan tanpa merusak keadaan di bawahnya serasah diambil pada petakan tersebut. Serasah kemudian ditimbang untuk mengukur berat basah serasah, kemudian di oven dengan suhu 80 °C selama 48 jam. Serasah yang telah kering kemudian di timbang untuk mengetahui berat kering serasah. Hasil pengukuran berat basah dan berat kering dikonversi dalam satuan ton/ ha dengan formula sebagai berikut (Siarudin & Rachman 2008):

$$BLBB = bb \times 0,04$$

$$BLBK = bk \times 0,04$$

BBLB = Biomassa lantai hutan berat basah (ton/ha)

BBLK = Biomassa lantai hutan berat kering (ton/ha)

bb = Berat basah (gram)

bk = Berat kering (gram)

Biomassa lantai hutan dilengkapi dengan pengamatan kedalaman masing-masing lapisannya. Pengukuran kedalaman lapisan dilakukan dengan membuat pengamatan horizontal tanah.

Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara langsung di lokasi penelitian berupa suhu udara menggunakan termometer, pH air dengan pH meter, kadar oksigen dengan DO meter, dan salinitas air dengan salinometer.

Parameter fisika kimia perairan dapat dilakukan dengan cara secara langsung dilapangan (*in situ*). Adapun parameter fisika kimia perairan yang diukur dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1. Parameter lingkungan dan metode pengukuran

No	Parameter	Pengukuran
1	suhu	in situ
2	pH	in situ
3	salinitas	in situ
4	DO Meter	in situ
5	substrat	in situ dan lab

Analisis Data

Analisis data produksi serasah, kandungan karbon serasah, dan serasah lantai dalam penelitian ini dilakukan menggunakan analisis deskriptif, dimana data yang didapat dari penelitian diolah secara deskriptif dalam bentuk tabel serta diagram guna menunjukkan gambaran data yang didapatkan di lapangan. Analisis hubungan parameter lingkungan pada penelitian ini menggunakan analisis *Principal Component Analysis* (PCA), metode analisis ini adalah metode untuk mempermudah struktur dari suatu set data dengan banyak dimensi. Metode PCA umum diaplikasikan dengan penelitian dengan tujuan untuk meringkas data dengan mereduksi variabel menjadi lebih kecil (Saepurahman & Putro 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis Vegetasi Mangrove di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur

Komposisi vegetasi mangrove yang ditemukan di ekosistem hutan mangrove Desa Kurau Timur terdapat sebanyak 15 jenis yang terdiri dari 6 jenis mangrove sejati yang tersebar di stasiun mangrove. Jenis-jenis mangrove tersebut yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, *Xylocarpus granatum*, *Acrostichum aureum*, *Bruguiera hainessii*, *Nypa fruticans*. Komposisi jenis vegetasi hutan mangrove disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 2. Komposisi Jenis Vegetasi Mangrove

Stasiun	Spesies	Nama Lokal	Σindividu (tegakan)
1	<i>Sonneratia alba</i>	Perepat	50
	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau minyak	16
	<i>Xylocarpus granatum</i>	Nyirih	6
2	<i>Acrostichum aureum</i>	Paku Laut	30
	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau Minyak	90
3	<i>Sonneratia alba</i> J	Perepat	2
	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau minyak	27
	<i>Bruguiera cylindricas</i>	Api-api hitam	5
	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Tanjang merah	158
	<i>Nypa fruticans</i>	Nipah	16

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada stasiun 1 terdapat 2 jenis yaitu *Sonneratia alba*, dan *Rhizophora apiculata* dan stasiun 2 terdapat 3 jenis yaitu *Xylocarpus granatum*, *Acrostichum aureum*, dan *Rhizophora apiculata*. Stasiun 3 tersusun oleh lebih banyak jenis yaitu 5 jenis mangrove yang terdiri dari *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera cylindrica*, dan *Nypa fruticans*.

