



**ESTIMASI SERAPAN KARBON PADA VEGETASI MANGROVE DI HUTAN
MANGROVE NGULING KABUPATEN PASURUAN DAN DI HUTAN MANGROVE
TONGAS KABUPATEN PROBOLINGGO PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

ARIZAL MAHENDRA RAHARDANI

NIM. 135080600111070



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019



**ESTIMASI SERAPAN KARBON PADA VEGETASI MANGROVE DI HUTAN
MANGROVE NGULING KABUPATEN PASURUAN DAN DI HUTAN MANGROVE
TONGAS KABUPATEN PROBOLINGGO PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

ARIZAL MAHENDRA RAHARDANI

NIM. 135080600111070



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019



HALAMAN PENGUJI

Judul : **Estimasi Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan Di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur**

Nama Mahasiswa : **ARIZAL MAHENDRA RAHARDANI**

NIM : **135080600111070**

Program Studi : **ILMU KELAUTAN**

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : **Ir. BAMBANG SEMEDI, M.Sc., Ph.D.**

Pembimbing 2 : **M. ARIF AS'ADI, S.Kel., M.Sc.**

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : **NURIN HIDAYATI, S.T., M.Sc.**

Dosen Penguji 2 : **ANDIK ISDIANTO, ST., MT.**

Tanggal Ujian : **3 Juli 2019**



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arizal Mahendra Rahardani

NIM : 135080600111070

Program Studi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa pembuatan Laporan Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia

Malang, 3 Juli 2019

Hormat saya,

Arizal Mahendra Rahardani



UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari penyusunan laporan ini tidak lepas dari berbagai pihak yang telah sedikit banyak membantu. Oleh karena itu ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak yaitu:

1. Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat serta kebesaran-Nya sehingga penulis diberi kelancaran dalam setiap langkahnya sampai penyusunan skripsi selesai.
2. Kedua orang tua, kakak dan adik yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama masa perkuliahan sampai masa masa penuh perjuangan selama skripsi
3. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing pertama yang membimbing penulis dengan sabar dan telaten
4. Bapak M. Arif As' Adi, S.Kel., M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah menyelamatkan penulis dari drama skripsi yang akhirnya telah berakhir dan membimbing dengan sabar dan telaten.
5. Rizky Ade Pratama yang telah direpoti oleh penulis dalam pengambilan data.
6. Kontrakan 86 yang telah menerima penulis selama beberapa tahun terakhir
7. Keluarga besar ATLANTIK yang telah menerima penulis sebagai keluarga selama masa perkuliahan dan seterusnya.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Malang,

Arizal Mahendra Rahardani



RINGKASAN

ARIZAL MAHENDRA RAHARDANI. Skripsi Tentang Estimasi Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan Di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur (dibawah Bimbingan **Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D.** dan **M. Arif As'Adi, S.Kel., M.Sc.**)

Isu perubahan iklim sangat dirasakan pengaruhnya oleh berbagai kalangan masyarakat. Salah satu penyebab perubahan iklim diakibatkan oleh gas rumah kaca yang dapat menimbulkan pemanasan global. Salah satu penyebab pemanasan global berasal dari emisi karbondioksida (CO₂). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi pemanasan global yaitu dengan meningkatkan peran hutan mangrove sebagai penyerap karbon. Tujuan dari penelitian ini adalah menginventarisasi spesies mangrove, menghitung struktur komunitas mangrove; menghitung estimasi biomassa mangrove, karbon mangrove serapan CO₂ dan karbon sedimen di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur pada bulan Januari 2019.

Analisa struktur komunitas mangrove dilakukan dengan menghitung nilai Kerapatan Jenis, kerapatan relatif jenis, frekuensi jenis, frekuensi relatif jenis, Dominasi jenis, Dominasi relatif jenis dan indeks nilai penting. Analisa untuk mengukur estimasi biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan *allometrik* yang dilakukan dengan mengukur diameter pohon mangrove. Selain itu pada penelitian ini juga menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI) untuk mengukur kandungan karbon yang terdapat pada sedimen. Metode *Loss on ignition* mengukur kadar organik pada sedimen dengan cara menimbang berat sampel yang hilang setelah pembakaran.

Penelitian ini memperoleh hasil berupa ditemukannya 4 spesies mangrove di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur yaitu, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*. Hasil Perhitungan struktur komunitas mendapatkan bahwa spesies *Rhizophora mucronata* memiliki pengaruh yang besar pada lokasi penelitian. Hasil nilai estimasi biomassa berkisar antara 382 - 504,82 ton/ha. Nilai stok karbon mangrove berkisar antara 167,05 – 220,66 tonC/ha. Serapan CO₂ yang didapatkan berkisar antara 612,52 – 809,08 ton CO₂/ha. Nilai stok karbon sedimen berkisar antara 259,41 – 402, 98 tonC/ha.

Nilai total stok karbon merupakan penjumlahan stok karbon yang dimiliki oleh vegetasi mangrove dan stok karbon yang terdapat pada tanah. Nilai total stok karbon yang diperoleh berkisar antara 432,56 – 609,38 tonC/ha.

Kata Kunci : Struktur Komunitas, Biomassa, Stok Karbon, Serapan CO₂



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan dengan judul “Estimasi Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan Di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur”. sholawat serta salam penulis limpahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW yang selalu ditunggu syafaatnya kelak.

Laporan Skripsi ini disusun secara sistematis sebagai acuan pelaksanaan penelitian skripsi untuk mengetahui tahapan maupun dalam Estimasi Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan Di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur.

Semoga Laporan Skripsi yang telah disusun dapat dipergunakan sebagai salah satu acuan, petunjuk maupun pedoman bagi pembaca. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Apabila dalam laporan skripsi ini terdapat kata-kata yang kurang berkenang penulis memohon maaf. Kritik dan saran dari pembaca sangat dibutuhkan demi memperbaiki laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 3 Juli 2019

Arizal Mahendra Rahardani



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ekosistem Mangrove.....	5
2.2 Zonasi Ekosistem Mangrove.....	6
2.3 Manfaat dan Fungsi Mangrove.....	7
2.4 Biomassa.....	8
2.5 Perhitungan Biomassa.....	10
2.6 Karbon.....	12
2.6.1 Siklus Karbon.....	12
2.6.2 Simpanan Karbon.....	14
2.7 Penelitian Terdahulu.....	15
3. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.3 Alur Penelitian.....	17
3.4 Prosedur Pengumpulan Data.....	19
3.4.1 Penentuan Titik Lokasi Penelitian.....	19
3.4.2 Identifikasi Spesies Mangrove.....	20
3.4.3 Metode Estimasi Biomassa dan Stok Karbon Mangrove.....	20
3.4.4 Pengambilan Sampel Sedimen.....	22
3.5 Uji Laboratorium.....	23
3.5.1 Prosedur Pengukuran jenis Sedimen.....	23
3.5.2 Metode <i>Loss on Ignition</i> (LOI).....	25
3.6 Analisa Data.....	26
3.6.1 Analisa Struktur Komunitas Mangrove.....	26
3.6.2 Analisa Estimasi Biomassa Mangrove.....	29
3.6.3 Analisa Simpanan Stok Karbon.....	30
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Identifikasi Mangrove.....	32
4.2 Kondisi Ekosistem Mangrove.....	37
4.2.1 Parameter Kualitas Lingkungan.....	37
4.2.2 Jenis Sedimen.....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Siklus Karbon.....	13
Gambar 2. Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel.....	16
Gambar 3. Alur Penelitian.....	18
Gambar 4. Pengukuran Diameter Mangrove.....	21
Gambar 5. Penentuan Titik <i>dbh</i>	22
Gambar 6. <i>Avicennia alba</i>	33
Gambar 7. <i>Avicennia marina</i>	34
Gambar 8. <i>Rhizophora apiculata</i>	35
Gambar 9. <i>Rhizophora mucronata</i>	36
Gambar 10. Segitiga Shepard Stasiun 1.....	40
Gambar 11. Grafik Biomassa Setiap Stasiun.....	47
Gambar 12. Stok Karbon AG dan BG.....	48
Gambar 13. Jumlah Stok Karbon Mangrove Setiap Stasiun.....	50
Gambar 14. Jumlah Stok Karbon Tanah Setiap Stasiun.....	51
Gambar 15. Serapan CO ₂	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Segitiga Shepard.....	58
Lampiran 2. Hasil Karbon Sedimen.....	59
Lampiran 3. Hasil Biomassa.....	61
Lampiran 4. Hasil Jumlah Karbon.....	61
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	62
Lampiran 6. Peta dengan Transek.....	66



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu perubahan iklim sangat dirasakan pengaruhnya oleh berbagai kalangan masyarakat. Salah satu penyebab perubahan iklim diakibatkan oleh gas rumah kaca dalam jumlah besar yang ada di atmosfer. Gas rumah kaca dapat menimbulkan naiknya suhu permukaan bumi atau yang biasa disebut pemanasan global. Menurut Riani (2012), penyebab pemanasan global karena adanya dampak dari emisi karbondioksida (CO_2) dan gas-gas lain yang ada di atmosfer dalam jumlah yang sangat tinggi. Hal ini dapat menyebabkan perubahan pola cuaca yang dimulai dengan adanya peningkatan curah hujan yang tidak dapat diprediksi, semakin kencang angin bahkan sering terjadi badai. Pemanasan global juga memiliki dampak serius bagi lingkungan seperti mencairnya es di kutub, kenaikan permukaan air laut, perluasan gurun pasir, perubahan iklim, punahnya flora dan fauna tertentu, dan migrasi fauna. Selain itu perubahan iklim juga memiliki dampak bagi aktivitas sosial ekonomi masyarakat meliputi gangguan terhadap fungsi kawasan pesisir dan kota, gangguan terhadap fungsi sarana prasarana seperti jaringan jalan, pelabuhan, komunikasi, pengurangan produktivitas lahan pertanian dan wabah penyakit.

Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi pemanasan global yaitu dengan meningkatkan peran hutan sebagai penyerap karbondioksida. Usaha tersebut dapat didukung dengan adanya kegiatan untuk memperoleh informasi dan data mengenai status dan kecenderungan perubahan emisi gas rumah kaca secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapan termasuk simpanan karbon. Salah satu solusi penanggulangan dampak pemanasan global yaitu dengan pengembangan karbon sink dimana



karbon organik hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk biomassa tegakan pohon pengembangan ini telah banyak dilakukan di beberapa hutan di Indonesia, misalnya hutan mangrove yang memiliki habitat di wilayah pasang surut. Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang banyak dijumpai disekitaran pesisir didaerah tropis dan sub tropis.

Hutan mangrove merupakan daerah yang mampu menyerap karbon dalam jumlah banyak dibandingkan hutan lainya. Hutan mangrove mampu menyerap karbon dalam jumlah banyak karena pada hutan mangrove bahan organik yang ada disekitar hutan mangrove tidak mengalami pembusukan, sehingga hutan mangrove lebih berfungsi sebagai penyerap karbon dibandingkan sebagai sumber karbon dan kemudian menyimpannya pada setiap bagian mangrove dan sedimen (Purnobasuki, 2012). Hutan mangrove mampu mengurangi jumlah karbon karbon yang ada diudara dengan cara menyerap sejumlah karbondioksida melalui proses fotosistesis. Penyimpanan karbondioksida pada mangrove akan disimpan dalam bentuk biomassa pohon. Besarnya biomassa dari mangrove sendiri sangat mempengaruhi nilai dari karbondioksida yang diserap. Setiap spesies mangrove memiliki nilai biomassa yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh massa jenis, diameter pohon dan tinggi pohon serta kerapatan dari mangrove itu sendiri. Kerapatan mangrove yang dapat mempengaruhi nilai karbon dibedakan menjadi 3 yaitu rapat, sedang dan jarang. Semakin rapat suatu hutan mangrove maka nilai karbon yang didapatkan semakin tinggi.

Hutan Mangrove Nguling dan Hutan Mangrove Tongas merupakan salah satu ekosistem mangrove yang masih ada di wilayah Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo. Hutan mangrove disana merupakan hutan mangrove yang masih dalam tahap perkembangan (konservasi) dan masih relatif



baru maka perlu dikaji potensi stok karbon mangrove yang memiliki hubungan dengan kriteria kerapatan pohon dimasing masing wilayahnya. Oleh karena itu diperlukannya penelitian tentang ragam spesies dan estimasi stok karbon yang disimpan pada hutan mangrove di Hutan Mangrove Nguling, Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur perlu dilakukan karena pentingnya fungsi hutan mangrove sebagai penyerap karbon dan juga sebagai sumber kehidupan masyarakat disana.

1.2 Rumusan Masalah

Hutan Mangrove Nguling dan Hutan Mangrove Tongas merupakan kawasan konservasi mangrove yang masih dalam tahap perkembangan. Mangrove yang ada di Hutan Mangrove Nguling dan Hutan Mangrove Tongas memiliki kerapatan yang berbeda-beda. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian terhadap potensi mangrove khususnya dalam hal kemampuan penyimpanan karbon. Berdasarkan uraian tersebut maka dapat ditarik suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa saja spesies mangrove yang terdapat di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa timur ?
2. Bagaimana struktur komunitas ekosistem mangrove yang terdapat di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa timur ?
3. Bagaimana estimasi biomassa, stok karbon, dan kemampuan serapan CO₂ pada mangrove yang terdapat di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa timur ?



1.3 Tujuan

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah, penelitian ini memiliki beberapa tujuan :

1. Menginventarisasi spesies mangrove yang terdapat di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa timur.
2. Menghitung struktur komunitas ekosistem mangrove yang terdapat di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa timur.
3. Menghitung estimasi biomassa, stok karbon, dan kemampuan serapan CO₂ pada mangrove yang terdapat di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa timur.

1.4 Manfaat

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa sebagai sumber pengetahuan tentang spesies mangrove yang ada di kawasan Hutan Mangrove Nguling, Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur dan fungsi hutan mangrove sebagai penyimpan stok karbon
2. Bagi pemerintah dapat digunakan sebagai acuan untuk mengambil kebijakan-kebijakan tentang peran penting mangrove dan dalam bidang konservasi.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove merupakan salah satu sumber daya alam khas yang dimiliki daerah pantai tropik. Hutan mangrove mempunyai fungsi strategis bagi ekosistem pantai yaitu sebagai ekosistem produktif didaerah pesisir dengan menghasilkan serasah yang tinggi sebagai potensi hara yang mendukung produktifitas primer yang tinggi. Kata mangrove berasal dari kata *mangal* yang menunjukkan komunitas suatu tumbuhan. Ada juga yang menyebutkan bahwa mangrove berasal dari kata *mangro* yaitu nama umum untuk *Rhizophora mangle* di Suriname. Ekosistem Mangrove adalah sebuah lingkungan dengan ciri khusus dimana lantai hutannya digenangi oleh air dimana salinitas juga fluktuasi permukaan air tersebut sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Ekosistem mangrove ini sebenarnya masuk ke dalam lingkup ekosistem pantai sebab ia terletak di kawasan perbatasan laut dan juga darat. Ia terletak di wilayah pantai dan juga muara sungai. Hutan mangrove, sebagai sebuah hutan yang tumbuh di wilayah pasang dan surut akan tergenang air di masa pasang dan akan bebas dari genangan air pada saat air surut. Komunitas yang ada di dalam hutan mangrove ini sangat adaptif terhadap kadar garam air laut. Sebagai sebuah ekosistem, hutan mangrove terdiri dari beragam organisme yang juga saling berinteraksi satu sama lainnya (Supriyanto *et al.*, 2014).

