

**ESTIMASI KARBON TERSIMPAN DI HUTAN
MANGROVE DESA SRIMINOSARI
KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Skripsi

Skripsi Ini Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
(FTK) Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Sebagai
Beban Studi Untuk Melengkapi Syarat-Syarat Guna Mendapatkan
Gelar S1 Dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Diajukan Oleh:

DEWI MUSTIKA SARI

1711060164

**Mahasiswi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN
INTAN LAMPUNG
2021 M / 1443 H**

ABSTRAK

Karbon dioksida (CO₂) merupakan senyawa kimia atau zat asam arang yang tidak berbau, serta tidak berwarna yang berbahaya untuk manusia serta lingkungan akibat dari berbagai aktivitas seperti aktivitas industri, penggunaan bahan bakar kendaraan, penebangan pohon, dan lain-lain. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terus meningkatnya karbon dioksida (CO₂) di bumi yaitu dengan adanya keberadaan hutan di Indonesia. Hutan berperan sangat penting dalam menjaga ekosistem dengan kemampuannya menyerap (*sekkuestrasi*) dan menyimpan karbon ke dalam bagian seperti, tumbuhan, serasah serta bahan organik tanah dan mengubahnya menjadi energi yang disimpan dalam biomassa melalui proses fotosintesis. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jumlah karbon yang tersimpan pada serasah dan sedimen di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2021 bertempat di Hutan Mangrove Desa Sriminosari Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Pengukuran biomassa serasah dilakukan dengan metode pengumpulan (*Destructive*) sedangkan biomassa sedimen dilakukan dengan metode observasi (pengamatan dan pengambilan sampel secara langsung). Berdasarkan penelitian ini total cadangan karbon pada serasah sebesar 20,4 ton/ha dengan nilai biomassa sebesar 44,3 ton/ha. Sedangkan nilai total cadangan karbon sedimen sebesar 127,3 ton/ha dengan nilai biomassa 85,2 ton/ha. Nilai cadangan karbon serasah tertinggi terletak pada stasiun 1 sebesar 27,5 ton/ha sedangkan nilai cadangan karbon sedimen tertinggi terletak pada stasiun 1 sebesar 133,1 ton/ha. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa uji hipotesis H₀ ditolak dan H₁ diterima yang berarti terdapat perbedaan jumlah karbon pada serasah dan sedimen antara stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3.

Kata Kunci : Biomassa, Karbon, Mangrove.

ABSTRACT

Carbon dioxide (CO₂) is a chemical compound or charcoal acid that is odorless, and has no color, which is harmful to humans and the environment as a result of various activities such as industrial activities, use of vehicle fuels, felling trees, and others. Efforts that can be made to prevent the continued increase of carbon dioxide (CO₂) on earth are the existence of forests in Indonesia. Forests play a very important role in maintaining ecosystems with their ability to absorb (sekuestrasi) and store carbon into parts such as plants, litter and soil organic matter and convert them into energy stored in biomass through the process of photosynthesis. The purpose of this study was to determine the amount of carbon stored in litter and sediment in the mangrove forests of Sriminosari Village, Labuhan Maringgai District. East Lampung Regency. This research was conducted in January 2021 at the mangrove forests of Sriminosari Village, Labuhan Maringgai District. East Lampung Regency. Measurement of litter biomass was carried out by the collection method (destructive), while the sediment biomass was carried out by the observatoin method (direct observation and sampling). Based us the study, the total carbon stock in litter was 20,4 tonnes/ha with a biomass value of 44,3 tonnes/ha. Meanwhile, the total value of sediment carbon stock was 127,3 tonnes/ha with a biomass value of 85,2 tonnes/ha. The highest value of litter carbon stock was loated at station 1 of 27,5 tonnes/ha, while the highest value of sediment carbon was located at station 1 at station 133,1 tonnes/ha. The results of these studies prove that H0 hypothesis test is rejected and H1 is accepted, which means that there is a difference in the amount of carbon in litter and sediment between station 1, station 2 and station 3.

Keywords: Biomass, Carbon, Mangrove.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dewi Mustika Sari
NPM : 1711060164
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Skripsi ini merupakan asli dari hasil karya saya sendiri yang digunakan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Biologi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Skripsi ini asli gagasan, rumusan serta penelitian saya sendiri tanpa ada bantuan dari pihak lain kecuali bimbingan serta arahan dari Dosen Pembimbing.

Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh pihak lain, kecuali secara tertulis dengan jelas telah saya cantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan serta ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan aturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Mei 2021
Yang Membuat Pernyataan,

Dewi Mustika Sari



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl.Letkol H.Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. ☎ (0721) 783260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Estimasi Karbon Tersimpan Di Hutan
Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan
Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung
Timur**

Nama : **Dewi Mustika Sari**

NPM : **1711060164**

Jurusan : **Pendidikan Biologi**

Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

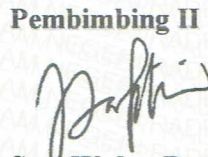
MENYETUJUI

Untuk di munaqosyahkan dan di pertahankan dalam Sidang Munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I


Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 19750514200801100

Pembimbing II


Suc Wulan Pawhestri, M.Si
NIP. -

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi


Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 19750514200801100



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl.Letkol H.Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. ☎ (0721) 783260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Estimasi Karbon Tersimpan Di Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”** disusun oleh **Dewi Mustika Sari, NPM: 1711060164**, Program Studi Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqosyah di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada Hari/Tanggal: **Jumat, 28 Mei 2021**.

TIM PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd	(.....)
Sekretaris	: Nur hidayah, M.Pd	(.....)
Penguji Utama	: Marlina Kamelia, M.Sc	(.....)
Penguji Pendamping I	: Dr. Eko Kuswanto, M.Si	(.....)
Penguji Pendamping II	: Suci Wulan Pawhestri, M.Si	(.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 19640828 198803 2 002

MOTTO

وَلَا تَقُولَنَّ لِشَيْءٍ إِنِّي فَاعِلٌ ذَٰلِكَ غَدًا ﴿٢٣﴾ إِلَّا أَن يَشَاءَ اللَّهُ
وَأَذْكُر رَبَّكَ إِذَا نَسِيتَ وَقُلْ عَسَىٰ أَن يَهْدِيَنِّي رَبِّي لِأَقْرَبَ مِن هَٰذَا
رَشَدًا ﴿٢٤﴾

“Dan jangan sekali-kali kamu mengatakan tentang sesuatu: ‘sesungguhnya aku akan mengerjakan ini besok pagi, kecuali (dengan menyebut): Insya Allah’. “Dan ingatlah kepada Tuhanmu jika kamu lupa, dan katakanlah, ‘mudah-mudahan Tuhanku akan memberiku petunjuk kepada yang lebih dekat kebenarannya dari pada ini.’”

(Q.S Al-kahfi: 23-24)



PERSEMBAHAN

**KUPERSEMBAHKAN KARYA KECIL INI UNTUK
KEDUA ORANG TUAKU, BAPAK SUNARDI DAN IBU
TUWANTI YANG TELAH MEMBERIKAN SEMANGAT,
DUKUNGAN SERTA MOTIVASI SELAMA PENULISAN
SKRIPSI INI.**



RIWAYAT HIDUP



Segala puji hanya milik Allah SWT, penulis Dewi Mustika Sari dilahirkan di Peraduan Waras pada tanggal 08 Agustus 1999 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Sunardi dan Ibu Tuwanti. Penulis menempuh Sekolah Dasar (SD) di selesaikan di SD Negeri Peraduan Waras pada tahun 2004-2010, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Kemala Bhayangkari Kotabumi pada tahun 2010-2014, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Kotabumi pada tahun 2014-2017.

Tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung melalui jalur tes tertulis (UMPTKIN). Tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Peraduan Waras Kecamatan Abung Timur kabupaten Lampung Utara. Pada tahun 2020 selain melaksanakan KKN, penulis juga melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di MTs Negeri 1 Bandar Lampung.

Bandar Lampung, 21 Mei 2021
Yang Membuat,

Dewi Mustika Sari

1711060164

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang penulis panjatkan Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Estimasi Karbon Tersimpan Di Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur**”. Sholawat serta salam senantiasa dicurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafa’atnya di *yaumul qiyamah*.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dari program studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Nirva Diana, M. Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dan Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
2. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Pembimbing I dan Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, masukan serta solusi pada permasalahan atas kesulitan dalam penulis skripsi ini hingga selesai.
3. Ibu Aulia Ulmillah, M.Sc dan Ibu Marlina Kamelia, M.Sc selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran, masukan serta arahan dalam menyempurnakan penulisan skripsi ini.
4. Pengelola Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur yang telah

memberikan izin, bantuan tenaga serta fasilitas selama penulis menyelesaikan masa penelitian skripsi ini.

5. Bapak Supriyadi, M.Pd selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan selama perkuliahan penulis di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
6. Bapak/Ibu Dosen serta staf karyawan di Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yang telah memberikan banyak pengetahuan yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
7. Seluruh pihak yang sangat berpengaruh dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Untuk itu penulis banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini baik berupa nasehat, saran, arahan, dan lain sebagainya baik yang berupa material maupun spiritual. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.



Bandar Lampung, 21 Mei 2021

Penulis,

Dewi Mustika Sari

1711060164

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Penegasan Judul	1
B. Alasan Memilih Judul.....	1
C. Latar Belakang	2
D. Identifikasi Masalah	9
E. Rumusan Masalah	9
F. Tujuan Penelitian	10
G. Batasan Masalah	10
H. Manfaat Penelitian	10
I. Penelitian Relevan	11
J. Sistematika Penulisan	12
BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS	
A. Hutan Mangrove	13
a. Pengertian Hutan Mangrove.....	13
b. Karakteristik Hutan Mangrove	14

c. Perakaran Hutan Mangrove	15
d. Fungsi dan Manfaat Hutan Mangrove	16
e. Pembagian Zonasi Wilayah Hutan Mangrove	18
f. Adaptasi Hutan Mangrove	19
B. Karbon.....	20
a. Pengertian Karbon.....	20
b. Siklus Karbon	22
c. Perhitungan Karbon.....	26
C. Biomassa	26
a. Pengertian Biomassa	26
b. Perhitungan Biomasa.....	27
D. Sedimen	29
a. Pengertian Sedimen.....	29
b. Karakteristik Sedimen.....	29
c. Bentuk-Bentuk Sedimen.....	29
d. Transpor Sedimen	30
E. Hipotesis.....	30
F. Kerangka Berfikir	31

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian	32
B. Alat Dan Bahan	32
a. Alat	32
b. Bahan	33
C. Jenis Penelitian	33
a. Data Primer	33
b. Data Sekunder.....	34
D. Populasi, Sampel dan Teknik Pengumpulan Data	34
a. Populasi.....	34
b. Sampel	34
c. Teknik Pengumpulan Data	34
E. Prosedur penelitian	37
a. Prosedur Pengolahan Sampel Serasah	37
b. Prosedur Pengolahan Sampel Sedimen	37
F. Analisis Data.....	38
a. Data Biomassa Serasah	38

b. Perhitungan Karbon Organik Sedimen.....	38
c. Data Estimasi Karbon Tersimpan.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	41
a. Gambaran Umum Lokasi penelitian	41
b. Kondisi Hutan Mangrove	43
B. Pembahasan Hasil Penelitian dan Analisis	45
a. Estimasi Karbon Tersimpan pada Serasah.....	45
b. Estimasi karbon Tersimpan pada Sedimen	48
c. Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove	54
BAB V PENUTUP	
a. Simpulan	58
b. Rekomendasi.....	58