Hasil analisis vegetasi mangrove di hutan mangrove Desa Kurau Timur ditemukan sebanyak 6 jenis

mangrove yang merupakan mangrove sejati. Jumlah ini lebih sedikit dibandingkan dengan temuan di hutan mangrove Munjang Kurau Barat yaitu 9 jenis sejati (Ardiawati 2021). Secara keseluruhan, hutan mangrove Desa Kurau Timur didominasi oleh jenis *Rhizophora apiculata*, hal serupa ditemukan di berbagai wilayah di Indonesia, seperti halnya dalam penelitian Wanaputra *et al.* (2019) di kawasan IUPHHK PT. BUMWI yang menyatakan *Rhizophora apiculata* adalah jenis yang mendominasi kawasan mangrove tersebut. Vegetasi stasiun 1 yang merupakan kawasan muara sungai dan paling dekat dengan laut disusun oleh jenis *Sonneratia alba* dan *Rhizophora apiculata* yang dapat tumbuh di stasiun yang paling dekat dengan laut. Menurut (Rosalina & Rombe 2021) hal ini karena spesies tersebut memiliki adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan seperti substrat, pH, suhu, dan salinitas. Stasiun 2 memiliki vegetasi yang didominasi oleh *R. apiculata*, hal ini karena jenis mangrove ini dapat tumbuh optimal di kawasan berlumpur tinggi seperti stasiun 2 (Masiyah & Sunarni 2015). Berdasarkan penelitian Irwan *et al.* (2019) salah satu hal yang mendukung *R. apiculata* memiliki persebaran yang baik yaitu karena biji yang dapat berkecambah saat buah masih di pohon. Jenis lainnya yang ada di stasiun 2 yaitu *Acrostichum aureum* dan *Xylocarpus granatum*

Vegetasi mangrove di stasiun 3 disusun oleh 5 jenis mangrove yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Nypa fruticans*. Jenis *Bruguiera gymnorrhiza* adalah jenis yang mendominasi di stasiun ini. Dominasi *B. gymnorrhiza* di stasiun 3 dipengaruhi oleh kondisi di kawasan tersebut mendukung untuk pertumbuhan. *B. gymnorrhiza*, yaitu karena pada stasiun lebih terlindungi faktor penghambat pertumbuhan. Menurut Ghufron *et al.* (2015) bahwa keadaan angin kuat memungkinkan adanya gangguan terhadap pertumbuhan mangrove karena menyebabkan tidak normalnya karakteristik fisiologis.

Laju Produksi dan Persentase Kandungan Karbon Serasah di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur

Berdasarkan hasil laju produksi serasah mangrove yang didapatkan selama penelitian, selanjutnya dilakukan penghitungan kandungan karbon serasah pada setiap stasiun. Nilai rata-rata persentase kandungan karbon di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur adalah 53,71% per hari (Tabel 2). Persentase sumbangan karbon terbesar ditemukan pada stasiun 2 dengan persentase 62,21% per hari. Nilai persentase di stasiun 1 mencapai 54,25%, sedangkan persentase pada stasiun 3 adalah nilai terendah yaitu 44,66%

Tabel 2. Persentase Kandungan Karbon Serasah di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur

Stasiun	Gbb/ m ² /hr	Gbk/ m ² /hr	% Karbon /hr	Karbon (gram/m ² / hari)	Karbon (ton/ha/ tahun)
1	4,39	3,08	54,25	2,38	8,69
2	4,40	3,32	62,21	2,74	10,01
3	3,94	2,39	44,66	1,73	6,31
Rata	4,24	2,93	53,71	2,28	8,34

Ket : Gbb/m²/hr: Gram berat basah per hari (gr),
 Gbb/m²/hr: Gram berat kering per hari (gr), %
 Karbon: Persentase kandungan karbon (%)

Kandungan karbon yang tersimpan di dalam serasah mangrove dapat menjadi indikasi kemampuan tumbuhan tersebut dalam menyimpan karbon (Bachmid *et al.* 2018). Hasil laju produksi serasah mangrove yang didapatkan selama penelitian, maka dilakukan perhitungan kandungan karbon pada sampel, kemudian didapatkan hasil kandungan karbon di setiap stasiun yang disajikan dalam Tabel. 2 menunjukkan nilai rata-rata persentase kandungan karbon serasah mangrove pada setiap stasiun sebesar 53,71 % C/hari dari rata-rata berat kering 2,28 gram/hari. Hasil ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian serupa oleh Rerung *et al.* (2022) yang mendapatkan rata-rata 25,93% C/hari. Persentase kandungan karbon dari serasah mangrove pada penelitian ini dapat dikategorikan tinggi. Menurut Supriharyono (2009) bahwa terdapat 45-50% kandungan karbon dari berat kering serasah.

