PENDUGAAN SIMPANAN KARBON TEGAKAN *AVICENNIA MARINA* DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR TAMBAK KECAMATAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh:

AHMAD NURUDDIN
NIM. H04214005

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	Ahmad Nuruddin
NIM	:	H04214005
Program Studi	:	Ilmu Kelautan
Angkatan	:	2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PENDUGAAN SIMPANAN KARBON TEGAKAN *AVICENNIA MARINA* DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR TAMBAK KECAMATAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Surabaya, 8 Agustus 2019

Ahmad Nuruddin

NIM H04214005

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : AHMAD NURUDDIN

NIM : H04214005

JUDUL : PENDUGAAN SIMPANAN KARBON TEGAKAN *AVICENNIA MARINA* DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR TAMBAK KECAMATAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Fajar Setiawan, M.T	Asri Sawiji, M.T
NIP.198405062014031001	NIP. 198706262014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 18 Juli 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I

Fajar Setiawan, M.T
NIP. 198405062014031001

Penguji II

Asri Sawiji, M.T
NIP. 198706262014032003

Penguji III

Mauludiyah, M.T
NUP. 201409003

Penguji IV

Wiga Alif Violando. M.P
NIP. 199203292019031012

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Purwati, M.Ag
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : AHMAD NURUDDIN
NIM : H04214005
Fakultas/Jurusan : ILMU KELAUTAN
E-mail address : conzardi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
PENDUGAAN SIMPANAN KARBON TEGAKAN AVICENNIA MARINA DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR TAMBAK KECAMATAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 9 Agustus 2019

Penulis

(AHMAD NURUDDIN)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PENDUGAAN SIMPANAN KARBON TEGAKAN AVICENNIA MARINA DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR TAMBAK KECAMATAN GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

Oleh:

Ahmad Nuruddin

Berkurangnya luas hutan mangrove mengakibatkan penurunan kemampuan dalam penyerapan karbondioksida di atmosfir oleh mangrove sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global. Dengan perkembangan ekonomi yang semakin meningkat pembangunan kota surabaya merupakan tujuan dari pemerintah untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang terus meningkat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui simpanan karbon dan serapan karbon pada tegakan mangrove jenis api api di kelurahan gunung anyar tambak kecamatan gunung anyar kota surabaya. Penelitian ini dilakukan dengan metode non destructive sampling dan menggunakan persamaan allometrik untuk diketahui penghitungan biomassa dan karbon. Petak pengamatan dibuat dengan ukuran 10 m x 100 m dengan jarak petak tak ditentukan dengan jumlah 10 petak. Hasil penelitian diperoleh simpanan total karbon tegakan dari jenis semai, pancang dan pohon *avicennia marina* di kelurahan gunung anyar tambak sebesar 1.641,8 kg/m^2 dan serapan karbon total tegakan dari jenis semai, pancang dan pohon *avicennia marina* di kelurahan gunung anyar tambak sebesar 5.634,04 kg/m^2.

Kata kunci: hutan mangrove, simpanan karbon, serapan karbon

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

ALLEGED CARBON DEPOSITS FOR THE AVICENNIA MARINA IN THE VILLAGE OF GUNUNG ANYAR TAMBAK REGENCY OF GUNUNG ANYAR IN SURABAYA

Oleh:

Ahmad Nuruddin

The reduction in mangrove forest area resulted in decreased ability in the absorption of carbon dioxide in the atmosphere by mangrove, causing global warming. With the increasing economic development, the development of Surabaya City is the goal of the government to meet the growing needs of the population. The purpose of this research is to know the carbon deposits and absorption of carbon in mangrove stands of Fire Flame type in Gunung Anyar, Gunung Anyar Mountain District, Surabaya. The study was conducted by non destructive sampling methods and used allometric equations to be known for the calculation of biomass and carbon. The observation plot is made with a size of 10 m x 100 m with an unspecified plot distance of 10 tiles. The results of the study obtained the total carbon deposits of the type of Semai, stakes and Trees Avicennia Marina in the village of Gunung Anyar tambak 1,641.8 kg/m2 and total carbon uptake of the type of Semai, stakes and trees Avicennia marina in A mountain village of 5,634.04 kg/m2.

Keywords: mangrove forests, carbon deposits, carbon removal.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI iv
PERNYATAAN KEASLIAN v
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 12
1.2 Rumusan masalah 14
1.3 Tujuan 14
1.4 Manfaat 14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Ekologi dan Lingkungan 16
2.2 Pemanasan Global 18
2.3 Siklus Karbon 18
2.4 Biomassa dan Karbon hutan 20
2.4.1 Biomassa 20
2.4.2 Karbon Hutan 20
2.5 Menghitung Biomassa Dan Karbon 22
2.6 Analisis Biomassa Menggunakan Metode Allometrik 23
2.7 Tinjauan Tentang Mangrove 24
2.7.1 Pengertian Mangrove 24
2.7.2 Karakteristik Ekosistem Mangrove 25
2.7.3 Zonasi Mangrove 26
2.7.4 Peran Hutan Mangrove 27
2.8 Mangrove Api api (*Avicennia Marina*) 29
2.9 Gambaran Umum Kelurahan Gunung Anyar Tambak 31
2.9.1 Kondisi Geografis 31
2.9.2 Kondisi Penduduk 32
2.9.3 Tingkat Pendidikan 33
2.9.4 Kehidupan Beragama 34

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.9.5 Mata Pencaharian Penduduk 35
2.9.6 Keadaan Demografis 36
2.10 Penelitian Terdahulu 38
BAB III METODOLOGI
3.1 Metode Penelitian 40
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian 40
3.3 Alat Dan Bahan Penelitian 41
3.3.1 Alat penelitian 41
3.3.2 Bahan Penelitian 41
3.4 Rancangan Penelitian 41
3.5 Rancangan Penelitian 42
3.6 Alur Kerja 44
3.6.1 Studi Literatur 45
3.6.2 Pengumpulan Data 45
3.6.2.1 Data Primer 45
3.6.2.2 Data Sekunder 46
3.6.3 Pengolahan Data 46
3.6.3.1 Perhitungan Simpanan Karbon 46
3.6.3.2 Perhitungan Serapan CO_2 48
3.6.5 Penyusunan Laporan 49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil 50
4.2 Pembahasan Simpanan Biomassa dan Karbon *Avicennia Marina* 57
4.3 Serapan CO_2 65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 70
5.2 Saran 70

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Karbon 20
Gambar 2.2 Zonasi Penyebaran Vegetasi Mangrove 28
Gambar 2.3 Mangrove Api Api 30
Gambar 2.4 Bagian Tegakan Mangrove 31
Gambar 2.5 Struktur Tegakan Mangrove Api Api 32
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya 42
Gambar 3.2 Bentuk Dan Ukuran Plot 44
Gambar 3.3 Kemungkinan Penggandaan Kesalahan Dalam Penghitungan Biomassa Hutan 45
Gambar 3.4 Flowchart Penelitian 46
Gambar 3.5 Skematis Cara Menetukan Ketinggian Pengukuran DBH Batang Pohon Yang Tidak Beraturan 47
Gambar 4.1 Kondisi Jenis Api Api Di Gunung Anyar Tambak, Surabaya 52
Gambar 4.2 Pengukuran Diameter Batang Pohon Di Gunung Anyar Tambak, Surabaya 53
Gambar 4.3 Normal 55
Gambar 4.4 Miring 56
Gambar 4.5 Cabang Berada Pada Awal Percabangan 57
Gambar 4.6 Cabang Berada Pada Atas Percabangan 58
Gambar 4.7 Biomassa Kategori Tegakan *Avicennia Marina* 62
Gambar 4.8 Karbon Kategori Tegakan *Avicennia Marina* 65
Gambar 4.9 Serapan Kategori Tegakan *Avicennia Marina* 68

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Luas Wilayah, Ketinggian, dan Jarak dari Kelurahan ke Kecamatan Per Kelurahan Tahun 2016 33
Tabel 2.2 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Sex Ratio Menurut Kelurahan Tahun 2016 33
Tabel 2.3 Rata-Rata Anggota Keluarga Hasil Registrasi Dirinci Menurut Kelurahan Tahun 2016 34
Tabel 2.4 Jumlah Penduduk Menurut Tingkat Pendidikan Terakhir Hasil Registrasi Dirinci Menurut Kelurahan Tahun 2016 34
Tabel 2.5 Lanjutan 35
Tabel 2.6 Jumlah Penduduk Pemeluk Agama Per Kelurahan Hasil Registrasi Tahun 2016 36
Tabel 2.7 Luas Wilayah, Menurut Penggunaannya Per Kelurahan (Ha) Tahun 2016 37
Tabel 2.8 Batas Wilayah Kecamatan Menurut Mata Angin Tahun 2016 37
Tabel 2.9 Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2013 38
Tabel 2.10 Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2015 38
Tabel 3.1. Alat Dan Fungsinya 43
Tabel 4.1 Macam Bentuk Pohon *Avicennia Marina* 53
Tabel 4.2 Perhitungan Biomassa Kategori Pancang Tegakan *Avicennia Marina* 59
Tabel 4.3 Perhitungan Biomassa Kategori Pohon Tegakan *Avicennia Marina* ... 60
Tabel 4.4 Biomassa Kategori Tegakan *Avicennia Marina* 61
Tabel 4.5 Karbon Tegakan *Avicennia Marina* 63
Tabel 4.6 Serapan Co_2 Tegakan *Avicennia Marina* 63
Tabel 4.7 Karbon Tegakan *Avicennia Marina* 64
Tabel 4.8 Perhitungan Biomassa Kategori Pancang Tegakan *Avicennia Marina* 67
Tabel 4.9 Perhitungan Biomassa Kategori Pohon Tegakan *Avicennia Marina* 67
Tabel 4.10 Serapan CO2 Tegakan *Avicennia Marina* 68

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove menurut Dharmawan dan Siregar (2008) merupakan kawasan yang berfungsi sebagai penghubung antara laut dan darat. Ekosistem mangrove menurut Rachmawati et al (2014) memiliki fungsi ekologis yang penting bagi wilayah pesisir, selain itu fungsi ekologis mangrove adalah sebagai penyerap juga penyimpan karbon hutan dalam upaya pencegahan pemanasan global yang terjadi. Meningkatnya kandungan karbondioksida (CO_2) di atmosfir menurut penelitian Dharmawan dan Siregar (2008) merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya perubahan iklim dunia.

Dalam konteks perubahan iklim menurut penelitian Giri et al (2011), hutan merupakan peyimpan karbon atau penyerap maupun pengemisi karbon yang baik. Menurut penelitian Dharmawan dan Chairil (2008) vegetasi hutan yang mampu menyerap karbondioksida yaitu hutan mangrove. Beberapa fakta tentang mangrove di Indonesia menurut penelitian Murdiyarso et al (2015) persentase mangrove yang berada di Indonesia mewakili 23% dari mangrove keseluruhan yang ada di dunia, dimana hutan mangrove di indonesia dalam per hektarnya penyimpanan karbonnya lima kali lebih banyak dibanding hutan tropis yang berada di dataran tinggi karena mangrove terasuk dalam kategori hutan lahan basah. Mengingat pentingnya hutan mangrove sebagaimana hutan alami lainnya sebagai penyimpan karbon maka perlu upaya dalam peningkatan pengelolaan hutan yang sesuai dengan fungsi hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

Meskipun berpotensi besar sebagai penyimpan karbon, hutan mangrove di Indonesia menurut penelitian FAO (2007) dalam tiga dasawarsa terakhir, hutan mangrove yang berada di Indonesia kehilangan 40% yang berarti kerusakan hutan mangrove Indonesia terbesar di dunia. Menurut penelitian Murdiyarso et al (2015) Angka tersebut menyumbang 20% emisi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penggunaan lahan di Indonesia dengan perkiraan pengeluaran CO_2 sebesar 700 juta metrik ton sehingga mengakibatkan ekosistem pesisir, termasuk rawa, mangrove dan rumput laut rusak.

Dengan perkembangan ekonomi yang melaju pesat sebagai kota besar, pembangunan kota Surabaya merupakan tujuan utama dari pemerintah kota. Perkembangan pembangunan kota Surabaya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang terus meningkat dengan kebutuhannya yaitu pembangunan tempat tinggal, gedung perkantoran dan sarana pendidikan. Pembangunannya pun merata hampir di seluruh wilayah kota Surabaya termasuk pada kelurahan gunung anyar tambak.

Perkembangan pembangunan di kelurahan gunung anyar tambak tergolong pesat karena banyaknya investor yang datang dikarenakan aksesnya yang mudah, lokasinya strategis, serta harga tanah yang murah menyebabkan pertimbangan para investor untuk menanam modal di wilayah ini sehingga menyebabkan adanya penurunan luas hutan mangrove yang disebabkan oleh aktivitas pembangunan tersebut dan dikhawatirkan akan terjadi suatu perubahan yang berdampak pada komunitas tersebut sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global di wilayah tersebut.

Menurut Dinas Pertanian Kota Surabaya (2015) luasan hutan mangrove di kelurahan gunung anyar tambak, Surabaya sebesar 69,88 ha sedangkan pada tahun 2013 sebesar 73,95 ha yang mana luasan mangrovenya semakin berkurang sampai 4,07 ha. Hal ini disebabkan aktivitas pembangunan guna memenuhi kebutuhan penduduk yang terus bertambah di kota Surabaya. Hal ini sesuai pada Al-qur'an surat Ar-Rum ayat 41 yang menjelaskan tentang kerusakan lingkungan yang disebabkan perbuatan manusia.

Penelitian tentang pendugaan simpanan karbon tegakan api api (avicennia marina) di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya dianggap penting karena dengan mengetahui jumlah simpanan karbon tegakan api api, kta akan lebih memahami bahwa mangrove dapat mengurangi peningkatan emisi karbon pada atmosfir sehingga usaha konservasi peningkatan karbon di alam dapat lebih ditingkatkan dalam upaya mitigasi perubahan iklim akibat pemanasan global.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم

بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

41. telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusi, supay Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

1.2 Rumusan masalah

1. Berapa jumlah simpanan total karbon tegakan mangrove *avicennia marina* di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya?
2. Berapa serapan total CO_2 tegakan mangrove *avicennia marina* di kawasan mangrove Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui jumlah total simpanan karbon tegakan mangrove *avicennia marina* di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya.
2. Mengetahui serapan total CO_2 tegakan mangrove *avicennia marina* di kawasan mangrove Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya.