Mangrove mempunyai kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan lingkungan, Bengen (2001) mengatakan bahwa bentuk adaptasi tersebut dalam bentuk :

1. Adaptasi mangrove terhadap kadar oksigen rendah sehingga menyebabkan mangrove memiliki bentuk perakaran yang khas seperti



a. Bertipe cakar ayam yang mempunyai *Pneumatofora* seperti : *Avecennia* sp., *Xylocarpus* sp., dan *Sonneratia* sp., dimana akar ini menjulur ke permukaan tanah untuk mengambil oksigen dari udara.

b. Bertipe penyangga atau tongkat yang mempunyai lentisel misalnya *Rhizophora* sp.

2. Adaptasi terhadap kadar garam yang tinggi :

a. Memiliki sel sel khusus dalam daun yang berfungsi untuk menyimpan garam.

b. Berdaun kuat dan tebal yang banyak mengandung air untuk mengatur keseimbangan garam.

c. Daunnya memiliki struktur stomata khusus untuk mengurai penguapan.

3. Adaptasi terhadap kondisi tanah yang tidak menentu dan adanya pasang surut dengan cara mengembangkan bagian akar yang sangat ekstensif dan membentuk jaringan horizontal yang lebar. Selain untuk memperkokoh pohon akar mangrove juga berfungsi untuk mengambil unsur hara dan juga sebagai penahan sedimen.

2.2 Zonasi Ekosistem Mangrove

Secara umum zonasi hutan mangrove dipengaruhi oleh topografi suatu daerah, tinggi rendahnya pasang surut, substrat, komposisi sedimen dan kadar garam pada air atau tanah. Hutan mangrove secara alami akan membentuk zonasi tertentu. Perbedaan zonasi mangrove disebabkan oleh sifat fisiologi dari mangrove yang berbeda beda untuk beradaptasi dengan lingkungannya.

Banyaknya jenis mangrove tidak hanya dikarenakan kemampuan dari mangrove tersebut untuk beradaptasi dengan lingkungannya akan tetapi juga tidak terlepas dari adanya campur tangan manusia untuk memelihara. Faktor faktor yang mempengaruhi dalam pembagian zonasi ekosistem mangrove diantaranya



kemampuan mangrove dalam merespon salinitas air, pasang surut, dan kondisi tanah. Kondisi tanah memiliki peranan penting dalam pembentukan zonasi dan persebaran pada ekosistem mangrove. Pembagian mangrove biasanya terjadi karena adanya kompetisi antar spesies mangrove. Semakin banyak jumlah spesies mangrove yang dijumpai maka akan semakin sulit pula bentuk kompetisinya (Nybakken, 1992).

Menurut Suryono (2018), pembagian zonasi pertumbuhan mangrove sering dibagi berdasarkan daerah penggenangan dan jenis tumbuhan yang tumbuh pada daerah tersebut. Pembagian menurut daerah tergenangnya diklasifikasikan dalam 3 zonasi yaitu:

1. Zona proksimal atau zona terdepan adalah zona yang berada di dekat laut. Pada daerah ini biasanya ditemukan mangrove jenis *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Sonneratia alba*.
2. Zona middle atau zona pertengahan adalah zona yang terletak diantara laut dan darat. Pada daerah ini biasanya ditemukan mangrove jenis *Sonneratia caseolaris*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis* dan *Ceriops tagal*.
3. Zona distal atau zona terbelakan adalah zona yang jauh dari laut. Pada daerah ini biasanya ditemukan mangrove jenis *Heriteria littoralis*, *Pongamia sp*, *Xylocarpus sp*, *Pandanus sp*, dan *Hibiscus tiliaceus*.

2.3 Manfaat dan Fungsi Mangrove

Menurut Karuniastuti (2010), fungsi dan manfaat hutan mangrove terbagi menjadi 3 yaitu fungsi fisik, fungsi biologi, dan fungsi ekonomi. Fungsi mangrove secara fisik diantaranya dapat berperan sebagai penahan abrasi, penahan intrusi (peresapan) air laut ke dalam daratan, penghalang badai dan



angin yang bermuatan garam. Menurunkan kandungan karbondioksida (CO_2) di udara, penambahan bahan pencemar di perairan pantai. Fungsi mangrove secara biologi diantaranya digunakan sebagai tempat hidup biota laut, baik untuk berlindung, mencari makan, pemijahan maupun pengasuhan, sumber makanan. Fungsi mangrove secara ekonomi diantaranya menjadi tempat rekreasi dan pariwisata. Mangrove juga bisa digunakan sebagai bahan bangunan dan kayu bakar. Selain dimanfaatkan kayunya, hutan mangrove juga dapat dimanfaatkan untuk pariwisata dan pembelajaran.

Salah satu fungsi mangrove yang tidak kalah penting adalah sebagai penyimpan dan penyerap karbon. Mangrove memiliki kemampuan menyimpan karbon yang tinggi apabila dibandingkan dengan hutan lainnya. Hasil penelitian para ahli CIFOR menunjukkan bahwa penyimpanan karbon pada mangrove di kawasan pesisir wilayah Indo-Pasifik meski hanya memiliki luas 0,7% dari luasan hutan mampu menyimpan sekitar 10% dari semua emisi. Hutan mangrove yang dikategorikan sebagai ekosistem lahan basah mampu menyimpan karbon mencapai 800-1.200 ton per hektar. Pelepasan emisi ke udara pada hutan mangrove lebih kecil daripada hutan di daratan hal ini karena pembusukan serasah tanaman aquatic tidak melepaskan karbon ke udara (Fajar *et al.*, 2014).

2.4 Biomassa

Biomassa merupakan jumlah total bahan organik hidup di atas tanah pada pohon baik itu daun, ranting, cabang, batang utama, dan kulit pohon yang dinyatakan dalam berat kering per unit area (ton/ha). Dalam suatu penelitian biomassa terdapat banyak istilah yang terkait dengan penelitian tersebut. beberapa istilah tersebut diantaranya disebutkan dalam Clark (1979), sebagai berikut:



a. Biomassa Hutan (*Forest Biomass*) merupakan keseluruhan volume makhluk hidup dari semua spesies pada waktu tertentu dan dapat dibagi menjadi 3 kelompok utama yaitu pohon, semak dan vegetasi lain.

b. Pohon secara lengkap (*Complete Tree*) yang berisikan keseluruhan komponen dari suatu pohon mulai dari akar, tunggul, batang, cabang dan daun-daun.

c. Tunggul dan akar (*Stump And Roots*) mengacu kepada tunggul dengan ketinggian tertentu dan keseluruhan akar. Untuk akar dengan diameter yang sangat kecil biasanya sering dikesampingkan.

d. Batang di atas tunggul (*Tree Above Stump*) merupakan seluruh komponen pohon kecuali akar dan tunggul.

e. Batang (*Stem*) merupakan komponen pohon mulai di atas tunggul hingga ke pucuk dengan mengecualikan cabang dan daun.

f. Batang komersial merupakan komponen pohon diatas tunggul dengan diameter minimal tertentu.

g. Tajuk pohon (*Stem Top Wood*) merupakan bagian dari batang dengan diameter ujung tertentu hingga ke pucuk.

h. Cabang (*Branches*) merupakan semua dahan dan ranting kecuali daun.

i. Dedaunan (*Foliage*) terdiri dari duri-duri, daun, bunga dan buah.

Biomassa merupakan tempat penyimpanan karbon atau sering disebut sebagai rosot karbon (*carbon sink*). Sebagian besar biomassa terdiri dari karbon

(C). Biomassa dibedakan menjadi 2 kategori yaitu biomassa diatas tanah dan biomassa di dalam tanah. Biomassa diatas tanah terdiri atas batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah, sedangkan biomassa dibawah tanah adalah akar. Besarnya biomassa suatu pohon ditentukan oleh diameter pohon, tinggi



pohon, kerapatan pohon dan kesuburan tanah (Heriyanto dan Subiandono, 2012).

2.5 Perhitungan Biomassa

Menurut Sutaryo (2009), Pengukuran biomassa suatu vegetasi bisa memberikan informasi tentang kandungan nutrisi dan persediaan karbon dalam vegetasi secara menyeluruh. Pengukuran biomassa suatu vegetasi tidaklah mudah terutama pada hutan campuran dan pada tegakan vegetasi yang seumur.

Terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu sampling permanen (*Destructive Sampling*) secara insitu, sampling tidak permanen (*Non-Destructive Sampling*) dengan pendataan secara insitu, pendugaan melalui penginderaan jauh dan pembuatan model.

a. Sampling dengan pemanenan

Metode ini dilakukan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya. Hasil pemanenan dikeringkan dan ditimbang berat biomasanya. Pengukuran dengan menggunakan metode ini dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area atau melakukan pada area yang lebih luas dengan persamaan allometrik. Meskipun metode ini terhitung akurat untuk menghitung biomassa akan tetapi kekurangan

b. Sampling tanpa pemanenan

Metode ini merupakan cara sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengetahui biomassa.

c. Pendugaan melalui penginderaan jauh

Penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan untuk penelitian dalam skala yang kecil. Hal ini dikarenakan membutuhkan biaya



yang mahal dan membutuhkan keahlian tertentu. Metode ini juga kurang efektif pada daerah aliran sungai, pedesaan yang memiliki penggunaan lahan dengan persil berukuran kecil. Untuk mendapatkan estimasi biomassa dengan tingkat keakuratan yang baik memerlukan hasil penginderaan jauh dengan resolusi yang tinggi, tetapi hal ini akan menjadi metode alternatif dengan biaya yang besar.

d. Pembuatan model

Model ini digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamatan insitu atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya, model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa

Untuk masing-masing metode di atas, persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui data area yang lebih luas. Persamaan allometrik juga bisa digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat kering pohon secara keseluruhan. Persamaan allometrik didefinisikan sebagai suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian vegetasi dengan tumbuhan atau ukuran dari keseluruhan vegetasi.

Keunggulan menggunakan persamaan allometrik diantaranya mampu mempersingkat waktu pengambilan data, tidak membutuhkan banyak sumberdaya manusia, mengurangi biaya dan kerusakan yang ditimbulkan.

Penggunaan persamaan allometrik sering dilakukan, akan tetapi karena koefisien persamaan allometrik bervariasi untuk setiap lokasi dan spesies penggunaan persamaan allometrik dapat mengakibatkan eror yang signifikan dalam mengestimasi biomassa dari suatu vegetasi. Menurut Hairiyah dan Rahayu



(2007), parameter dan metode pengukuran biomassa yang biasa digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pengambilan Biomassa diatas tanah

Parameter	Metode
Tumbuhan bawah	<i>Destructive</i>
Serasah kasar dan halus	<i>Destructive</i>
Pohon hidup	Non- <i>destructive</i> , persamaan allometrik
Pohon mati (masih berdiri)	Non- <i>destructive</i> , persamaan allometrik
Pohon mati (roboh)	Non- <i>destructive</i> , rumus silinder
Tunggak pohon	Non- <i>destructive</i> , rumus silinder

2.6 Karbon

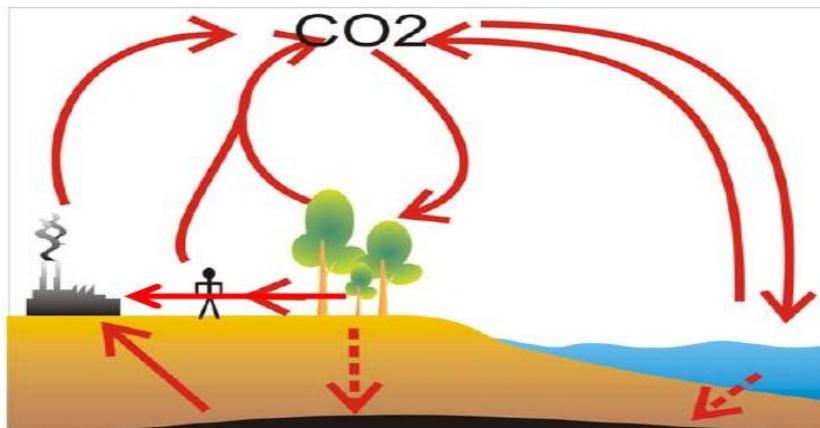
Karbon merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan bahan organik termasuk makhluk hidup. Karbon merupakan salah satu unsur alam yang memiliki lambang "C". Arupa (2014), mendefinisikan karbon sebagai unsur kimia dengan nomor atom 6 dan merupakan unsur bukan logam yang apabila terlepas di udara dan terikat dengan oksigen menjasi CO₂. Hampir sebagian dari makhluk hidup disusun dari karbon karena secara alami karbon banyak tersimpan di bumi baik di darat maupun laut dibandingkan di atmosfer. Karbon dapat ditemukan pada makhluk baik yang sudah mati maupun masih hidup. Karbon pada ekosistem hutan dapat ditemukan dalam bentuk pohon baik yang masih hidup maupun sudah mati, tumbuhan bawah, serasah dan tanah. Karbon yang ditemukan pada tumbuhan dapat diketahui dalam proses fotosintesis yang kemudian karbon ini akan bersifat padat. Umumnya karbon umumnya menyusun 45%-50% bahan kering dari tanaman.

2.6.1 Siklus Karbon

Siklus karbon merupakan siklus biogeokimia yang menggambarkan pertukaran karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Pada siklus karbon terdapat empat *reservoir* dari keberadaan karbon yaitu biosfer (Makhluk Hidup), geosfer (Bumi), hidrosfer (air) dan atmosfer (udara). Siklus karbon antara ke empat tersebut terjadi karena proses-proses kimia, fisika,



geologi dan biologi. Siklus karbon terdiri dari dua komponen utama yaitu biomassa di atas tanah dan bahan organik di dalam tanah. Di suatu ekosistem yang tidak mengalami perubahan jumlah dan proporsi kedua komponen tersebut relatif stabil dan bahan organik yang dihasilkan oleh vegetasi akan kembali ke dalam tanah. Perubahan yang cukup besar biasanya terjadi akibat adanya kejadian-kejadian alami seperti kebakaran hutan, tanah longsor, pohon tumbang dan kegiatan penebangan hutan. Secara sederhana siklus karbon dapat dilihat pada gambar 1 (Afdal, 2007).



Gambar 1. Siklus Karbon
(Sumber: Sutaryo, 2009)

Dari siklus karbon tersebut terbentuk sebuah kesetimbangan pada saat terjadi pertukaran karbon antar *reservoir* karbon. Analisis neraca karbon dari sebuah *reservoir* dapat memberikan informasi tentang *reservoir* tersebut berfungsi sebagai *source* atau *sink* karbondioksida. Tumbuhan ikut berperan dalam proses yang terjadi pada siklus karbon melalui proses fotosintesis. Dalam siklus karbon, molekul karbon dalam bentuk CO_2 digunakan oleh tumbuhan menjadi molekul organik yang kompleks seperti gula, lemak, protein dan serat pada proses fotosintesis dengan bantuan energi matahari. Proses ini menghasilkan produktivitas primer yang sebagian digunakan dalam proses



respirasi. Pada proses fotosintesis molekul karbon dilepaskan kembali ke atmosfer sebagai CO₂ merupakan hasil dari proses respirasi (Sutaryo, 2009).