Berdasarkan Tabel. 2, bahwa persentase kandungan karbon pada stasiun 1 adalah 54,25% C/hari dari berat kering 9,24 gram/hari. Persentase kandungan karbon tertinggi terdapat pada stasiun 2 yang mencapai 62,21% C/hari. Stasiun 3 memiliki persentase lebih rendah yaitu pada nilai 44,66% C/Hari. Persentase kandungan karbon memiliki kaitan dengan bagaimana persentase abu hasil pembakaran serasah tersebut, semakin tinggi persentase abu akan maka persentase karbon akan semakin kecil. Persentase abu rata-rata pada penelitian ini yaitu 15,42%, persentase ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Rudiansyah *et al.* (2013) di Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau dengan nilai rata-rata persentase 22,47% yang menggunakan suhu 400°C. Perbedaan kadar abu diduga berkaitan dengan besar suhu yang digunakan, dimana pada penelitian ini suhu yang digunakan adalah lebih tinggi yaitu 500°C.

Estimasi kandungan karbon pada serasah mangrove berdasarkan Tabel. 2, diketahui bahwa dapat dihasilkan karbon total per hari yaitu 6,85 gram/m²/hari dengan rata-rata setiap stasiun sebesar 2,28 gram/m²/hari. Berdasarkan hasil pengukuran karbon per hari, dapat diketahui laju produksi karbon di hutan mangrove Desa Kurau Timur pada stasiun 1 adalah 2,38 gram/ m²/hari (8,69 ton/ha/tahun). Laju produksi karbon serasah tertinggi yaitu pada stasiun 2 dengan 2,74 gram/m²/hari (10,01 ton/ha/tahun), sedangkan pada stasiun 3 adalah 1,73 gram/m²/hari (6,31 ton/ha/tahun). Total laju produksi karbon serasah semua stasiun adalah 25,01 ton/ha/tahun dengan rata-rata 8,34 ton/ha/tahun. Nilai ini berada dalam kisaran normal bila dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Heriyanto (2019) di Kepulauan Lepar Pongok Bangka Selatan yang mendapatkan hasil bahwa karbon dari guguran serasah di lantai hutan berada pada kisaran 5,8-25,8 ton/ha/tahun. Penelitian serupa oleh Rudiansyah *et al.* (2013) di Kepulauan Riau menunjukkan hasil perkiraan karbon serasah sebesar 2,321 gram/m²/hari

(6,15 ton/m²/tahun). Hasil ini menunjukkan bahwa laju produksi karbon serasah di hutan mangrove Desa Kurau Timur tergolong tinggi (normal) pada perbandingan penelitian lainnya.

Pengukuran Karbon Lantai (*Litter Layer*) Mangrove di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur

Biomassa dari lapisan serasah yang didapatkan pada lokasi penelitian yaitu mencapai total 12,33 ton/ha (Tabel 3.). Lapisan serasah stasiun 1 merupakan yang terendah yaitu dengan berat kering 32,20 gram dengan ketebalan serasah 10 mm. Lapisan serasah paling tinggi yaitu di stasiun 2 dengan berat kering 149,44 gram dengan ketebalan serasah paling tebal yaitu 32 mm. Lapisan serasah pada stasiun 3 yaitu dengan berat kering 76,11 gram, dengan ketebalan 24 mm. Berdasarkan perkiraan biomassa yang didapatkan, dapat diketahui kandungan karbon dari serasah lantai yang didapatkan yaitu dengan total karbon 4,85 ton/ha atau rata-rata setiap stasiun 1,62 ton/ha.

Tabel 3. Pengukuran karbon lantai mangrove (*Litter layer*)

Stasiun	Berat Kering (gr)	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)	Kedalaman (mm)
1	32,20	1,29	0,61	10
2	149,44	5,98	2,81	32
3	76,11	3,04	1,43	24
Rata-rata	85,92	3,44	1,62	22

Biomassa di lantai hutan mangrove menjadi salah satu indikator besarnya kandungan bahan organik yang menjadi salah satu rantai makanan di ekosistem mangrove. Serasah mangrove yang telah jatuh ke lantai akan menjadi penyusun biomassa di ekosistem tersebut (Manafe *et al.* 2016). Berdasarkan Tabel. 3 dapat diketahui bahwa lapisan serasah hutan mangrove di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur dengan berat kering pada luas bidang pengambilan sampel 50 cm x 50 cm dari setiap stasiun rata-rata berada pada berat 85,92 gram. Nilai berat kering pada stasiun 1 adalah 32,20 gram, paling tinggi berada di stasiun 2 dengan 149,44 gram, dan stasiun 3 dengan 76,11 gram. Berat kering didapatkan dari pemisahan air dari berat awal (basah) dengan pengovenan. Kadar air rata-rata yang dari berat basah yaitu 40,92 %. Nilai kadar air tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian serupa oleh Suriadi & Rachman (2006) di Kawasan Mangrove Blanakan dengan kadar air mencapai rata-rata 74,60%.