1.4 Manfaat

1. Bagi masyarakat yang memanfaatkan mangrove dikawasan gunung anyar tambak baik yang secara langsung maupun yang tidak langsung, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi stok karbon dikawasan gunung anyar tambak surabaya, dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Bagi nelayan dan pembuat kebijakan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran lebih lengkap mengenai stok karbon kondisi mangrove sekitar kawasan gunung anyar tambak. Dengan penelitian ini juga diharapkan agar dapat menjadi data dasar yang dapat membantu pengelolaan maupun penelitian hutan mangrove selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekologi dan Lingkungan

Menurut Supardi (2003), Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari sebaran tentang timbal balik antara organisme-organisme hidup dengan lingkungannya. Sedangkan ilmu lingkungan (Environmental Science Atau envirology) menurut Sastrawijaya (2000) merupakan suatu kajian teratur antara lingkungan hidup dengan kedudukan manusia. Perbedaan utama antara ilmuekologi dan lingkungan adalah dengan mencari pengetahuan yang baru, arif, tepat tentang alam sekitar, juga dampaknya kelakuan manusia terhadap alam sehingga menimbulkan tanggung jawab, penghargaan, kesadaran, dan keberpihakan antara manusia dengan lingkungan hidup secara menyeluruh.

Menurut Suripin (2002), faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap hutan adalah iklim, air, dan tanah. Sedangkan hutan yang ditebang dapat menimbulkan beragam iklim besar yang berbeda-beda diantaranya dari panas ke dingin, dan dari basah ke kering sehingga kurang cocok dalam pertumbuhan suatu tanaman. Hutan yang belum ditebang yang penuh dengan tumbuhan kayu-kayuan kecil mempunyai kemampuan untuk mengurangi kecepatan angin sehingga mengakibatkan berkurangnya penguapan air atau yang disebut evaporasi dari tumbuhan yang terlindung olehnya, akibatnya apabila dibawahnya terdapat tanaman pertanian maka pertumbuhannya akan baik dan dapat meningkatkan hasil suatu panen.

Menurut Sastrawijaya(2000) Pencemaran lingkungan hidup merupakan masuknya atau dimasukkannya unsur zat, energi, mahluk hidup, dan atau unsur-unsur lainnya ke dalam lingkungan yang disebabkan oleh perilaku campur tangan manusia sehingga menurunnya kualitas pada tingkat tertentu yang menyebabkan tidak berfungsinya sesuai dengan peruntukan bagi lingkungan. Berikut adalah permasalahan lingkungan:

a. Pemanasan global
b. Kebakaran hutan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Kekeringan
d. Erosi
e. Tanah longsor
f. Banjir
g. Pencemaran (air, udara, tanah)
h. Lahan kritis

Permasalahan lingkungan hidup tersebut terjadi karena adanya pengelolaan lingkungan yang kurang baik. Pengelolaan lingkunganatau usaha untuk melestarikan lingkungan bertujuan agar setiap kebutuhan makhluk hidup dapat terpenuhi dengan baik. Usaha melestarikan lingkungan dari pengaruh pembangunan dalam berbagai bidang merupakan suatu usaha yang perlu dilakukan. Pengelolaan lingkungan yang baik dapat mencegah kerusakan lingkungan disekitarnya akibat dari pengaruh pembangunan. Hal utama dalam pengelolaan lingkungan adalah mengurangi dampak kemunduran populasi sumbe daya alam dan sumber daya alam lain yang dikelola disekitarnya, sehingga mencegah terjadinya pencemaran atau polutan yang membahayakan bagi lingkungan.

Menurut Alikodra (2012) dalam upaya untuk melakukan pengelolaan sumberdaya alam perlu dilakukan secara terpadu dan bertahap. Penamaan pengelolaan secara terpadu dikarenakan kegiatan pemanfaatan, pengendalian, pengawasan, pemulihan, dan pengembangan lingkungan dilakukan secara bersamaan dan bersinergi. Setelah melakukan pengelolaan secara terpadu, selanjutnya ialah melakukan kegiatan tersebut secara berurutan. Tahap dalam melakukan pengelolaan lingkungan yaitu : penyusunan rencana, pelaksanaan dalam pemanfaatan, pengendalian dan pengawasan. Tahap terakhir dari tahapan pengelolaan lingkungan yaitu melakukan pemulihan dan pengembangan lingkungan untuk menjaga kelestarian dan kualitas lingkungan di dalamnya.

Salah satu upaya dalam melestarikan lingkungan ialah melakukan pengelolaan yang baik pada kawasan hutan. Hal ini dikarenakan hutan memiliki peranan utama dalam keberhasilan usaha pengelolaan lingkungan. Hutan memiliki manfaat dalam kesejahteraan masyarakat sekitar, diantaranya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebagai pengatur atau penyimpan oksigen bagi manusia, pencegahan bencana alam, menjaga keberlangsungan spesies hewan dan tumbuhan, serta menjaga ekosistem air bagi kebutuhan konsumsi hingga mata pencaharian masyarakat setempat. Selain itu hal yg lebih penting ialah peranan manusia dalam menjaga kelestarian hutan agar tidak terjadi kerusakan, dimana jika terjadi kerusakan hutan maka manfaat hutan pada kehidupan manusia secara berangsur akan hilang.

2.2 Pemanasan Global

Biomassa hutan menurut IPCC (1995) sangat relevan dengan perubahan iklim. Biomasa hutan berperan dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Dari keseluruhan karbon hutan 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan. Sebagai konsekuensi apabila terjadi kerusakan hutan, kebakaran, pembalakan dan sebagainya dapat menambah jumlah karbon di atmosfir.

Pemananasan global merupakan kejadian dimana suhu rata-rata di atmosfir meningkat. Dalam catatan sejarah 4,65 milyar tahun yang lalu bumi telah mengalami kondisi panas dan mendingin berkali-kali. Penyebab pemanasan global antara lain terjadinya pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, batubara, melepasnya karbon dioksida dan gas-gas lainnya yang biasa disebut gas rumah kaca. Meningkatnya gas-gas rumah kaca di atmosfir menjadikan atmosfir sebagai insulator atau mencegah terhantarnya panas sehingga banyak panas dari matahari yang tertahan akibat pantulan dari bumi oleh rumah kaca.

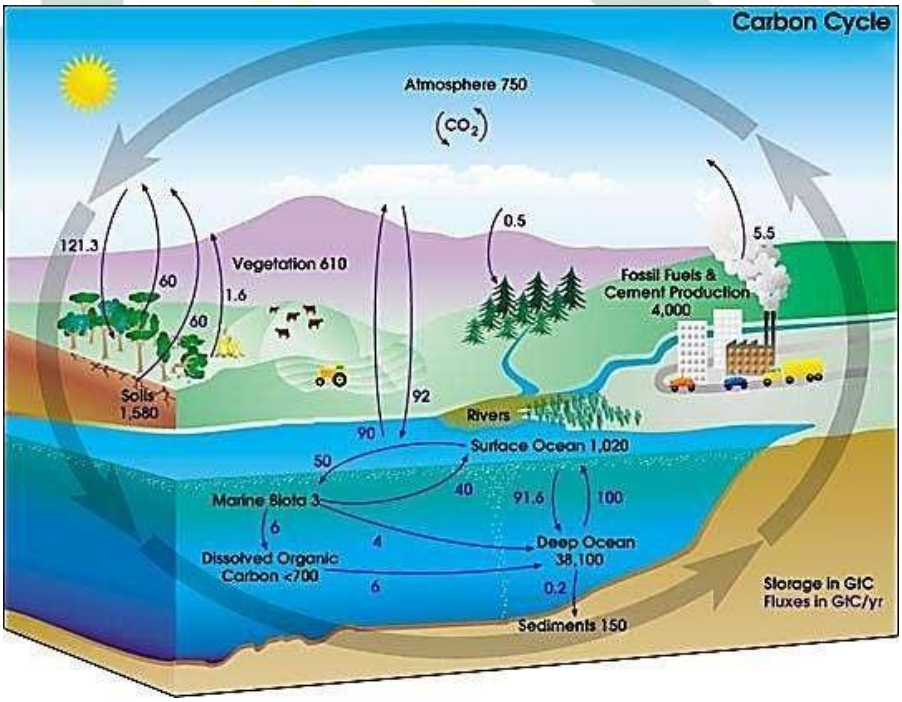
2.3 Siklus Karbon

Biomassa hutan menurut IPCC (1995) sangat relevan dengan perubahan iklim. Biomasa hutan berperan dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Dari keseluruhan karbon hutan 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan. Sebagai konsekuensi apabila terjadi kerusakan hutan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Siklus karbon adalah siklus perpindahan atau pertukaran karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfir bumi. Kantong karbon aktif merupakan tempat penyimpan karbon yang dapat berpindah secara dinamis dan sepanjang waktu diantara tempat penyimpan karbon antara lain hutan, tanah, laut dan atmosfir.

Penggundulan hutan akan mengubah kesetimbangan karbon dengan meningkatkanya jumlah karbon yang berada di atmosfir dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi tidak menambah jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfir. Simpanan karbon lain yang penting yaitu deposit bahan bakar fosil. Menurut Brown (1997), letak dari simpanan karbon berada di dalam perut bumi dan terpisah secara alami dari siklus karbon di atmosfir.



Gambar 2.1 Siklus karbon
Sumber: Brown (1997)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4 Biomassa dan Karbon hutan

2.4.1 Biomassa

Menurut IPCC (1995) biomassa merupakan keseluruhan dari jumlah volume atau berat organisme tertentu. Biomassa adalah jumlah keseluruhan berat atau volume organisme pada dalam volume tertentu. Brown (1997) mennyebutkan jika biomassa merupakan jumlah total materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton pada berat kering per satuan luas. Menurut Sutaryo (2009) substansi biomassa adalah berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organic baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah, seperti pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan, serta sisa kotoran hewan.

Sedangkan menurut Tampubolon (2011) biomassa didefinisikan sebagai jumlah total bahan organik hidup di atas tanah pada pohon termasuk di dalamnya ranting, daun, cabang, batang utama, dan kulit yang dinyatakan dalam berat kering oven dalam suatu area. Pada perkembangannya dalam pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang berada di atas dan di bawah permukaan dari pepohonan, tumbuhan mati seperti kayu dan serasah perlu dilakukan untuk mengathui biomassa hutan tersebut.

2.4.2 Karbon Hutan

Menurut IPCC (1995) biomassa hutan berkaitan dengan perubahan iklim. Peran dari biomassa hutan terdapat pada siklus biogekimia terutama dalam siklus karbon. Keseluruhan karbon dari hutan berkisar 50% yang tersimpan ke dalam vegetasi hutan dikarenakan apabila terjadi kerusakan hutan seperti pembalakan, kebakaran atau lainnya dapat untuk menambah jumlah karbon di atmosfir.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

C adalah unsur kimia yang menyimbolkan karbon pada tabel periodik dan memiliki nomor atom 6. Untuk menjelaskan berubahnya kadar karbon yang berada pada atmosfir, biosfer, laut, deposit geologisdan terrestrial menggunakan istilah siklus karbon. Sedangkan kantong karbon (Carboon pool) merupakan wadah karbon yang ada pada ekosistem (Sutaryo, 2009).

Inventarisasi karbon hutan atau carbon pool yang diperhitungkan setidaknya ada 4 kantong karbon. Keempat kantong karbon tersebut adalah biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah. Uraian keempat kantong karbon menurut Sutaryo (2009) sebagai berikut:

1. Biomassa atas permukaan adalah semua material hidup di atas permukaan. Termasuk bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan
2. Biomassa bawah permukaan adalah seluruh biomassa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.
3. Bahan organik mati termasuk kayu mati dan serasah. Serasah disebut sebagai semua bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari diameter yang telah ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak maupun yang roboh di tanah, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan.
4. Karbon organik tanah menliputi karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut. Fungsi utama dari pemasok

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

karbon yaitu: tajuk tanaman pohon dan tanaman semusim yang masuk sebagai serasah dan sisa panen, akar tanaman melalui akar-akar yang mati, ujung-ujung akar, eksudasi akar, dan respirasi akar dan biota (Hairiah dkk, 2001).

Penggundulan hutan akan mengubah kesetimbangan karbon dengan meningkatkanya jumlah karbon yang berada di atmosfir dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi tidak menambah jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfir. Simpanan karbon lain yang penting yaitu deposit bahan bakar fosil. Menurut Brown (1997), letak dari simpanan karbon berada pada perut bumi yang terpisah secara alami dari siklus karbon.

2.5 Menghitung Biomassa Dan Karbon

Terdapat empat cara dalam menghitung biomassa yaitu (1) sampling dengan pemanenan (Destructive sampling) secara in situ;(2) sampling tanpa pemanenan (Non-destructive sampling) dengan data pendataan hutan secara in situ;(3) pendugaan melalui penginderaan jauh; dan (4)pembuatan model.Metode atau cara tersebut menggunakan persamaan allometrik untuk mengekstrapolasiperolehan data ke area yang lebih luas. Penggunaan persamaan allometrik standard telah banyak digunakan dalam penelitian, tetapi karena koefisien persamaan allometrik bervariasi untuk setiap lokasi dan spesies, penggunaan persamaan standard ini dapat mengakibatkan galat (error) yang signifikan dalam mengestimasikan biomassa suatu vegetasi tersebut. Berikut adalah penjelasan sederhana dari keempat metode perhitungan biomassa:

1. Sampling dengan permanen

   Metode pertama ini dilakukan dengan cara memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, kemudian dikeringkan dan ditimbang berapa berat biomassa. Metode ini digunakan dalam menghitung jumlah biomassa hutan dan dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area cakupan atau melakukan ekstrapolasi untuk mencakup area yang lebih luas dengan menggunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

persamaan alometrik. Kelemahan metode ini berada pada waktu yang digunakan lebih lama dan membutuhkan biaya yang lebih mahal, kelebihan yang dimiliki sampling dengan pemanen yaitu hasil yan diperoleh cukup akurat untuk mengukur biomassa pada cakupan area kecil.

2. Sampling tanpa pemanenan

   Metode kedua ini dilakukan tanpa melakukan pengukuran tanpa permanen untuk cara samplingnya pengukuran tinggi atau diameter pohon dengan persamaan allometrik yang digunakan untuk pengekstrapolasi biomassa.

3. Pendugaan melalui penginderaan jauh

   Penggunaan teknologi penginderaan jauh pada dasarnya tidak dianjurkan terutama untuk proyek-proyek dengan skala kecil. Hal inidikarenakan teknologi ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu yang mungkin tidak dimiliki oleh pelaksana proyek. Metode ini kurang efektif pada daearah aliran sungai, pedesaan atau wanatani (agroforestry) yang berupa mosaic dari berbagai penggunaan lahan dengan persil berukuran kecil (beberapa ha saja).

4. Pembuatan model

   Menurut Australian Greenhouse Office (1999) pembuatan model digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas, pengamatan insitu ataupenginderaan jauh yang terbatas. Umumnya pembuatan model ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur secara berulang, mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa.