2.6.2 Simpanan Karbon

Ekosistem mangrove berperan dalam upaya mengurangi pemanasan global karena ekosistem mangrove berperan dalam penyimpanan karbon. Hutan mangrove mampu menyerap karbon dalam skala besar dan berperan penting dalam siklus karbon secara global. Menurut Sutaryo (2009), pada ekosistem mangrove setidaknya terdapat empat kantong penyimpanan karbon. Keempat kantong tersebut adalah biomassa di atas permukaan, biomassa di bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah.

- **Biomassa di atas permukaan** merupakan semua material hidup yang ada di atas permukaan tanah meliputi batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun.
- **Biomassa di bawah permukaan** merupakan semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup dengan ukuran diameter yang telah ditetapkan
- **Bahan organik mati** meliputi kayu mati dan serasah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati baik yang masih tegak maupun yang telah roboh di tanah
- **Karbon organik tanah** mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut

Nilai dari karbon tanah memiliki nilai yang cukup besar apabila dibandingkan dengan nilai karbon pada bagian vegetasi mangrove. Proses yang terjadi pada kantong karbon ini memberikan pengaruh yang besar pada jumlah simpanan karbon. kantong karbon di tanah akan mengalami fluktuasi selama



pembentukan hutan mangrove meskipun fluktuasi yang terjadi tidak besar (Hairiah dan Rahayu, 2007).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang sudah pernah dilakukan mengenai stok karbon pada hutan mangrove dapat ditarik kesimpulan bahwa mangrove memiliki kemampuan menyimpan karbon dengan hasil yang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi geografis, faktor lingkungan disekitar ekosistem dan lainnya. Untuk lebih detail mengenai penelitian yang pernah dilakukan terkait stok karbon mangrove dapat dilihat pada tabel 2

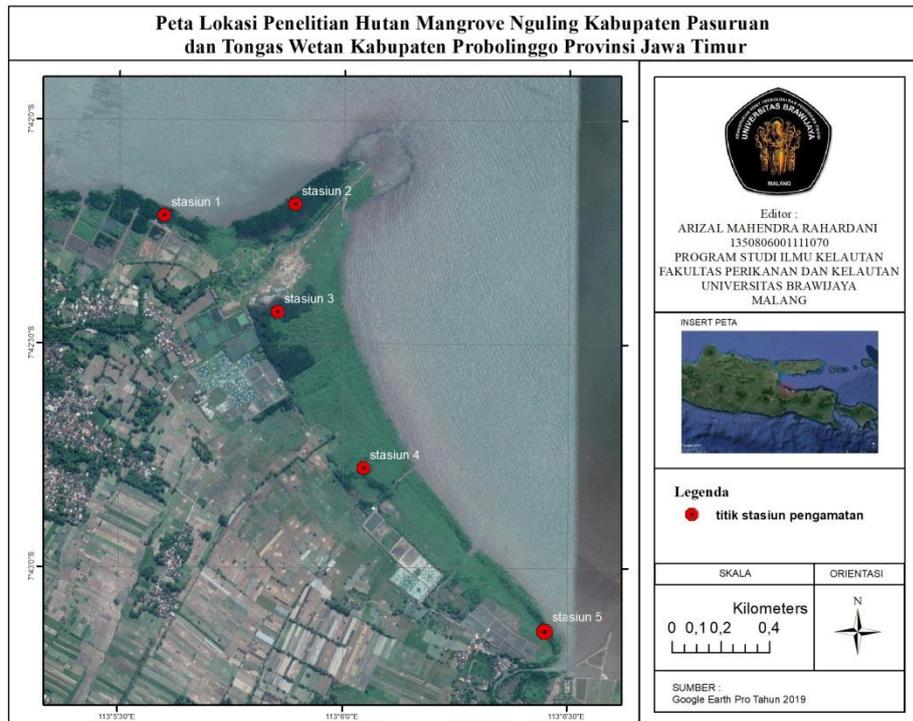
Tabel 2. Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun	Tempat	Hasil
1	Miftahul Ihsan <i>et al.</i> , 2016	Hutan Mangrove Pilang, Kota Probolinggo	Karbon Mangrove berkisar 28,89-51,07 Mg/ha. Karbon sedimen berkisar 25,30-48,04 Mg/ha
2	Fajar Rahmah <i>et al.</i> , 2013	Pesisir Kota Banda Aceh	Total simpanan karbon (batang, akar, tanah) sebesar 89,24 ton/ha
3	Edy Handoko <i>et al.</i> , 2016	Hutan Mangrove Selatan Pulau Rupa	Cadangan karbon total sebesar 978,92 ton/ha
4	Ditha Rachmawati <i>et al.</i> , 2014	Pesisir Gembong, Kabupaten Bekasi	Potensi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove sebesar 55,35 ton/ha
5	Wiwid Andriyani <i>et al.</i> , 2018	Kawasan Mangrove Desa Timbulsloko	Estimasi cadangan stok karbon pada vegetasi sebesar 12.370,8 ton/ha dan pada substrat sebesar 1.307,77 ton/ha
6	Rio Jonathan <i>et al.</i> , 2018	Pesisir Taman Nasional Bunaken Bagian Utara	Nilai kandungan karbon total berkisar 40,25-157,01 ton/ha
7	Silvi Oktaviona <i>et al.</i> , 2017	Hutan Mangrove di Ujuang Labuang Kabupaten Agam	Nilai serapan CO_2 sebesar 1.333,99-4.891 ton/ha. kandungan karbon organik tanah sebesar 1.446,75 ton/ha

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai estimasi serapan karbon pada vegetasi mangrove di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur dilaksanakan pada bulan Januari 2019 di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan di Hutan Mangrove Tongas Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur. Peta stasiun pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian diperlukan untuk mendukung pengambilan data penelitian. Alat dan bahan yang digunakan memiliki fungsi masing-masing yang tersaji pada Tabel 3 dan Tabel 4.



Tabel 3. Daftar Alat Penelitian

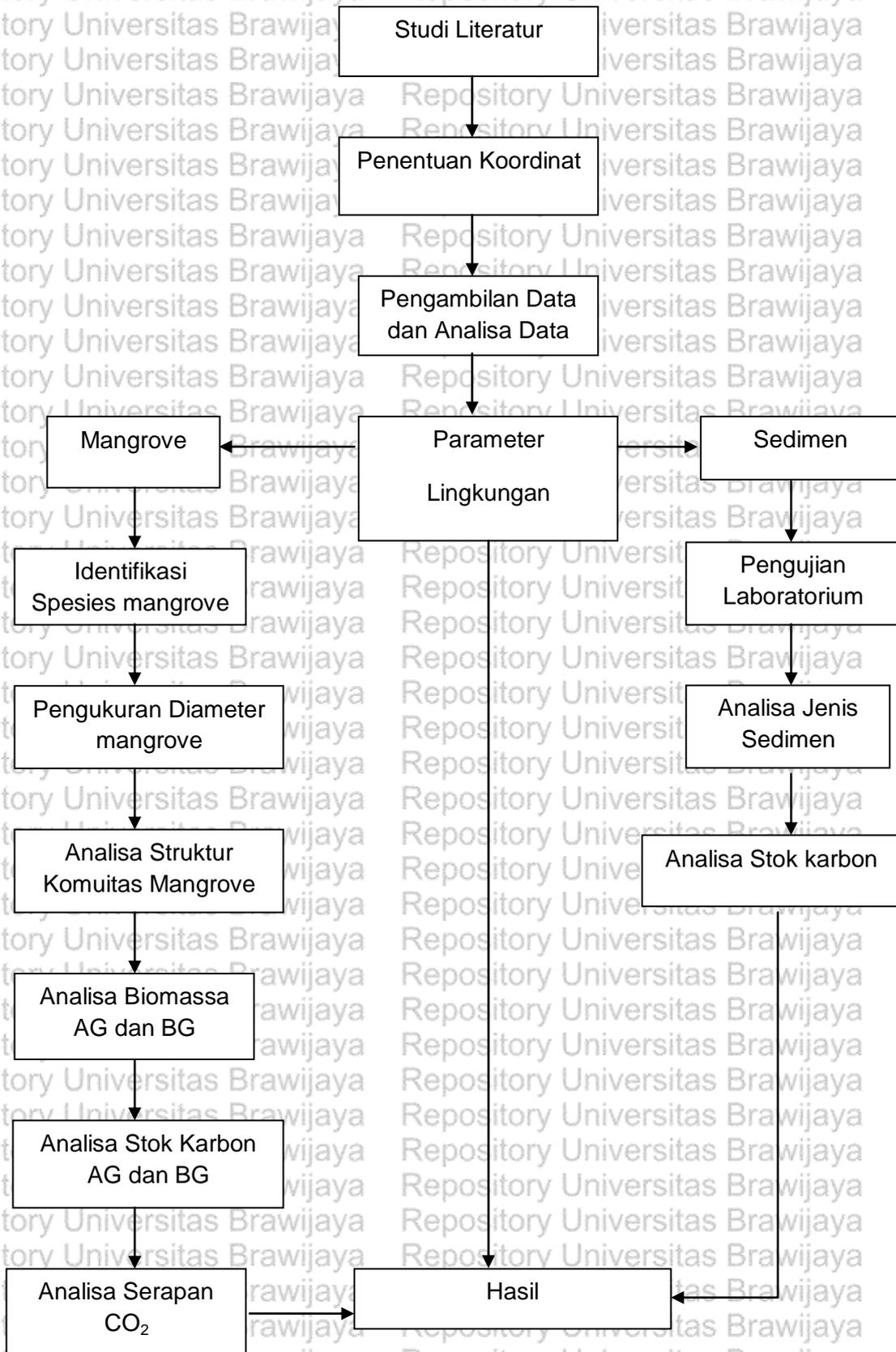
No	Nama Alat	Fungsi
1	GPS	Digunakan untuk menentukan titik koordinat pengambilan sampel
2	Roll Meter	Digunakan untuk mengukur titik pengambilan sampel
3	Meteran	Digunakan untuk mengukur diameter pohon mangrove
4	Tali Rafia	Digunakan untuk membuat plot penelitian
5	Pasak	Digunakan untuk mengaitkan tali rafia dalam pembuatan plot penelitian
6	Bambu	Digunakan untuk mencatat data-data penelitian
7	Alat tulis	Digunakan untuk dokumentasi penelitian
8	Kamera	Digunakan untuk mengambil sampel sedimen
9	Corer	Digunakan untuk mengukur pH air dan tanah
10	pH meter	Digunakan untuk mengukur parameter salinitas
11	Salinometer	Digunakan untuk mengukur parameter suhu
12	Termometer	Digunakan untuk mengeringkan sampel sedimen
13	Oven	Digunakan untuk menimbang berat sampel
14	Timbangan	Digunakan untuk membakar sampel
	<i>Furnace</i>	

Tabel 4. Daftar Bahan Penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Mangrove	Digunakan sebagai media pengukuran dan identifikasi spesies mangrove
2	Sedimen	Digunakan sebagai bahan pengukuran karbon

3.3 Alur Penelitian

Alur penelitian berdasarkan gambar 3 diawali dengan studi literatur dan dilanjutkan dengan penentuan titik Koordinat. Pengambilan data dilakukan pengukuran parameter, identifikasi spesies mangrove, pengambilan data diameter pohon mangrove dan pengambilan sampel sedimen. Analisa data dibagi menjadi 2 yaitu analisa untuk mangrove dan sampel sedimen. Analisa mangrove dilakukan dengan menghitung nilai struktur komunitas, estimasi biomassa, estimasi stok karbon dan serapan CO_2 . Analisa sedimen dilakukan dengan menentukan jenis sedimen dan menghitung nilai stok karbon sedimen.



Gambar 3. Alur Penelitian



3.4 Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur pengumpulan data penelitian meliputi identifikasi mangrove, metode yang digunakan pada pengestimasiannya biomassa dan pengambilan sampel sedimen. Berikut merupakan rincian mengenai penjelasan prosedur pengumpulan data.

3.4.1 Penentuan Titik Lokasi Penelitian

Penentuan titik lokasi pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan cara melakukan survey pendahuluan pada beberapa area di Hutan Mangrove Nguling dan di Hutan Mangrove Tongas. Survey pendahuluan ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti keberadaan mangrove dalam suatu lokasi, ukuran mangrove, dan kerapatan mangrove. Pada tahap penelitian untuk penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan metode acak beraturan, dimana jarak antara titik satu dengan titik selanjutnya berjarak 200 meter. Metode ini dipilih karena hampir di setiap area Hutan Mangrove Nguling dan Hutan Mangrove Tongas memiliki kondisi yang sama. Penentuan titik koordinat pengambilan data penelitian (tabel 5) dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa *Global Positioning System*. Stasiun 1 dan 2 terletak di Hutan Mangrove Nguling Kabupaten Pasuruan dan stasiun 3,4 dan 5 terletak di Hutan Mangrove Tongas kabupaten Probolinggo.

Tabel 5. Titik Koordinat Pengambilan Data

Stasiun	Longitude	Latitude	Keterangan
1	113,093379°	-7,703761°	Hutan Mangrove Nguling
2	113,097858°	-7,703401°	Hutan Mangrove Nguling
3	113,097595°	-7,707181°	Hutan Mangrove Tongas



4 113,100380° -7,713456° Hutan Mangrove Tongas

5 113,107424° -7,719216° Hutan Mangrove Tongas

3.4.2 Identifikasi Spesies Mangrove

Proses identifikasi mangrove diawali dengan pembuatan transek dengan metode *Line Transect*, pembuatan transek ini berfungsi sebagai fokus area pengamatan. Pada metode *Line transect* digunakan plot 10x10 m untuk mengukur kategori pohon dan plot 5x5 m untuk mengukur kategori belta.

Kategori pohon yaitu apabila mangrove memiliki diameter minimal 10 meter dan kategori belta yaitu apabila mangrove memiliki diameter 5-10 meter. Penempatan transek disesuaikan dengan kondisi vegetasi mangrove yang ada di lapangan. Mangrove yang berada di dalam transek didokumentasikan bagian akar, daun, bunga dan buahnya. Hasil dari dokumentasi kemudian dianalisa secara deskriptif dengan mencocokkan pada buku literatur acuan untuk mendapatkan jenis spesies mangrove.