DAFTAR RUJUKAN
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Siklus Karbon.....	22
3.1 Peta Luas Hutan Mangrove	32
3.2 Lokasi Pengambilan Titik Sampel.....	35
3.3 Penentuan Ukuran Plot Pengambilan Sampel	35
4.1. Perbandingan Total Karbon Tersimpan Pada Serasah	46
4.2. Grafik Nilai Rata-Rata Densitas Tanah	48
4.3. Grafik Nilai Rata-Rata Karbon Sedimen	51
4.4. Nilai Rata-Rata Karbon Sedimen Masing-Masing Stasiun.....	52
4.5 Grafik Perbandingan Simpangan Karbon Serasah Dan Sedimen.....	55
4.6. Grafik Total Simpanan Karbon Serasah Dan Sedimen.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel	
Halaman	
4.1 Perubahan Luasan Tutupan Hutan Mangrove	43
4.2 Estimasi Karbon Tersimpan Pada Serasah	45
4.3 Estimasi Karbon Tersimpan Pada Sedimen.....	50
4.4 Perbandingan Simpangan Karbon Serasah Dan Sedimen.....	54
4.5 Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Penelitian Serasah
- Lampiran 2. Hasil Penelitian Sedimen
- Lampiran 3. Alat dan Bahan



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Sebagai langkah awal untuk menghindari kesalah pahaman dalam pemahaman judul proposal ini, terlebih dulu akan penulis uraikan makna dari beberapa istilah yang digunakan dalam judul proposal. Berikut merupakan judul proposal ini yaitu estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Adapun istilah yang penting untuk dijelaskan yaitu:

Estimasi merupakan perkiraan berdasarkan informasi serta keahlian yang diperoleh dari pengalaman atau pengukuran yang terdokumentasikan.¹

Karbon merupakan materi penyusun dasar seluruh senyawa organik yang berlambangkan C.²

Mangrove merupakan tumbuhan yang mampu bertahan hidup di daerah pesisir pantai dengan dibawah kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh naik turunnya air laut serta berlumpur.³

Berdasarkan uraian diatas, maksud judul proposal ini yaitu mengkaji tentang perkiraan kemampuan hutan mangrove khususnya pada serasah dan bahan organik tanah dalam menyimpan karbon di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

B. Alasan Memilih Judul

Adapun alasan penulis dalam memilih judul “Estimasi Karbon Tersimpan di Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur” yaitu sebagai berikut :

¹ Rob Thomsett, *Radical Project Management*, Jakarta:Erlangga, 2003, Hal 186

² Neil A Cambell, *Biologi Jilid 3*, Jakarta:Erlangga, 2004, Hal 397

³ Dewi Wahyuni K Baderan Dan Sukirman Rahim, *Serapan Karbon Hutan mangrove Gorontalo*, Yogyakarta:DEEPUBLISH, 2017, Hal 1

1. Alasan Obyektif, melihat banyaknya penggunaan bahan bakar kendaraan, aktivitas industri, penebangan pohon, dan lain-lain. Aktivitas tersebut dapat berdampak pada meningkatnya jumlah karbondioksida di udara, kenaikan suhu permukaan bumi, menurunnya kualitas udara dan lain sebagainya. Salah satu upaya untuk mengurangi terus meningkatnya karbondioksida di udara yaitu dengan adanya keberadaan hutan di Indonesia seperti hutan mangrove. Oleh sebab itu perlu dikaji dan diteliti mengenai perkiraan kemampuan hutan mangrove khususnya pada bahan organik serta serasah dalam menyimpan karbon di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.
2. Alasan Subyektif.
 - a. Tersajinya referensi yang menunjang serta mendukung sehingga memungkinkan untuk dilakukan penelitian ini.
 - b. Pokok permasalahan ini sesuai dengan pelajaran ilmu yang dipelajari pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan khususnya pada jurusan Pendidikan Biologi

C. Latar Belakang

Melihat adanya berbagai aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor, aktivitas industri, penebangan pohon serta adanya peningkatan gas-gas rumah kaca yang berdampak pada meningkatnya karbondioksida (CO₂) di udara.⁴

Karbondioksida merupakan senyawa kimia atau zat asam arang yang tidak berbau, serta tidak berwarna yang berbahaya untuk manusia serta lingkungan.⁵ Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah peningkatan karbondioksida (CO₂) di bumi yaitu dengan adanya keberadaan hutan di Indonesia.

Hutan berperan sangat penting dalam menjaga ekosistem dengan kemampuannya menyerap (*sekkuestrasi*) dan menyimpan karbon

⁴ Baharuddin Nurkin, *Silvikultur*, Makassar:Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, 2019, Hal 168

⁵Ris Hadi Purwanto, Rohman Rohmah and Ahmad Maryudi, "Potensi Biomassa dan Persediaan Karbon Jenis-Jenis Tanaman Berkayu Di Hutan Rakyat Desa Nglanggaran Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta", *Jurnal Ilmu Kehutanan*, Vol VI No 2, 2012, Hal 129

kedalam bagian seperti, tumbuhan, serasah serta bahan organik tanah dan mengubahnya menjadi energi yang disimpan dalam biomassa melalui proses fotosintesis.⁶

Biomassa merupakan keseluruhan berat atau volume organisme dalam suatu kawasan atau volume tertentu. Biomassa juga disebut sebagai keseluruhan total materi hidup pada permukaan suatu pohon serta dinyatakan menggunakan satuan ton berat kering per satuan luas. Umumnya hampir setengah biomassa pohon merupakan karbon yang tersimpan.⁷ Hutan Indonesia terdiri dari berbagai jenis, salah satu hutan yang memiliki kemampuan menyerap karbondioksida (CO₂) adalah hutan mangrove.⁸

Mangrove merupakan tumbuhan dengan habitat hidupnya berada di pesisir pantai di bawah kondisi lingkungan yang terkhususkan yaitu masih dipengaruhi oleh naik turunnya air laut. Tumbuhan mangrove sebagai hutan lahan basah memiliki potensi yang sangat besar dalam menyerap karbon dengan jumlah yang lebih banyak dari jenis tumbuhan lainnya.⁹ Sebagai suatu ekosistem khas pesisir, hutan mangrove mempunyai beberapa peranan penting yaitu peranan fisik untuk menahan sedimen serta melindungi pantai dari abrasi dan lain sebagainya. Peranan kimia sebagai pengolah bahan-bahan limbah, penyerap CO₂ dan lain sebagainya. Sedangkan peranan biologi hutan mangrove yaitu sebagai sumber plasma nutfah, tempat asuhan, lokasi pemijahan dan lain sebagainya.¹⁰

⁶ Dewi Wahyuni K Baderan dan Sukirman Rahim, *Serapan Karbon Hutan mangrove Gorontalo*, Yogyakarta:Deepublish, 2017, Hal 1

⁷ Dadun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa*, Bogor:Wetlands International Indonesia Programme, 2009, Hal 1

⁸Dewi Wahyuni K Baderan dan Sukirman Rahim, *Serapan Karbon Hutan mangrove Gorontalo*, Yogyakarta:Deepublish, 2017, Hal 1

⁹Cahyaning Windarni, Agus Setiawan and Rusita Rusita, “Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”, *Jurnal Sylva Lestari*, Vol.6 No.1, 2018, Hal 67

¹⁰Dewi Wahyuni K Baderan dan Sukirman Rahim, *Serapan Karbon Hutan mangrove Gorontalo*, Yogyakarta:Deepublish, 2017, Hal 1

Mangrove memiliki peran penting dalam biota laut, mencegah terjadinya badai, angin topan, abrasi, serta membangun komunitas sosial ekonomi.¹¹

Hasil pra penelitian yang telah dilakukan survey lokasi penelitian di hutan mangrove Desa Sriminosari Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur yang dilakukan pada bulan Maret 2020. Berdasarkan data BPS Labuhan Maringgai 2018 diperoleh informasi dan kondisi lingkungan bahwa Kecamatan Labuhan Maringgai memiliki ketinggian umumnya 7 meter diatas permukaan laut dengan luas wilayah mencapai 142,65 km².

Kecamatan Labuhan Maringgai sampai pada tahun 2017 terdiri dari 11 Desa 96 dusun dan 387 RT. Luas daratan dari 11 Desa tersebut yaitu untuk Desa Karya Tani dengan luas 12,80 km², Desa Karya Makmur 8,10 km², Desa Bandar Negeri 10,12 km², Maringgai 11,02 km², Muara Gading Mas 6,55 km², Labuhan Maringgai 33,40 km², Desa Srigading 9,78 km², Desa Sriminosari 12,50 km², Desa Margasari 17,02 km², Desa Sukorahayu 9,54 km² serta Desa Karang Anyar 11,82 km². Masyarakat domisili berdasarkan proyeksi tahun 2017 berjumlah 72.192 jiwa dengan jumlah laki-laki 37.292 jiwa dan 34.900 jiwa perempuan.

Hutan mangrove di Labuhan Maringgai pada tahun 2014 memiliki luas sebesar 817, 59 Ha, namun pada tahun 2017 mengalami penurunan menjadi 700 Ha. Hal tersebut disebabkan karena adanya penyempitan luas lahan hutan. Hutan mangrove di Labuhan Maringgai terbagi menjadi hutan mangrove di Desa Margasari dan Desa Sriminosari.¹²

Hutan mangrove di Desa Sriminosari yaitu hutan mangrove Pandan Alas memiliki dua jenis tanaman mangrove yaitu *Rhizophora sp.* dan *Avicennia sp.* dengan didominasi oleh *Avicennia sp.* Hutan mangrove Pandan Alas untuk saat ini memiliki

¹¹ Irma Aprilia And I Gusti Putu Suryadarma, "E-Modul Ekosistem Mangrove (Emme):Pengembangan, Validasi, Dan Efektivitas Dalam Meningkatkan Swasembada Siswa", *Jurnal Biosfer Pendidikan Biologi*, Vol.13, No.1, 2020, Hal 115

¹² Cahyaning windarni, Agus Setiawan, and Rusita Rusita, "Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur", *Jurnal Sylva Lestari*. Vol.6 No.1, 2018, hal 4

luas mencapai 220 Ha dengan menggunakan analisis google eart pencitraan dan visualisasi satelit, 2020.