Biomassa yang dihasilkan dari jatuhnya serasah di lantai hutan yang tersusun oleh serasah daun, ranting,

buah, bunga dan bagian lainnya akan terdekomposisi oleh mikroorganisme dan termineralisasi menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana. Berdasarkan perhitungan total kandungan karbon dari lapisan serasah di hutan mangrove Desa Kurau Timur, didapatkan pendugaan biomassa serasah yang dihasilkan oleh lapisan serasah di lantai hutan mangrove yaitu 10,31 ton/ha dari 3 stasiun. Stasiun 1 dengan nilai biomassa serasah 1,29 ton/ha sekaligus menjadi nilai terendah dibandingkan stasiun lainnya. Hal ini karena stasiun 1 memiliki lokasi dekat dengan laut sehingga serasah yang berada di lantai pada stasiun tersebut akan hanyut oleh air laut. Nilai biomassa serasah di lantai stasiun 2 yaitu 5,98 ton/ha, sedangkan pada stasiun 3 dengan 3,04 ton/ha. Jumlah serasah di lantai hutan mangrove memiliki kaitan dengan tipe substrat yang di kawasan tersebut. Tipe substrat dominan berlumpur akan lebih optimal dalam mengikat serasah agar tetap berada di lantai hutan dan tidak terbawa arus air laut. Namun apabila tipe substrat di kawasan tersebut cenderung berpasir maka substrat akan lebih mudah hanyut. Menurut Ardiawati (2021) bahwa tipe substrat di kawasan pesisir Mangrove Munjang didominasi oleh fraksi sedimen liat (*clay*). Kondisi lantai hutan mangrove dapat dipengaruhi pasang surut, menurut Handoko *et al.* (2016) bahwa antara pasang surut dan tipe tanah memiliki hubungan penting. Tingkat pasang surut akan mempengaruhi tipe substrat yang mengendap di kawasan (Ariani *et al.* 2016).

Kedalaman lapisan serasah pada lantai hutan mangrove diukur pada setiap plot pengamatan. Kategori lapisan serasah yang digunakan yaitu serasah yang baru jatuh dan belum mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme. Penentuan telah terdekomposisinya serasah ditandai dengan kondisi struktur fisik serasah. Menurut Karmila (2015) bahwa proses dekomposisi serasah di lantai hutan diawali dengan proses penghancuran atau fragmentasi yang mungkin dilakukan oleh hewan-hewan kecil Berdasarkan Tabel 3, diketahui kedalaman lapisan serasah di setiap lantai stasiun hutan mangrove yaitu dengan rata-rata 22 mm dengan kisaran kedalaman 10-32 mm. Stasiun 1 memiliki kedalaman rata-rata lapisan serasah 10 mm, kedalaman ini adalah yang terendah karena posisinya dekat dengan laut dan dikarenakan stasiun 1 disusun oleh vegetasi dengan bobot daun, batang, dan bunga yang lebih ringan seperti. Kedalaman lapisan serasah pada stasiun 2 yaitu 32 mm yang merupakan nilai paling tinggi, hal ini dikarenakan pada stasiun 2 yang didominasi oleh *Rhizophora apiculata* dan lebih rapat. Stasiun 3 memiliki kedalaman lapisan serasah sebesar 24 mm, nilai ini lebih tinggi karena pada stasiun 3, lantai hutan mangrove lebih kering sehingga serasah dapat bertahan lebih lama.

Parameter Sifat Fisik dan Kimia Lingkungan

Sifat fisika dan kimia lingkungan adalah salah satu faktor yang berpengaruh di suatu ekosistem, termasuk kawasan hutan mangrove. Sifat fisika dan kimia lingkungan yang diukur dalam penelitian ini yaitu salinitas, DO (kadar oksigen), derajat keasaman (pH), dan suhu. Hasil pengukuran sifat fisika dan kimia lingkungan di lokasi penelitian (Tabel 4.) yaitu stasiun 1 memiliki

salinitas paling tinggi yaitu 18 ppt, stasiun 2 yaitu 14,67 ppt, dan terendah pada stasiun 3 yaitu 11,33 ppt,