3.4.3 Metode Estimasi Biomassa dan Stok Karbon Mangrove

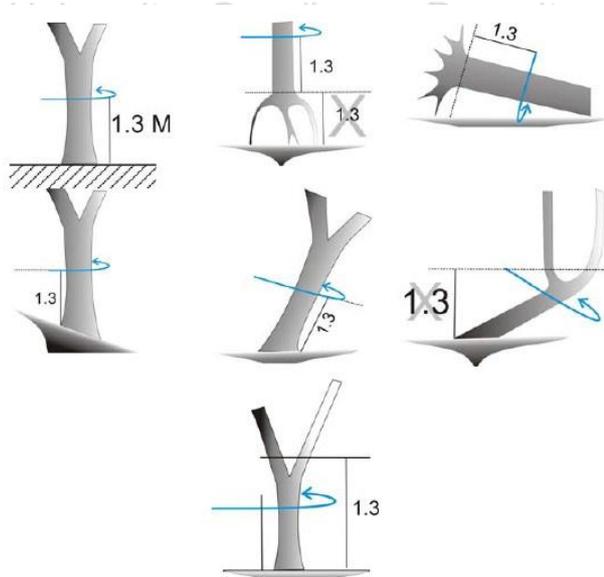
Pada penelitian kali ini metode yang digunakan untuk mengetahui estimasi biomassa dan stok karbon pada mangrove digunakan metode tanpa pemanenan (*non-destructive*). Metode tanpa pemanenan dipilih karena mempertimbangkan kondisi Hutan Mangrove Nguling dan Hutan Mangrove Tongas sebagai wilayah konservasi, selain itu metode tanpa pemanenan merupakan metode yang cukup mudah digunakan dan tidak memerlukan waktu yang sangat lama. Metode tanpa pemanenan untuk pendugaan biomassa dapat dilakukan dengan cara mendata semua jenis mangrove yang ditemukan beserta diameter dan tinggi mangrove. Secara singkat Hairiah dan Rahayu (2007), menjelaskan cara pengukuran biomassa sebagai berikut :



1. Mengidentifikasi jenis mangrove yang ditemukan dengan cara mengamati bentuk daun, bentuk akar, buah dan bunga
2. Melakukan pengukuran pohon yang memiliki diameter pohon sebesar 10 cm. diameter pohon didapatkan dengan cara mengkonversikan keliling pohon mangrove yang didapatkan menjadi diameter menggunakan persamaan

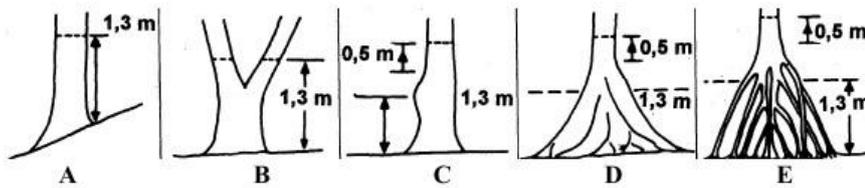
$$\text{diameter pohon} = \frac{\text{keliling pohon}}{\pi}$$

3. Pada pengukuran diameter mangrove perlu diperhatikan bentuk pertumbuhan dari pohon mangrove tersebut. cara pengukuran dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4. Pengukuran Diameter Mangrove
(Sumber: Sutaryo, 2009)

4. Pengukuran diameter pohon dilakukan setinggi *dbh* (*diameter breast height*)/ setinggi 130 cm. Contoh penentuan titik pengukuran *dbh* dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Penentuan Titik *dbh*
(Hairiah dan Rahayu, 2007)

Keterangan:

- A. Posisi pohon pada tempat berlereng titik penentuan *dbh* pada lereng bagian atas
 - B. Pohon yang memiliki cabang sebelum ketinggian 130 cm titik penentuan pengukuran diameter pada semua cabang yang ada.
 - C. Pohon yang memiliki benjolan pada ketinggian 130 cm, titik pengukuran diameter dilakukan pada ketinggian 50 cm setelah benjolan
 - D. Pohon yang memiliki banir pada ketinggian 130 cm titik penentuan pengukuran diameter dilakukan pada ketinggian 50 cm setelah banir
 - E. Pohon yang terdapat akar tunjang pada ketinggian 130 cm, titik pengukuran dilakukan pada ketinggian 50 cm setelah perakaran
5. Pohon yang telah diukur diameternya diberi tanda dengan tujuan tidak terdapat data ganda
 6. Nilai keliling pohon mangrove yang telah didapatkan dicatat pada lembar data untuk setiap spesies mangrove yang ditemukan

3.4.4 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sedimen tanah dilakukan dengan alat bantu berupa *corer*.

Pengambilan sedimen dilakukan dengan memasukan *corer* ke dalam tanah

secara vertikal dengan kedalaman 0-10 cm, 10-25 cm dan 25-50 cm. *Corer*

diputar untuk memotong akar halus yang berada di dalam tanah, kemudian *corer*

ditarik secara perlahan dengan tetap memutar *corer* supaya didapatkan sedimen

tetap dan penuh pada *corer*. Sampel yang diperoleh dibelah secara horizontal



dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label untuk selanjutnya dianalisa di laboratorium.

3.5 Uji Laboratorium

Pada penelitian kali ini uji laboratorium dilakukan pada sedimen yang telah diambil. Uji laboratorium meliputi pengukuran jenis sedimen dan metode *loss on ignition*.

3.5.1 Prosedur Pengukuran jenis Sedimen

Pengukuran jenis sedimen yang memiliki kandungan lumpur menggunakan metode hidrometer. Metode hidrometer memiliki tahapan meliputi pengeringan sampel dan pengayakan, kalibrasi picnometer, pengukuran berat jenis dan analisa hidrometer

a. Pengeringan sampel dan pengayakan

Hal pertama yang dilakukan sebelum melakukan uji hidrometer yaitu mengeringkan sedimen dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu kurang lebih sekitar 100°C . Langkah selanjutnya setelah sampel kering dilakukan penghalusan sampel menggunakan alu untuk mempermudah pengayakan sedimen. Selanjutnya sampel sedimen di ayak dengan menggunakan saringan nomer 40 dengan ukuran diameter lubang sebesar 0,425 mm. Pengujian dengan menggunakan metode hidrometer setidaknya memerlukan sampel sedimen yang tertahan pada pan sebesar 70 gram. Sampel 70 gram dibagi menjadi 2 yaitu 20 gram untuk analisis berat jenis tanah dan 50 gram untuk uji hidrometer.

b. Kalibrasi picnometer

Kalibrasi tabung picnometer berfungsi untuk menentukan persamaan linear hubungan antara suhu dengan berat jenis tabung sehingga nantinya dapat mengetahui berat jenis tanah dari suatu sedimen. Pertama adalah mengisi tabung picnometer dengan air suling sampai leher tabung, kemudian dipanaskan



sampai mendidih menggunakan kompor elektrik. Tabung picnometer yang berisi air, ketika sudah mendidih diangkat dan diisi dengan air suling sampai melewati batas leher tabung picnometer. Setelah itu tabung picnometer ditutup dan dibersihkan sebelum dilakukan penimbangan. Pengukuran suhu dilakukan setelah pengukuran berat tabung dan air telah selesai. Pencatatan data berat dan suhu air dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali dalam perhitungan menit ke 0, 3 dan 6. Pengulangan yang dilakukan tanpa dilakukan pemanasan kembali sehingga dari pengukuran satu ke pengukuran selanjutnya tabung picnometer dibiarkan terbuka.

c. Pengukuran berat jenis tanah

Pengukuran berat jenis tanah dilakukan ketika sampel sedimen yang diperoleh memiliki lumpur dalam jumlah dominan. Berat sedimen yang dibutuhkan dalam analisis berat jenis tanah sebanyak 20 gram. Analisis berat jenis tanah digunakan untuk mencari nilai K pada saat melakukan uji hidrometer.

Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah memasukan 20 gram sampel sedimen kedalam tabung picnometer, kemudian diisi air suling sampai batas leher tabung picnometer. Langkah selanjutnya picnometer yang telah terisi air dan sedimen dididihkan pada kompor elektrik. Ketika telah mendidih tabung picnometer diangkat dan ditambahkan air suling sampai melewati leher tabung picnometer. Tutup tabung picnometer dengan penutup sehingga menyebabkan air tumpah dan dibersihkan. Langkah selanjutnya menimbang berat tabung picnometer dan dilakukan pengukuran suhu dengan menggunakan thermometer.

Terakhir dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali setiap menit ke 0, 3 dan 6.

Proses pengulangan dilakukan tanpa melakukan proses pemanasan kembali.

d. Analisa hidrometer

Analisa hidrometer menggunakan sampel sedimen sebanyak 50 gram.

Setelah itu menyiapkan larutan pendispersi yang terbuat dari 1000 ml air suling



dan 40 gram Na-Hexametaphospat. Langkah selanjutnya menghomogenkan larutan tersebut dengan menggunakan magnet dan pynoline. Sampel yang digunakan untuk analisa hidrometer direndam terlebih dahulu dengan larutan pendispersi yang dibuat sebelumnya minimal selama 12 jam. Sampel yang telah direndam dimasukan ke dalam mangkok disperse dan ditambahkan air secukupnya untuk kemudian di homogenkan dengan mesin pengaduk selama 5 menit. Setelah homogen sampel dimasukan ke dalam tabung hidrometer dan ditambahkan air suling sebanyak 1000 ml. tutup bagian atas tabung dan dikocok dengan cara membolak balikkan tabung selama kurang lebih 20 kali. Masukan pelampung hidrometer kedalam tabung hidrometer. Dibaca posisi nilai muka air pada skala pelampung hidrometer sebagai pembacaan hidrometer. Pembacaan pelampung hidrometer dilakukan pada menit ke 0, 0,5, 1, 2, 15, 30, 60, 120 dan 1440 dan dicatat sebagai nilai T. Pada saat pembacaan telah selesai endapan lumpur yang telah dibaca sampai menit ke 1440 disaring dengan menggunakan saringan nomer 200 (0,075 mm). endapan dicuci dengan air mengalir yang nantinya akan meninggalkan hasil berupa pasir yang telah bersih dari lumpur. Hasil pasir tadi dikeringkan menggunakan oven sebelum di ayak dengan sedimen sisa yang telah dicuci juga menggunakan ayakan mulai nomer 4 sampai 200 untuk di tentukan komposisi fraksi sedimennya.

3.5.2 Metode Loss on Ignition (LOI)

Metode *loss on ignition* merupakan metode yang digunakan dengan cara memanaskan sampel sedimen pada suhu tertentu sehingga kehilangan berat bahan organik yang ada di dalam sedimen. Menurut Howard (2014), tahapan metode tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sampel sedimen dioven dengan suhu 60°C selama 48 jam
2. Setelah kering sampel di haluskan dengan menggunakan mortar alu



3. Sampel ditimbang sebanyak 3 gram dan ditempatkan pada *crucible porcelain*

4. Sampel dimasukan kedalam *furnace* dan dibakar dengan suhu 550°C selama 4 jam

5. Sampel di timbang

3.6 Analisa Data

Analisa data penelitian yang diambil meliputi analisa struktur komunitas mangrove, estimasi biomassa dari mangrove yang ditemukan dan simpanan stok karbon. Secara lengkap analisa data dapat dilihat pada rincian sebagai berikut.

3.6.1 Analisa Struktur Komunitas Mangrove

Analisa struktur komunitas mangrove digunakan untuk mengetahui kondisi ekosistem mangrove pada daerah Hutan Mangrove Nguling dan Hutan Mangrove Tongas. Menurut English *et al* (1997), untuk menganalisa struktur komunitas mangrove dilakukan dengan menghitung dengan cara menghitung nilai Kerapatan Jenis (D_i), kerapatan relatif jenis (RD_i), Frekuensi jenis (F_i), frekuensi relatif jenis (RF_i), Dominasi jenis (C_i), Dominasi relatif jenis (RC_i) dan indeks nilai penting (INP). Penjabaran dari perhitungan diatas adalah sebagai berikut :

- Kerapatan Jenis merupakan jumlah tegakan suatu spesies dalam suatu unit area

$$D_i = \frac{N_i}{A}$$

Keterangan :

D_i = Kerapatan Jenis suatu spesies

N_i = Jumlah tegakan suatu spesies



A = Luas area pengambilan sampel

- Kerapatan Relatif Jenis merupakan perbandingan antara jumlah tegakan suatu spesies dan jumlah total tegakan semua spesies

$$RDi = \frac{Ni}{\Sigma N}$$

Keterangan :

RDi = Kerapatan relatif jenis suatu spesies

Ni = Jumlah tegakan suatu jenis spesies

ΣN = Jumlah total tegakan semua spesies

- Frekuensi Jenis merupakan peluang ditemukannya suatu spesies dalam area penelitian

$$Fi = \frac{Pi}{\Sigma P}$$

Keterangan :

Fi = Frekuensi jenis suatu spesies

Pi = Jumlah Plot ditemukannya suatu spesies

ΣP = Jumlah Total plot yang diamati

- Frekuensi relatif jenis merupakan perbandingan antara frekuensi jenis suatu spesies dengan jumlah total frekuensi semua spesies

$$RFi = \frac{Fi}{\Sigma F}$$

Keterangan :

RFi = Frekuensi relatif jenis suatu spesies

Fi = Frekuensi jenis suatu spesies

ΣF = Jumlah total frekuensi semua spesies



- Dominasi Jenis merupakan penutupan suatu jenis spesies dalam suatu unit area

$$Ci = \frac{\Sigma BA}{A}, (BA = \frac{\pi DBH^2}{4})$$

Keterangan :

Ci = Dominasi jenis suatu spesies

BA = Luas penutupan area

A = Luas Total area pengambilan sampel

DBH = Diameter pohon suatu spesies

- Dominasi relatif jenis merupakan perbandingan antara dominasi jenis suatu spesies dengan jumlah total semua spesies

$$RCi = \frac{Ci}{\Sigma C}$$

Keterangan :

RCi = Dominasi relatif jenis suatu spesies

Ci = Dominasi jenis suatu spesies

ΣC = Jumlah total dominasi semua spesies

- Indeks nilai penting dapat memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh atau peranan suatu jenis spesies dalam suatu komunitas

$$INPi = RDi + RFi + RCi$$

Keterangan :

INP = Indeks nilai penting

RDi = Kerapatan relatif jenis

RFi = Frekuensi relatif jenis



RCi = Dominasi relatif jenis

3.6.2 Analisa Estimasi Biomassa Mangrove

Analisa untuk estimasi biomassa dan stok karbon mangrove yang dilakukan dengan metode *non-destructive* menggunakan pendekatan *allometrik*.

Persamaan *allometrik* merupakan suatu metode yang digunakan dalam mengukur biomassa dan karbon pohon mangrove yang dilakukan dengan mengukur diameter pohon mangrove sehingga tidak perlu melakukan pemanenan/pemotongan pohon mangrove (Asadi, 2017). Biomassa untuk pengukuran menggunakan persamaan *allometrik* dibedakan menjadi dua yaitu biomassa yang berada diatas permukaan tanah (*Above Ground Biomass*) dan biomassa yang berada dibawah permukaan tanah (*Below Ground Biomass*).