Penyempitan perluasan lahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu faktor alami dan faktor buatan akibat manusia. Faktor buatan seperti konservasi hutan yang dijadikan pemukiman, pertanian, tambak, industri, kurangnya kesadaran masyarakat akan peran hutan mangrove sebagai penopang kehidupan darat dan lautan serta adanya penebangan liar juga menjadi salah satu faktor penyebab kematian hutan mangrove.¹³

Faktor alami dapat disebabkan karena kerusakan lanjutan dari kegiatan antropogenik. Terjangan ombak yang secara terus menerus dapat berakibat pada kematian untuk pohon mangrove yang masih kecil atau baru ditanam disebabkan karena kemampuan pohon yang belum kuat menahan gelombang air laut sehingga batang tersebut mudah patah dan akhirnya mengalami kematian, tetapi hal ini tidak akan terjadi jika tidak adanya penurunan fungsi mangrove sebagai penahan gelombang akibat perbuatan manusia. Selain itu, adanya hama yang masuk ke dalam batang pohon yang dapat menyebabkan pohon mengering sendiri yang berdampak pada berkurangnya lahan hutan mangrove.¹⁴

Mengingat pentingnya hutan sebagai penyimpan karbon dapat dilakukan upaya pengelolaan hutan dan pelestariannya, agar keberadaan hutan mangrove di wilayah pesisir pantai Indonesia tetap terjaga, sebagaimana hutan alami yang memainkan peran penting dalam keberlangsungan hidup baik kehidupan masyarakat ataupun berbagai biota di wilayah pesisir.

Al-Qur'an dalam surah Al-A'raf 7:56 telah menjelaskan pentingnya lingkungan hidup yang perlu dijaga dan dilestarikan serta larangan merusak lingkungan telah dijelaskan dengan jelas didalamnya:

¹³ Iswahyudi, Cecep Kusmana, and Aceng Hidayat, Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Rehabilitasi Hutan Mangrove Kota Langsa Aceh, *Jurnal Matematika, Sains Dan Teknologi*, Vol. 20, No.1, 2019, Hal 46

¹⁴ Noor Farikhah Haneda and Mohammad Suheri, Hama Mangrove di Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat, *Jurnal Silviculture Tropika*, Vol. 09, No. 1, 2018, Hal 18

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا
 إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan tidaklah kamu membuat kerusakan di muka bumi, selepas (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya karena rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya berkah Allah sungguh erat terhadap orang-orang yang berbuat baik”. (QS. Al- A’raf 7:56)¹⁵

Allah SWT telah menjelaskan kebesaran-Nya dalam menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk ciptaan-Nya. Salah satu jenis tumbuhan tersebut yaitu hutan mangrove yang berperan dalam penyerapan karbondioksida. Sehingga sebagai makhluk ciptaan-Nya harus menjaga dan melestarikan keberadaan hutan mangrove.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ
 وَالْفُلْكِ الَّتِي تَخْرُجُ فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ
 اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ
 فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ
 السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

“Sebenarnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang bermanfaat bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berbentuk air, kemudian menggunakan air itu Dia hidupan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi: sungguh (terhadap) tanda-

¹⁵ Kementerian agama saudia arabia, tersedia online:
<https://tafsirweb.com/2510-quran-surat-al-araf-ayat-56.html>

tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan”.(Q.S Al-Baqoroh:164)¹⁶

Allah SWT menggariskan takdirnya atas bumi, pertama kalinya atas segala fasilitas terbaik untuk semua penghuni bumi. Diciptakanlah lautan yang maha besar dengan segala kekayaan didalamnya. Allah jadikan air sebagai komponen penting bagi kehidupan dan Allah sebarakan di muka bumi berbagai jenis hewan.

﴿ وَهُوَ الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ ﴾

﴿ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا ﴾

“Dan Dialah yang membiarkan dua laut yang mengalir (berdampingan); yang ini tawar lagi segar dan yang lain asin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi”. (Q.S Al-Furqan : 53)¹⁷

Allah SWT menjadikan dua air mengalir yang satu airnya tawar dan juga segar sedangkan yang satunya asin juga pahit dan Dia menjadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi agar keduanya tidak akan saling merubah rasa. Dimana yang dimaksud batas atau dinding antara kedua air tersebut yaitu hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan hutan transisi antara lautan dan daratan.

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي

﴿ عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾

“Telah terlihat kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka

¹⁶ Tersedia online: <https://tafsirweb.com/642-quran-surat-al-baqarah-ayat-164.html>

¹⁷ Tersedia online : <https://m.merdeka.com/quran/al-furqan/ayat-53#:~:text=QS.%20Al%2DFurqan%20Ayat%2053&text=Dan%20Dialah%20yang%20membiarkan%20dua.dan%20batas%20yang%20tidak%20tembus>

sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (Q.S. Ar-Rum:41)¹⁸

Allah SWT telah menjelaskan apa yang dekat dengan kehidupan manusia yaitu daratan dan lautan terlihat kerusakan seperti kekeringan, banjir, dan wabah. Hal ini terjadi agar mereka merasakan perbuatan buruk dengan harapan agar bertaubat kepada Allah.

Penelitian Estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur ini difokuskan pada mangrove jenis *Avicennia sp.* yang terletak pada karbon serasah dan bahan organik tanah berupa sedimen (lumpur). Serasah merupakan unsur penting dalam pergerakan elemen suatu ekosistem yang memberikan nutrisi bagi tanaman.¹⁹ Serasah mangrove merupakan penyalur bahan organik yang berperan dalam produktivitas ekosistem mangrove, sehingga menunjang kehidupan organisme yang hidup didalamnya.²⁰ Sedimen merupakan tempat bagi organisme jenis kepiting, siput dan organisme lainnya untuk mencari makan.²¹

Proses pembelajaran biologi tidak terlepas dari pembahasan materi tumbuhan dan karbondioksida. Dalam proses pembelajaran, pendidikan berperan penting dalam menunjang kemajuan bangsa. Pendidikan merupakan usaha seorang pendidik untuk mengolah pengetahuan, pengalaman, serta keterampilan.²² Pendidikan

¹⁸ Tersedia online : [https://m.merdeka.com/quran/ar-rum/ayat-41#:~:text=QS.%20Ar%2DRum%20Ayat%2041&text=Telah%20tampak%20kerusakan%20di%20darat.\(ke%20jalan%20yang%20benar\)](https://m.merdeka.com/quran/ar-rum/ayat-41#:~:text=QS.%20Ar%2DRum%20Ayat%2041&text=Telah%20tampak%20kerusakan%20di%20darat.(ke%20jalan%20yang%20benar))

¹⁹ Ory Kurnia Ayu Devianti And Indah Trisnawati, “ Studi Laju Dekomposisi Serasah Pada Hutan Pinus Di Kawasan Wisata Taman Safari Indonesia II Jawa Timur”, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.6, No.2, 2017, Hal 87

²⁰ Feri Andrianto, Afif Bintoro And Slamet Budi Yuwono, “Produksi Dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove (*Rhizophora Sp.*) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran”, *Jurnal Sylva Lestari*, Vol. 3, No.1, 2015, Hal 10

²¹ Halidah, “*Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat”, *Jurnal Info Teknis EBONI*, Vol.11, No.1, 2014, Hal 38

²² Chairul Anwar, “*Hakikat Manusia Dalam Pendidikan*”, Yogyakarta: SUKA-Press, 2014, Hal 63

merupakan hak dasar manusia.²³ Pendidikan juga dikatakan sebagai wahana atau alat untuk meningkatkan derajat manusia dan kemanusiannya.²⁴ Dengan adanya pokok pembahasan tersebut, diharapkan dapat menambah pemahaman konsep keanekaragaman tumbuhan serta pemanfaatan tumbuhan sehingga dapat dijadikan sumber belajar atau bahan bacaan di perpustakaan.

Maka dari itu penulis melakukan penelitian tentang “Estimasi Karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”. Tujuan dilakukan penelitian estimasi karbon tersimpan di kawasan hutan mangrove adalah untuk mengetahui jumlah karbon yang tersimpan pada hutan mangrove di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dengan harapan dapat memberikan informasi mengenai potensi hutan mangrove dalam mengikat atau menyerap karbon di udara.

D. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Terjadinya peningkatan karbon dioksida di udara berpotensi menurunkan jumlah oksigen yang terdapat pada bahan organik tanah hutan mangrove.
2. Belum adanya informasi mengenai estimasi karbon di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

E. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Hutan mangrove jenis *Avicennia sp.* di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

²³ Chairul Anwar, “*Hakikat Manusia Dalam Pendidikan Sebuah Tujuan Fisiologis*”, Yogyakarta:SUKA-Press, 2014, Hal 1

²⁴ Chairul Anwar, “*Multikulturalisme, Globalisasi Dan Tantangan Pendidikan*”. Yogyakarta:DIVA Press, 2019, Hal 21

2. Biomassa yang diukur yaitu biomassa diatas permukaan berupa biomassa serasah yang terdapat dalam plot pengamatan dan bahan organik tanah berupa sedimen (lumpur)
3. Plot pengamatan berukuran 0,5 m x 0,5 m untuk pengamatan biomassa serasah yang terdapat dalam plot pengamatan dan pengamatan sedimen.

F. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini yaitu berapa jumlah karbon yang tersimpan pada serasah dan sedimen di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur?

G. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah karbon yang tersimpan pada serasah dan sedimen di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur?

H. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Bagi mahasiswa, dapat menambah pengetahuan, informasi dan wawasan belajar khususnya Pendidikan Biologi dalam hal estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.
2. Bagi masyarakat, dapat menambah informasi dan masukan tentang estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur sehingga masyarakat dapat menumbuhkan rasa cinta akan pentingnya menjaga hutan serta lingkungan.
3. Bagi penelitian lain yang akan datang, dijadikan literasi dan pertimbangan atau perbandingan untuk mengembangkan lebih mendalam mengenai estimasi karbon tersimpan di hutan

mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

4. Bagi pendidikan, diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber belajar atau bahan bacaan di perpustakaan Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung mengenai estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

I. Penelitian Relevan

Penelitian relevan sebelumnya yang sesuai dengan penelitian yang akan peneliti lakukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh:

1. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. Dalam penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa karbon yang tersimpan pada tegakan mangrove Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah sebesar 12.370,8 ton/ha. Sedangkan pada substrat hutan mangrove Desa Timbulsloko sebesar 1.307,77 ton/ha.²⁵
2. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Dalam penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa karbon yang tersimpan pada tegakan mangrove Desa margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur yaitu sebesar 197,36 ton/ha dan pada serasah 1,25 ton/ha, sehingga total karbon tersimpan pada hutan mangrove tersebut yaitu 198,61 ton/ha.²⁶
3. Estimasi Karbon Pada Sedimen Ekosistem Mangrove Di Pesisir Taman Nasional Bunaken Bagian Utara. Dalam penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa karbon organik tanah di pesisir Taman Nasional Bunaken yaitu pada bagian

²⁵ Wiwid Adriyani Lestariningsih, "Estimasi Cadangan Karbon Pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah", *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*, Vol. 7, No.2, 2018, Hal 129