2.6 Analisis Biomassa Menggunakan Metode Allometrik

Allometrik menurut Sutaryo (2009) didefinisikan sebagai studi dari suatu sebaran antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme tersebut. Pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kajian biomassa hutan atau pohon, persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui sebaran antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan.

Model atau persamaan allometrik biomassa yang sering digunakan adalah menjadikan diameter, tinggi dan berat jenis sebagai nilai penduga. Namun menerapkan diameter, tinggi dan berat jenis sebagai penduga tunggal biasa digunakan karena lebih mudah dikembangkan dan diterapkan. Pengukuran tinggi pohon pada hutan alam tropis secara akurat sangat sulit dilakukan. Jika perolehan data yang digunakan memiliki keakurasian yang rendah, maka pendugaan biomasa atau karbon secara total akan mengalami akumulasi bias yang besar. Berdasarkan hal tersebut, penentuan parameter atau penduga yang akan digunakan perlu disesuaikan dengan kondisi saat pengukuran (Manuriet al, 2011).

Selanjutnya ialah metode untuk menganalisis kandungan karbon,menurut Hidayah (2010) terdapat dua metode yaitu metode destructive dan metode non-destructive. Metode destructive memiliki kelebihan yaitu nilai karbon yang di dapat lebih akurat, karena biomassa pohon dikumpulkan pada saat itu, kemudian ditimbang, setelah itu dilakukan konversi ke bobot kering sehingga diketahui berapa nilai karbon yang diperoleh. Kelemahan metode ini yaitupohon harus dirusak untuk mengetahui bobotnya. Sedangkan metode non-destructive merupakan metode yang dapat dilakukan tanpa merusak pohon yang diukur kandungan karbonnya. Tetapi kelemahan metode ini yaitu hanya terbatas pada pendugaan cadangan karbonpada batang pohon, tidak termasuk biomassa daun, akar, dan tanah.

2.7 Tinjauan Tentang Mangrove

2.7.1 Pengertian Mangrove

Mangrove berasal dari perpaduan kata bahasa portugis dan bahasa inggris yaitu mangue dan grove sedangkan dalam bahasa melayu kuno yaitu mangi-mangi untuk menerangkan marga *avicennia*. Hutan mangrove Hutan mangrove merupakan suatu komunitas vegetasi pantai tropis yang didominasi oleh beberapa spesies pohon

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut di pantai berlumpur. Komunitas vegetasi pantai tropis umumnya tumbuh pada daerah intertidal dan supratidal yang cukup mendapat aliran air, dan terlindung dari gelombang besar juga arus pasang surut yang kuat.

Menurut santoso (2000) Ruang lingkup mangrove antara lain:

1. Spesies pohon dan semak belukar dengan hidup terbatas pada habitat mangrove.
2. Spesies tumbuhan yang umumnya hidup pada habitat mangrove, akan tetapi dapat hidup pada habitat non-mangrove
3. Biota yang berasosiasi dengan mangrove baik biota dari darat dan laut, lumut kerak, cendawan, ganggang, bakteri dan lain-lain yang hidupnya menetap, sementara, sekali-sekali, biasa ditemukan, kebetulan maupun khusus hidup dalam habitat mangrove.
4. Proses dalam mempertahankan ekosistem ini berada di daerah bervegetasi maupun di luarnya.

   Masyarakat yang hidup dan bertempat tinggal tergantung pada mangrove.

2.7.2 Karakteristik Ekosistem Mangrove

Mangrove tumbuh pada pantai yang terlindung/pantai yang datar. Umumnya di tempat yang tidak berada di muara sungai. Menurut penelitian nontji (2005) Mangrove tidak dapat tumbuh di pantai terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat hal ini karena tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir melainkan tumbuh di substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya.

Menurut Bengen (2002) Karakteristik ekosistem mangrove, antara lain:

1. Terlindung dari dan arus pasang surut yang kuat. Air payau bersalinitas (2-22 ‰) hingga asin (mencapai 38 ‰).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Menerima pasokan air tawar dari darat
3. Tergenang oleh air laut secara berkala, baik setiap hari maupun tergenang di saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove
4. Umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlempung, berpasir atau berlumpur.

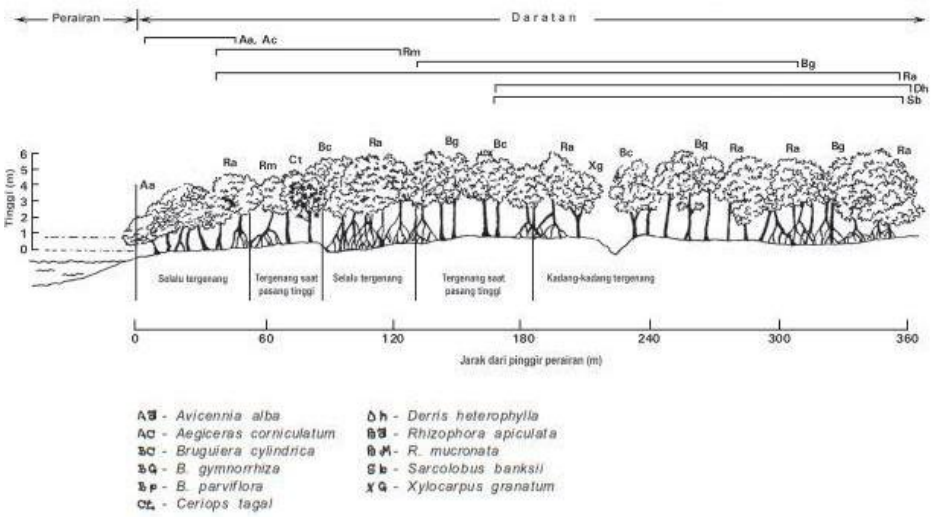
Karakteristik ekosistem mangrove banyak ditemukan pada pantai-pantai teluk yang dangkal, estuari, delta dan daerah pantai yang terlindung dari gelombang dan arus pasang surut yang kuat

2.7.3 Zonasi Mangrove

Pertumbuhan komunitas vegetasi mangrove umumnya menurut Dahuri (2003) mengikuti pola zonasi di wilayah tersebut. Hutan mangrove terbagi dalam beberapa zonasi yang umumnya menurut Bengen (2002) di antaranya:

1. Daerahnya paling dekat dengan laut, substrat agak berpasir, dan sering ditumbuhi oleh *Avicennia sp*. Pada zona ini, *Avicennia sp* umumnya berasosiasi dengan *sonneratia sp*. yang dominan tumbuh di substrat lumpur dalam yang kaya bahan organiknya.
2. Ke arah darat, ekosistem mangrove biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora sp*. Zona ini juga dijumpai jenis *Bruguiera sp*. Dan *Xylocarpus sp*.
3. Zona berikutnya didominasi oleh jenis mangrove *Bruguiera sp*.
4. Pada zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah, umumnya ditumbuhi oleh jenis *Nypa fruticants* dan beberapa jenis palem lainnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2. 2 Zonasi Ekosistem Mangrove.
Sumber : Yus, 2006

Sedangkan untuk zona vegetasi mangrove yang berkaitan dengan pasang surut yaitu:

- Areanya sering digenangi walaupun pada pasang rendah biasanya didominasi oleh jenis *Avicennia sp* atau *Sonneratia sp*.
- Areanya digenangi oleh pasang sedang didominasi oleh jenis *Rhizophora sp*.
- Areanya digenangi hanya saat pasang tertinggi, yang mana area ini lebih ke arah daratan, umumnya didominasi oleh jenis *Bruguiera sp* dan *Xylocarpus sp*.
- Areanya digenangi hanya saat pasang tertinggi (hanya beberapa hari dalam waktu sebulan) umumnya didominasi oleh jenis *Bruguiera sexangula* dan *Lumnitzera littoralis*

2.7.4 Peran Hutan Mangrove

Peran lingkungan hutan mangrove menurut Anwar et al. (1984) sebagai berikut:

1. Fungsi fisiknya yaitu untuk menjaga garis pantai agar tetap stabil, mempercepat luasan, melindungi tebing sungai dan pantai serta mengolah bahan limbah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Fungsi biologinya yaitu sebagai tempat benih-benih ikan, udang dan kerang dari lepas pantai, tempat bersarang burung-burung besar dan habitat alami berbagai jenis biota lainnya.
3. Fungsi ekonomisnya yaitu tempat pembuatan garam, tambak ikan, balok kayu penghasil kayu energi.

Menurut Kusmana (1995) guguran serasah (termasuk kotoran/sisa tubuh fauna yang mati di lantai hutan) dari hutan mangrove berperan penting bagi kehidupan biota laut. Serasah ini terdekomposisi oleh cendawan dan bakteri sehingga menjadi detritus yang merupakan makanan utama bagi konsumen primer yang selanjutnya dimana konsumen primer ini akan menunjang konsumen sekunder dan seterusnya.

Menurut penelitian wibisono (2005) ekosistem mangrove mempunyai beberapa fungsi pada wilayah pesisir sebagai berikut:

1. Sebagai penghubung antara lingkungan darat dan lingkungan laut serta tempat peralihan.
2. Tempat idealnya berpijah (*spawning ground*) dari berbagai jenis larva udang dan ikan.
3. Sebagai penahan erosi pantai karena angin, hempasan ombak, serta sebagai pembentuk suatu daratan baru

Sebagai cadangan bahan mentah yang dapat diolah menjadi dalam perdagangan sehingga dapat digunakan untuk menambah kesejahteraan penduduk setempat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.8 Mangrove Api api (*Avicennia Marina*)

Gambar 2.3 Mangrove Api Api.
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019)

Nama tumbuhan :Api api (*Avicennia Marina*)

Nama setempat : Api-api putih, api-api abang, sia-sia putih, sie-sie, pejapi, nyapi, hajusia, pai.

Deskripsi umum : Pohon atau belukar tumbuhnya tegak atau menyebar, ketinggian pohon mencapai 30 meter. Sistem perakaran horizontal yang rumit dan berbentuk pensil (atau berbentuk asparagus), akar nafas tegak dengan sejumlah lentisel. Kulit kayu halus dengan burik-burik hijau-abu dan terkelupas dalam bagian-bagian kecil. Ranting muda dan tangkai daun berwarna kuning, tidak berbulu.

Daun : Bagian atas permukaan daun ditutupi bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Bagian bawah daun putih- abu-abu muda. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips, bulat memanjang, bulat telur terbalik. Ujung: meruncing hingga membundar. Ukuran: 9 x 4,5 cm.

Bunga : Seperti trisula dengan bunga bergerombol muncul di ujung tandan, bau menyengat, nektar banyak. Letak: di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Formasi: bulir (2-12 bunga per tandan). Daun Mahkota: 4, kuning pucat-jingga tua, 5-8 mm. Kelopak Bunga: 5. Benang sari: 4.

Buah : Buah agak membulat, berwarna hijau agak keabu-abuan. Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan ujung buah agak tajam seperti paruh. Ukuran: sekitar 1,5x2,5 cm.

Ekologi : Merupakan tumbuhan pionir pada lahan pantai yang terlindung, memiliki kemampuan menempati dan tumbuh pada berbagai habitat pasang-surut, bahkan di tempat asin sekalipun. Jenis ini merupakan salah satu jenis tumbuhan yang paling umum ditemukan di habitat pasang-surut. Akarnya sering dilaporkan membantu dalam pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. Jenis ini dapat bergerombol untuk membentuk suatu kelompok pada habitat tertentu. Sepanjang tahun berbuah, kadang-kadang bersifat vivipar. Buah membuka ketika telah matang, melalui lapisan dorsal. Buah dapat juga terbuka karena dimakan semut atau setelah terjadi penyerapan air.

Penyebaran : Tumbuh di Afrika, Asia, Amerika Selatan, Australia, Polynesia dan Selandia Baru. Ditemukan di seluruh Indonesia.

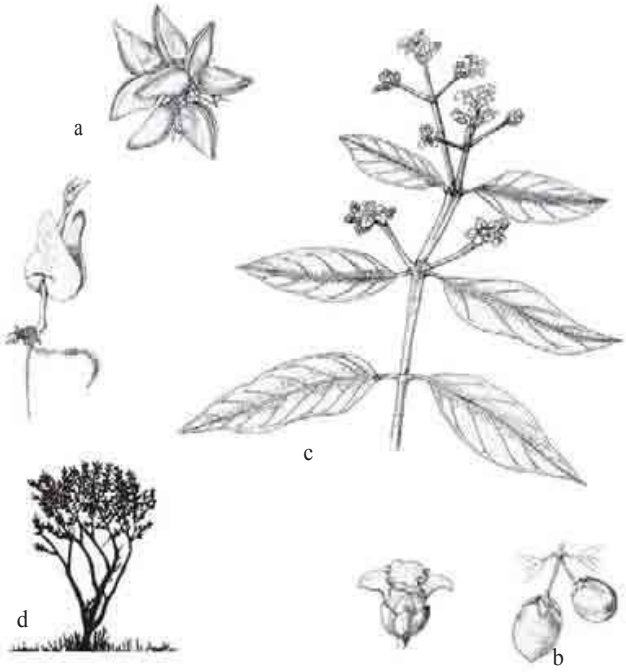
Kelimpahan : Melimpah.

Manfaat : Daun digunakan untuk mengatasi kulit yang terbakar. Resin yang keluar dari kulit kayu digunakan sebagai alat kontrasepsi. Buah dapat dimakan. Kayu menghasilkan bahan kertas berkualitas tinggi. Daun digunakan sebagai makanan ternak.

Daun Bunga Buah

Gambar 2.4 Bagian Tegakan Mangrove. **Sumber:** Rusila N.Y, dkk (2006)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.5 Struktur Tegakan Mangrove Api Api.
Sumber: Rusila N.Y, dkk (2006)

Keterangan : A. Bunga; B. Buah; C. Daun; D. Pohon

Menurut Wonatorei (2013) Mangrove api api dikenal oleh dunia sebagai black mangrove yang merupakan jenis mangrove terbaik pada proses penstabilan tanah habitatnya disebabkan bertoleransi terhadap temperartur yang tinggi, penyebaran benihnya mudah, penumbuhan pada akar pernafasan cepat (akar pasak) dan sistem perakaran yang berada di bawahnya mampu menahan endapan dengan sangat baik.

2.9 Gambaran Umum Kelurahan Gunung Anyar Tambak

2.9.1 Kondisi Geografis

Kecamatan Gunung Anyar termasuk wilayah Geografis Kota Surabaya yang merupakan bagian dari wilayah Surabaya Timur dengan ketinggian ± 3 (tiga) meter diatas permukaan air laut (dpl). Batas wilayah Surabaya antara lain:

- Sebelah Utara : Kecamatan Rungkut

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Sebelah Barat : Kecamatan Tenggilis Mejoyo

Luas wilayah seluruh Kecamatan Gunung Anyar ± 9,2 km2, terbagi menjadi 4 (empat) kelurahan.