Pengukuran kadar oksigen (DO) di lokasi penelitian yaitu paling tinggi di stasiun 3 yang mencapai 5,70 mg/l, kemudian stasiun 2 dengan nilai DO 5,60 mg/l. Nilai DO stasiun 1 yaitu 4,40 mg/l yang merupakan nilai DO paling rendah dibandingkan stasiun lainnya. Derajat keasaman (pH) pada lokasi penelitian rata-rata 6,53 dengan pH paling tinggi di stasiun 2 dengan nilai pH 6,96 dan paling rendah di stasiun 3 dengan nilai pH 6,56. Parameter lingkungan lainnya yaitu suhu, hasil pengukuran rata-rata suhu yang didapatkan yaitu 27,75°C. Suhu tertinggi mencapai 30°C di stasiun 1 dan suhu terendah yaitu 28°C pada stasiun 2 dan 3.

Tabel 4. Parameter Sifat Fisik dan Kimia Lingkungan

Stasiun	Parameter Sifat Fisik dan Kimia Lingkungan			
	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	pH	Suhu (°c)
1	18	4,40	6,95	30
2	14,67	5,60	6,96	28
3	11,33	5,70	6,56	28
Rata-rata	14,67	5,23	6,82	28,67

Hasil pengukuran parameter sifat fisika dan kimia di hutan mangrove Desa Kurau Timur dapat dilihat pada Tabel. 4 menunjukkan parameter dalam suatu ekosistem memiliki pengaruh terhadap laju produksi serasah mangrove. Menurut Sitompul *et al.* (2014) bahwa produksi serasah merupakan guguran struktur vegetatif dan reproduktif yang disebabkan oleh faktor ketuaan, cekaman oleh faktor mekanik, kematian, serta kerusakan dari keseluruhan tumbuhan oleh kondisi fisika dan kimia ekosistem tersebut. Salinitas merupakan salah satu yang diukur dalam penelitian ini. Berdasarkan Tabel. 4, diketahui nilai salinitas di stasiun 1 adalah 18 ppt yang merupakan nilai tertinggi yang dikarenakan berbatasan langsung dengan laut, stasiun 2 adalah 14,67 ppt, stasiun 3 adalah 11,33 ppt yang merupakan nilai terendah karena berlokasi paling jauh dari laut. Rata-rata salinitas di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur adalah 14,67 ppt. Nilai salinitas ini tergolong dalam salinitas rendah menurut Matatula *et al.* (2019) yang menggolongkan tingkat salinitas menjadi 3 yaitu G-1 (10-20 ppt) untuk salinitas rendah, G-2 (21-30 ppt) untuk salinitas sedang, dan G3 (>30 ppt) untuk salinitas tinggi. Hasil ini lebih rendah bila dibandingkan dengan salinitas hutan mangrove umumnya. Laporan salinitas dalam Penelitian Matatula *et al.* (2019) salinitas hutan mangrove di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur berada di kisaran 23,33- 26,33 ppt. Hasil lainnya oleh Sinaga *et al.* (2019) di Muara Sungai Upang Sumatera Selatan dengan salinitas pada kisaran 20-25 ppt. Rendahnya salinitas pada penelitian ini diduga karena adanya kaitan waktu pengukuran yang dilakukan saat air laut surut. Menurut Patty (2013) Hutan mangrove berada di wilayah yang dipengaruhi oleh air laut, dan salinitas (kadar garam) air dapat mempengaruhi proses dekomposisi. Tingkat salinitas yang tinggi diduga

menghambat beberapa mikroorganisme dan mempengaruhi komposisi komunitas dekomposer.

Suhu air merupakan salah satu parameter lingkungan yang diukur di Hutan Mangrove Desa Kurau Timur. Berdasarkan Tabel. 4 diketahui bahwa rata-rata suhu lokasi penelitian adalah 28,67°C. Rincian hasil pengukuran suhu setiap stasiun yaitu stasiun 1 dengan suhu 30°C yang sekaligus suhu tertinggi dibandingkan stasiun lain, stasiun 2 dan 3 memiliki suhu yang sama yaitu 28°C. Perbedaan suhu antara setiap stasiun seperti pada stasiun 1 diduga dikarenakan saat pengukuran terjadi kenaikan suhu permukaan air sungai yang masuk ke stasiun 1, yang mana stasiun 1 berada dekat dengan muara sungai. Suhu di stasiun 2 dan 3 lebih rendah karena terdapat badan air sehingga dengan kedalaman perairan yang cukup, akan dapat mengendalikan lonjakan suhu air perairan di kawasan tersebut (Mathius *et al.* 2018). Secara keseluruhan, suhu air di hutan mangrove Desa Kurau Timur dengan merupakan suhu yang optimum untuk pertumbuhan mangrove, menurut Farhaby (2019) suhu 27,8-31,7 °C adalah suhu optimum bagi mangrove. Lebih lanjut suhu lingkungan memainkan peran penting dalam proses dekomposisi. Suhu yang lebih tinggi cenderung meningkatkan laju dekomposisi karena mempercepat aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses ini