²⁶ Cahyaning Windarni, Agus Setiawan, And Rusita Rusita, "Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur", *Jurnal Sylva Lestari*. Vol.6 No.1, 2018, Hal 72

depan dan tengah di kedalaman 60-100 cm dengan nilai rata-rata 160,37 Mg ha⁻¹ dan 178,26 Mg ha⁻¹.²⁷

J. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

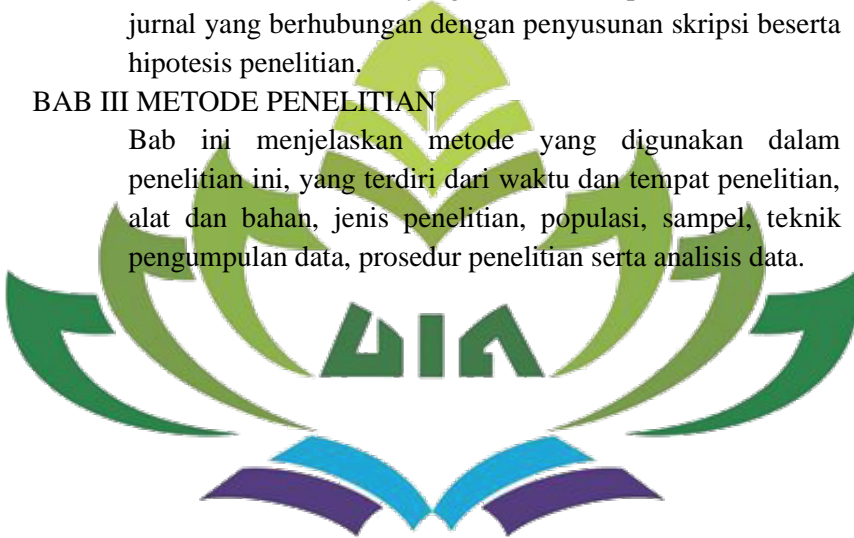
Bab ini berisi uraian penegasan judul, alasan penulis memilih judul, latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dilakukannya penelitian, penelitian relevan yang terdahulu dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

Bab ini berisikan teori yang diambil dari petikan buku atau jurnal yang berhubungan dengan penyusunan skripsi beserta hipotesis penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, yang terdiri dari waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, jenis penelitian, populasi, sampel, teknik pengumpulan data, prosedur penelitian serta analisis data.



²⁷ Rio Jonathan Verisandria, Joshian Schaduw And Calvin Sondak, Estimasi Karbon Pada Sedimen Ekosistem Mangrove di Pesisir Taman Nasional Bunaken Bagian Utara, *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, Vol 1, No 1, 2018, Hal 94

BAB II

LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Hutan mangrove

a. Pengertian Hutan mangrove

Beberapa para ahli mendefinisikan kata mangrove seperti menurut Odum (1983), berasal dari kata mangal yang berarti komunitas suatu tumbuhan. Kemudian menurut Supriharyono (2000), kata mangrove berasal dari dua kata yaitu yang pertama menunjukkan komunitas atau masyarakat tumbuhan atau hutan yang dapat bertahan hidup pada kadar garam/salinitas (pasang surut air laut), dan kedua sebagai individu spesies. Sedangkan hutan mangrove menurut Saparinto (2007), merupakan vegetasi hutan yang tumbuh antara garis pasang surut, tetapi dapat juga tumbuh pada pantai karang, atau pada kondisi pantai berlumpur.²⁸

Mangrove merupakan tumbuhan yang mampu bertahan hidup di daerah pesisir pantai dengan dibawah kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan berlumpur. Tumbuhan mangrove sebagai ekosistem pesisir pantai memiliki beberapa peran penting yaitu sebagai fungsi fisik, hutan mangrove berperan dalam melindungi pantai dari abrasi, menahan sedimen, dan lain-lain. Sebagai fungsi kimia hutan mangrove mampu menyerap CO₂, pengolah bahan-bahan limbah, dan lain-lain. Dan sebagai fungsi biologi berperan sebagai kawasan asuhan atau tempat pemijahan, sumber plasma nutfah, dan lain-lain.²⁹

Mangrove merupakan sekumpulan tumbuhan *Dicotyledoneae* dan *Monocotyledneae* yang terdiri dari jenis tumbuhan yang memiliki hubungan taksonomi sampai pada taksa kelas (*unrelated*

²⁸ Sukiman Rahim dan Dewi Wahyuni K Baderan, *Hutan mangrove dan Pemanfaatannya*, Yogyakarta: Deepublish, 2017, Hal 1

²⁹ Dewi Wahyuni K Baderan dan Sukirman Rahim, *Serapan Karbon Hutan mangrove Gorontalo*, Yogyakarta: DEEPUBLISH, 2017, Hal 1

families) namun memiliki persamaan adaptasi morfologi serta fisiologi terhadap lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang surut.³⁰

Hutan mangrove dikatakan sebagai *coastal woodland* atau “tidal surut” atau “hutan bakau” atau juga “rawa garaman”. Suatu tempat mangrove dapat bergerak secara perlahan-lahan berubah menjadi semidaratan karena adanya pembentukan tanah lumpur dan daratan secara terus-menerus oleh tumbuhan. Mangrove adalah mata rantai yang berperan penting sebagai pemeliharaan keseimbangan siklus biologi dalam suatu perairan.³¹

Indonesia memiliki 87 spesies pohon mangrove baik berupa pohon, semak, liana, serta epifit. Spesies yang ditemui yaitu *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. Cylindrica*, *Rhizophora mucronata*, *R. Apiculata*, *R. Stylosa*, *Intsia sp*, dan *Xylocarpus*. Spesies yang paling sering dijumpai yaitu *Avicennia marina*, *A. alba*, *Sonneratia alba*, *S. acida* serta *Nypa fruticans*, sedangkan famili yang paling sering dijumpai pada wilayah Hutan mangrove yaitu *Rhizophoraceae* yang dominan diseluruh pantai Indonesia.³²

b. Karakteristik Hutan mangrove

Ciri terpenting dari ekosistem mangrove terlepas dari habitatnya yang unik yaitu memiliki pohon yang relatif sedikit, memiliki akar yang tidak beraturan berdasarkan jenisnya seperti pada *Rhizophora sp* dengan akar seperti jangkar melengkung dan menjulang, *Pidada Sonneratia sp* dan padaapi-api *Avicennia sp* dengan akar seperti akar yang mencuat seperti pensil, memiliki biji (propagul) yang sifatnya vivipar atau dapat berkecambah di pohonnya serta mempunyai banyak lentisel yang terdapat pada kulit pohonnya.³³

³⁰ Muhammad Iqbal H Tambunan, “Pengaruh Lingkungan Tempat Tinggal Terhadap Pengetahuan Siswa Tentang Ekosistem Hutan Mangrove Di Kabupaten Deliserdang”, *Jurnal Biolukus*, Vol.1, No.1, 2018, Hal 5

³¹ Arifin Arief, *Hutan mangrove Fungsi dan Manfaatnya*, Yogyakarta : KANISIUS, 2003, Hal 11

³² Baharuddin Nurkin, *Silvikultur*, Makassar : Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, 2019, Hal 51

³³ Baharuddin Nurkin, *Silvikultur*, Makassar : Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, 2019, hal 4

Mengingat habitat hutan mangrove yang berada pada daerah ekotone yaitu daratan dan perairan, hutan mangrove dapat bertahan pada kondisi salin dan tawar dan tidak terpengaruh oleh iklim. Hutan mangrove mempunyai kemampuan yang unik dalam mempertahankan kelangsungan hidup dengan lingkungannya yang ekstrim melalui adaptasi fisiologi atau morfologi tubuh mangrove.³⁴ Hutan mangrove dapat tumbuh pada substrat dengan kondisi berlumpur dan perairan pasang yang menyebabkan keadaan anaerob, hal ini dikarenakan hutan mangrove memiliki akar khusus yang berfungsi untuk penyangga dan penyerap oksigen dari udara di permukaan air secara langsung. Hutan mangrove akan tergenang oleh air laut ketika air laut pasang dan ketika air surut, material organik yang sangat kaya akan menepel dan melapisi serta disimpan pada permukaan mangrove yang terbawa oleh lumpur tebal.³⁵

c. Perakaran Hutan mangrove

Tipe perakaran mangrove terdiri dari lima jenis, yaitu:

- 1) Akar tongkat (akar tunjang, akar egrang, *rop root*, dan *stilt root*) jenis akar seperti ini merupakan modifikasi dari percabangan batang yang menusuk pada substrat.
- 2) Akar lutut (*knee root*) jenis akar seperti ini merupakan modifikasi dari akar kabel yang hidup kearah substrat dan melengkung supaya dapat menusuk pada substrat.
- 3) Akar cakar ayam (akar pasak, akar napas, *pneumatophore*) merupakan akar dengan bentuknya yang timbul dari akar kabel yang muncul keatas setinggi 10-30 cm dari permukaan substrat.
- 4) Akar papan (*buttress root*) jenis akar ini mirip seperti akar tongkat namun bentuknya yang melebar dan melempeng.

³⁴ Juhadi, Risti Ainur Rahma And Apik Budi Santoso, "Edu-Ekosistem Hutan Mangrove Kawasan Pesisir Pasarbanggi, Rembang, Jawa Tengah, Indonesia", *Jurnal Geografi*, Vol.9, No.1, 2020, Hal 59

³⁵ Bustam Sulaiman, *Potensi Hutan Mangrove Sebagai Sumber Kehidupan Masyarakat Pesisir Agar Lingkungan Asri*, Ponorogo : Uwais Inspirasi Indonesia, 2019, Hal 23

- 5) Akar gantung (*oertal root*) merupakan akar yang tidak memiliki percabangan yang timbul dari batang atau percabangan bagian bawah namun biasanya tidak sampai pada substrat.³⁶

d. Fungsi dan Manfaat Hutan mangrove

Berdasarkan beberapa keterkaitan hutan mangrove dengan pemenuhan kebutuhan manusia sebagai penyedia bahan pangan, papan, kesehatan serta lingkungan, fungsi hutan mangrove dibedakan kedalam lima fungsi, yaitu fungsi fisik, fungsi kimia, fungsi biologi, fungsi ekonomi serta fungsi lain (wanawisata).

a) Sebagai fungsi fisik, hutan mangrove berperan dalam:

- 1) Melindungi garis pantai supaya tetap stabil.
- 2) Melindungi pantai dan tebing sungai dari terjadinya erosi atau abrasi, dan mencegah atau menyerap tiupan angin kencang dari laut ke darat.
- 3) Menghambat sedimen secara periodik hingga terbentuk lahan baru.
- 4) Penyangga proses intrusi atau aliran air laut ke darat, dapat juga sebagai penyaring air asin menjadi tawar.³⁷

b) Sebagai fungsi kimia, hutan mangrove berperan dalam:

- 1) Sebagai tempat terjadinya proses daur ulang yang memproduksi oksigen.
- 2) Sebagai penyerap karbondioksida.
- 3) Sebagai penyusun bahan limbah dampak pencemaran industri serta kapal-kapal di lautan.

c) Sebagai fungsi biologi, hutan mangrove berperan dalam:

- 1) Sebagai pembuat bahan pelapukan yang merupakan sumber makanan invertebrata kecil pemakan bahan pelapukan (detritus) dan sebagai sumber makanan hewan yang berukuran lebih besar.
- 2) Sebagai daerah pemijahan (*nursery ground*) untuk udang, ikan, kepiting, dan lain-lain yang sesudah dewasa akan kembali ke pantai.