Analisa menggunakan metode *non-destructive* dilakukan dengan memasukan nilai diameter pohon setinggi dada (DBH) pada rumus persamaan *allometrik* untuk mendapatkan nilai biomassa suatu spesies pohon mangrove yang kemudian dapat dikonversikan untuk memperoleh nilai stok karbon. Berikut adalah beberapa rumus persamaan *allometrik* untuk mendapatkan nilai biomassa mangrove baik diatas permukaan dan dibawah permukaan yang disajikan pada tabel 6 dan tabel 7 (Suryono *et al*, 2018). Penelitian kali ini menggunakan persamaan *allometrik* secara umum yang telah di kembangkan oleh Komiyama *et al* (2005).

Tabel 6. *Allometrik Above Ground Biomass* Beberapa Mangrove

Jenis Spesies	Model <i>Allometrik</i>	Sumber
<i>Avicennia alba</i>	$B = 0,079211xD^{2,470895}$	Tue <i>et al.</i> , 2014
<i>Avicennia marina</i>	$B = 0,1848xD^{2,3524}$	Dharmawan dan Siregar, 2008
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,043xD^{2,63}$	Amira, 2008
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,1466xD^{2,3136}$	Dharmawan, 2013
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0,3841xpxD^{2,101}$	Kauffman dan Cole, 2010
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$B = 0,0754xpxD^{2,505}$	Kaufman <i>et al.</i> , 2005
<i>Ceriops tagal</i>	$B = 0,251xpxD^{2,46}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2005



Jenis Spesies	Model <i>Allometrik</i>	Sumber
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0,1832xD^{2,21}$	Tarlan, 2008
Allometrik secara umum	$B = 0,251xpD^{2,46}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2005

Tabel 7. *Allometrik Below Ground Biomass* Beberapa Mangrove

Jenis Spesies	Model <i>Allometrik</i>	Sumber
<i>Avicennia marina</i>	$B = 1,28xD^{1,17}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2008
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,00698xD^{2,15}$	Ong <i>et al.</i> , 2004
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0,145xD^{2,55}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2008
Allometrik secara umum	$B = 0,199xp^{0,899}xD^{2,22}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2005

3.6.3 Analisa Simpanan Stok Karbon

Menurut Howard *et al* (2014), analisa simpanan stok karbon dapat diperoleh dari estimasi biomasnya. Estimasi jumlah karbon yang tersimpan untuk biomassa yang berada diatas permukaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Above Ground Biomass Stock} = \text{Biomass} \times 0,46$$

sementara estimasi jumlah karbon yang tersimpan di bawah permukaan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Below Ground Biomass} = \text{Biomass} \times 0,39$$

dari kalkulasi stok karbon yang diperoleh dapat diketahui nilai penyerapan karbondioksida oleh setiap spesies mangrove menggunakan persamaan:

$$\text{Serapan karbondioksida} = \frac{Mr \text{ CO}_2}{Ar \text{ C}} \times \text{stok karbon}$$

Keterangan :

$Mr \text{ CO}_2$ = Berat molekul senyawa (44)

$Ar \text{ C}$ = Nomor atom C (12)

Selain itu juga dilakukan analisa kandungan karbon pada sedimen dengan menggunakan metode *Loss on ignition* (LOI). Metode LOI digunakan untuk mengukur kadar organik pada sedimen dengan cara menimbang berat sampel



yang hilang setelah pembakaran. Nilai estimasi karbon pada sedimen dapat diketahui dengan menggunakan persamaan

$$\text{Soil C} = \text{Bulk density} \times \text{soil deep interval} \times \% C$$

Keterangan :

Soil C = Estimasi simpanan karbon

Bulk density = $\frac{\text{masa berat kering (g)}}{\text{volume sampel (m}^3\text{)}}$

Soil deep interval = interval kedalaman sampel

%C = presentase karbon $\left(\frac{1}{1,724} \times \%BO\right)$



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Mangrove

Berdasarkan hasil identifikasi mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian ditemukan 4 jenis mangrove. Keempat jenis mangrove yang ditemukan yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*. Setiap spesies mangrove yang ditemukan dapat diidentifikasi dengan melihat ciri ciri khusus yang dimiliki oleh setiap spesies mulai dari bentuk daun, bentuk akar, bentuk buah, dan bentuk bunga. Secara lebih jelas spesies mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian dijelaskan pada pembahasan berikut :

a. *Avicennia alba*

Menurut Marinespecies (2019), klasifikasi *Avicennia alba* dijabarkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Filum : Tracheophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Lamiales
 Famili : Acanthaceae
 Genus : *Avicennia*
 Spesies : *Avicennia alba*



Gambar 6. *Avicennia alba*

Spesies *A. alba* merupakan salah satu mangrove pioner yang berada pada habitat aliran sungai selain itu juga di sepanjang garis pantai yang masih dipengaruhi pasang surut dan hampir dapat ditemukan pada seluruh wilayah di Indonesia. Spesies *A. alba* memiliki sistem perakaran yang menarik karena akar dari *Avicennia alba* membentuk sistem perakaran secara horizontal dan vertikal yang keluar dari bawah tanah yang sering disebut sebagai akar nafas. Menurut Noor *et al* (2006), *A. alba* mampu tumbuh hingga mencapai tinggi 25 meter. *A. alba* memiliki bentuk daun berbentuk elips dan berujung runcing. *A. alba* memiliki bentuk bunga yang bergerombol dan berwarna kuning. Akar dari *Avicennia alba* yang berupa akar nafas membuatnya dapat mengikat sedimen dan mempercepat proses pembentukan daratan. Pada perkembangannya selain di dimanfaatkan sebagai kayu bakar spesies *A. alba* juga dapat dimanfaatkan untuk mencegah kehamilan.

b. *Avecennia marina*

Menurut Marinespesies (2019), klasifikasi spesies *Avicennia marina* adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Filum : Tracheophyta

Kelas : Magnolipsida



Ordo : Lamiales
 Famili : Acanthaceae
 Genus : Avicennia
 Spesies : *Avicennia marina*



Gambar 7. *Avicennia marina*

A. marina merupakan salah satu tumbuhan pioner yang memiliki habitat pasang surut bahkan mampu hidup pada area yang memiliki salinitas yang cukup tinggi. Sistem perakaran dari *A. marina* diketahui memiliki sistem perakaran horizontal yang cukup rumit berbentuk akar nafas yang berbentuk seperti pensil. Hal ini menyebabkan *A. marina* memiliki peran membantu pengikatan sedimen sehingga mempercepat pembentukan tanah timbul. Menurut Noor *et al* (2006), *A. marina* memiliki daun berbentuk elips, bulat memanjang yang bagian atas permukaannya ditutupi bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Bentuk buah membulat namun bentuknya menyerupai hati yang ujungnya berparuh namun pendek. Permukaan buah dari *A. marina* agak keriput namun tertutup oleh rambut-rambut halus. *A. marina* memiliki reproduksi yang bersifat kriptovivipary yaitu biji tumbuh menjadi kecambah dan keluar dari kulit biji saat menggantung di pohon induk namun tidak tumbuh keluar menembus kulit buah sebelum biji jatuh ke tanah. Daun *A. marina* memiliki fungsi untuk menyembuhkan kulit yang terbakar dan kulit kayunya bisa dimanfaatkan untuk alat kontrasepsi.



c. *Rhizophora apiculata*

Menurut marinespesies (2019), klasifikasi spesies *Rhizophora apiculata* adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Filum : Tracheophyta
 Kelas : Magnolipsida
 Ordo : Malpighiales
 Famili : Rhizophoraceae
 Genus : *Rhizophora*
 Spesies : *Rhizophora apiculata*



Gambar 8. *Rhizophora apiculata*

R. apiculata mampu tumbuh pada tanah yang bertekstur lumpur, halus dan tergenang saat terjadi pasang. Meskipun begitu *R. apiculata* tidak menyukai substrat yang keras dan dominan berpasir. Pada suatu area dominasi dari *R. apiculata* mampu mencapai 90% dari keseluruhan vegetasi yang ditemukan pada suatu area. *R. apiculata* mampu tumbuh hingga setinggi 30 meter dan memiliki diameter batang sampai 50 sentimeter. menurut Noor *et al* (2006), *R. apiculata* memiliki daun berbentuk elips dengan ujung yang meruncing. Warna daun dari *R. apiculata* berwarna hijau tua dengan hijau muda pada bagian tengah dan kemerahan pada bagian bawahnya. Spesies ini memiliki akar yang berbentuk



tunjang yang memiliki lentisel. *R. apiculata* memiliki bentuk buah yang bulat memanjang, berwarna cokelat, berbiji hipokotil silindris.

d. *Rhizophora mucronata*

Menurut Marinespesies (2019), klasifikasi spesies *Rhizophora mucronata*

adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Filum : Tracheophyta

Kelas : Magnolipsida

Ordo : Malpighiales

Famili : Rhizophoraceae

Genus : Rhizophora

Spesies : *Rhizophora mucronata*



Gambar 9. *Rhizophora mucronata*

R. mucronata mampu tumbuh pada substrat yang berlumpur, halus dan tergenang saat pasang. Berbeda dengan *R. apiculata*, *R. mucronata* lebih toleran terhadap substrat yang berpasir. *R. mucronata* dapat ditemukan pada area muara sungai yang masih terpengaruh oleh pasang urut maupun pada area garis pantai. *R. mucronata* mampu tumbuh secara optimal ketika tumbuh pada area yang tanahnya kaya akan humus. Petumbuhannya bahkan mampu mencapai 27 meter dengan diameter maksimal mencapai 70 sentimeter. menurut Noor *et al* (2006), *R. mucronata* memiliki bentuk daun menyerupai elips melebar hingga

bulat memanjang dengan ujung meruncing. Buah dari *R. mucronata* berbentuk lonjong hingga menyerupai telur dengan ukuran 5-7 cm, berwarna hijau kecoklatan dengan biji bersifat hipokotil silindris. Selain digunakan sebagai kayu bakar, *R. mucronata* memiliki fungsi lain yakni sebagai pewarna yang diambil dari tannin yang terdapat pada kulit kayu dan juga bisa digunakan sebagai obat pada kasus hematuria.

4.2 Kondisi Ekosistem Mangrove

Kondisi ekosistem mangrove meliputi mengukur parameter lingkungan (suhu, salinitas, pH air, dan pH tanah) dan jenis sedimen pada lokasi penelitian. Kedua hal tersebut dibahas lebih lanjut pada pembahasan berikut :

4.2.1 Parameter Kualitas Lingkungan

Parameter kualitas lingkungan merupakan salah satu faktor yang mendukung pertumbuhan mangrove. Pada penelitian kali ini kualitas lingkungan yang diambil berupa suhu, salinitas, pH air dan pH tanah. Data parameter lingkungan yang diperoleh disetiap titik lokasi disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Parameter Kualitas Lingkungan

Stasiun	Suhu	Salinitas	pH Air	pH Tanah
1	26,33±1,15	29,33±1,53	6,53±0,06	6,83±0,29
2	27,33±0,58	32,33±1,53	6,53±0,12	6,67±0,29
3	28,33±0,58	32,00±1,00	6,40±0,00	6,50±0,00
4	26,67±1,15	28,67±1,53	6,33±0,12	6,67±0,29
5	28,67±1,15	28,33±1,15	6,40±0,17	6,50±0,00

Nilai rata-rata parameter lingkungan yang diperoleh pada stasiun 1 memiliki suhu berkisar antara 25-27°C dengan rata-rata suhu sebesar 26,33±1,15°C. Nilai salinitas berkisar antara 28-31 ppt dengan rata-rata salinitas sebesar 29,33±1,53 ppt. Nilai pH air berkisar antara 6,5-6,6 dengan rata-rata pH sebesar 6,53±0,06 dan nilai pH tanah berkisar antara 6,5-7 dengan rata-rata pH sebesar 6,83±0,29. Stasiun 2 memiliki suhu berkisar antara 27-28°C dengan rata-rata suhu sebesar 27,33±0,58. Nilai salinitas berkisar antara 31-34 ppt



dengan rata-rata salinitas sebesar $32,33 \pm 1,53$ ppt. Nilai pH air berkisar antara 6,4-6,6 dengan rata-rata pH sebesar $6,53 \pm 0,12$ dan nilai pH tanah berkisar antara 6,5-7 dengan rata-rata pH sebesar $6,67 \pm 0,29$.

Stasiun 3 memiliki suhu berkisar antara 28-29°C dengan rata-rata suhu sebesar $28,33 \pm 0,58$. Nilai salinitas berkisar antara 31-33 ppt dengan rata-rata salinitas sebesar $32,00 \pm 1,00$ ppt. Nilai pH air sebesar 6,4 dengan rata-rata pH sebesar $6,40 \pm 0,00$ dan nilai pH tanah sebesar 6,5 dengan rata-rata pH sebesar $6,50 \pm 0,00$. Stasiun 4 memiliki suhu berkisar antara 26-28°C dengan rata-rata suhu sebesar $26,67 \pm 1,15$. Nilai salinitas berkisar antara 27-30 ppt dengan rata-rata salinitas sebesar $28,67 \pm 1,53$ ppt. Nilai pH air berkisar antara 6,2-6,4 dengan rata-rata pH sebesar $6,33 \pm 0,12$ dan nilai pH tanah berkisar antara 6,5-7 dengan rata-rata pH sebesar $6,67 \pm 0,29$.

Stasiun 5 memiliki suhu berkisar antara 28-30°C dengan rata-rata suhu sebesar $28,67 \pm 1,15$. Nilai salinitas berkisar antara 27-29 ppt dengan rata-rata salinitas sebesar $28,33 \pm 1,15$ ppt. Nilai pH air berkisar antara 6,3-6,6 dengan rata-rata pH sebesar $6,40 \pm 0,17$ dan nilai pH tanah sebesar 6,5 dengan rata-rata pH sebesar $6,50 \pm 0,00$.

Nilai dari parameter lingkungan yang diperoleh di setiap stasiun masih memenuhi kriteria baku mutu air laut untuk biota. Menurut keputusan menteri lingkungan hidup nomor 51 tahun 2004 nilai baku mutu suhu berkisar antara 25°C-32°C, nilai baku mutu salinitas mencapai 34 ppt, nilai baku mutu pH sebesar 7-8,5.

4.2.2 Jenis Sedimen

Hasil dari identifikasi persentase ukuran butir sedimen yang diambil pada lokasi penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butir

sedimen pada setiap stasiun. Ukuran butir sedimen akan didapatkan dari pengolahan dan analisa data ukuran serta klasifikasi jenis butir sedimen menggunakan skala *wentworth* pada masing masing stasiun yang sudah dilakukan pengolahan data sebelumnya. Persentase ukuran butir sedimen dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Persentase Berat Sedimen

Stasiun	Persentase Berat Sedimen (%)							
	Kerikil	Pasir Sangat Kasar	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus	Silt	Clay
1	0,24	1,58	11,94	24,89	10,41	7,10	34,93	8,95
2	0,22	2,58	16,95	29,26	8,78	5,09	30,61	6,53
3	0,00	0,17	0,69	1,34	1,40	0,97	78,13	17,31
4	0,34	4,05	11,18	12,21	5,28	3,29	50,33	13,32
5	1,17	9,20	16,52	26,34	17,15	7,40	16,91	5,31

Pada tabel 9 dapat diketahui pada semua stasiun pengambilan sedimen mengandung lumpur (*silt and clay*). Karena mengandung lumpur pengolahan sedimen dilakukan dengan metode hidrometer untuk mengetahui diameter sedimen yang kurang dari 0,075mm. Hasil persentase sedimen yang di dapatkan dikelompokkan lagi menjadi 3 fraksi sedimen yaitu *sand*, *silt* dan *clay*. Hasil dari pembagian fraksi sedimen dari setiap stasiun dapat dilihat pada tabel 10.