Tabel 2.1 Luas Wilayah, Ketinggian, dan Jarak dari Kelurahan ke Kecamatan Per Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	Luas Wilayah (Km^2)	Ketinggian Wilayah (m)
Rungkut Menanggal	0,92	3
Rungkut Tengah	0,93	3
Gunung Anyar	2,94	3
Gunung Anyar Tambak	4,41	3
Jumlah	**9,20**	**-12**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

2.9.2 Kondisi Penduduk

Berdasarkan data terbaru yang diperbaruhi pada tahun 2017, Jumlah 2.220 kepala keluarga di Kelurahan Gunung Anyar Tambak dengan dihuni oleh 8.879 jiwa penduduk.

Tabel 2.2 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Sex Ratio Menurut Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Sex Ratio
Rungkut Menanggal	0,92	3	15.504	1,04
Rungkut Tengah	0,93	3	13.219	1,04
Gunung Anyar	2,94	3	21.036	1,01

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kelurahan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Sex Ratio
Gunung Anyar Tambak	4,41	3	8.879	1,02

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

Tabel 2.3 Rata-Rata Anggota Keluarga Hasil Registrasi Dirinci Menurut Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	Jumlah Keluarga	Jumlah Penduduk
Rungkut Menanggal	3.876	15.504
Rungkut Tengah	3.305	13.219
Gunung Anyar	5.259	21.036
Gunung Anyar Tambak	2.220	8.879
Jumlah	**14.660**	**58.638**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

2.9.3 Tingkat Pendidikan

Rata – rata tingkat pendidikan masyarakat di Kelurahan Gunung Anyar Tambak sudah menempuh jenjang SMA dengan jumlah penduduk 1031 orang. Selain itu banyak pula yang sudah menempuh Akademi/ D1-D4 dan juga menempuh Sarjana/ S1-S3.

Tabel 2.4 Jumlah Penduduk Menurut Tingkat Pendidikan Terakhir Hasil Registrasi Dirinci Menurut Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	PAUD	TK	SD	SLTP	SLTA
Rungkut Menanggal	1.023	758	2.638	3.264	2.508
Rungkut Tengah	1.007	738	2.881	719	4.663

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gunung Anyar	966	389	7.722	498	4.927
Gunung Anyar Tambak	239	183	1.285	981	1.031
Jumlah	**3.235**	**2.068**	**14.526**	**5.462**	**13.129**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

Tabel 2.5 Lanjutan

Kelurahan	Diploma I / II / III	Diploma IV / Strata I	Strata II / III	Tidak Tahu	Jumlah
Rungkut Menanggal	2.313	674	115	2.211	15.504
Rungkut Tengah	2.289	649	229	44	13.219
Gunung Anyar	2.608	726	249	2.951	21.036
Gunung Anyar Tambak	129	1.911	99	3.021	8.879
Jumlah	**7.339**	**3.960**	**692**	**8.227**	**58.638**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

2.9.4 Kehidupan Beragama

Umumnya warga di Kelurahan Gunung Anyar Tambak memeluk Agama Islam dengan bukti ada keberadaan tempat beribadah yakni 4 buah Masjid dan 6 Mushollah. Serta memiliki 4 panti asuhan, TPQ masing-masing Rukun Warga (RW) dengan jumlah penduduk sebesar 5.891. Selain itu mayoritas penduduk Kelurahan melakukan kegiatan Islami seperti perkumpulan jami'iyah, tahlil, khtaman, asmaul husna, dan diba'an. Dan kegiatan ini masih sangat rutin dilakukan oleh warga Gunung

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Anyar Tambak. Seperti tahlil disetiap hari kamis, jami'iyah pada hari jum'at, diba'an setiap hari sabtu, dan masih banyak lagi kegiatan religi yang dilakukan, baik itu kegiatan mingguan, bulanan dan tahunan.

Tabel 2.6 Jumlah Penduduk Pemeluk Agama Per Kelurahan Hasil Registrasi Tahun 2016

Kelurahan	**Islam**	**Protestan**	**Katolik**	**Hindu**	**Budha**	**Komghucu**	**Jumlah**
Rungkut Menanggal	13.059	1.228	1.117	14	86	-	15.504
Rungkut Tengah	9.335	1.958	1.444	109	373	-	13.219
Gunung Anyar	18.195	1.679	954	122	83	3	21.036
Gunung Anyar Tambak	5.891	2.015	795	95	83	-	8.879
Jumlah	**46.480**	**6.880**	**4.310**	**340**	**625**	**3**	**58.638**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

2.9.5 Mata Pencaharian Penduduk

Mayoritas mata pencaharian kelurahan Gunung Anyar Tambak berprofesi sebagai nelayan dengan jumlah 459 orang atau pekerja tambak, buruh tani dengan jumlah 36 orang, tani atau ternak, wiraswasta, pedagang dan tidak sedikit ada juga sebagian yang bekerja sebagai pegawai negri sipil atau pensiunan, karena walaupun letak kelurahan di ujung kota akan tetapi kelurahan ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

masih dekat dengan kota, sehingga banyak orang yang lebih memilih bekerja sebagai swasta dengan jumlah 2.990 orang.

2.9.6 Keadaan Demografis

Luas wilayah menurut penggunaannya (Ha) kelurahan gunung anyar tambak meliputi non pertanian berjumlah 19,20 Ha, dan pertanian non sawah 422,77 Ha.

Tabel 2.7 Luas Wilayah, Menurut Penggunaannya Per Kelurahan (Ha) Tahun 2016

Kelurahan	Non Pertanian	Pertanian Sawah	Pertanian Nonsawah
Rungkut Menanggal	92,35	0,00	0,00
Rungkut Tengah	93,72	0,00	0,00
Gunung Anyar	231,00	10,00	0,00
Gunung Anyar Tambak	19,20	0,00	422,77
Jumlah	**436,26**	**10**	**422.77**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

Tabel 2.8 Batas Wilayah Kecamatan Menurut Mata Angin Tahun 2016

Mata Angin	Batas Wilayah
Utara	Kecamatan Rungkut (Kelurahan Rungkut Kidul dan Kelurahan Medokan Ayu)
selatan	Kabupaten Sidoarjo (wadung asri, tambak sumur)
Barat	Kecamatan Tenggilis Mejoyo (Kelurahan Kutisari)
Timur	Selat Madura

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perbedaan luas hutan mangrove antara tahun 2013 dan 2015 mengalami penurunan sebesar 4,07 ha terdapat pada tabel berikut.

Tabel 2.9 Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2013

No	Lokasi (Kec)	Luas Lokasi (ha)	Presentase tutupan (%)	Kecepatan (pohon/ha)
1.	Pakal	3,11	64,3	100-200
2.	Benowo	47,37	4,2	100-200
3.	Asemrowo	19,44	10,3	100-200
4.	Kenjeran	35,58	5,6	100-200
5.	Bulak	28,48	7,0	100-200
6.	Sukolilo	96,07	2,0	2500
7.	Mulyorejo	146,84	17,0	2500
8.	Rungkut	154,89	16,1	2500
9.	Gunung Anyar	73,95	40,6	2500-3000
	Total	**605,73**	-	-

Sumber: Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2013

Tabel 2.10 Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2015

No	Kecamatan	Luas	
		Ha	**%**
1.	Mulyorejo	156.90	35.65
2.	Sukolilo	140.25	31.87
3.	Rungkut	73.10	16.61
4.	Gunung Anyar	69.88	15.88
	Total	440.13	100

Sumber: Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2015

Pada tabel 2.9 dan tabel 2.10 terlihat perbedaan luasan hutan mangrove di kelurahan gunung anyar tambak, Surabaya yang mana luasan mangrovenya semakin berkurang sampai 4,07 ha diantara tahun 2013 dan 2015 yang diakibatkan aktivitas pembangunan guna memenuhi kebutuhan penduduk yang terus bertambah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.10Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti/tahun/judul	Metode	Data	Hasil
1.	Ayu. T.L, 2016. Pendugaan Simpanan Karbon Organik Ekosistem Mangrove Di Areal Perangkap Sedimen-Pesisir Cagar Alam Pulau Dua Banten Tujuan: -Menghitung Jumlah Total Simpanan Karbon Organik Avicennia Marina. -Menentukan Persamaan Allometrik Untuk Menduga Biomassa Dan Massa Karbon. -Menemukan Strartegi Pengelolaan Perangkap Sedimen.	Destruktif Dengan Mencabut Seluruh Bagian Pohon	-Dbh, Tinggi Pohon Dan Dan Bagian Akar Batang Cabang Dan Daun. -Sedimen Arus, Pasut.	-Simpanan Karbon Total Sebanyak 180,17 Ton/Ha. -Biomassa 0,01384 Ton/Pohon Dan Massa Karbon 0,0005 Ton/Pohon. -Pengelolaan Perangkap Sedimen Berada Pada Kuadran Iv .Yaitu Kondisi Stabilitas (Hati-Hati)
2.	Nopita D.S, 2014. Pendugaan Cadangan Karbon Dari Biomassa Pohon Mangrove: Studi Kasus Taman Nasional Sembilang Tujuan: -Menduga Jumlah Cadangan Karbon Pada Tegakan Pohon Mangrove. -Menghitung Nilai Penting Pohon Mangrove. -Menganalisis Hubungan Nilai Penting Dan Jumlah Cadangan Karbon.	Non Destructive	-Berat Jenis Dan Dbh. -Nilai Kerapatan Relatif, Frekuensi Relatif, Dominansi Relatif.	-Potensi Karbon Tersimpan Di Kawasan Sungai Luas 17 Ha Adalah 617,1 Ton. -Nilai Penting 192,07, 93,62 Dan 14,31 Pada Kawasan Sungai. -Nilai Hubungan 0,97.
3.	Angga S. W, 2017. Analisis Cadangan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Di Segara Anakan Menggunakan Citra Satelt Spot 6 Tujuan: -Memetakan Persebaran	Non Destructive	-Kenampakan Citra Spot 6. -Dbh.	-Persebaran Terbagi Menjadi 4 Kelas Dan Kerapatan 3.973,0 Ha. -Nilai Lai Dengan Rataan 1,7. -Model Pendugaan Biomassa Lapangan Adalah = -155+4.322x.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

	Dan Kerapatan Mangrove. -Menganalisis Nlai Lai, Biomassa, Dan Cadangan Karbon. -Membuat Model Pendugaan Biomassa.			
4.	Edi S. S, 2018. Ragam Spesies Mangrove Dan Estimasi Stok Karbon Pada Hutan Mangrove Desa Labuhan Kecamatan Brondong Kab Lamongan Tujuan: -Mengidentifikasi Ragam Jenis Jenis Mangrove. -Mengestimas Besarnya Biomassa Dan Stok Karbon Yang Mampu Disimpan Pada Hutan Mangrove.	Non Destructive	Tegakan Pohon Mangrove	-Ditemukan 9 Jenis Ragam Mangrove. -Biomassa 69,17 Ton/Ha Dan Stok Karbon Total 27,61 Ton/Ha.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

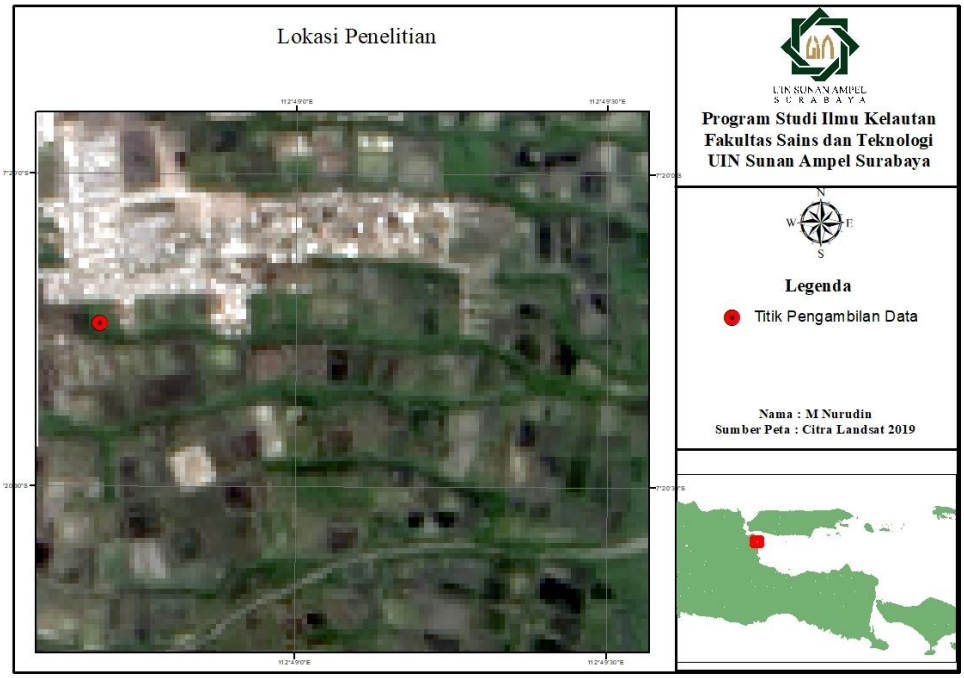
BAB III

METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif. Menurut Ditjen PMPTK (2008) penelitian deskriptif adalah penelitian yang mendeskripsikan suatu peristiwa, kejadian, gejala yang terjadi pada saat penelitian berlangsung. Pemilihan lokasi dilakukan dengan pilihan (*purposive*) dengan mempertimbangkan bahwa daerah tersebut mewakili kondisi mangrove jenis api-api di gunung anyar tambak kecamatan gunung anyar surabaya. Menurut penelitian idrus (2009) teknik *purposive sampling* adalah teknik yang digunakan peneliti apabila memiliki pertimbangan-pertimbangan tertentu dalam pengambilan sampel.

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 - Juli 2019 di

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya. Koordinat penelitian yaitu 7^0 20' 12, 41"S dan 112^0 48' 39,75" Timur.