³⁶ Sukirman Rahim dan Dewi Wahyuni K Baderan, *Hutan mangrove dan Pemanfaatannya*, Yogyakarta: DEEPUBLISH, 2017, Hal 2-3

³⁷ Rio jonathan Verisandria, Joshian Schaduw and Calvin Sondak, Estimasi Karbon Pada Sedimen Ekosistem Mangrove Di Pesisir Taman Nasional Bunaken Bagian Utara, *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, Vol 1, No 1, 2018, hal 81

- 3) Sebagai daerah untuk berlindung, bersarang, dan berkembang biak untuk burung serta satwa lain.
- 4) Sebagai sumber plasma nutfah serta sumber genetika.
- 5) Sebagai tempat tinggal alami untuk berbagai jenis biota darat dan laut lainnya.³⁸
- d) Sebagai fungsi ekonomi hutan mangrove tidak lain merupakan sumber pendapatan (devisa) bagi masyarakat, industri ataupun bagi negara. Sebagai sumber devisa, hutan mangrove berfungsi sebagai:
 - 1) Penghasil kayu, seperti kayu bakar, arang, kayu bahan bangunan serta perabot rumah tangga.
 - 2) Penghasil bahan baku industri, seperti *pulp*, kertas, makanan, kosmetika, dan lain sebagainya.
 - 3) Penghasil bibit ikan, udang, kerang, kepiting, dan lain sebagainya.
- e) Sedangkan fungsi hutan mangrove sebagai wanawisata yaitu sebagai berikut:
 - 1) Sebagai tempat pendidikan, konservasi ataupun penelitian.
 - 2) Sebagai tempat wisata alam pantai dengan keindahan vegetasi serta satwa disekitarnya.³⁹

Fungsi lain dari hutan mangrove yaitu menghasilkan nutrisi yang dapat membuat perairan laut menjadi subur, membantu dalam perputaran karbon, nitrogen serta sulfur. Fungsi hutan mangrove dibagi menjadi 3 fungsi yaitu fungsi ekologis, biologis, serta fungsi ekonomis.

a. Fungsi Ekologis

1) Mencegah Intrusi Air Laut.

Hutan mangrove dapat mengendapkan lumpur melalui akar-akar pohon bakau sehingga mencegah intrusi air laut yang menyebabkan air tanah yang bersih menjadi air payau yang tidak dapat dikonsumsi.

2) Mencegah Erosi dan Abrasi Pantai.

³⁸ Muharam.” Penanaman Mangrove Sebagai Salah Satu Upaya Rehabilitasi Lahan Lingkungan Di Kawasan Pesisir Pantai Utara Kabupaten Karawang”, *Jurnal Ilmiah Solusi*, Vol.1, No.1, 2014, hal 5.

³⁹ Arifin Arief, *Hutan mangrove Fungsi dan Manfaatnya*, Yogyakarta:KANISIUS, 2003, Hal 15

Akar yang dimiliki hutan mangrove dapat mencegah terjadinya erosi yaitu pengikisan tanah akibat aliran air dan abrasi pantai yaitu pengikisan tanah akibat terjangan ombak laut.

3) Sebagai Pencegah dan Penyaring Alami.

Akar mangrove selain mencegah erosi dan abrasi pantai dapat juga berperan dalam mempercepat penguraian limbah organik yang ikut terbawa ke daerah pantai. Selain itu, hutan mangrove juga dapat mempercepat penguraian bahan kimia yang mencemari laut.

4) Sebagai Pembentuk Pulau dan Menstabilkan Daerah Pesisir.

Adanya endapan serta tanah yang ditahan oleh akar pohon mangrove dapat menyebabkan perkembangan garis pantai dari waktu ke waktu.⁴⁰

b. Fungsi Bio-ekologis.

- 1) Berperan dalam peredam gelombang dan angin badai, menahan sedimen serta lumpur yang diangkut aliran air permukaan.
- 2) Menghasilkan detritus yang berasal dari serasah daun dan ranting pohon yang gugur.
- 3) Berperan sebagai tempat asuhan, tempat mencari makanan serta tempat pemijahan.

c. Fungsi Ekonomis.

1) Sebagai Kayu Bakar.

Kayu dari pohon mangrove dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memiliki nilai jual tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan arang, bahan pembuatan kertas, dan lain-lain.

2) Hasil Hutan.

Tidak hanya hasil dari kayu yang memiliki nilai jual tinggi, selain itu biota yang ada dalam ekosistem mangrove juga memiliki nilai jual yang tinggi seperti kepiting, ikan, serta lobster.⁴¹

e. Pembagian Zonasi Wilayah Hutan mangrove

⁴⁰ Sarintan Erfatani Damanik, *Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia, 2019, Hal 108

⁴¹ Sarintan Erfatani Damanik, *Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia, 2019, Hal 109-111

Berdasarkan habitat hidupnya, wilayah hutan mangrove dibedakan atas beberapa zonasi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor baik dari dalam maupun luar pertumbuhan atau perkembangannya. Faktor tersebut seperti timbulnya variasi penggenangan yang juga berakibat pada variasi salinitas. Hal tersebut yang memicu adanya variasi jenis dalam wilayah mangrove.

Berdasarkan adanya variasi penggenangan, wilayah mangrove dibedakan menjadi 2 yaitu sebagai berikut:

- 1) Zona proksimal, merupakan wilayah yang terdekat dengan laut. Dalam wilayah ini umumnya sering ditemukan jenis-jenis *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *S. alba*.
- 2) Zona *middle*, merupakan wilayah yang letaknya berada antara laut dan darat. Dalam wilayah ini umumnya sering ditemukan jenis-jenis *S. caseolaris*, *R. alba*, *B. gymnorrhiza*, *A. marina*, *A. officinalis*, dan *Ceriops tagal*.⁴²

Berdasarkan frekuensi air pasang, zona Hutan mangrove dibedakan menjadi lima yaitu :

- 1) Wilayah yang terdekat dengan laut, biasanya ditumbuhi oleh *Avicennia* dan *Sonnerati*.
- 2) Wilayah dengan substrat yang sedikit lebih tinggi, biasanya ditumbuhi oleh *Bruguiera cylindrica*.
- 3) ke arah daratan, didominasi oleh *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*.
- 4) Wilayah yang didominasi oleh *Bruguiera parviflora* biasanya ditemukan tanpa adanya jenis yang lainnya.
- 5) Wilayah terakhir didominasi oleh *Bruguiera gymnorrhiza*.⁴³

f. Adaptasi Hutan mangrove

Pohon mangrove mempunyai daya adaptasi yang tinggi, adaptasi digunakan untuk mengatasi salinitas yang fluktuatif, keadaan lumpur yang anaerob atau tidak stabil, serta untuk bereproduksi. Kemampuan adaptasi pohon mangrove meliputi :

⁴² Sarintan Erfatani Damanik, *Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia, 2019, Hal 19

⁴³ Sarintan Erfatani Damanik, *Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia, 2019, Hal 114

1) Adaptasi Terhadap Kadar Oksigen Rendah.

Akar pohon mangrove mempunyai bentuk seperti cakar ayam, penyangga, papan ataupun lutut. Akar tanaman tersebut digunakan untuk mengambil oksigen dari udara.

2) Adaptasi Dengan Tanah Yang Labil dan Pasang Surut.

Tanaman mangrove dapat membentuk struktur akar yang ekstensif serta membentuk jaringan horizontal yang lebar yang digunakan untuk memperkokoh pohon. Selain itu, akar tanaman tersebut juga digunakan untuk mengambil nutrisi serta menahan sedimen.

3) Adaptasi Terhadap Salinitas.

Salah satu karakteristik lingkungan mangrove adalah memiliki kadar salinitas yang tinggi. Beberapa pohon mangrove dapat menunjukkan rangsangan pertumbuhan dengan bertambahnya salinitas seperti *Rhizophora*, kemudian pada spesies lain mengalami pertumbuhan optimal pada salinitas rendah seperti *Oncosperma tigillarum*.⁴⁴

B. Karbon

a. Pengertian Karbon

Karbon merupakan materi penyusun dasar seluruh senyawa organik. Mobilitasnya melewati suatu ekosistem bersamaan dengan mobilitas energi melewati unsur kimia lain, misalnya karbohidrat yang dihasilkan selama proses fotosintesis berlangsung dan karbondioksida dilepaskan bersamaan dengan energi sewaktu respirasi. Dalam siklus karbon, mekanisme timbal balik fotosintesis serta respirasi seluler menyediakan suatu interaksi antara lingkungan atmosfer dan lingkungan terestrial. Tumbuhan menangkap karbon dalam bentuk CO₂ dari atmosfer menggunakan stomata daunnya dan menyatukannya ke dalam bahan organik biomasnya sendiri melalui proses fotosintesis.

Jumlah CO₂ di atmosfer akan bervariasi tergantung periode. CO₂ memiliki konsentrasi rendah saat periode panas di belahan Bumi Utara dan tertinggi saat periode dingin. Perubahan konsentrasi CO₂

⁴⁴ Sunarto, "Peranan Ekologis Dan Antropogenis Ekosistem Mangrove", (Skripsi, Jatinangor, 2008), Hal 19-20

secara periode ini lantaran ditemukan banyaknya daratan di Belahan Bumi Utara dibandingkan dengan Belahan Bumi Selatan. Tumbuhan memiliki aktivitas fotosintesis maksimum saat periode panas, sehingga mengurangi jumlah CO₂ di atmosfer. Saat periode dingin, tumbuhan akan berfotosintesis lebih banyak melepaskan CO₂ melalui respirasi, sehingga konsentrasi CO₂ di atmosfer akan mengalami peningkatan.⁴⁵

Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam rentang waktu yang lama atau hanya sebentar. Kenaikan jumlah karbon yang tersimpan dalam karbon pool mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer. Karbon pool yang harus dipantau untuk memprediksi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan dikelompokkan setidaknya terdapat empat jenis yaitu:

- 1) Biomassa atas permukaan yaitu keseluruhan material hidup diatas permukaan, yang terdiri dari batang, tunggal, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon ataupun dari strata tumbuhan bawah lantai hutan.
- 2) Biomassa bawah permukaan yaitu keseluruhan biomassa yang berasal dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku sampai ukuran diameter tertentu yang ditentukan, sebab tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan akan lebih sulit dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.
- 3) Bahan organik mati mencakup kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai keseluruhan bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari diameter yang telah ditentukan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang berada di permukaan tanah. Kayu mati adalah keseluruhan bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak ataupun yang roboh ditanah, akar mati, dan tunggal dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditentukan.
- 4) Karbon organik tanah merupakan bagian yang mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik misalnya hasil pembusukan akar dan termasuk tanah gambut.⁴⁶