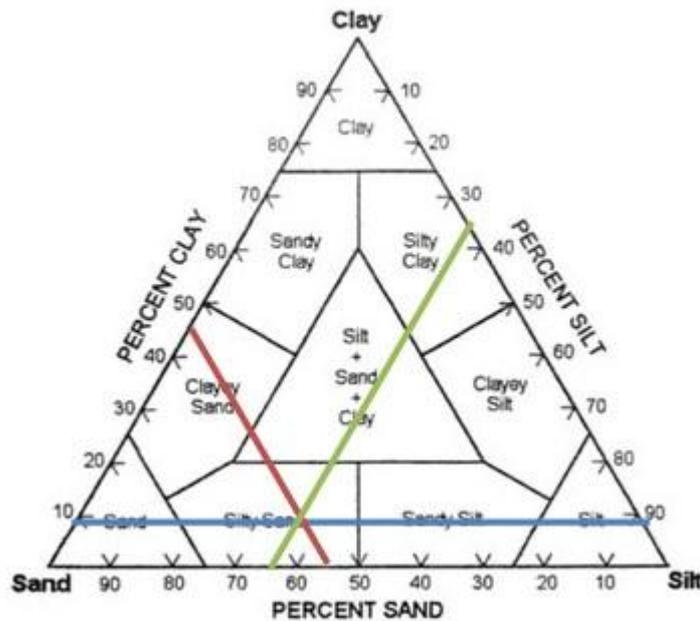
Tabel 10. Persentase Berat Fraksi Sedimen

	% Fraksi Sedimen				
	1	2	3	4	5
<i>Sand</i>	56,12	62,87	4,56	36,35	77,78
<i>Silt</i>	34,93	30,61	78,13	50,33	16,91
<i>Clay</i>	8,95	6,52	17,31	13,32	5,31
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Hasil dari persentase fraksi sedimen menunjukkan kandungan *silt* dan *clay* tertinggi terdapat pada stasiun 3 dengan kandungan *silt* 78,13 % dan *clay* 17,31 %, sementara kandungan *silt* dan *clay* terendah terdapat pada stasiun 5. Stasiun 3 memiliki kandungan *silt* dan *clay* yang tinggi bisa disebabkan karena letak dari stasiun 3 yang jauh dari pantai sehingga pada stasiun 3 tidak memiliki kandungan pasir yang banyak seperti stasiun lainnya. Stasiun 5 memiliki

kandungan lumpur yang paling sedikit dikarenakan letak dari stasiun yang berada pada muara sungai dan pinggir pantai sehingga menyebabkan sedimen pasir yang terkandung pada stasiun 5 sangat dominan.

Hasil dari pembagian persentase fraksi sedimen dapat digunakan untuk menamai sebuah sedimen pada suatu lokasi. Penamaan sedimen dilakukan dengan cara memploting persentase fraksi sedimen pada segitiga shepard. Hasil dari plotingan stasiun 1 dapat dilihat pada gambar 10 dan stasiun lainnya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 10. Segitiga Shepard Stasiun 1

Ploting persentase sedimen pada segitiga shepard garis merah mewakili persentase sand, garis biru mewakili persentase clay garis hijau mewakili persentase silt. Hasil dari ploting persentase sedimen menunjukkan sedimen stasiun 1 dan 2 memiliki nama jenis sedimen silty sand atau pasir berlumpur.

Sedimen stasiun 3 memiliki nama jenis sedimen silt. Sedimen pada stasiun 4



memiliki nama jenis sedimen *sandy silt* atau lanau berpasir dan stasiun 5 memiliki nama jenis sedimen *sand*.

4.3 Struktur Komunitas Mangrove

Pembahasan mengenai struktur komunitas mangrove meliputi kerapatan jenis, frekuensi jenis, dominasi jenis dan indeks nilai penting. Data jumlah tegakan yang ditemukan setiap spesies dan rata-rata diameter tegakan dapat dilihat pada tabel 11. Secara lengkap pembahasan tersebut dibahas lebih lengkap pada sub bab sebagai berikut.

Tabel 11. Data Jumlah dan Rata-Rata Diameter per Spesies

Spesies	N	Rata-Rata Diameter
<i>Avicennia alba</i>	7	8,61±0,00
<i>Avicennia marina</i>	19	7,73±0,23
<i>Rhizophora apiculata</i>	109	8,26±0,33
<i>Rhizophora mucronata</i>	248	9,85±1,27

4.3.1 Kerapatan Jenis

Hasil perhitungan kerapatan jenis dari setiap spesies disemua stasiun merupakan hasil perhitungan antara tegakan yang ditemukan pada setiap plot dibagi dengan luas plot pengamatan, sementara kerapatan relatif jenis merupakan perbandingan antara jumlah tegakan suatu jenis dan jumlah total tegakan. Hasil kerapatan jenis mangrove pada semua titik lokasi dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Kerapatan Jenis dan Kerapatan Relatif Jenis

Spesies	Kerapatan Jenis (ind/ha)	Kerapatan Relatif jenis (%)
<i>Avicennia alba</i>	147	2,07
<i>Avicennia marina</i>	507	7,16
<i>Rhizophora apiculata</i>	2.387	33,74
<i>Rhizophora mucronata</i>	4.033	57,03
Total	7.073	100



Berdasarkan hasil kerapatan jenis pada tabel 12 nilai total kerapatan jenis pada semua titik mencapai 7.073 ind/ha. Spesies *A. alba* memiliki nilai kerapatan jenis terendah dengan nilai kerapatan jenis sebesar 147 ind/ha dan memiliki nilai kerapatan relatif jenis sebesar 2,07 %. Spesies *R. mucronata* memiliki nilai kerapatan tertinggi dengan nilai kerapatan sebesar 4.033 ind/ha dan memiliki nilai kerapatan relatif jenis sebesar 57,03 %. Spesies *R. apiculata* memiliki nilai kerapatan sebesar 2.387 ind/ha dengan nilai kerapatan relatif sebesar 33,74 % dan spesies *A. marina* memiliki nilai kerapatan sebesar 507 ind/ha dengan nilai kerapatan relatif sebesar 7,16 %.

Berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 201 tahun 2004 tentang kriteria kerusakan mangrove, spesies *A. alba* dan *A. marina* yang ditemukan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori jarang karena memiliki nilai kerapatan <1000 ind/ha. Spesies *R. apiculata* dan *R. mucronata* memiliki nilai kerapatan yang ditemukan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori sangat padat karena memiliki nilai kerapatan >1500 ind/ha.

4.3.2 Frekuensi Jenis

Frekuensi jenis merupakan peluang pada plot penelitian ditemukannya salah satu jenis mangrove. Frekuensi jenis menunjukkan pola distribusi atau sebaran jenis vegetasi pada ekosistem. Nilai dari frekuensi dipengaruhi oleh banyaknya plot/petak ditemukannya suatu spesies mangrove yang sama dibagi dengan seluruh plot pengamatan. Semakin banyak jumlah plot yang ditemukan spesies yang sama maka akan semakin besar nilai frekuensi jenis mangrove.

Hasil nilai frekuensi jenis mangrove dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif Jenis

Spesies	Frekuensi Jenis	Frekuensi Relatif jenis (%)
<i>Avicennia alba</i>	0,33	13,89
<i>Avicennia marina</i>	0,27	11,11
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,73	30,56



Spesies	Frekuensi Jenis	Frekuensi Relatif jenis (%)
<i>Rhizophora mucronata</i>	1,07	44,44
Total	2,40	100

Berdasarkan hasil nilai frekuensi relatif jenis pada tabel 13 spesies *R. mucronata* merupakan spesies yang sering muncul pada lokasi penelitian dengan nilai frekuensi relatif sebesar 44,44 %. Spesies *R. apiculata* memiliki nilai frekuensi relatif sebesar 30,56 %, spesies *A. alba* memiliki nilai frekuensi relatif sebesar 13,89 %. Spesies *A. marina* merupakan spesies yang jarang ditemukan pada lokasi penelitian dengan nilai frekuensi relatif sebesar 11,11 %.

Frekuensi jenis dapat menggambarkan kemungkinan dan peluang ditemukannya suatu spesies mangrove dalam suatu lokasi pengamatan. Hutching dan Saenger (2000), menyatakan kemampuan kompetisi dari suatu spesies mangrove merupakan fungsi dari area, aktivitas dan distribusi dari mangrove itu sendiri. Distribusi dari setiap spesies mangrove dikontrol oleh faktor lingkungan seperti sedimen, pH, salinitas dan kandungan bahan organik.

4.3.3 Penutupan Jenis

Hasil perhitungan penutupan jenis dari setiap spesies disemua stasiun merupakan hasil perhitungan antara luas tegakan pohon dibagi dengan luas plot pengamatan, sementara penutupan relatif jenis merupakan perbandingan antara penutupan jenis suatu spesies dibagi total penutupan jenis semua spesies. Hasil penutupan jenis mangrove dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Penutupan Jenis dan Penutupan Relatif Jenis

Spesies	Penutupan Jenis (m ² /ha)	Penutupan Relatif jenis (%)
<i>Avicennia alba</i>	0,41	0,14
<i>Avicennia marina</i>	2,88	0,97
<i>Rhizophora apiculata</i>	44,10	14,86
<i>Rhizophora mucronata</i>	249,28	84,03
Total	296,66	100



Berdasarkan hasil penutupan jenis pada tabel 14 nilai total penutupan jenis pada semua stasiun mencapai 296,66 m²/ha. Spesies *A. alba* memiliki nilai penutupan jenis terendah dengan nilai penutupan jenis sebesar 0,41 m²/ha dengan nilai penutupan jenis relatif sebesar 0,14 %. Spesies *R. mucronata* memiliki nilai penutupan jenis tertinggi dengan nilai penutupan jenis sebesar 249,28 m²/ha dengan nilai penutupan relatif jenis sebesar 84,03 %. Spesies *A. marina* memiliki nilai penutupan jenis sebesar 2,88 m²/ha dengan nilai penutupan relatif jenis sebesar 0,97 % dan spesies *R. apiculata* memiliki nilai penutupan jenis sebesar 44,10 m²/ha dengan nilai penutupan relatif jenis sebesar 14,86 %.

Tingginya nilai penutupan jenis spesies *R. mucronata* dikarenakan memiliki nilai rata-rata diameter yang lebih besar apabila dibandingkan dengan spesies lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gufran dan Kordi (2012), yang menyatakan nilai penutupan jenis berhubungan erat dengan lingkaran batang.

4.3.4 Indeks Nilai Penting

Indeks nilai penting dapat memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh atau peranan jenis mangrove dalam suatu ekosistem mangrove.

Indeks nilai penting suatu jenis mangrove berkisar antara 0-300. Apabila nilai indeks nilai penting 300 atau mendekati 300 menunjukkan bahwa suatu jenis mangrove memiliki peran yang penting dalam suatu ekosistem. Nilai indeks nilai penting pada penelitian kali ini dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Indeks Nilai Penting

Spesies	RDi (%)	RFi (%)	RCi (%)	INP (%)
<i>Avicennia alba</i>	2,07	13,89	0,14	16,11
<i>Avicennia marina</i>	7,16	11,11	0,97	19,24
<i>Rhizophora apiculata</i>	33,74	30,56	14,86	79,16
<i>Rhizophora mucronata</i>	57,02	44,44	84,03	185,49
Total	100	100	100	300



Berdasarkan tabel 15 spesies *R. mucronata* memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu sebesar 185,49 %, sehingga dapat disimpulkan spesies *R. mucronata* memiliki pengaruh yang besar pada lokasi penelitian. Hal ini dikarenakan spesies *R. mucronata* ditemukan lebih banyak bila dibandingkan dengan spesies lainnya. salah satu faktor banyak ditemukannya spesies *R. mucronata* karena substrat yang ditemukan pada lokasi penelitian lumpur yang bercampur pasir sehingga spesies *R. mucronata* dapat hidup dan berkembang dengan baik (Noor *et al*, 2006). Selanjutnya indeks nilai penting spesies lain secara berurutan yaitu *R. apiculata* sebesar 79,16 %, *A. alba* sebesar 16,10 %, *A. marina* sebesar 19,24 %. Indeks nilai penting diperoleh berdasarkan determinasi dari beberapa parameter. Parameter-parameter tersebut diantaranya kerapatan relatif jenis, frekuensi relatif jenis dan penutupan relatif jenis (Bengen, 2004).

4.4 Estimasi Biomassa Mangrove

Nilai biomassa diperoleh dari persamaan allometrik yang menggunakan ukuran diameter pohon sebagai data utama. Nilai dari diameter dapat dilihat pada tabel 16 sebagai berikut

Tabel 16. Data Jumlah Tegakan dan Rata-Rata Diameter per Stasiun

Stasiun	Jumlah tegakan	Rata-Rata diameter
1	84	8,51±0,15
2	78	10,4±0,00
3	93	10,76±0,00
4	67	7,96±0,09
5	61	8,03±,66

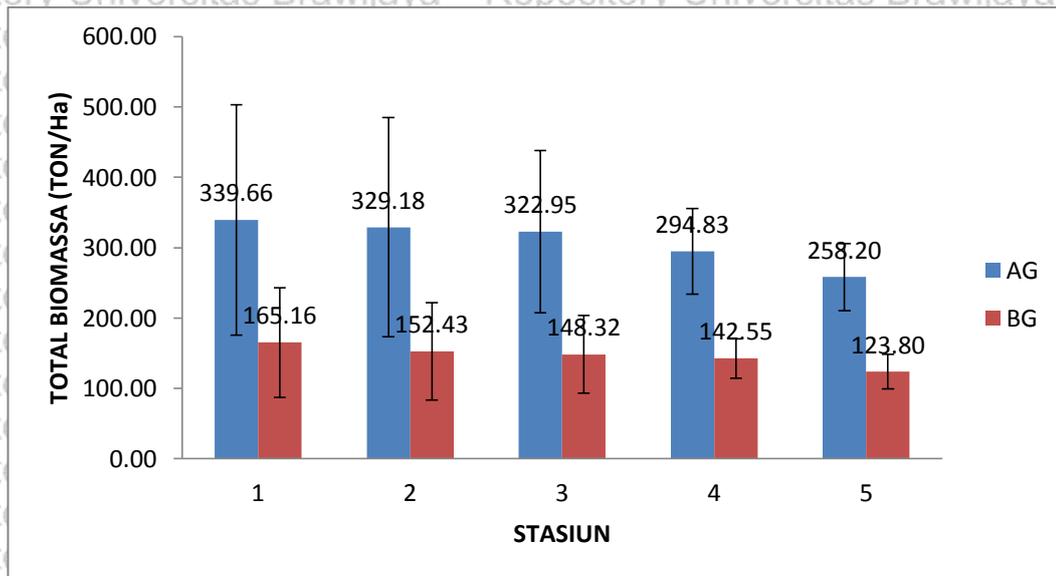
Biomassa yang di peroleh dibagi menjadi 2 yaitu *above ground biomass* dan *bellow ground biomass*. Nilai biomassa yang diperoleh disajikan pada



gambar 11. Hasil biomassa diatas permukaan dan dibawah permukaan mangrove tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan nilai sebesar $339,66 \pm 163,90$ ton/ha untuk biomassa diatas permukaan dan $165,16 \pm 78,00$ ton/ha untuk biomassa dibawah permukaan. Hal ini disebabkan karena ukuran diameter pohon mangrove pada stasiun 1 lebih besar bila dibandingkan dengan diameter pohon mangrove pada stasiun lainnya .