3.3 Alat Dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian seperti tertera pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Alat Dan Fungsinya

No.	Alat	Fungsi
1.	Pita pengukur	Mengukur diameter pohon
2.	Kompas	Menentukan koordinat penelitian
3.	Tali rafia	Membatasi areal plot
4.	Kamera digital	Dokumentasi penelitian lapangan
5.	Alat tulis	Mencatat dalam tally sheet

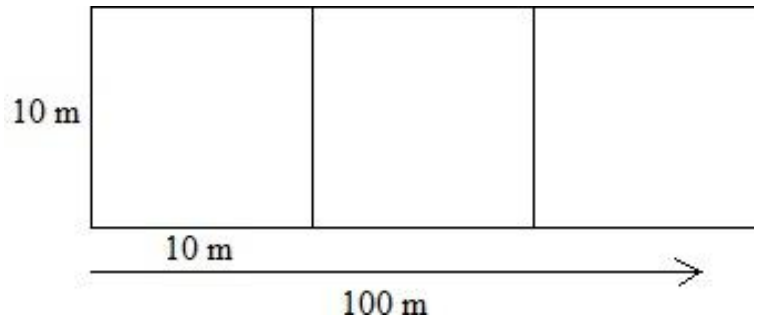
3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tally sheet atau disebut sebagai lembar kerja.

3.4 Rancangan Penelitian

Penentuan lokasi transek dilakukan di kawasan mangrove kelurahan gunung anyar tambak yang terdiri dari 10 plot dengan ukuran tiap plot 10 m x 10 m dengan jarak petak tak ditentukan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

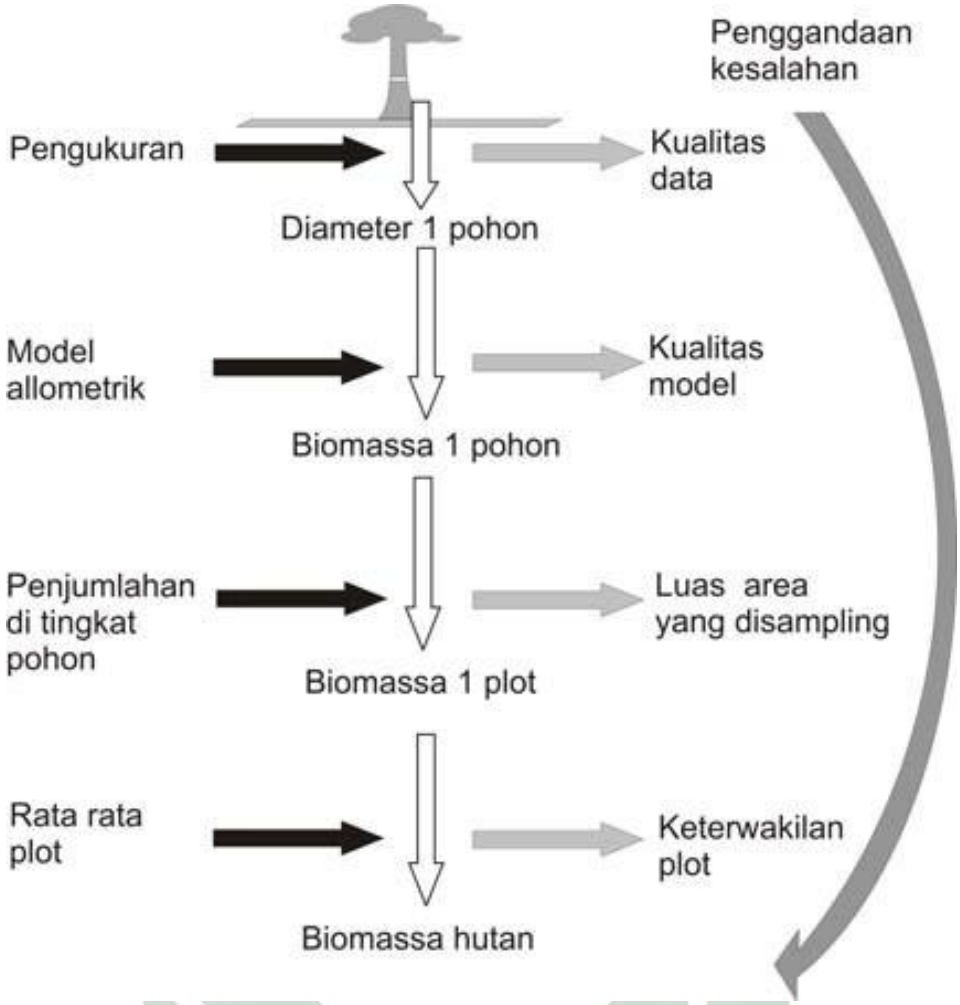


Gambar 3.2 Bentuk dan ukuran plot.
Sumber: Ajeng G.S (2015)

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *non destructive sampling* (tanpa melakukan pengrusakan) di kawasan mangrove gunung anyar tambak kecamatan gunung anyar kota surabaya. Untuk pengukuran biomassa yang digunakan adalah tegakan hutan mangrove. Setiap tahapan penelitian biomassa memerlukan kecermatan dan keakuratan dengan proses penelitian tetap menjadi perhatian. Terdapat 5 proses dimulai dari pengambilan data lapangan hingga mendapatkan kesimpulan mengenai jumlah biomassa hutan di setiap wilayah yang diteliti. Setiap proses memungkinkan terjadinya kesalahan atau penyimpangan dari nilai sebenarnya. Menurut Chave et al. (2004) diperlukan ilustrasi kemungkinan penggandaan kesalahan dalam proses penghitungan biomassa hutan seperti tertera pada gambar berikut.

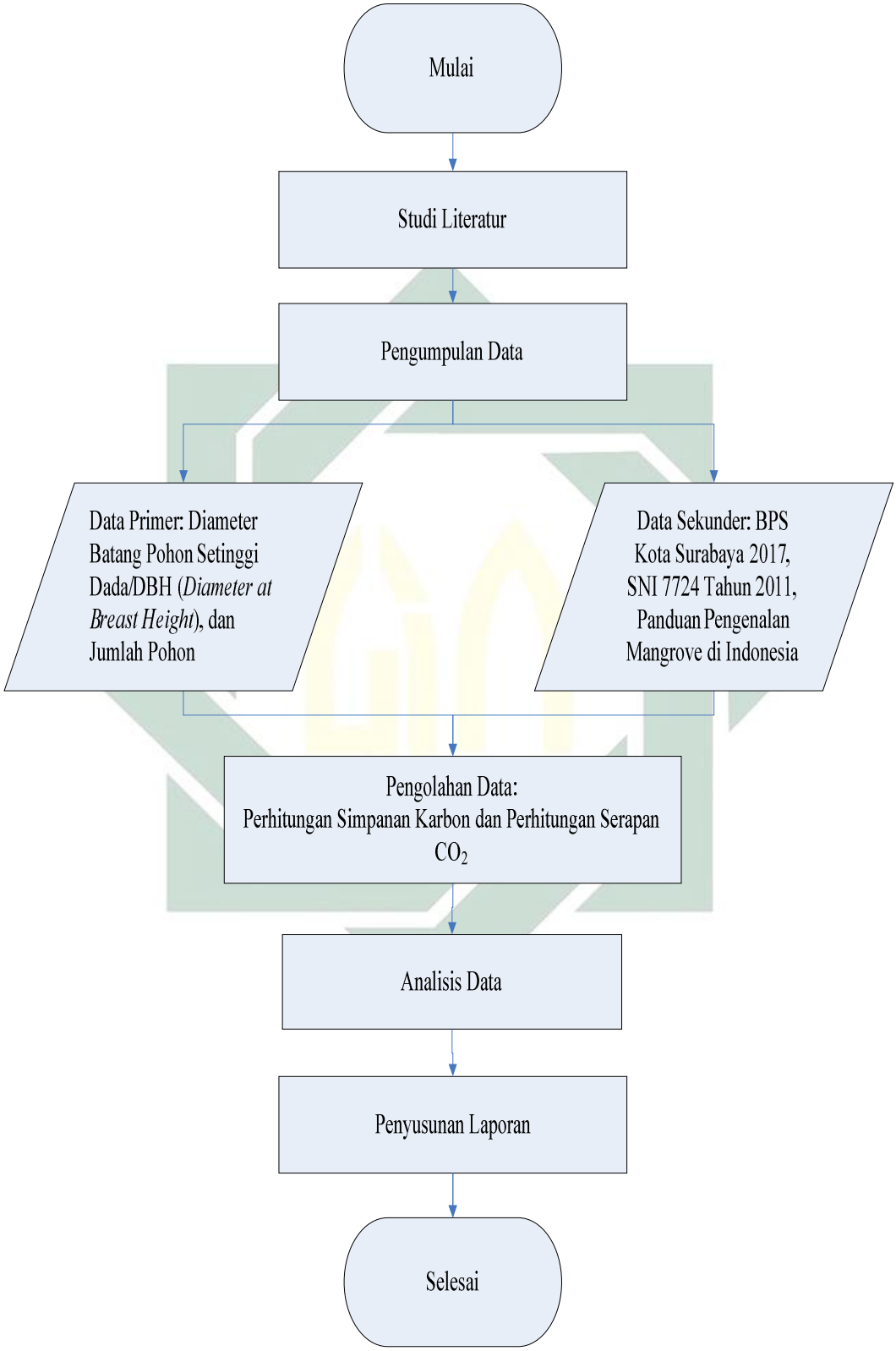
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.3 Kemungkinan penggandaan kesalahan dalam penghitungan biomassa hutan. (digambar ulang dari Chave et al. 2004).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.6 Alur Kerja



Gambar 3.4 Flowchart Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.6.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi yang dicari yaitu tentang mangrove, simpanan karbon dan serapan CO_2. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, ataupun skripsi.

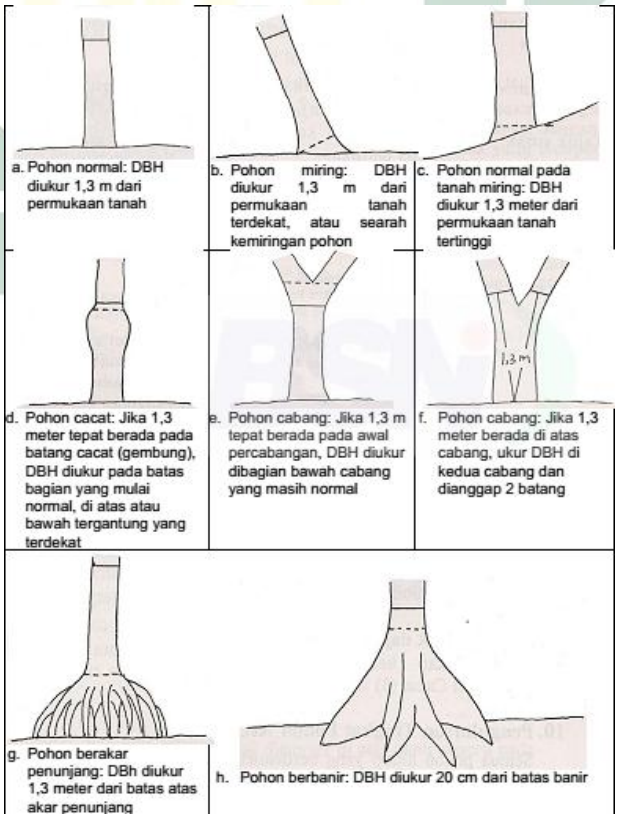
3.6.2 Pengumpulan Data

3.6.2.1 Data Primer

Data primer yang dikumpulkan yaitu dameter dan jumlah pohon antara lain :

A. Diameter Batang Pohon/Tegakan Setinggi Dada/DBH (*Diameter at breast height*)

Diameter batang pohon/tegakan setinggi dada umumnya diukur 1.3 m dari permukaan tanah.



Gambar 3.6 Pengukuran DBH pada berbagai kondisi pohon/tegakan.
Sumber: SNI 7724 (2011)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengukuran DBH dilakukan hanya pada mangrove *Avicennia Marina* yang memiliki diameter > 5 cm. seperti pada gambar

B. Jumlah Pohon

Jumlah pohon dapat diketahui dari keseluruhan plot 10 m x 100 m. Setelah plot terbagi kemudian dilakukan identifikasi jenis dan pengukuran diameter setinggi dada (DBH) berukuran > 5 cm.

3.6.2.2 Data Sekunder

Data primer yang dikumpulkan yaitu dameter dan jumlah pohon antara lain :

A. BPS Kota Surabaya 2017

Data pada BPS Kota Surabaya digunakan untuk menggambarkan kondisi umum di kelurahan gunung anyar tambak kecamatan gunung anyar kota surabaya.

B. SNI 7724 (2011)

Data yang diperlukan pada SNI yaitu gambaran pengukuran DBH pada berbagai kondisi pohon.

C. Panduan Pengenalan Mangrove Di Indonesia

Data yang diperlukan pada panduan pengenalan mangrove di indonesia yaitu magrove api api (*avicennia marina*) digunakan untuk menjelaskan gambaran mangrove api api.

3.6.3 Pengolahan Data

3.6.3.1 Perhitungan Simpanan Karbon

Perhitungan simpanan karbon pohon *Avicennia marina* menggunakan persamaan allometrik pendugaan biomassa pohon. Hal ini tedapat 2 kategori dalam penghitungan biomassa, yaitu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pohon dan pancang. Kategori pohon: tegakan yang berdiameter 5 cm atau lebih dengan perhitungan mengikuti penelitian muhammad (2017) sebagai berikut:

Biomassa atas permukaan tanah $B = 0{,}1848\ (D)^{2{,}3624}$

Keterangan:

B : Biomassa (kg/m^2)

D : Diameter (cm)

Kategori pancang: tegakan mangrove dengan tinggi 1,5 m yang berdiameter 1 cm sampai <5 cm dengan perhitungan mengikuti penelitian solichin (2011) sebagai berikut:

Biomassa bawah permukaan tanah $B = \exp[-3{,}068 + 0{,}957 \ln(D^2 \times H)]$

Keterangan:

B : Biomassa atas permukaan tingkat pancang (kg/m^2)

H : Tinggi

D : Diameter (cm)

Dalam menentukan total biomassa diperlukan menjumlah biomassa atas dan bawah permukaan dengan perhitungan mengikuti peneliitian ajeng (2015) sebagai berikut:

Biomassa total permukaan tanah Btot = Batas + Bbawah

Keterangan:

Btot :Biomassa total (kg/m^2)

Menurut penelitan Ajeng (2015) Persamaan allometrik digunakan untuk menghitung kandungan karbon yang tersimpan di dalam tegakan *Avicennia marina*. Setelah diketahui biomassa di atas dan bawah permukaan tanah kemudian biomassa tersebut dihitung berapa totalnya yang selanjutnya data tersebut digunakan untuk mengetahui estimasi jumlah karbon yang tersimpan dengan rumus:

Menurut penelitian IPCC (2006) konsentrasi karbon yang terkandung dalam bahan organik sebesar 47%, sehingga ditemukan persamaan sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$C = B \times 0.47$$

Keterangan:

C : Jumlah stok karbon (kg/m^2)

B : Biomassa (kg/m^2)

3.6.3.2 Perhitungan Serapan CO_2

Perhitungan serapan CO_2 menggunakan rumus sebagai berikut: (Murdiyarso, 1999)

$$W_{co2} = C \times FK_{co2}$$

Keterangan:

W_{CO2} : banyaknya CO_2 yang diserap (g/m^2)

C : karbon (kg/m^2)

FK_{CO2} : faktor konversi karbon (C) ke CO_2 = 3.67 (angka ekivalen atau konversi unsur C ke CO_2 dengan massa atom C=12 dan O=16, $CO_2 \rightarrow (1x12)+(2x16) = 44$; konversinya $\rightarrow$ (44:12) = 3,67)

Penyerapan karbon sesuai dengan siklus karbon yang terdiri dari peningkatan jumlah karbon yang terserap pada materi organik (vegetasi) dan penimbunan karbon (carbon burial) pada sedimen dan tanah.