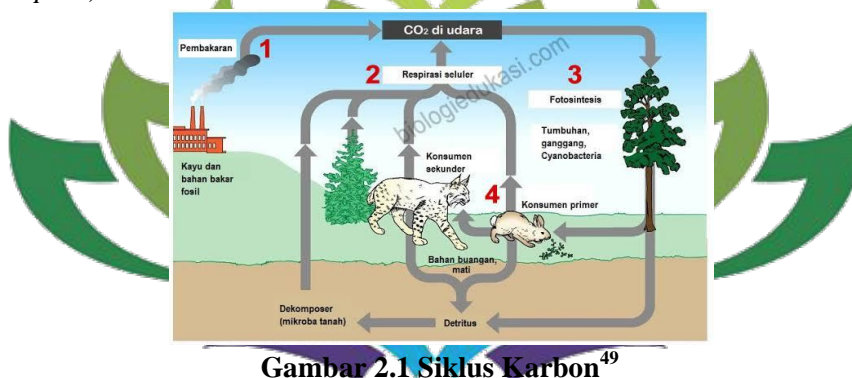
⁴⁵ Neil A Cambell, *Biologi Jilid 3*, Jakarta:Erlangga, 2004, Hal 397

⁴⁶ Dadun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa*, Bogor:Wetlands International Indonesia Programme, 2009, Hal 3-4

Cara yang mudah dan praktis untuk memprediksi emisi yaitu dengan memantau biomassa di atas tanah. Tetapi, untuk proses degradasi yang bersumber dari penggundulan dan pembakaran hutan sangat mempengaruhi emisi dari karbon pool lain seperti kayu mati dan serasah.⁴⁷

b. Siklus Karbon

Siklus karbon merupakan gambaran mekanisme karbon mengalir diantara lingkungan makhluk hidup, materi anorganik serta atmosfer. Siklus karbon merupakan bagian dari siklus biogeokimia dimana terjadi pertukaran atau perpindahan karbon antara bidang-bidang biosfer (terdapat dalam makhluk hidup), geosfer (terdapat dalam bumi), hidrosfer (terdapat dalam air) serta atmosfer (berada dalam udara). Hutan, tanah, laut, atmosfer menyimpan karbon yang bergerak secara dinamis dalam kantong karbon aktif (*active carbon pool*).⁴⁸



Gambar 2.1 Siklus Karbon⁴⁹

Pohon melakukan proses fotosintesis untuk menyerap karbondioksida di atmosfer kemudian mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan disimpan dalam bentuk biomassa dalam bagian tubuhnya seperti batang, daun, akar, umbi buah, dan lain sebagainya.⁵⁰

⁴⁷ Arield Angelsen Dan Stibniati Atmadja, *Melangkah Maju Dengan REDD*, Bogor:Cifor, 2010, Hal 111

⁴⁸ Sukirman Rahim dan Dewi Wahyuni K Baderan, *Hutan mangrove dan Pemanfaatnya*, Yogyakarta:DEEPUBLISH, 2017, Hal 33

⁴⁹ Neil A Cambell, *Biologi Jilid 3*, Jakarta: Erlangga, 2004, Hal 398

⁵⁰ Sukirman Rahim dan Dewi Wahyuni K Baderan, *Hutan mangrove dan Pemanfaatnya*, Yogyakarta:DEEPUBLISH, 2017, Hal 33

Fotosintesis merupakan suatu proses yang berlangsung pada tanaman hijau untuk menjadikan energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa karbon organik yang bermula dari molekul karbon dioksida dan air. Seluruh kehidupan di bumi tergantung langsung dari adanya proses asimilasi karbon dioksida menjadi senyawa organik dengan bantuan energi cahaya matahari (energi foton) melewati perantara pigmen hijau klorofil.

Fotosintesis dalam tanaman terjadi melalui dua tahap yaitu:

1. Reaksi terang

Reaksi terang merupakan reaksi yang bergantung dengan cahaya. Energi yang ditangkap oleh klorofil digunakan untuk memecah molekul air. Pemecahan ini disebut dengan fotolisis yang menyebabkan molekul air pecah menjadi hidrogen dan oksigen. Atom hidrogen yang bermula dari molekul H_2O digunakan untuk mereduksi $NADP^+$ menjadi $NADPH$, sehingga $NADP^+$ bertindak menjadi akseptor H_2 sedangkan O_2 dilepaskan menjadi hasil samping fotosintesis.⁵¹

Dalam pengaturan sistem penyerapan energi terdapat dua sistem cahaya yaitu fotosistem I dan fotosistem II. Fotosistem I memiliki kemampuan menyerap energi matahari dengan panjang gelombang 700 nm, serta tidak melibatkan pelepasan O_2 . Fotosistem II menyangkut penyerapan energi matahari dengan panjang gelombang 680 nm, serta melibatkan proses pembentukan O_2 dan H_2O .⁵²

Cahaya menggerakkan sintesis $NADPH$ dan ATP dengan memasok energi kepada kedua fotosistem yang tertanam pada membran tilakoid kloroplas. Terdapat dua rute untuk aliran elektron selama reaksi terang yaitu siklik dan nonsiklik.

Tahapan aliran elektron nonsiklik yaitu sebagai berikut:

- 1) Ketika fotosistem II menyerap cahaya, suatu elektron yang dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi dalam klorofil (P680) ditangkap oleh aseptor elektron primer.

⁵¹Lina Advinda, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, Yogyakarta : DEEPUBLISH, 2018, Hal 86-87

⁵²Lina Advinda, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, Yogyakarta : DEEPUBLISH, 2018, Hal 90

Klorofil yang dioksidasi sekarang menjadi agen pengoksidasi yang sangat kuat.

- 2) Suatu enzim mengekstraksi elektron dari air dan mengirimnya ke P680, menggantikan setiap elektron yang keluar dari molekul klorofil ketika molekul ini menyerap energi cahaya. Reaksi ini menguraikan molekul air menjadi dua ion hidrogen dan suatu atom oksigen. Langkah ini merupakan penguraian air pada fotosintesis yang melepaskan O_2 .
- 3) Setiap elektron terfotoeksitasi mengalir dari akseptor elektron primer fotosistem II ke fotosistem I melewati rantai transfer elektron. Rantai transfer elektron terdiri atas satu pembawa elektron yang disebut plastokinon (Pq), suatu kompleks yang terdiri atas dua sitokrom dan protein mengandung tembaga yang disebut plastosianin (Pc).
- 4) Begitu elektron meneruni rantai tersebut, eksponeniknya "jatuh" ke tingkat energi yang lebih rendah dipungut oleh membran tilakoid untuk menghasilkan ATP. ATP yang dihasilkan dalam reaksi terang akan menyediakan energi kimiawi untuk sintesis gula dalam siklus calvin.
- 5) Apabila elektron mencapai dasar rantai transfer elektron, elektron ini mengisi lubang elektron di P700. Lubang ini terbentuk ketika energi cahaya menggerakkan elektron dari P700 ke akseptor primer fotosistem I.
- 6) Akseptor elektron primer fotosistem I melewati elektron terfotoeksitasi ke rantai transfer elektron kedua, yang menyalurkannya ke ferredoksin (Fd). Enzim $NADP^+$ reduktase kemudian menyalurkan elektronnya dari Fd ke $NADP^+$. Ini merupakan reaksi redoks yang menyimpan elektron berenergi tinggi dalam NADPH, molekul yang akan menyediakan tenaga pereduksi untuk sintesis gula dalam siklus calvin.

Tahapan aliran elektron siklik yaitu sebagai berikut:

Aliran elektron siklik menggunakan fotosistem I namun tidak menggunakan fotosistem II. Aliran siklik merupakan hubungan singkat elektron siklus kembali dari ferredoksin (Fd)

kekompleks sitokrom dan berlanjut ke klorofil P700. Tidak ada produksi NADPH dan tidak ada pelepasan oksigen. Namun aliran siklik menghasilkan ATP.

2. Reaksi gelap.

Karbon memasuki siklus calvin dalam bentuk CO_2 dan keluar dalam bentuk gula. Siklus ini menggunakan ATP sebagai sumber energi dan mengkonsumsi NADPH sebagai tenaga pereduksi untuk penambahan elektron berenergi tinggi untuk membentuk gula.

Karbohidrat yang dihasilkan dalam siklus calvin bukanlah glukosa, tetapi gula berkarbon tiga atau gliseraldehid 3 fosfat (G3P). Untuk selisih sintesis satu molekul gula, siklus calvin melewati tiga tahapan, yaitu:

- 1) Fiksasi karbon. Siklus calvin memasukan setiap molekul CO_2 dengan menautkannya pada gula berkarbon lima atau ribulosa bisfosfat (RuBP). Enzim yang mengkatalis langkah ini yaitu RuBP karboksilase. Produk reaksi ini adalah intermediat berkarbon enam yang demikian tidak stabilnya sehingga segera terurai sepenuhnya untuk membentuk dua molekul 3 fosfogliserat (untuk setiap CO_2).
- 2) Reduksi. Setiap molekul 3 fosfogliserat menerima gugus fosfat baru. Suatu enzim menstransfer gugus fosfat dari ATP membentuk 1,3 bisfosfogliserat sebagai produknya. Selanjutnya sepasang elektron yang disumbangkan dari NADPH mereduksi 1,3 bisfosfogliserat menjadi G3P. G3P ini berupa gula sama dengan gula berkarbon tiga yang dibentuk dalam glikolisis oleh penguraian glukosa. Untuk setiap molekul CO_2 terdapat enam molekul G3P. Tetapi hanya satu molekul dari gula berkarbon tiga dapat dihitung sebagai selisih perolehan karbohidrat. Siklus ini mulai dengan nilai 15 karbon dari karbohidrat dalam bentuk tiga molekul gula berkarbon lima dalam RuBP. Sekarang terdapat nilai 18 karbon karbohidrat dalam bentuk enam molekul G3P. Satu molekul keluar siklus untuk digunakan oleh sel tanaman,

tetapi lima molekul lainnya didaur ulang untuk meregenerasi tiga molekul RuBP.