Faktor lingkungan lainnya yang diukur di lokasi penelitian yaitu pH air. Nilai pH berdasarkan Tabel. 4, maka pH selama pengukuran berada pada rata-rata 6,82 dengan rentang kisaran pada 6,56-6,96. Nilai ini termasuk dalam pH yang netral dan normal di ekosistem mangrove, menurut Fajar *et al.* (2013) pH tanah dengan kisaran 6-7 merupakan pH yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove. Nilai pH paling tinggi yaitu 6,96 di stasiun 2, hal ini dapat di karena pada stasiun tersebut adanya serasah yang mengalami dekomposisi pada permukaan sehingga air permukaan memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan memungkinkan tanah menjadi lebih asam (Dewi & Herawatiningsih 2017). Berdasarkan Tabel. 4, nilai DO (oksigen terlarut) menunjukkan nilai tertinggi terdapat di stasiun 3 yaitu sebesar 5,70 mg/l. sedangkan paling rendah di stasiun 1 sebesar 4,40 mg/l. PH dan DO saling terkait dalam ekosistem mangrove. Alongi (1994) Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menyebabkan penurunan DO karena aktivitas dekomposer yang memerlukan oksigen. Selain itu, proses dekomposisi bahan organik juga dapat melepaskan senyawa yang mempengaruhi pH lingkungan. Hubungan kompleks ini dapat berdampak pada komunitas mikroorganisme dan organisme lain yang hidup di hutan mangrove. Organisme tertentu mungkin lebih cocok untuk lingkungan dengan kondisi pH dan DO tertentu. Menurut Sari *et al.* (2016) bahwa berkurangnya kadar oksigen di perairan dikarenakan dekomposisi bahan organik dan oksigen cepat masuk ke sedimen, oleh karena itu, stasiun yang memiliki nilai DO lebih tinggi memiliki berat kering serasah lantai yang lebih tinggi pula sebagai indikasi proses dekomposisi yang rendah sehingga serasah akan

tetap utuh. Stasiun 2 memiliki nilai DO masing-masing 5,60 mg/l. Rata-rata nilai DO di ekosistem hutan mangrove Desa Kurau Timur adalah 5,23 mg/l. Nilai DO tersebut sudah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 bahwa oksigen terlarut yang masih baik bagi ekosistem mangrove adalah > 5 mg/l. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Kadim *et al.* (2017) bahwa kandungan DO untuk ekosistem mangrove yang ideal adalah pada kisaran 3-7 mg/l.

KESIMPULAN

Kandungan karbon serasah memiliki persentase karbon 53,71%, persentase abu 15,42%. Produksi karbon serasah di mangrove Desa Kurau Timur Kabupaten Bangka Tengah adalah 2,28 gram/m²/hari atau 6,85 ton/ha/tahun. Lapisan serasah pada lantai hutan yaitu 85,92 gram berat kering dengan perkiraan kandungan karbon di setiap stasiun 1,62 ton/ha dan memiliki kedalaman lapisan rata-rata 22 mm. Parameter lingkungan yang paling berpengaruh terhadap produksi serasah adalah DO (kadar oksigen). Nilai DO di hutan mangrove Desa Kurau Timur adalah 4,4-5,7, DO yang lebih tinggi menghasilkan produksi serasah yang lebih tinggi. Dari hasil penelitian yang dilakukan faktor lingkungan yang berpengaruh salinitas dan pH berpengaruh terhadap produksi karbon serasah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada LPPM Universitas Bangka Belitung yang sudah mendanai riset yang peneliti lakukan dalam skema Penelitian Dosen Tingkat Universitas Tahun Anggaran 2022