Proses penyerapan ini terkait dengan proses alamiah seperti fotosintesis, jaring makanan, carbon sink oleh perairan dan penyimpanan karbon dalam sedimen. Usaha meningkatkan penyerapan karbon dalam konteks proses alamiah siklus karbon dilakukan dengan mempertahankan dan meningkatkan layanan ekosistem vegetasi pesisir. Usaha meningkatkan atau mempertahankan layanan ekosistem ini berarti meningkatkan volume penyerapan gas rumah kaca (CO_2 dan CO_2-equivalen).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.6.4 Analisis Pengolahan Data

Pada tahap analisis pengolahan data dilakukan dengan membandingkan data lapangan dengan data literature yang ada. Penulisan menggunakan bahasa yang baku dan alur penelitian yang runtut.

3.6.5 Penyusunan Laporan

Pada tahap penyusunan laporan penulisannya dilakukan mulai dari studi literatur hingga tahap analisis data. Penulisan menggunakan bahasa yang baku dan alur penelitian yang runtut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Kondisi mangrove yang ditemukan pada kelurahan gunung anyar tambak, surabaya yaitu mangrove jenis api-api yang hidup bersangkutan dengan alam di kawasan tersebut dan terdapat pada gambar 4.1. Hal ini sesuai dengan penelitan nontji (2005) dari sekian banyak jenis mangrove Indonesia jenis api-api (*Avicennia sp*.), bakau (*Rhizophora sp*.), tancang (*Bruguiera sp*.), dan pedada (*Sonneratia sp*.) merupakan jenis tumbuhan mangrove utama yang paling banyak dijumpai di Indoensia.

Ditemukannya mangrove *avicennia marina* (api api) di kelurahan gunung anyar tambak surabaya disebabkan karena mangrove *avicennia marina* (api api) adalah jenis mangrove terbaik yang penumbuhannya pada akar pernafasan cepat (akar pasak) dan sistem perakaran yang berada di bawahnya mampu menahan endapan dengan sangat baik sehingga dapat bertoleransi terhadap temperatur tinggi juga penyebaran benihnya yang termasuk mudah.

Gambar 4.1 Kondisi jenis api api di gunung anyar tambak, surabaya
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019)

Avicennia marina termasuk jenis mangrove yang tergolong dalam kategori mangrove mayor sehingga menyebabkan mangrove tersebut selalu ditemukan di setiap ekosistem mangrove. Menurut penelitian halidah (2014)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pohon api-api yang rusak atau tumbang dapat untuk segera tumbuh kembali sehingga mempercepat proses pemulihan tegakan yang rusak.

Akar napas pada tegakan api api tergolong rapat dan padat sehingga efektif dalam menahan dan menangkap lumpur beserta dengan berbagai sampah yang hanyut pada perairan. Jalinan pada akar napas biasanya dijadikan oleh aneka jenis kepiting bakau, siput, dan teritip sebagai tempat untuk mencari makanan

Dalam pengambilan data diameter pada saat dilapangan diperlukan pengukuran keliling di tiap tegakan mangrove dengan melilitkan pita pengukur yang terdapat pada gambar 4.2 dengan selanjutnya tidak lupa mencatatnya dalam lembar kerja.

Gambar 4.2 Pengukuran diameter batang pohon di gunung anyar tambak, surabaya. Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019)

Setelah dilakukan pengukuran keliling kemudian langkah selanjutnya yaitu melakukan konversi ke diameter untuk diketahui biomassa dan simpanan karbon. Pada pohon hasil pencatatan berbagai macam diameter dari luas plot 10 m x 100 m ditemukan berbagai bentuk kondisi pohon yang berada di lapangan dengan ditemukan 4 bentuk pohon yaitu pohon normal, pohon miring, pohon cabang berada pada awal percabangan dan pohon cabang berada pada atas percabangan.

Tabel 4.1 Macam Bentuk Kondisi Mangrove *Avicennia Marina*

No.	Bentuk kondisi	Jumlah
1.	Tegakan Normal	904

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.	Tegakan Miring	39
3.	Tegakan Cabang berada pada awal percabangan	27
4.	Tegakan Cabang berada pada atas percabangan	77
Total		**1.047**

Jumlah bentuk tegakan api api yang ditemukan di lapangan sebesar 1.047 tegakan. Untuk bentuk tegakan api api terbanyak terdapat pada bentuk normal dengan jumlah 904 tegakan sedangkan jumlah bentuk terkecil terdapat pada bentuk cabang berada pada awal percabangan dengan jumlah 27 tegakan.

Tabel 4.2 Macam Kategori Biomassa *Avicennia Marina*

Kategori	**Diameter (cm)**	**Tegakan**	**Biomassa atas (kg/m^2)**	**Biomassa bawah (kg/m^2)**	**Biomassa total (kg/m^2)**
Semai	1,75-1,94	244	122,55	118,81	241,35
Pancang	1,95-4,97	770	1.531,80	869,48	2.401,28
Pohon	4,98-9,29	33	474,11	149,56	623,67
Total		1047	2.128,46	1.137,84	3.226,30

Pertumbuhan pada suatu tanaman adalah proses pertambahan dimensi yang diperoleh dari proses penimbunan bahan makanan sebagai hasil dari proses fotosintesis setelah dikurangi satuan respirasinya. Pertumbuhan suatu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tanaman berlangsung ke atas, ke samping dan ke bawah. Pertumbuhan pada suatu tanaman diawali dari zigot yang terus mengalami pertumbuhan secara teratur, membesar, komplek dan mengalami perubahan secara kuantitatif maupun kualitatif.

Peranan hormon menjadi sangat penting dalam suatu proses regulasi pertumbuhan tanaman dengan mekanisme stimulasi dan inhibitasi sehingga tanpa kehadiran unsur ini, proses pertumbuhan pada suatu tanaman akan terganggu bahkan terhenti sama sekali. Hormon dibentuk (disintesa) oleh meristem apikal (pucuk), daun dan ujung akar (*citokinin, geberalin, and absisic acid synthesis*) namun pengaruh atau tempat kerjanya dapat berada di bagian organ yang lain (antar jaringan atau antar organ) seperti terdapat pada gambar 4.3 yang petumbuhan tegakannya normal.

Gambar 4.3 Tegakan Normal.
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019)

Fungsi hormon auksin sebagai pengatur pertumbuhan (regulator) yang dapat digambarkan peranannya sebagai pendorong pertumbuhan (simulator) sekaligus sebagai penghambat pertumbuhan (inhibitor). Keberadaan hormon IAA di batang dapat dilihat pada pembelokan arah pertumbuhan batang (*orthotropic bending growth*), karena hormon IAA bersifat *thermosensitve* sehingga mengalami kerusakan pada saat terkena sinar matahari.

Untuk mekanisme kerja hormon tanaman (action of plant hormones) dapat bersifat:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. *No spesific target* merupakan mekanisme kerja hormon yang tdak mempunyai target yang khusus. Hormon yang diproduksi pada jaringan meristem bukan pesanan salah satu organ tertentu, melainkan ditujukan untuk umum dan dapat ditranslokasi ke seluruh jaringan tubuh tanaman. Hormon auksin yang diproduksi oleh jaringan meristem akar ditranslokasi ke seluruh tubuh tanaman dan dipergunakan dengan bak oleh jaringan yang memerlukan untuk pembelahan dan pembesaran sel, diferensiasi jaringan vaskuler, inisiasi akar, dominansi apkal, fototropisme pada batang, penuaan jaringan dan lain-lain.

b. *A ratio or balance between hormones* merupakan pengaruh dari hormon yang bersifat pararel. Beberapa hormon secara bersama-sama dapat mempengaruhi pertumbuhan suatu jaringan tertentu dan bersifat akumulatif. Apabila pada satu jenis hormon hanya mempunyai pengaruh kecil akan tetapi bila digabungkan dengan beberapa hormon dapat menampakkan pengaruh yang lebih besar.

c. *Opposing effects of hormones* merupakan suatu hormon tertentu yang mempunyai pengaruh pada jaringan tertentu. Contohnya hormon auksin bekerja untuk memacu perakaran sedangkan hormon sitoginin bekerja untuk memacu tunas.

d. *Alteration of effective concentration of one hormones by anothers* merupakan pengaruh hormonal yang bersifat stimulasi. Pada konsentrasi hormonal yang lebih tinggi akan didapatkan pengaruh yang lebih nyata dibanding pada konsentrasi yang lebih rendah.

e. *Sequentical action of different hormones* merupakan mekanisme kerja beberapa jenis hormon yang dilakukan secara berurutan. Contohnya dalam proses perkecambahan benih, hormon GA 3 dalam kulit ari akan mengaktifkan enzym dan amilase. Enzym ini selanjutnya yang akan menerima amilum, sehingga respirasi dan keperluan oksigen meningkat dan seterusnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.4 Tegakan Miring.
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019

Bagian batang yang terkena sinar matahari akan mengalami perlambatan pertumbuhan sedangkan bagian di sebelahnya (yang ternanung) mengalami pertumbuhan yang lebih cepat sehingga keadaan tersebut yang menyebabkan batang mengalami pembengkokan ke arah sinar matahari ditunjukkan pada gambar 4.4 sedangkan pada gambar 4.5 dan gambar 4.6

Gambar 4.5 Tegakan Cabang Berada Pada Awal Percabangan.
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019)

Batang tumbuhan dapat bercabang atau tidak bercabang. Percabangan tersebut terjadi melalui aktivitas tunas aksilar atau tunas adventis seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5 dan 4.6. Percabangan pada batang dapat dikotomi (cabang menggarpu dua) merupakan apabila titik tumbuh pada meristem apeks terbagi dua dan salah satu atau kedua bagian meristem tersebut tumbuh dengan cepat dan selanjutnya mengalami percabangan dikotom lagi. Percabangan juga dapat mengikuti salah satu cara sebagai berikut:

1. Suatu batang atau cabang dapat tumbuh terus sebagai aktifitas meristem apeks, membentuk batang atau cabang tunggal, yaitu hanya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terdiri dar satu unit batang (caulomer). Struktur batang atau cabang yang demikian disebut sebagai struktur monopodial.

2. Suatu batang atau cabang terbentuk dari suatu seri linier unit-unit batang (suatu seri linier caulomer), di mana masing-masing unit batang (caulomer) berkembang dari satu tunas aksilar yang berada pada bagian distal unit batang sebelumnya. Struktur ini terbentuk apabila tunas terminal (apeks pucuk) "hilang", baik karena berkembang menjadi bunga atau karena terhenti pertumbuhan vegetatifnya. Sebagai akibatnya tunas aksilaris yang berada dekat dibawah apeks pucuk berkembang menghasilkan batang atau cabang (caulomer). Jadi satu unit batang atau cabang maksudnya adalah sumbu dimana aktifitas meristem apeksnya berlangsung sepanjang urutan diferensiasi yang sesuai untuk spesies yang bersangkutan, dimulai dari awal hingga stadium reproduksi seksual.

Gambar 4.6 Tegakan Cabang Berada Pada Atas Percabangan.
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2019)

Dalam penelitian fisher & binkley (2000) faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan adalah tempat tumbuh atau lingkungan atau tapak (site) dan faktor genetik tanaman. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil pohon yaitu iklim (klimatis) dan tanah (edapis). Faktor iklim ditentukan oleh curah hujan, intensitas cahaya, suhu, kelembapan, kecepatan angin dan letak geografisnya.

Faktor bawaan atau genetik tanaman memegang peranan yang cukup penting dalam mengontrol suatu pertumbuhan. Karakteristik genetik dalam suatu spesies berhubungan erat dengan perilaku sel, arsitektur pohon dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

akar, hormon, zat pengatur tumbuh dan tngkat pembentukan serat.

Menurut penelitian wahyudi pertumbuhan atau riap (increment) merupakan pertambahan tumbuh tanaman, baik pertumbuhan diameter, tinggi, volume, serasah dan lain-lain dalam satuan waktu tertentu. Dalam penelitian soekotjo (1995) variabel yang mempengaruhi riap tanaman antara lain jenis, sumber benih, jenis yang dimuliakan, manipulasi atribut lingkungan, teknik silvikultur yang dipakai serta kelas diameter. Pemilihan jenis yang tepat untuk tujuan budidaya sangat berpengaruh terhadap nilai yang dihasilkan. Jenis unggul hasil pemuliaan pohon mempunyai riap yang lebih besar (inherent growth rate).

Pada kelas diameter yang berbeda, meskipun jenisnya sama dapat mempunyai riap yang berbeda (reit of growth). Pada lokasi yang berbeda, meskipun jenisnya sama, dapat mempunyai riap yang berbeda pula. Contohnya, penelitian pertumbuhan meranti di hutan semengoh (serawak) menunjukkan bahwa *shorea stenoptera* mempunyai riap 79% lebih besar dibanding *shorea pinanga* pada kondisi lingkungan yang sama. Dan pada penanaman *shorea macrophylla* di kalbar menunjukkan riap yang lebih besar dibandingkan dengan penanaman di kalsel.

4.2 Pembahasan Simpanan Biomassa dan Karbon *Avicennia Marina*

Kandungan biomassa pada pohon *Avicennia Marina* (api api) merupakan hasil dari kandungan biomassa pada tiap organ pohon *Avicennia Marina* yang merupakan gambaran total material organik dari hasil proses fotosintesis. Menurut penelitian salim (2005) Karbon merupakan komponen penting dalam penyusunan biomassa mangrove melalui proses fotosintesis yang terkandung berkisar 45-50%. Pohon api-api yang terdapat di surabaya timur tepatnya di kelurahan gunung anyar tambak menggunakan metode tanpa penebangan atau smotede tidak langsung yang disebut dengan metode non destruktif.

Dalam penelitian hairiah dan rahayu (2007) Metode tidak langsung untuk pendugaan biomassa pada vegetasi. Dalam perhitungan biomassa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dalam penelitian ini digunakan metode *non destruktif* yang artinya tidak merubah kondisi mangrove tersebut .