- 3) Regenerasi aseptor CO_2 (RuBP), rangka karbon yang terdiri dari lima molekul G3P disusun ulang oleh langkah terakhir siklus calvin menjadi tiga molekul RuBP. Untuk menyelesaikan ini, siklus menghabiskan tiga molekul ATP. RuBP sekarang siap menerima CO_2 kembali, kemudian siklus berlanjut.⁵³

c. Perhitungan Karbon

Terdapat tiga tingkatan yang digunakan untuk perhitungan karbon, dimana setiap tingkatan memerlukan data dan analisis yang lebih lengkap:

- 1) Menggunakan faktor emisi standar (memprediksi emisi berlandaskan hilangnya tutupan tajuk) mengontrol adanya perubahan wilayah untuk setiap kategori hutan serta menghitung jumlah karbon yang ada pada setiap kategori hutan melalui nilai standar untuk kerapatan karbon yang telah ditetapkan secara global.
- 2) Menggunakan faktor emisi spesifik untuk suatu negara dan kegiatan, presisi akan semakin berkembang karena kerapatan karbon diperkirakan menggunakan data yang spesifik pada suatu negara dan bukan menggunakan nilai standar global.
- 3) Menggunakan cara, model dan penilaian sistem inventarisasi yang dilakukan secara berulang, ditunjang dengan adanya data aktivitas secara terstruktur.⁵⁴

C. Biomassa

a. Pengertian Biomassa

Biomassa merupakan keseluruhan berat atau volume organisme dalam suatu kawasan atau volume tertentu. Biomassa juga disebut sebagai keseluruhan jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan menggunakan satuan ton berat kering

⁵³ Neil A Cambel, *Biologi Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 2002, Hal 190-195

⁵⁴ Arield Angelsen Dan Stibniati Atmadja, *Melangkah Maju Dengan REDD*, Bogor:Cifor, 2010, Hal 111

per satuan luas.⁵⁵ Di permukaan bumi, sekitar 90% biomassa yang ditemukan dalam hutan berupa pokok kayu, dahan, daun, akar, serta sampah hutan (serasah), hewan serta jasad renik. Biomassa ini merupakan hasil fotosintesis berbentuk selulosa, lignin, gula bersama dengan lemak, pati, protein, damar, fenol, ataupun senyawa lainnya.⁵⁶ Biomassa inilah yang merupakan keperluan makhluk di atas bumi melalui mata rantai antara binatang dan manusia dalam proses kebutuhan CO₂ yang diikat dan O₂ yang dilepaskan.⁵⁷

b. Perhitungan Biomassa

Perhitungan biomassa hutan menetapkan perhitungan biomassa dari keseluruhan komponen hutan. Perhitungan biomassa hutan meliputi keseluruhan biomassa hidup yang terdapat di atas dan di bawah permukaan dari pepohonan, semak, anakan pohon, tumbuhan menjalar, epifit, liana serta dari tumbuhan mati misalnya kayu dan serasah. Kerapatan, kesuburan tanah, diameter, tinggi serta berat jenis kayu sangat berpengaruh terhadap besarnya biomassa hutan.⁵⁸

Perhitungan karbon di atas permukaan tanah mencakup biomassa pohon, nekromassa, tumbuhan bawah serta serasah.

1) Perhitungan biomassa pohon serta nekromassa.

Rasio terbesar penyimpanan karbon di daratan umumnya ada pada komponen pepohonan. Untuk menurunkan tindakan perusakan hutan saat perhitungan biomassa dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan allometrik yang dilakukan pada pengukuran diameter batang. Nekromassa bisa berbentuk batang pohon mati, baik yang masih tegak maupun yang telah runtuh dan tergeletak di permukaan tanah yang harus dihitung agar didapatkan perkiraan penyimpanan karbon yang akurat.

⁵⁵ Dadun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa*, Bogor:Wetlands International Indonesia Programme, 2009, Hal 1

⁵⁶ Nofrianto, Ambar Tri Ratnaningsih, Muhammad Ikhwan, "Pendugaan Potensi Karbon Tumbuhan Bawah Dan Serasah Di Arboretum Universitas Lancang Kuning", *Jurnal Kehutanan*, Vol.13, No.2, 2018, Hal 147

⁵⁷ Arifin Arief, *Hutan dan Kehutanan*, Yogyakarta:Kasinus, 2001, Hal 12

⁵⁸ Nur Muhammad Heriyanto, Dolly Prianta, And Ismayadi Samsuedin,"Struktur Tegakan Dan Serapan Karbon Pada Hutan Sekunder Kelompok Hutan Muara Merang, Sumatera Selatan", *Jurnal Sylvia Lestari*, Vol.8, No.2, 2020, Hal 236

2) Perhitungan biomassa tumbuhan bawah serta serasah

Biomassa tumbuhan bawah mencakup semak belukar dengan diameter batang <5 cm, tumbuhan menjalar, rerumputan (gulma). Perkiraan biomassa tumbuhan bawah dihitung dengan memotong bagian tanaman (destructive). Sedangkan untuk serasah mencakup bagian tanaman yang sudah berjatuhan berupa daun dan ranting pohon yang berada di permukaan tanah.

Perhitungan karbon di dalam tanah yaitu perhitungan biomassa akar. Biomassa akar merupakan biomassa yang ada pada akar-akar tanaman. Untuk tanaman hutan biomassa akar yang biasa digunakan yaitu akar-akar tanaman yang memiliki diameter >2 mm. Namun untuk perhitungan biomassa akar jarang dilakukan pengamatan karena sulitnya pengukuran akar di lapangan serta harus melibatkan pengrusakan lahan.⁵⁹

Perhitungan biomassa dapat dilakukan melalui 4 cara yaitu:

1) Sampling melalui pemanenan (Destructive sampling) secara in situ.

Metode ini merupakan metode dengan memanen keseluruhan bagian tanaman terhitung dari akarnya. Metode ini mulai dari memanen, mengeringkan hingga menghitung berat biomasanya. Untuk menghitung biomassa hutan dengan metode ini diperlukan pengulangan beberapa area sampel atau untuk melakukan ekstrapolasi untuk area yang lebih luas dengan menggunakan persamaan allometrik. Metode ini terhitung akurat tetapi memakan biaya yang cukup mahal dan memakan waktu yang cukup lama.

2) Sampling tanpa pemanenan (Non destructive sampling) melalui data pendataan hutan secara in situ.

Metode ini merupakan metode melakukan perhitungan biomasanya tanpa melakukan pemanenan atau merusak tanaman. Metode ini dilakukan dengan menghitung diameter dan tinggi pohon dengan menggunakan persamaan allometrik.

3) Perkiraan melalui penginderaan jauh.

Metode ini merupakan metode yang umumnya relatif mahal dan memerlukan keahlian tertentu dalam menggunakan teknologi

⁵⁹ Irawan Sukri Banuwa, *Erosi*, Jakarta:Kencana,2013, Hal 147-148

penginderaan jauh. Untuk mendapatkan hasil perkiraan biomassa dengan tingkat keakuratan yang baik membutuhkan hasil penginderaan jauh dengan resolusi tinggi.

4) Pembuatan model.

Model digunakan pada perhitungan perkiraan biomassa menggunakan frekuensi serta intensitas pengamat in situ atau penginderaan jauh yang terbatas.

Dalam perhitungan perkiraan biomassa dan simpanan karbon dalam tegakan mangrove metode yang paling sering digunakan yaitu metode non destructive, metode ini dipilih karena sifatnya yang tidak merusak ekosistem mangrove serta merupakan metode yang paling mudah.⁶⁰

D. Sedimen

a. Pengertian Sedimen

Sedimen merupakan padatan tersuspensi yang berasal dari muara sungai, pengerukan material, atau resuspensi sedimen bagian bawah oleh gelombang dan kapal-kapal yang ikut terbawa masuk ke wilayah pesisir. Sedimen juga dikatakan sebagai partikel yang berasal dari pelapukan batuan, tanah, dan proses antropogenis yang mengedap dalam sungai, danau ataupun lautan baik dalam bentuk partikel terlarut (*solute load*) dan partikel padat (*solid load*).⁶¹

b. Karakteristik Sedimen

Berdasarkan ukurannya sedimen dibedakan atas kerikil (>256 mm), pasir (0,063-0,2 mm), lumpur (0,2-0,063 mm), serta lempung (<0,002 mm). Kandungan mineral yang terdapat pada sedimen dapat berupa kuarsa, feldspar, campuran mineral silikat, gips, kalsium karbonat, dan lain sebagainya.⁶²

c. Bentuk-Bentuk Sedimen

⁶⁰ Rudianto, *Restorasi Ekosistem Pasir*, Malang: UB Press, 2017, Hal 102

⁶¹Fitryane Lihawa, *DaerahAliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan longsoran*, Yogyakarta:DEEPUBLISH, 2017, Hal 50

⁶²Fitryane Lihawa, *DaerahAliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan longsoran*, Yogyakarta:DEEPUBLISH, 2017 Hal 50

Berdasarkan mekanisme pengangkutannya, partikel padat sedimen dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

- a) *Suspended load*, merupakan butiran sedimen yang bergerak pada atas dasar sungai dengan cara melayang. Sedimen melayang terdiri atas butiran-butiran pasir halus dan kemungkinan interaksinya dengan dasar sungai sangat kecil karena selalu didorong ke atas oleh tubirlensi aliran.
- b) *Bed load* merupakan butiran sedimen yang bergerak di dasar sungai secara menggelinding (rolling), menggeser (sliding) ataupun meloncat (jumping).

d. Transpor Sedimen

Transpor sedimen merupakan pengangkutan sedimen yang berasal dari tempat asalnya ke tempat yang lebih rendah, kemudian masuk ke badan sungai serta mengalir ke muara. Besarnya sedimen yang terangkut oleh aliran air ditentukan oleh interaksi beberapa faktor berikut ini:

- 1) Besarnya sedimen yang terbawa masuk ke badan sungai.

Besarnya sedimen yang masuk ke dalam badan sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor iklim, topografi daerah aliran sungai, keadaan geologi, keadaan aliran permukaan, bentuk DAS, kerapatan aliran, vegetasi serta cara bercocok tanam di wilayah tangkapan air yang merupakan asal sedimen.

- 2) Karakteristik saluran dan keadaan aliran permukaan.

Bentuk dari aliran permukaan sangat berperan penting dalam penyebab erosi dan sebagai alat transpor sedimen. Sifat-sifat aliran permukaan yang menentukan kemampuannya dalam menyebabkan erosi serta daya angkut sedimen adalah jumlah laju, kecepatan, serta gejolak aliran permukaan.

- 3) Ciri fisik sedimen.