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. M. (1994). The role of bacteria in nutrient recycling in tropical mangrove and other coastal benthic ecosystems. *Hydrobiologia*, 285(1-3), 19-32. <https://doi.org/10.1007/BF00005650>
- Ariani E, Ruslan M, Kurnain A, dan Kissinger. 2016. Analisis Potensi Simpanan Karbon Hutan Mangrove di Area PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk P 12 Tarjun. *Journal Enviro Scientiae*, 12(3): 312-329. <https://doi.org/10.20527/es.v12i3.2456>
- Citra LS, Supriharyono, Suryanti. 2020. Analisis Kandungan Bahan Organik, Nitrat dan Fosfat pada Sedimen mangrove Jenis *Avicennia* dan *Rhizophora* di Desa Tapak Tugurejo Semarang. *Journal of Maquares*, 9(2): 107-114. <https://doi.org/10.14710/marj.v9i2.27766>
- Dewi SK, Herawatiningsih R. 2017. Kondisi Tanah dalam Kawasan Mangrove di Desa Nusapati Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Jurnal*

- Hutan Lestari*, 5(2): 177-182. <http://dx.doi.org/10.26418/jhl.v5i2.19110>
- Dinilhuda A, Akbar AA, Jumiati. 2018. Peran Ekosistem Mangrove Bagi Mitigasi Pemanasan Global. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2). <https://doi.org/10.26418/jtsft.v18i2.31233>
- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim. 2021. *Konvensi Perubahan Iklim*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Fajar A, Oetama D, Afu A. 2013. Studi Kesesuaian Jenis untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut*, 3(12): 164-176.
- Farhaby AM, Utama AU. 2019. Analisis Produksi Serasah Mangrove di Pantai Mang Kalok Kabupaten Bangka. *Jurnal Enggano*, 4(1): 1-11. <https://doi.org/10.31186/jenggano.4.1.1-11>
- Farhaby AM. 2019. Kajian Awal Kondisi Kesehatan Hutan Mangrove di Desa Kurau Timur Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Biosains*, 5(3): 99-104. <https://doi.org/10.24114/jbio.v5i3.14074>
- Fiqa AP dan Sofiah S. 2010. *Pendugaan Laju Dekomposisi dan Produksi Biomassa Serasah Pada Beberapa Lokasi di Kebun Raya Purwodadi*. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi.
- Ghufroon R, Kusmana RC, dan Rusdian O. 2015. Komposisi Jenis Dan Struktur Hutan Mangrove di Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan. *Jurnal Silviculture Tropika*, 6(1): 15-26. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11526-32>
- Haris A, Damar A, Bengen DGG, Yulianda F. 2012. Produksi Serasah Mangrove Dan Kontribusinya Terhadap Perairan Pesisir Kabupaten Sinjai. *Jurnal Octopus*, 1(1): 13-18. <https://doi.org/10.26618/octopus.v1i1.436>
- Heriyanto NM, Silvaliandre V. 2019. Keanekaragaman mangrove dan Sediaan Karbonnya di Kepulauan Lepar Pongok, Kabupaten Bangka Selatan. *Buletin Plasma Nutfah*, 25(20): 37-56. <https://doi.org/10.21082/blpn.v25n2.2019.p47-58>
- Hudatwi M, Valeriani D, Putri AK. 2019. Eduwisata Hutan Mangrove Desa Kurau Timur. *Prosiding Seminar Hukum dan Publikasi Nasional (Serumpun) I 2019* : 342-345.
- Imran A, dan Efendi I. 2016. Inventarisasi Mangrove di Pesisir Pantai Cemare Lombok Barat. *JUPE*, 1. <https://doi.org/10.58258/jupe.v1i1.66>
- Irwan I, Surachmat A, Khairul J, Supryady, dan Lasikada H. 2019. Kajian Kondisi dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Kabupaten Bone. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan Dan Perikanan VI Universitas Hasanuddin*, 157-166.
- Kadim MK, Pasingi N, dan Paramata AR. 2017. Kajian Kualitas Perairan Teluk Gorontalo dengan menggunakan metode STORET. *Jurnal Depik*, 6(3): 235-241. <https://doi.org/10.13170/depik.6.3.8442>
- Karmila. 2015. Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMb) Kota Tarakan. [*Skripsi*]. Universitas Borneo. Tarakan.
- Manafe G, Kaho MR, Risamasu F. 2016. Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, 16(2) :163-173. <https://doi.org/10.24843/blje.2016.v16.i02.p09>
- Martuti NKT, Setyowati DL, Nugraha SB. 2019. *Ekosistem Mangrove (Keanekaragaman, Fitoremediasi, Stok Karbon, Peran dan Pengelolaan)*. Semarang. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang.
- Masyiah S, Sunarni S. 2015. Komposisi Jenis dan Kerapatan Mangrove di Pesisir Arafura Kabupaten Merauke Provinsi Papua. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8(1): 60-68. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.8.1.60-68>
- Matatula J, Poedirahajoe E, Pudyatmoko S, Sadono R. 2019. Keragaman Kondisi Salinitas pada Lingkungan Tempat Tumbuh Mangrove di Teluk Kupang NTT. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3): 425-434. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.425-434>
- Mathius SR, Lantang B, Maturbongs MR. 2018. Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Keberadaan Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Dermaga Lantamal Kelurahan Karang Indah Distrik Merauke Kabupaten Merauke. *Journal Musamus Fisheries and Marine*, 1(2): 22-48. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v1i1.1440>
- Patty I. S. 2013. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3): 2302-3589. <https://doi.org/10.35800/jip.1.3.2013.2580>
- Purnobasuki H. 2012. Pemanfaatan Hutan Mangrove sebagai Penyimpan Karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya* 28: 3-5.
- Rerung E, Sondak CFA, Bara RA, Darwisito S, Paruntu CP, Tombakan JL. 2022. Estimasi Kandungan Karbon Serasah Daun Mangrove *Rhizophora* spp. Di Hutan Mangrove Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 10(2): 49-57. <https://doi.org/10.35800/jplt.10.2.2022.41690>
- Rosalina D, Rombe KH. 2021. Struktur dan Komposisi Jenis Mangrove di Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Airaha*, 10(1): 99-108. <https://doi.org/10.15578/ja.v10i01.219>
- Sari MA, Purnomo PW, Haerudin. 2016. Analisis Kebutuhan Oksigen untuk Dekomposisi Bahan Organik Sedimen di Kawasan Mangrove Desa Bedono Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(4): 281-292. <https://doi.org/10.14710/marj.v5i4.14422>
- Sasekumar A, Loi JJ. 1983. Litter production in a 3 mangrove forest zones in the Malay peninsula. *Aquatic Botany*. 17: 283-290. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(83\)90063-3](https://doi.org/10.1016/0304-3770(83)90063-3).