Dalam penelitian kusmana et al. (1992) Biomassa digolongkan ke dalam dua kategori yaitu biomassa yang terdapat pada atas permukaan dan biomassa yang terdapat pada bawah permukaan tanah. Hal ini biomassa yang berada pada atas permukaan tanah yaitu terdapat di bagian batang utama, cabang, ranting, bunga, daun dan buah sedangkan biomassa yang berada pada bawah permukaan tanah yaitu akar pohon.

Tabel 4.2 Contoh Perhitungan Biomassa Kategori Semai Tegakan *Avicennia Marina*

Diameter (cm)	Biomassa Di Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Di Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Total (kg/m^2)
1,8	26,0	25,7	51,8

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungan biomassa pancang pada diameter 1,8 cm:

B atas $= 0{,}1848 \times \rho(D^{2,3624})$

$= 0{,}1848 \times \rho(1{,}8^{2,3624})$

$= 26{,}0\ kg/m^2$

B bawah $= 0{,}168 \times (D^{1,796})$

$= 0{,}168 \times (1{,}8^{1,796})$

$= 25{,}7\ kg/m^2$

B total $= 78{,}7 + 25{,}7$

$= 104{,}4\ kg/m^2$

Tabel 4.2 Contoh Perhitungan Biomassa Kategori Pancang Tegakan *Avicennia Marina*

Diameter (cm)	Biomassa Di Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Di Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Total (kg/m^2)
2,0	39,16	14,24	53,40

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungan biomassa pancang pada diameter 1,8 cm:

B atas $= \exp\ [-3{,}068 + 0{,}957 \ln(D^2 \times H)$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$= [-3{,}068 + 0{,}957 \ln(2{,}0^2 \times 1{,}5)$

$= 39{,}16$ kg/m^2

B bawah $= 0{,}168 \times (D^{1,796})$

$= 0{,}168 \times (2{,}0^{1,796})$

$= 14{,}24$ kg/m^2

B total $= 39{,}16 + 14{,}24$

$= 53{,}40$ kg/m^2

Tabel 4.3 Contoh Perhitungan Biomassa Kategori Pohon Tegakan *Avicennia Marina*

Diameter (cm)	Biomassa Di Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Di Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Total (kg/m^2)
5	8,4	3,1	11,4

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungan biomassa pohon pada diameter 5 cm:

B atas $= 0{,}1848 \times (D^{2,3624})$

$= 0{,}1848 \times (5^{2,3624})$

$= 8{,}4$ kg/m^2

B bawah $= 0{,}168 \times (D^{1,796})$

$= 0{,}168 \times (1{,}8^{1,796})$

$= 3{,}1$ kg/m^2

B total $= 8{,}4 + 3{,}1$

$= 11{,}4$ kg/m^2

Tabel 4.4 Biomassa Kategori Tegakan *Avicennia Marina*

Kategori	Biomassa Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Biomassa Total (kg/m^2)
Semai	122,5	118,8	241,4
Pancang	1531,8	869,5	2401,3
Pohon	474,1	149,6	623,7

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Total	**2.128,5**	**1.137,8**	**3.266,3**

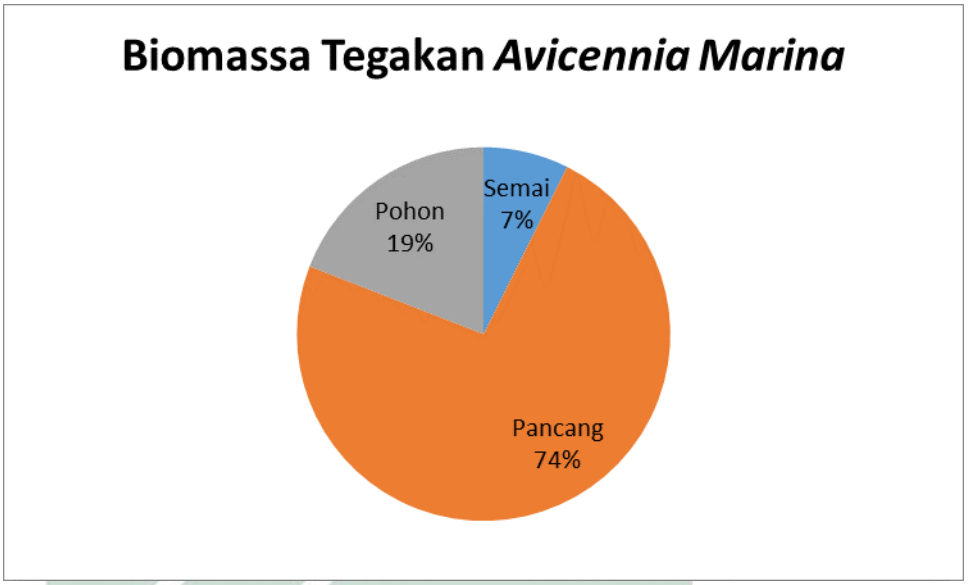
Nilai biomassa atas permukaan di kategori pancang ditemukan 1.881,3 kg/m^2 sedangkan biomassa bawah kategori pancang ditemukan 988,3 kg/m^2 dengan biomassa total 2.869,6 kg/m^2.. Untuk biomassa atas permukaan di kategori pohon ditemukan 474,1 kg/m^2 sedangkan biomassa bawah kategori pohon ditemukan 149,6 kg/m^2 dengan biomassa total 623,7 kg/m^2. Jadi total biomassa pada tegakan api api sebesar 3.493,3 kg/m^2.

Terdapat perbedaan nilai antara bomassa atas permukaan dan bawah permukaan karena biomassa atas permukaan terletak pada batang utama selanjutnya terdapat pada ranting, cabang, dan daun sedangkan pada bagian bawah permukaan tanah simpanan karbonnya hanya tersimpan pada akar.

Dalam penelitian wahyu (2002) biomassa tiap bagian pohon terbesar biasanya diperoleh dari pohon yang berdiameter besar. Hal ini disebabkan dalam proses fotosintesis tumbuhan menyerap karbon dioksida dari udara dan selanjutnya diubah menjadi bahan organik sehingga total biomassa tumbuhannya bertambah sesuai dengan laju pertumbuhan pada suatu pohon tersebut.

Nilai biomassa pada pancang lebih besar dibanding pada pohon dengan nilai biomassa total pada pancang sebesar 2.870 kg/m^2. Hal ini sesuai dengan penelitian Dharmawan *et.al* (2008) dengan pernyataan rendah tingginya nilai biomassa yang dihasilkan pada ekosistem mangrove disebabkan oleh kerapatan tegakan yang berada pada kawasan tersebut dan tingkat kesuburan tanahnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.7 Biomassa Jenis Tegakan *Avicennia Marina*

Vegetasi biomassa mangrove pada kategori pancang lebih besar 74% dibanding kategori pohon 19% karena di lokasi penelitian rata-rata memiliki diameter batang yang kecil 1,75-1,94, sehingga keberadaan biomassa pada pancang melimpah. Selain jumlah pohon diameter juga mempengaruhi nilai dari biomassanya.

Pendugaan nilai biomassa mangrove merupakan kemampuan mangrove dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam biomassa yang didasarkan dari pengukuran nilai biomassa atas dan biomassa bawah dengan hasil akhir dinayatakan dalam bentuk angka. Menurut penelitian Wahyuni (2017) Biomassa dibedakan dalam 2 kategori yaitu biomassa atas (buah, bunga, daun, ranting, cabang dan batang) dan biomassa bawah terdapat pada akar.

Menurut penelitian Wahyuni (2017) Produktivitas hutan adalah gambaran kemampuan hutan dalam mengurangi emisi CO_2 di atmosfir melalui proses fisiologinya sehingga biomassa dalam umur tertentu dapat digunakan untuk mengestimasi produktivitas hutan.

Pendugaan simpanan karbon pada suatu tegakan mangrove dapat dilihat dari besar potensi biomassa yang terkandung. Dalam penelitian IPCC (2006) konsentrasi karbon mangrove sebesar 47%, sehingga untuk mengetahui perkiraan karbon yang tersimpan pada tegakan perlu mengalikan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

0,47 dengan biomassa total.

Tabel 4.5 Contoh Perhitungan Karbon Kategori Semai Tegakan *Avicennia Marina*

Diameter (cm)	Karbon Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Total (kg/m^2)
1,8	37,0	12,1	49,1

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungan karbon pada diameter 1,8 cm:

Karbon atas = B x 0,47
= 26,0 x 0,47
= 37,0 kg/m^2
Karbon bawah = B x 0,47
= 25,7 x 0,47
= 12,1 kg/m^2
Karbon total = 37,0 + 12,1
= 49,1 kg/m^2

Tabel 4.5 Contoh Perhitungan Karbon Kategori Pancang Tegakan *Avicennia Marina*

Diameter (cm)	Karbon Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Total (kg/m^2)
2,0	37,0	12,1	49,1

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungan karbon pada diameter 2,0 cm:

Karbon atas = B x 0,47
= 39,2 x 0,47
= 37,0 kg/m^2
Karbon bawah = B x 0,47
= 25,7 x 0,47
= 12,1 kg/m^2
Karbon total = 37,0 + 12,1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$= 49,1 \text{ kg/m}^2$

Tabel 4.6 Contoh Perhitungan Karbon Kategori Pohon Tegakan *Avicennia Marina*

Diameter (cm)	Karbon Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Total (kg/m^2)
5	3,9	1,4	5,4

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungan karbon pada diameter 5 cm:

Karbon atas $= B \times 0,47$
$= 8,4 \times 0,47$
$= 3,9 \text{ kg/m}^2$

Karbon bawah $= B \times 0,47$
$= 3,1 \times 0,47$
$= 1,4 \text{ kg/m}^2$

Karbon total $= 3,9 + 1,4$
$= 5,4 \text{ kg/m}^2$

Tabel 4.7 Karbon Tegakan *Avicennia Marina*

Kategori	Karbon Atas Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Bawah Permukaan Tanah (kg/m^2)	Karbon Total (kg/m^2)
Semai	57,6	55,8	113,4
Pancang	884,2	464,5	1.348,7
Pohon	222,8	70,3	293,1
Total	**1.107,1**	**534,8**	**1.641,8**

Nilai karbon atas permukaan di kategori pancang ditemukan 57,6 kg/m^2 sedangkan karbon bawah kategori pancang ditemukan 55,8 kg/m^2 dengan karbon total 113,4 kg/m^2. Karbon atas permukaan di kategori pancang ditemukan 884,2 kg/m^2 sedangkan karbon bawah kategori pancang

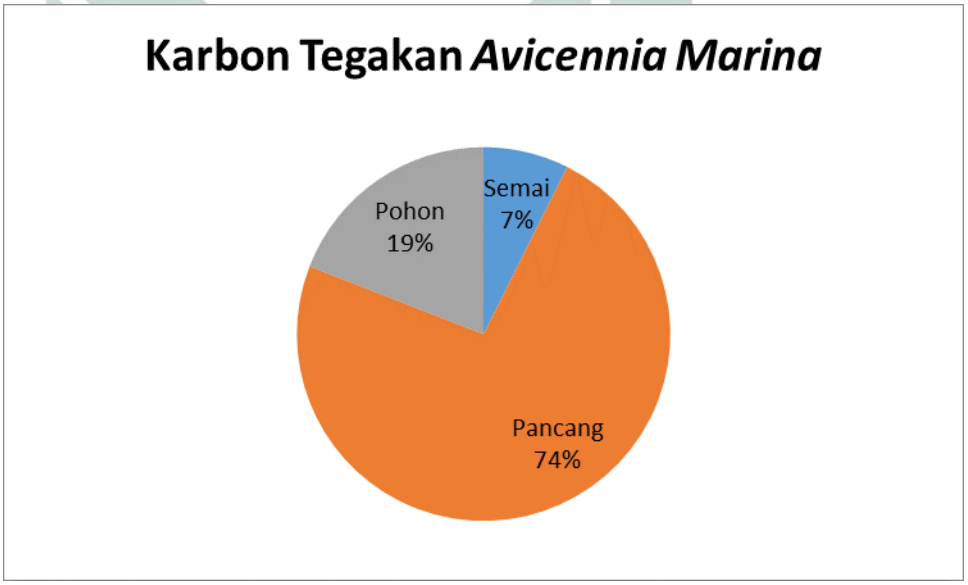
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ditemukan 464,5 kg/m^2 dengan karbon total 1.348,7 kg/m^2. Untuk karbon atas permukaan di kategori pohon ditemukan 222,8 kg/m^2 sedangkan karbon bawah kategori pohon ditemukan 70,3 kg/m^2 dengan karbon total 293,1 kg/m^2. Jadi total karbon pada tegakan api api 1.641,8 kg/m^2.

Kandungan biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Hal ini sesuai dengan penelitian hairiah dan rahayu (2007) bahwasannya potensi simpanan karbon dapat dilihat dari hasil biomassa tegakan yang ada sehingga besar biomassa yang didapat berpengaruh dengan simpanan karbon.

Dalam penelitian didapat nilai karbon total pada pancang lebih besar dibanding pohon dengan nilai karbon untuk pancang sebesar 1.348,72 kg/m^2. Hal ini sesuai dengan penelitian hairiah dan rahayu (2007) bahwasannya nilai kandungan karbon yang disimpan dan biomassa berbeda-beda dalam berbagai macam ekosistem, tergantung cara pengelolaan pada ekosistem tersebut, kerapatan tegakan yang ada, serta keragaman spesiesnya.

Dalam penelitian hairiah & rahayu (2007) rongga sel yang terdapat di batang pohon terisi oleh zat penyusun kayu yaitu selulosa dan hemiselulosa sehingga karbon pada batang lebih besar jika dibanding dengan bagian pohon lainnya yaitu ranting, cabang dan daun.



Gambar 4.8 Karbon Jenis Tegakan *Avicennia Marina*

Vegetasi karbon mangrove pada kategori pancang lebih besar 74% dibanding kategori pohon 19% dan semai 7% karena di lokasi penelitian rata-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

rata memiliki diameter batang yang kecil, sehingga keberadaan biomassa pada pancang melimpah. Selain jumlah pohon diameter pohon juga mempengaruhi nilai dari karbonnya. Hal ini sesuai dengan penelitan achmadi (1990) untuk batang pohon proporsi karbon lebih besar dibanding dengan bagian pohon lainnya, karena pada batang pohon memiliki komponen kayu berupa polimer alami 97-99%.

Kandungan karbon menggambarkan seberapa besar tumbuhan tersebut dapat mengikat karbon dari udara. Menurut Wahyuni (2017) Sebagian karbon menjadi energi untuk proses fisiologi tanaman dan sebagian yang lain menjadi bagian dari tumbuhan seperti selulosa yang tersimpan di bagian daun, ranting, batang dan akar.