Jumlah dan ukuran butiran sedimen sangat menentukan besarnya sedimen yang terangkut.⁶³

⁶³Fitryane Lihawa, *Daerah Aliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan longsor*, Yogyakarta:DEEPUBLISH, 2017 Hal 51

E. Hipotesis

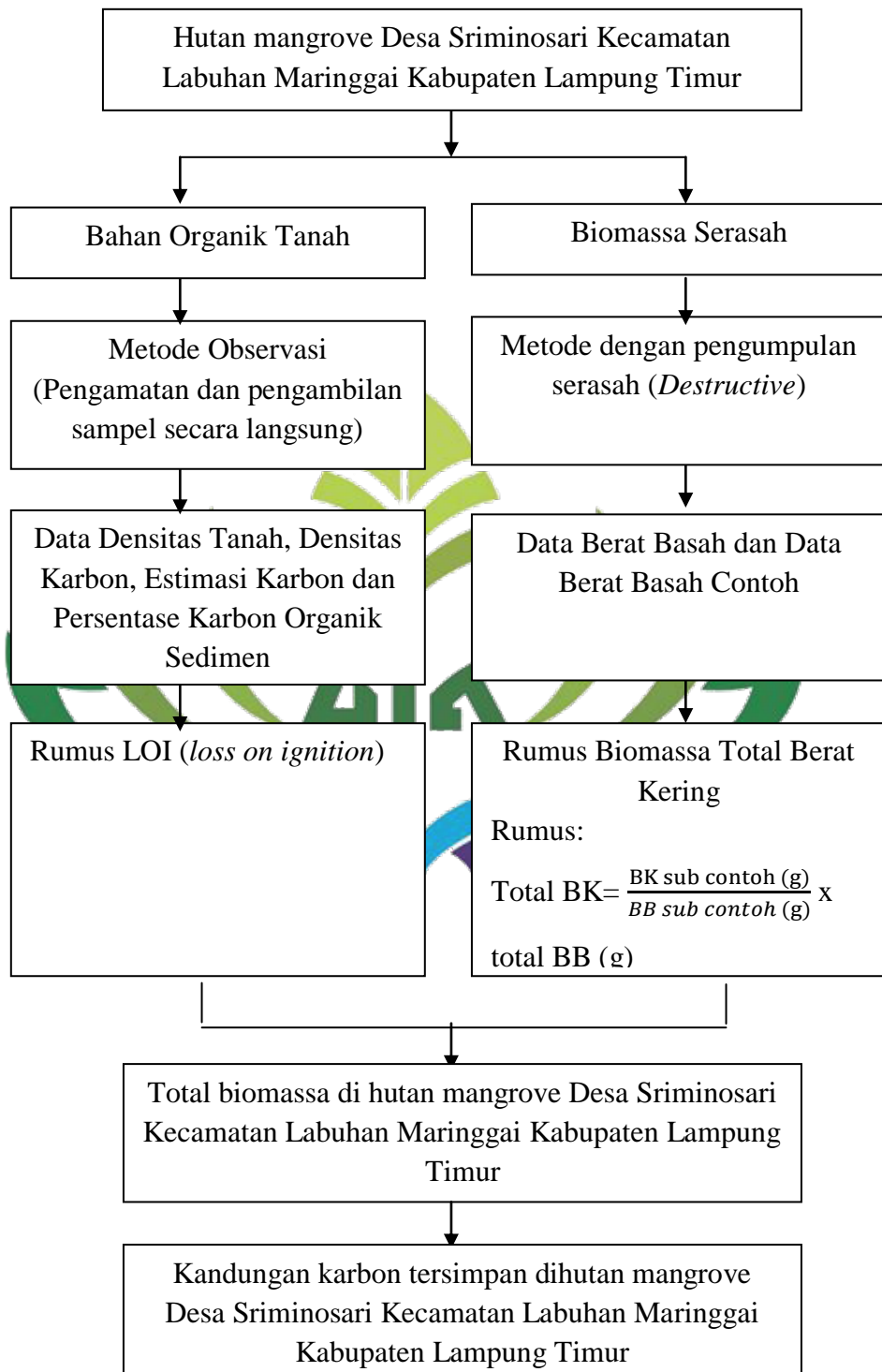
Hipotesis dalam penelitian ini yaitu serasah dan sedimen antara stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki pengaruh terhadap jumlah karbon.

H₀ = Tidak ada beda jumlah karbon pada serasah dan sedimen antara stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3

H₁ = Terdapat beda jumlah karbon pada serasah dan sedimen antara stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3



F. Kerangka Berfikir



DAFTAR RUJUKAN

- Advinda, Lina. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta : DEEPUBLISH. 2018.
- Afif Bintoro, Feri Andrianto and Yuwono, Budi Slamet. “Produksi Dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove (*Rhizophora Sp.*) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran”. *Jurnal Sylva Lestari*. Vol. 3. No.1. 2015.
- Angelsen, Arield and Atmadja, Stibniati. *Melangkah Maju Dengan REDD*. Bogor:Cifor. 2010.
- Anwar, Chairul. “*Hakikat Manusia Dalam Pendidikan*”. Yogyakarta: SUKA-Press. 2014.
- Anwar, Chairul. “*Hakikat Manusia Dalam Pendidikan Sebuah Tujuan Fisiologis*”. Yogyakarta:SUKA-Press. 2014.
- Anwar, Chairul.“*Multikulturalisme, Globalisasi dan Tantangan Pendidikan*”. Yogyakarta:DIVA Press. 2019.
- Aprilia, Irma, Suryadarma, and I Gusti Putu. “E-Modul Ekosistem Mangrove (Emme):Pengembangan, Validasi, Dan Efektivitas Dalam Meningkatkan Swasembada Siswa”. *Jurnal Biosfer Pendidikan Biologi*. Vol.13. No.1. 2020.
- Arief, Arifin. *Hutan mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Yogyakarta: KANISIUS. 2003.
- Ayu Devianti, Ory Kurnia and Trisnawati, Indah .“ Studi Laju Dekomposisi Serasah Pada Hutan Pinus di Kawasan Wisata Taman Safari Indonesia II Jawa Timur”. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol.6. No.2. 2017.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017.
- Banuwa, Sukri Irawan. *Erosi*. Jakarta:Kencana. 2013.

Cambell, A Neil. *Biologi Jilid 1*. Jakarta:Erlangga. 2002.

Cambell, A Neil. *Biologi Jilid 3*. Jakarta:Erlangga. 2004.

Damanik, Erfatani Sarintan. *Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia. 2019.

Edwin,Muli. Penilaian Stok Karbon Tanah Organik Pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan Di Kutai Timur, Kalimantan Timur. *Jurnal AGRIFOR*. Vol XV. No 2. 2016.

Hairiah K and Rahayu S. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia. 2007.

Halidah. "Avicennia Marina (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat". *Jurnal Info Teknis EBONI*. Vol.11, No.1. 2014.

Haneda, Noor Farikhah and Suheri, Mohammad .Hama Mangrove di Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 09, No. 1. 2018.

Heriyanto, Nur Muhammad, Prianta, Dolly and Samsuedin, Ismayadi. "Struktur Tegakan Dan Serapan Karbon Pada Hutan Sekunder Kelompok Hutan Muara Merang, Sumatera Selatan". *Jurnal Sylvia Lestari*. Vol.8. No.2. 2020.

Indah Mahasani, I Gusti Agung, Widagti,Nuryani and Astawa Karang, I Wayan Gede. Estimasi Karbon Organik di Hutan Mangrove Bekas Tambak, Perancak, Jembrana, Bali, *Jurnal Marine And Aquatic Sciences 1*. 2015.

Iswahyudi, Kusmana, Cecep and Hidayat, Aceng. Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Rehabilitasi Hutan Mangrove Kota Langsa Aceh. *Jurnal Matematika, Sains Dan Teknologi*. Vol. 20, No.1. 2019.

Juhadi, Rahma Ainur Risti and Santoso Budi, Apik. "Edu-Ekosistem Hutan Mangrove Kawasan Pesisir Pasarbanggi, Rembang,

Jawa Tengah, Indonesia". *Jurnal Geografi*. Vol.9. No.1. 2020.

K Baderan, Dewi Wahyuni, dan Rahim Sukirman. *Serapan Karbon Hutan mangrove Gorontalo*. Yogyakarta:Deepublish. 2017.

Lembaga penelitian Unila, 2010.

Lestariningsih, Adriyani Wiwid. "Estimasi Karbon Tersimpan Pada Kawasan Hutan mangrove Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah". *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. Vol 7. No 2. 2018.

Lihawa, Fitriyane. *Daerah Aliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan longsoran*, Yogyakarta:DEEPUBLISH. 2017.

Muharam." Penanaman Mangrove Sebagai Salah Satu Upaya Rehabilitasi Lahan Lingkungan Di Kawasan Pesisir Pantai Utara Kabupaten Karawang". *Jurnal Ilmiah Solusi*. Vol.1. No.1. 2014.

N.M. Heriyanto andSubiandono,Endro. Komposisi Dan Struktur Tegakan, Biomasa, Dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove Di Taman Nasional Alas Purwo (*Composition And Structure, Biomass, And Potential Of Carbon Content In Mangrove Forest At National Park Alas Purwo*). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. Vol 9. No 1. 2012.

Nofrianto, Ratnaningsih, Ambar Tri and Ikhwan, Muhammad. "Pendugaan Potensi Karbon Tumbuhan Bawah Dan Serasah Di Arboretum Universitas Lancang Kuning". *Jurnal Kehutanan*. Vol.13. No.2. 2018.

Oktaviona, Silvi, Amin Bintal dan Gihalib,Musrifin. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Ekosistem Hutan Mangrove di Jorong Ujuang Labuang Kabupaten Agam Provinsi Sumatra Barat. *JurnalKelautan Fakultas Perikanan*. 2017.

Nurkin, Baharuddin. *Silvikultur*. Makassar:Fakultas Kuhutanan Universitas Hasanuddin. 2019.

Purwanto, Ris Hadi, Rohman Rohmah and Maryudi Ahmad. "Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon Jenis-Jenis Tanaman Berkayu Di Hutan Rakyat Desa Nglanggeran Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta". *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol VI No 2. 2012.

Raharjo, Prapto, Zaenal Arifin, and Annisa Purbasari. "Perancangan Ulang Tata Letak Stasiun Kerja Dengan Metode Systematic Lay Out Planning". *Jurnal Profesiensi*. 2014.

Rahim, Sukiman and K Baderan, Dewi Wahyuni. *Hutan mangrove dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Deepublish. 2017.

Rudianto. *Restorasi Ekosistem Pasir*. Malang: UB Press. 2017.

Sulaiman, Bustam. *Potensi Hutan mangrove Sebagai Sumber Kehidupan Masyarakat Pesisir Agar Lingkungan Asri*. Ponorogo : Uwais Inspirasi Indonesia. 2019.

Sunarto." Peranan Ekologis dan Antropogenis Ekosistem Mangrove". (Skripsi. Jatinangor. 2008)

Sutaryo, Dadun. *Penghitungan Biomassa*. Bogor:Wetlands International Indonesia Programme. 2009.

Tambunan, H Muhammad Iqbal. "Pengaruh Lingkungan Tempat Tinggal Terhadap Pengetahuan Siswa Tentang Ekosistem Hutan Mangrove Di Kabupaten Deliserdang". *Jurnal Biolokus*. Vol.1. No.1. 2018.

Thomsett, Rob. *Radical Project Management*. Jakarta:Erlangga. 2003.

Verisandria, Jonathan Rio, Schadu, Joshian and Sondak, Calvin. Estimasi Karbon Pada Sedimen Ekosistem Mangrove Di Pesisir Taman Nasional Bunaken Bagian Utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*. Vol 1. No 1. 2018.

Windarni, Cahyaning, Agus Setiawan and Rusita Rusita. "Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur". *Jurnal Sylva Lestari*. Vol.6 No.1. 2018.

Windarni, Cahyaning. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. (Skripsi Universitas Lampung). 2018

Yuliasamaya, Darmawan, Arief dan Hilmanto, Rudi. Perubahan Tutupan Hutan Mangrove di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 2014.