Stasiun 5 merupakan stasiun dengan nilai biomassa terendah, untuk nilai biomassa diatas permukaan sebesar $258,20 \pm 47,85$ ton/ha dan untuk nilai biomassa dibawah permukaan sebesar $123,80 \pm 24,33$ ton/ha. Rendahnya nilai biomassa pada stasiun 5 bisa dilihat dari ukuran diameter pohon yang ditemukan relatif kecil bila dibandingkan dengan stasiun lainnya menjadi penyebab mengapa nilai biomassa pada stasiun 5 kecil dan jumlah pohon mangrove yang ditemukan juga relatif lebih sedikit bila dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Imiliyana *et al* (2012), menyatakan bahwa terdapat hubungan yang erat antar dimensi diameter pohon dengan biomassa pohon dimana semakin besar diameter pohon maka akan semakin besar pula nilai biomasanya. Sepeti halnya biomassa batang, biomassa akar akan juga mengalami peningkatan sesuai dengan peningkatan diameter batang. Hal ini dikarenakan diameter batang berkorelasi positif dengan biomassa akar, sehingga biomassa akar dapat diestimasikan dengan diameter batang. Nilai biomassa akar dapat diperoleh dengan mengukur diameter batang pohon dan mengetahui kerapatan kayu. Biomassa pada suatu lahan dipengaruhi oleh jenis vegetasinya.



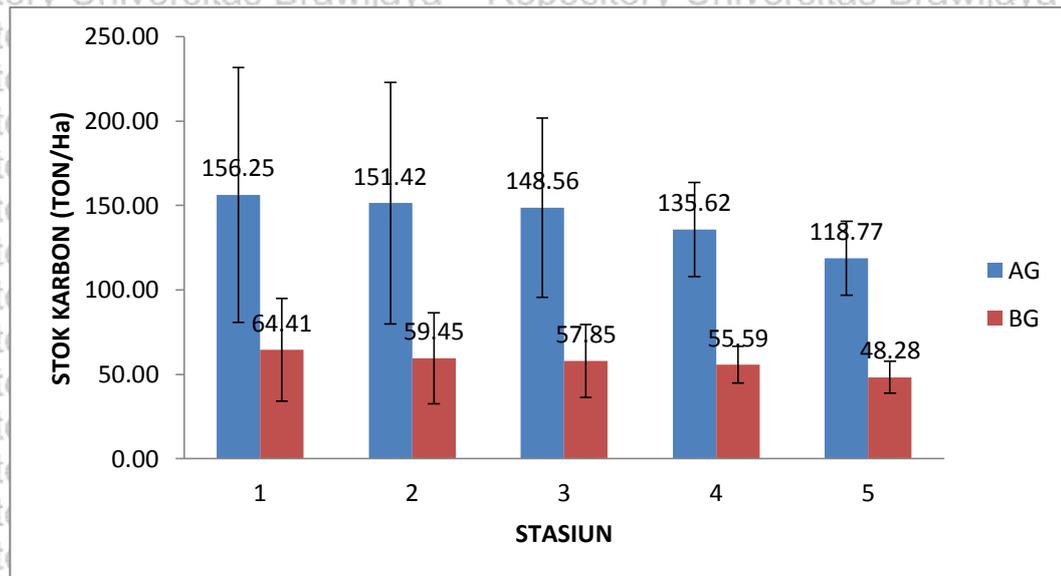
Gambar 11. Grafik Biomassa Setiap Stasiun

4.5 Stok Karbon Pada Hutan Mangrove

Nilai stok karbon yang terdapat pada hutan mangrove terdiri dari nilai stok karbon yang diperoleh dari mangrove itu sendiri baik yang berada pada atas permukaan maupun yang ada pada bawah permukaan dan juga nilai stok karbon dari sedimen mangrove.

4.5.1 Stok Karbon Mangrove

Nilai stok karbon yang terdiri dari stok karbon yang ada pada permukaan dan stok karbon yang ada pada bawah permukaan merupakan hasil konversi antara nilai biomassa vegetasi mangrove dengan nilai ketetapan karbon. Hasil dari nilai stok karbon yang terdapat pada mangrove dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Stok Karbon AG dan BG

Berdasarkan perhitungan nilai stok karbon yang terdapat pada atas permukaan maupun bawah permukaan yang disajikan pada gambar 12 dapat diketahui bahwa nilai stok karbon pada bagian atas permukaan lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai stok karbon yang berada pada bagian bawah permukaan disemua stasiun. Hal ini disebabkan karena bagian atas permukaan (batang) merupakan bagian berkayu dan tempat menyimpan cadangan makanan dari hasil fotosintesis. Selain itu unsur karbon merupakan bahan organik utama yang menyusun dinding sel pada batang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutaryo (2009), yang mengatakan pohon dan organisme foto-autotrof lainnya menyerap CO_2 dari atmosfer dan mengubahnya menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis.

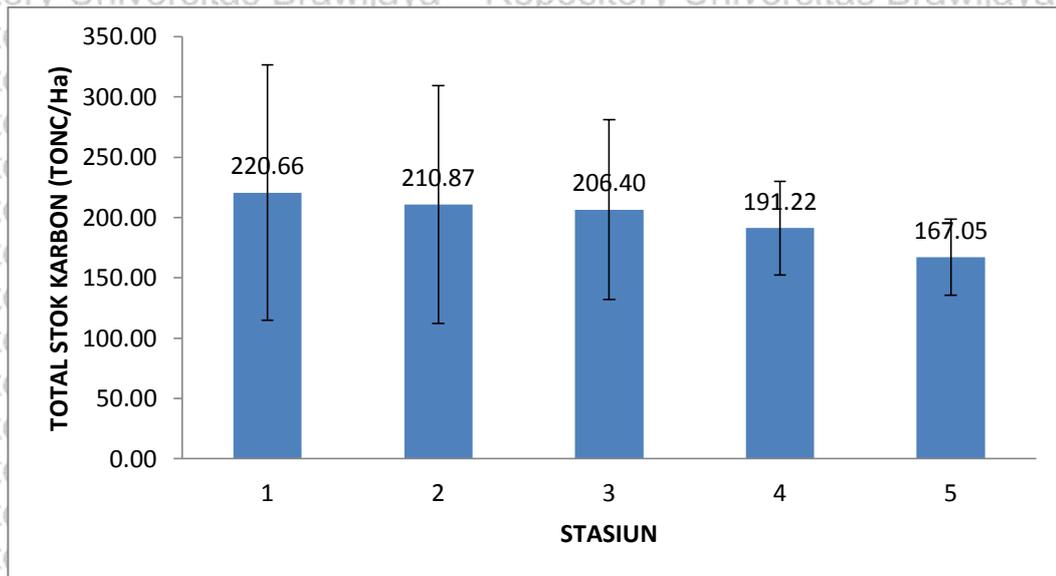
Bagian terbesar dari biomassa hutan adalah batang-batang pohon yang menyusun tegakan pohon tersebut. besar kecilnya kandungan kadar air pada setiap bagian pohon (batang, cabang, ranting, daun dan akar) dapat mempengaruhi secara langsung terhadap potensi biomassa atau berat kering pada setiap bagian pohon disamping berat basahnya. Bagian batang merupakan bagian dari pohon yang memiliki kandungan kadar air yang paling rendah apabila



dibandingkan dengan bagian lainnya. Rendahnya kandungan kadar air pada bagian batang dikarenakan pada umumnya bagian batang mempunyai zat penyusun kayu yang lebih banyak apabila dibandingkan dengan bagian pohon lainnya (cabang, ranting daun dan akar). Dengan adanya zat penyusun kayu yang lebih banyak dari kadar air pada batang menyebabkan berat biomassa pada batang menjadi lebih berat (Widyasari dan Suharjo, 2010).

Perhitungan nilai stok karbon pada setiap stasiun yang merupakan nilai stok karbon total dari stok karbon yang berada di atas permukaan dan di bawah permukaan yang disajikan pada gambar 13 diketahui bahwa nilai stok karbon pada stasiun 1 memiliki nilai stok karbon tertinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya dengan nilai stok karbon sebesar $220,66 \pm 105,81$ ton C/ha. sementara nilai stok karbon terendah terdapat pada stasiun 5 dengan nilai stok karbon sebesar $167,05 \pm 31,50$ ton C/ha. Tingginya nilai stok karbon pada stasiun 1 dan rendahnya stok karbon pada stasiun 5 disebabkan karena jumlah nilai biomassa di stasiun 1 yang besar dan stasiun 5 yang kecil. Hal ini dikarenakan nilai biomassa dan nilai stok karbon berbanding lurus, sehingga setiap adanya penambahan atau penurunan nilai biomassa akan diikuti dengan perubahan nilai stok karbon pada suatu lokasi.

Hutan mangrove yang memiliki diameter lebih besar akan memiliki biomassa dan jumlah karbon yang lebih besar pula, yang tersimpan paling banyak pada batang. Persentase stok karbon akan meningkat sejalan dengan peningkatan biomassa. Hal ini disebabkan karena nilai kandungan karbon suatu bahan organik sebesar 47% dari total biomasannya. Semakin besar kandungan biomassa maka stok karbon juga akan semakin besar. Artinya besar kecilnya simpanan karbon dalam suatu vegetasi bergantung pada pohon, kesuburan tanah, dan daya serap vegetasi tersebut (Badan Standarisasi Nasional, 2011).



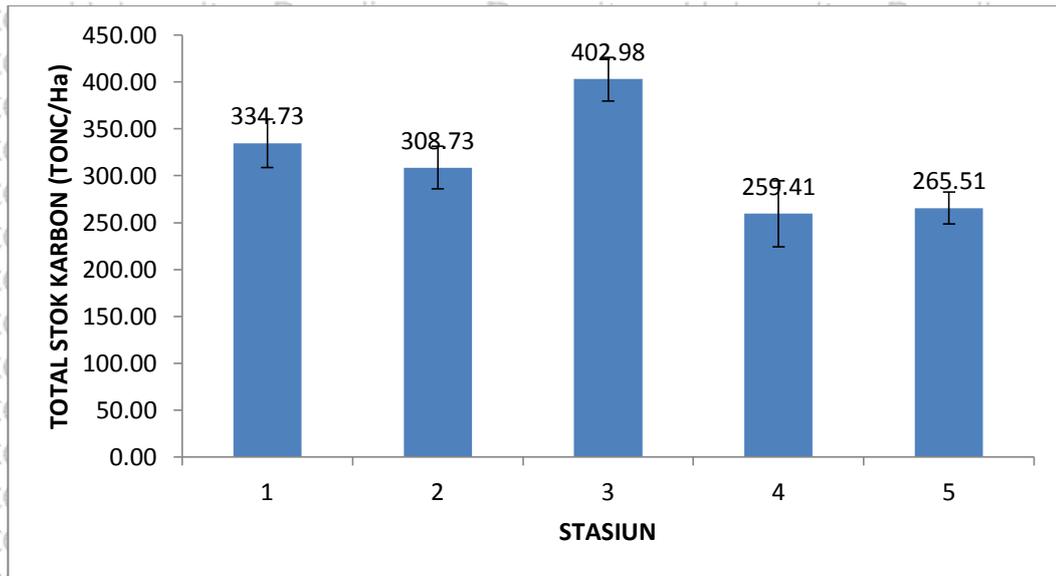
Gambar 13. Jumlah Stok Karbon Mangrove Setiap Stasiun

4.5.2 Stok Karbon Sedimen

Nilai stok karbon tanah pada penelitian kali ini dibagi menjadi 3 interval kedalaman yaitu kedalaman 0-10 cm, 10-25 cm, 25-50 cm. Hasil dari jumlah total simpanan karbon yang terdapat pada sedimen disajikan pada gambar 14 stasiun 3 memiliki jumlah penyimpanan karbon tertinggi bila dibandingkan dengan stasiun lainnya dengan nilai simpanan karbon mencapai $402,98 \pm 23,48$ tonC/ha. Tingginya simpanan karbon pada stasiun 3 menunjukkan nilai kepadatan tanah yang ada pada stasiun 3 lebih padat bila dibandingkan dengan titik lainnya. hal ini sesuai dengan pernyataan Hooijer *et al* (2006) dalam Prayitno *et al* (2013) bahwa tinggi rendahnya kandungan karbon dalam tanah ditentukan oleh nilai kepadatan sedimen tanah dan kedalaman tanah. Semakin tebal kepadatan tanah akan semakin tinggi cadangan karbon pada lahan tersebut.

Tingginya jumlah karbon pada stasiun 3 juga disebabkan karena banyaknya jumlah tegakan yang ditemukan pada stasiun 3 lebih banyak bila dibandingkan dengan stasiun lainnya. Pengaruh yang diberikan oleh tegakan mangrove sendiri terhadap jumlah karbon pada tanah karena mangrove menghasilkan serasah organik yang merupakan salah satu penyusun utama

kandungan bahan organik yang terdapat pada tanah. Sebagaimana diungkapkan Hidayanto *et al* (2004), semakin baik pertumbuhan mangrove maka akan semakin banyak stok karbon yang terdapat di dalam tanah. Hal ini dikarenakan potensi kandungan karbon organik tanah akan semakin meningkat seiring dengan biomassa tanaman.