- Siarudin M, Rachman E. 2006. Biomassa Lantai Hutan dan Jatuhan Serasah di Kawasan Mangrove Blanakan Subang Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 5(4): 329-335. <https://doi.org/10.20886/jphka.2008.5.4.329-335>
- Siegers WH. 2015. Analisis Produktivitas Serasah Mangrove di Perairan Desa Hanura Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pasawaan Lampung. *Journal of Fisheries Development*, 2(3): 45-60.
- Sinaga HH, Surbakti H, Diansyah G. 2019. Penstasiunsian Mangrove dan Keterkaitannya dengan Salinitas di Muara Sungai Upang Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(2): 66-77. <https://doi.org/10.56064/jps.v21i2.531>
- Sitompul RH, Khairijon, Fatonah S. 2014. Produksi Serasah Berdasarkan Stasiun di Kawasan Mangrove Bandar Bakau Dumai Riau. *JOM FMIPA*, 1(2): 492-499.
- Supriharyono. 2009. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 367-419
- Suryadi T, Yulianda F, Susanto HA. 2021. Analisis Kesesuaian kawasan Konservasi Mangrove di Muara Gembong Kabupaten Bekasi Provinsi Jawa Barat. *EnviroScienceteae*, 17(3): 11-24. <https://dx.doi.org/10.20527/es.v17i3.11635>
- Tidore F, Rumengan A, Sondak CFA, Mangindaan REP, Runtuwene HCC, Pratasik SB. 2018. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1): 53-58. <https://doi.org/10.35800/jplt.6.2.2018.21529>
- Wanaputra AA, Poedjirahajoe E, Rishadi. 2019. Struktur dan Komposisi Hutan Mangrove di IUPHHK-HA PT. Bintuni Utama Murni Wood Industries. <https://doi.org/10.46703/jurnalpapuasiasia.Vol5.Iss2.142>
- Windarni C, Setiawan A, Rusita. 2018. Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Meringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 6 (1): 66-74. <https://doi.org/10.23960/jsl1667-75>
- Yulma, Adiwilaga EM, Wardianto Y. 2013. Kontribusi Bahan Organik Api-Api (*Avicennia marina*) sebagai Bahan Evaluasi Pengelolaan Ekosistem Mangrove: Studi Kasus Kecamatan Labuhan Meringgai Kabupaten Lampung Timur. *Bonorowo Wetlands*, 3(1): 12-29. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w030102>