Tumbuhan merupakan tempat penyimpanan atau penimbunan karbon. Melalui proses fotosintesis tumbuhan menyerap CO_2 di atmosfir kemudian mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa tubuh tumbuhan. Dalam penelitian lugina (2011) besarnya kandungan karbon dan biomassa bervariasi berdasarkan tingkat pertumbuhan (*growth stage*), kondisi lingkungan, dan bagian tumbuhan yang diukur.

4.3 Serapan CO_2

Udara adalah salah satu komponen campuran gas yang ditemukan di lapisan yang berada di sekitar bumi. Susunan campuran gas tersebut tidak selalu stabil yang berarti bisa bertambah atau berkurang apabila ada unsur yang bisa bertambahnya atau berkurangnya suatu gas tersebut. Komponen yang konsentrasinya paling mempunyai berbagai bentuk adalah air karena air merupakan mudah terpecah dalam bentuk uap H_2O dan CO_2. Prawirowardoyo (1996) menyatakan bahwa CO_2 yang masuk kedalam atmosfir berasal dari dua sumber antara lain:

a. Sumber alami

   Sumber alami adalah proses dari pernafasan makhluk hidup di darat maupun laut yang bentuk perubahannya menjadi bahan organik.

b. Sumber buatan

   Sumber buatan adalah CO_2 hasil dari pembakaran hutan, bahan bakar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

fosil, industri semen, dan hasil dari pembakaran tata guna lahan lain.

Penyerapan karbon terjadi oleh aktivitas dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap karbon dioksida dari atmosfir dan air dari tanah yang kemudian menghasilkan oksigen sekaligus karbohidrat yang berakumulasi menjadi selulosa juga lignin sebagai simpanan karbon. Tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk berfotosintesis berpotensi dalam proses penyerapan CO_2 yang berada di udara sehingga dapat mengurangi efek negatif dari gas rumah kaca di atmosfir.

Dalam penyerapan karbon dioksida kemampuan tegakan pohon mangrove dalam penyerapan CO_2 disimpan sebagai biomassa. Untuk hasil serapan CO_2 pada tegakan pohon mangrove api-api di Surabaya timur tepatnya di gunung anyar tambak menggunakan rumus:

Tabel 4.8 Contoh Perhitungan Serapan Kategori Semai Tegakan *Avicennia Marina*

Kelas Diameter (cm)	Karbon Total (kg/m^2)	FKCO2	WCO2 (kg/m^2)
1,8	24,3	3,67	89,3

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungannya pada diameter 1,8 cm:

$$W_{co2} = C_{tot} \times FK_{co2}$$
$$= 24,3 \times 3,67$$
$$= 89,3\ kg/m^2$$

Tabel 4.8 Contoh Perhitungan Serapan Kategori Pancang Tegakan *Avicennia Marina*

Kelas Diameter (cm)	Karbon Total (kg/m^2)	FKCO2	WCO2 (kg/m^2)
2,0	25,10	3,67	92,1

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungannya pada diameter 2,0 cm:

$$W_{co2} = C_{tot} \times FK_{co2}$$
$$= 25,10 \times 3,67$$
$$= 92,1\ kg/m^2$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.9 Contoh Perhitungan Serapan Kategori Pohon Tegakan *Avicennia Marina*

Kelas Diameter (cm)	Karbon Total (kg/m^2)	FKCO2	WCO2 (kg/m^2)
5	5,4	3,67	19,7

Berikut merupakan salah satu contoh untuk perhitungannya pada diameter 5 cm:

W_{co2} = C_{tot} x FK_{co2}

= 5,4 x 3,67

= 19,7 kg/m^2

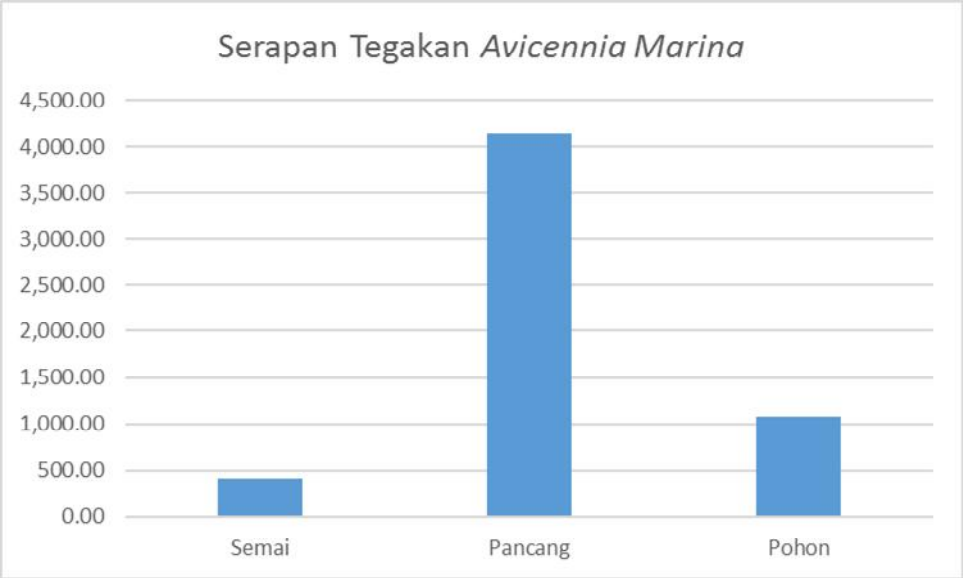
Tabel 4.10 Serapan CO_2 Tegakan *Avicennia Marina*

Kategori	Karbon Total (kg/m^2)	FKCO2	WCO2 (kg/m^2)
Semai	113,4	3,67	416,31
Pancang	1.348,7		4.949,97
Pohon	293,1		1.075,77
Total	**1.535,2**	-	**5.634,04**

Nilai serapan pada kategori semai sebesar 416,31 kg/m^2, serapan pada kategori pancang sebesar 4.949,97 kg/m^2 sedangkan nilai serapan pada kategori pohon sebesar 1.075,77 kg/m^2 sehingga nilai serapan total pada setiap kategori sebesar 5.634,04 kg/m^2. Terdapat perbedaan nilai antara serapan pada kategori pancang dengan pohon. Pada penelitian ini didapat nilai serapan karbon tertinggi terdapat pada kategori pancang sengan nilai sebesar 4.949,8 kg/m^2 sehingga semakin banyak CO_2 yang dapat diserap maka semakin banyak pula nilai biomassa yang yang terkandung pada tegakan mangrove. Jadi total serapan pada tegakan api api 5.634,04 kg/m^2.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hal tersebut disebabkan karena serapan karbon pada atas permukaan penyimpanan karbon paling besar terletak di batang utama selanjutnya sedangkan pada bagian bawah permukaan tanah serapan karbonnya hanya tersimpan pada akar.



Gambar 4.9 Serapan Jenis Tegakan *Avicennia Marina*

Vegetasi serapan mangrove pada kategori pancang lebih besar dibanding kategori pohon karena di lokasi penelitian rata-rata memiliki diameter batang yang kecil, sehingga keberadaan biomassa pada pancang melimpah. Selain jumlah pohon diameter pohon juga mempengaruhi nilai dari serapannya sehingga makin besar diameter pohon maka semakin besar biomassa yang dikandungnya akan tetapi pada penelitian ini ditemukan diameter kecil yang banyak sehingga serapan didominasi faktor jumlah pohon.

Tumbuhan mangrove menyerap sebagian karbon ke dalam bentuk CO_2 yang kemudian dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sedangkan pada sebagian lainnya tetap berada di atmosfir. Hal ini sesuai dengan penelitian Dharmawan dan Chairil (2008) untuk hasil fotosintesis digunakan oleh tumbuhan sebagai pertumbuhan ke arah vertikal dan horisontal. Oleh karena itu besarnya diameter batang disebabkan penyimpanan biomassa merupakan hasil konversi CO_2 yang semakin bertambah besar seiring dengan banyaknya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

CO_2 yang dapat diserap tegakan mangrove tersebut.

Jadi hutan mangrove berpotensi menyerap karbon lebih banyak dibandingkan dengan tumbuhan lainnya karena mangrove termasuk ke dalam kategori jenis hutan lahan basah. Dengan adanya kemampuan mangrove dalam menyimpan karbon, maka peningkatan emisi karbon yang berada di alam dapat dikurangi. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh tim peneliti dari US Forest Service Pasifik Barat Daya Dan Stasiun Penelitian Utara, Universitas Helsinki Dan Pusat Penelitian Kehutanan Internasional meneliti kandungan karbon dari 25 hutan mangrove di sepanjang kawasan Indo-Pasifik, menemukan bahwa hutan mangrove per hektar menyimpan karbon 4 kali lebih banyak daripada hutan tropis lainnya yang berada di seluruh dunia.

Mengingat betapa pentingnya hutan mangrove sebagaimana hutan alami lainnya sebagai penyimpan karbon, maka diperlukan upaya peningkatan pengelolaan hutan yang sesuai dengan fungsi hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon untuk mitigasi perubahan iklim akibat pemanasan global. Menurut penelitian bismark et.al (2008) manfaat langsung dari pengelolaan hutan mangrove berupa hasil kayu secara optimal hanya 4,1%, sedangkan fungsi optimalnya dalam penyerapan karbon mencapai 77,9%, sehingga hutan mangrove sangat berpotensi besar dalam penyerapan dan penyimpanan karbon yang berguna untuk pengurangan kadar CO_2 di atmosfir.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Jumlah simpanan total karbon tegakan mangrove *avicennia marina* di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya sebesar 1.641,8 kg/m^2.

2. Untuk serapan total CO_2 tegakan mangrove *avicennia marina* Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya sebesar 5.634,04 kg/m^2.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian tidak hanya tegakan mangrove *avicennia marina*, agar dapat diketahui keberagaman mangrove lainnya.
2. Perlu dilakukan penelitian secara berkala untuk diketahui pendugaan perubahan stok karbon di setiap jenis pohon mangrove yang berbeda-beda.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Ajeng G. S, 2015. Pendugaan Simpanan Karbon Pada Tegakan Api-Api (Avicennia Marina) Di Pantai Timur Surabaya. Skripsi, Institut Pertanian Bogor.

Alikodra, Hadi S. 2012. Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan Pendekatan Ecosophy bagi Penyelamatan Bumi, cetakan ke-1, Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Anwar, J., Sengli, J., Damanik, H.N dan Whitten, A.S. 1984. Ekologi Hutan Sumatra. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Australian Greenhouse Office. 1999. National Carbon Accounting System, Methods for Estimating Woody Biomass. Technical Report No. 3, Commonwealth of Australia. Australia.

Backer, C.A. & R.C. Bakhuizen van den Brink. 1963-1968. Flora of Java. 3 Volumes, N.V.P. Noordhoff, Leiden, The Netherlands.

Bengen, D G. 2002. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya. Cetakan Kedua. Bogor: Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.

Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tripical Forest: a Primer. USA: Food and Agriculture Organization of the United Nation.

Budianta, D. 2010. Pentingnya Etika Lingkungan untuk Meminimalkan Global Warming. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian dan Program Studi Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

Chave, Jerome, Richard Condit, Salomon Aguilar, Andres Hernandez, Suzanne Lao and Rolando Perez, 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. DOI 10.1098/rstb.2003.1425.

Dahuri. 2003. Keanekaragaman Hayati: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Darsono, V. 1993. Pengantar Ilmu Lingkungan. Edisi revisi. Yogyakarta.

Dharma,S. 2008. Pendekatan, Jenis, Dan Metode Penelitian Pendidikan. Ditjen PMPTK.

Dharmawan IWS, Siregar CA. 2008. Karbon tanah dan penduga karbon tegakan Avicennia marina(Forsk) Vierh di Ciasem, Purwakarta. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 5:317-328.

FAO. (2007). The world's mangroves 1980-2005. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Global Ecology and Biogeography, 20(1), 154-159

Hairiah, K. Dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran "Karbon Tersimpan" Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World agroforestry centre, ICRAFSA. Bogor.

Halidah. 2014. Avicennia marina (Forssk.) vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. Jurnal Balai Penelitian Kehutanan Makassar. 11(1): 37—44.

Heiskanen, 2006. BIOMASS ECV REPORT. (www.fao.org/GTOS/doc/ECVs/T12-biomass-standards-report-v01.doc).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hidayah, N. 2010. Cadangan Karbon Hutan Kota Palembang. Tesis. Program Studi Pengelolaan Lingkungan Program Pasca Sarjana. Universitas Sriwijaya. Palembang. xvii + 73 hlm.

IPCC. 1995. "IPCC Second Assessment Climate Change 1995". http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2ndassessment-en.pdf. 17 September 2013. 09.34 WIB.

Irwanto. 2006. Keanekaragaman Fauna pada Habitat Mangrove. Yogyakarta.

Kusmana, C. 1995. Manajemen hutan mangrove Indonesia. Lab Ekologi Hutan. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.

Macnae, W.. 1968. "A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamp and Forest in the Indo-West Pasific Region". Adv. Mar. Biol, 6 :73- 270.

Manuri, S., Putra, C.A.S dan Saputra, A.D. 2011. Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project-German International Cooperation (MRPP-GIZ).

Mastaller, M. 1997. Mangroves: The Forgotten Forest between Land and Sea. Tropical Press Sdn.Bhd., Kuala Lumpur.

Murdiyanto B. 2003. Proyek Pembangunan Masyarakat Pantai dan Pengelolaan Murdiyarso D. 1999. Perlindungan Atmosfir Melalui Perdagangan Karbon:

Nontji, A. 2005. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.

Rusila Noor, Y., M. Khazali, dan I N.N. Suryadiputra. Oktober 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP, Bogor.

Santoso, N. 2000. Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut Tahun 2000. Jakarta.

Sastrawijaya, A. T., 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta, Jakarta.

Supardi, I. 2003. Lingkungan Hidup dan Kelestariannya. Bandung: PT Alumni.

Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sutaryo,D. 2009. Penghitungan Biomassa, Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme: Bogor. 39 hlm.

Sutaryo,D. Peghitungan Biomassa. Wetlands International Indonesia Programme.

Wibisono. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia Jakarta.

Windarni Cahyaning, 2017. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Skripsi, Universitas Lampung Bandarlampung.

Wonatorei, H. K. 2013. Identifikasi Jenis – Jenis Tumbuhan Mangrove di Kampung Sanggei Distrik Urei – Faisei Kabupaten Waropen. Skripsi. Universitas Negeri Papua. Manokwari. 40p.

Yusuf, 2016. Analisis Perbandingan Stok Karbon Pada Kawasan Mangrove Alami Dan Rehabilitasi Di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar.

Wahyuni D.K.B. 2017. Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo. Yogyakarta: CV.Budi Utama

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id