Gambar 14. Jumlah Stok Karbon Tanah Setiap Stasiun

4.5.3 Total Stok Karbon Hutan Mangrove

Total stok karbon merupakan penjumlahan stok karbon yang dimiliki oleh vegetasi mangrove dan stok karbon yang terdapat pada tanah. Hasil total stok karbon pada masing masing stasiun dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Stok Karbon total

	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
Total (TonC/ha)	555,38	519,60	609,38	450,63	432,56

Jumlah total stok karbon pada stasiun 1 sebesar 555,38 tonC/ha. Stasiun 2 memiliki jumlah total stok karbon sebesar 519,60 tonC/ha. Stasiun 3 memiliki total stok karbon tertinggi dengan nilai mencapai 609,38 tonC/ha. Tingginya nilai stok karbon pada stasiun 3 dikarenakan memiliki nilai stok karbon pada vegetasi mangrove yang tinggi serta memiliki nilai stok karbon tanah yang

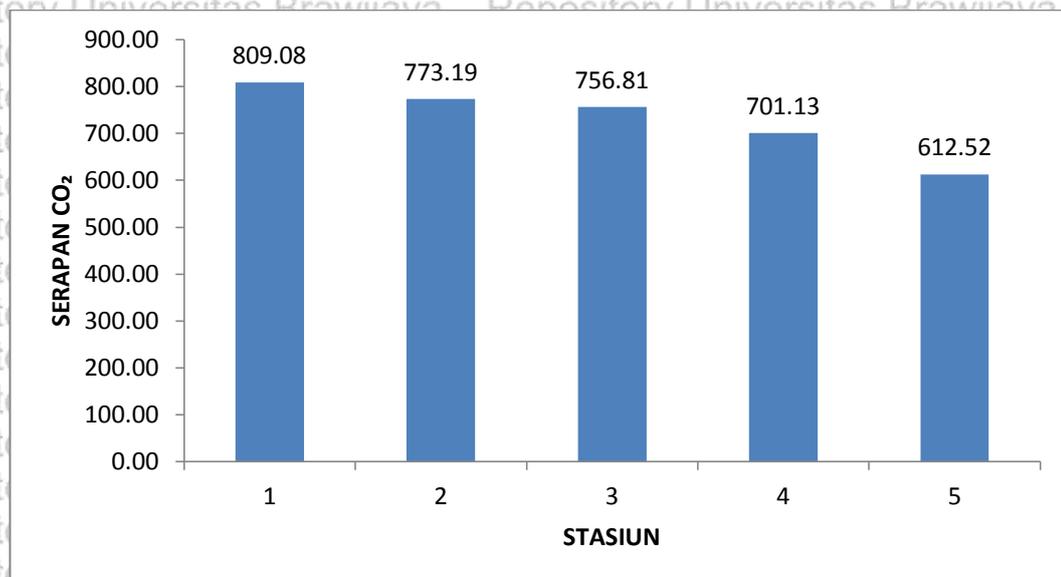


tinggi juga. Stasiun 4 memiliki nilai total stok karbon sebesar 450,63 tonC/ha.

Stasiun 5 memiliki nilai total stok karbon sebesar 432,56 tonC/ha.

4.6 Total Serapan CO₂

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang memiliki potensi penyimpanan CO₂ melalui proses fotosintesis. Potensi inilah yang menunjukkan seberapa besar mangrove mampu menyerap CO₂ di udara yang kemudian disimpan dalam bentuk karbon organik. Dari hasil perhitungan nilai stok karbon yang di sajikan pada gambar 16 dapat dikonversikan menjadi nilai CO₂. Hasil konversi stok karbon menjadi CO₂ disajikan pada gambar 15.



Gambar 15. Serapan CO₂

Berdasarkan hasil perhitungan nilai konversi serapan CO₂ diperoleh kisaran nilai serapan CO₂ sebesar 612,52 sampai 809,08 ton CO₂/ha dengan nilai tertinggi diperoleh pada stasiun 1. Tingginya jumlah serapan CO₂ pada stasiun 1 dikarenakan memiliki nilai biomassa dan nilai stok karbon yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Heriyanto dan Subiandono (2012), penyerapan CO₂ memiliki hubungan dengan biomassa tegakan. Kawasan mangrove dapat memperoleh jumlah biomassanya dari produksi dan kerapatan berdasarkan hasil



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan :

1. Terdapat empat spesies mangrove yang ditemukan dalam penelitian kali ini. Spesies yang ditemukan yaitu *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*.
2. Spesies mangrove yang memiliki nilai penting pada struktur komunitas secara berurutan yaitu *Rhizophora mucronata* sebesar 185,49 %, *Rhizophora apiculata* sebesar 79,16 %, *Avicennia marina* sebesar 19,24 % dan *Avicennia alba* sebesar 16,10 %.
3. Nilai total biomassa yang terdapat di wilayah Hutan Mangrove Nguling pada stasiun 1 sebesar 504,82 ton/ha dan stasiun 2 sebesar 481,61 ton/ha. Nilai total biomassa yang ditemukan di wilayah Hutan Mangrove Tongas pada stasiun 3 sebesar 471,27 ton/ha, stasiun 4 sebesar 437,38 ton/ha dan stasiun 5 sebesar 480,00 ton/ha.
4. Nilai total stok karbon yang terdapat di wilayah Hutan mangrove Nguling pada stasiun 1 sebesar 555,38 tonC/ha dan stasiun 2 sebesar 519,60 tonC/ha, Nilai total stok karbon yang terdapat di wilayah Hutan Mangrove Tongas pada stasiun 3 sebesar 609,38 tonC/ha, stasiun 4 sebesar 450,63 tonC/ha dan stasiun 5 sebesar 432,56 tonC/ha.
5. Nilai serapan CO₂ yang terdapat di wilayah Hutan Mangrove Nguling pada stasiun 1 sebesar 809,08 tonCO₂/ha dan stasiun 2 sebesar 773,19 tonCO₂/ha. Nilai serapan CO₂ yang terdapat di wilayah Hutan Mangrove



Tongas pada stasiun 3 sebesar 756,81 tonCO₂/ha, stasiun 4 sebesar 701,13 tonCO₂/ha dan stasiun 5 sebesar 612,52 tonCO₂/ha.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Perhitungan nilai biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ dilakukan dengan melakukan perhitungan nilai per spesies supaya bisa diketahui jenis spesies yang menyimpan stok karbon tertinggi
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut pada pengukuran karbon sedimen pada kedalaman >50 cm karena disinyalir masih menyimpan potensi stok karbon yang lebih tinggi.



DAFTAR PUSTAKA

- Afdal., 2007. Siklus Karbon dan Karbondioksida di Atmosfer dan Samudera. *Oseana* XXXII: 29-41
- Arupa., 2014. Menghitung Cadangan Karbon di Hutan Rakyat: Panduan Bagi Para Pendamping Petani Hutan Rakyat. Biro Penerbit ARupa: Sleman
- Asadi, M. Arif., 2017. Mangrove Ecosystem C-Stocks of Lamongan, Indonesia and its Correlation with Forest Age. Brawijaya University
- Badan Standarisasi Nasional, 2011. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon, Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). SNI 7724
- Bengen, D.G., 2001. Pedoman Teknis Pengenalan Dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Bogor: Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir Dan Lautan Institut Pertanian Bogor
- Bengen, D.G., 2004. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Clark III, A., 1979. Suggested Procedures For Measuring Tree Biomass And Reporting Free Prediction Equations. Proc. For Inventory Workshop. SAF-IUFRO. Ft. Collins, Coloradi: 615-628
- English, S., Wilkinson, C., Baker., 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resource: 2nd Edition. Australian Institute of Marine Science
- Fajar, R., Hairul, B., Sufardi., 2014. Potensi Karbon Tersimpan Pada Lahan Mangrove dan Tambak di Kawasan Pesisir Kota Banda Aceh. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* Vol. 4(1)
- Ghufran, H.M., K. Kordi, 2012. Ekosistem Mangrove: Potensi, fungsi dan Pengelolaan. Rineka Cipta: Jakarta.
- Hairiah, K., Rahayu, S., 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Center – ICRAF, Sea Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia
- Heriyanto, N.M., Subiandono, E., 2012. Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomassa, dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *J. Penelit. Hutan dan Konservasi Alam* 9: 023-032.
- Hidayanto, W., A. Heru., Yossita., 2004. Analisa Tanah Tambak Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 7(2). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian: Kalimantan Timur
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., 2014. Coastal Blue Carbon (Methods for Assensing Carbon Stocks and Emmisions Factors in Mangrove, Tidal Salt Marshes and Seagrass Meadow. *Consevation Internatioal, IUCN,*



United Nation Education Scientific and Cultural Organization,
Intergovernmental Oceanographic Commission

Hutching, P., P. Saenger, 2000. Ekologi Mangrove. Laboratorium Ekologi Hutan.
Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor: Bogor

Imiliyana, A., Mukmammad, M., Hery, P., 2011. Estimasi Stok Karbon Pada
Tegakan Pohon Rhizophora stylosa Di Pantai Camplong Sampang
Madura

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51, 2004. Mutu Air Laut
Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kementerian RI: Jakarta .

Kurniastuti, N., 2010. Peranan Hutan Mangrove Bagi Lingkungan Hidup. Forum
Manajemen Vol 6(1) 1-10

Marinespecies, 2019. <http://marinespecies.com>. Diakses pada 7 April 2109.

Noor, Y.R., Khazali, M., Suryadiputra, I.N.N., 2006. Panduan Pengenalan
Mangrove di Indonesia. Ditjen PHKA: Wetlands International, Indonsa
Programme, Bogor.

Nybaken, J.W., 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan
oleh Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo.
Gramedia: Jakarta

Prayitno, M.B., Sabruddin, Setyawan, D., Yakup, 2013. Pendugaan Cadangan
Karbon Gambut pada Agroekosistem Kelapa Sawit. Jurnal Agrista.
17(3).

Purnobasuki, H., 2012. Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Penyimpan
Karbon. Bul. PSL Universitas Surabaya 28, 3-5

Riani, E., 2012. Perubahan Iklim dan Kehidupan Biota Akuatik (*Dampak Pada
Bioakumulasi Bahan Berbahaya, Beracun dan Reproduksi*): IPB Press,
Bogor.

Supriyanto, Indriyanto, dan bintoro., 2014. Inventarisasi Jenis Tumbuhan Obat di
Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai
Lampung Timur: Jurnal Sylva Lestari. 2(1):67-75

Suryono., Nirwani, S., Wibowo., 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan
Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi
Bali. Buletin Oseanografi Marina Vol. 7(1): 1-8

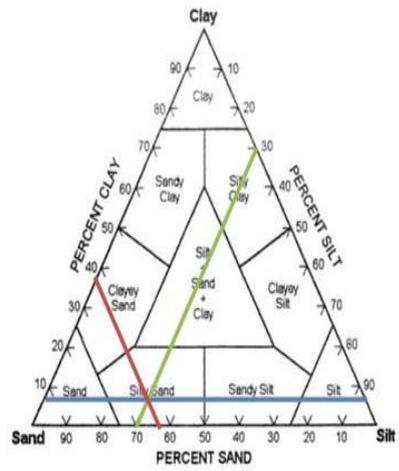
Sutaryo, D., 2009. Penghitungan Biomassa: Sebuah Pengantar Untuk Studi
Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia
Programme. Bogor

Widyasari, N.A.E., Saharjo, B.H., 2010. Pendugaan Biomassa dan Potensi
Karbon Terikat di Atas Permukaan Tanah pada Hutan Rawa Gambut
Bekas Terbakar di Sumatera Selatan. 15:9.

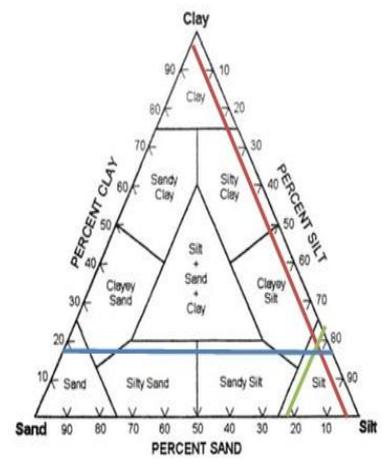


LAMPIRAN

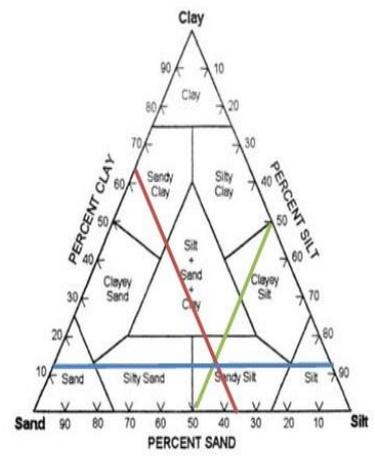
Lampiran 1. Segitiga Shepard



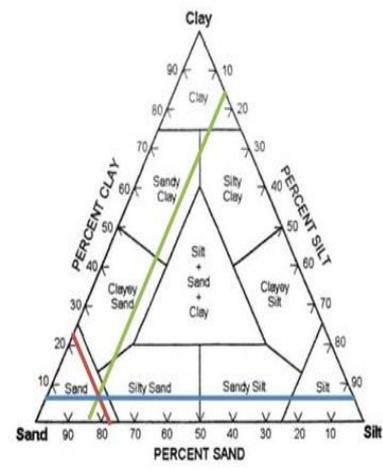
Stasiun 2



Stasiun 3



Stasiun 4



Stasiun 5



Lampiran 2. Hasil Karbon Sedimen

		BD	%BO	%C	SOIL DENSITY	SOIL C	
STASIUN 1	A	1	1,37	9,13	5,29	7,28	181,92
		2	0,98	10,98	6,37	6,21	93,17
		3	0,99	13,65	7,92	7,87	78,68
	B	1	1,18	9,35	5,43	6,42	160,45
		2	0,99	12,57	7,29	7,19	107,89
		3	0,89	14,82	8,59	7,68	76,82
	C	1	1,18	8,55	4,96	5,83	145,85
		2	1,24	9,15	5,31	6,57	98,50
		3	1,26	8,33	4,83	6,10	60,99
STASIUN 2	A	1	1,23	8,27	4,80	5,90	147,51
		2	1,21	9,44	5,47	6,64	99,57
		3	1,24	8,67	5,03	6,22	62,24
	B	1	1,00	11,29	6,55	6,53	163,29
		2	1,18	7,22	4,19	4,93	74,00
		3	1,14	7,30	4,23	4,83	48,29
	C	1	1,05	11,72	6,80	7,15	178,73
		2	1,09	9,84	5,70	6,23	93,38
		3	1,22	8,37	4,86	5,92	59,24
STASIUN 3	A	1	0,77	19,21	11,15	8,53	213,19
		2	0,78	17,01	9,86	7,68	115,24
		3	0,77	16,15	9,37	7,25	72,49
	B	1	0,82	16,09	9,33	7,67	191,85
		2	0,77	16,79	9,74	7,50	112,55
		3	0,78	16,92	9,82	7,62	76,25
	C	1	0,85	17,25	10,00	8,51	212,63
		2	0,77	18,39	10,67	8,26	123,93
		3	0,96	16,31	9,46	9,09	90,91
STASIUN 4	A	1	1,08	6,58	3,82	4,13	103,20
		2	0,96	8,10	4,70	4,52	67,86
		3	0,85	9,64	5,59	4,76	47,63
	B	1	0,98	9,96	5,78	5,64	140,97
		2	0,96	10,53	6,11	5,84	87,57
		3	1,35	6,51	3,78	5,11	51,14
	C	1	1,07	8,86	5,14	5,51	137,79
		2	0,77	13,06	7,58	5,80	87,04
		3	1,09	8,73	5,06	5,51	55,09
STASIUN 5	A	1	0,63	17,39	10,09	6,39	159,81
		2	0,73	11,55	6,70	4,87	73,00
		3	0,75	12,06	7,00	5,24	52,36
	B	1	1,14	7,81	4,53	5,15	128,78
		2	1,12	8,28	4,80	5,36	80,38
		3	1,51	5,15	2,98	4,50	45,01



	BD	%BO	%C	SOIL DENSITY	SOIL C
1	0,74	11,42	6,62	4,88	122,07
2	0,70	13,43	7,79	5,44	81,57
3	0,84	11,06	6,42	5,36	53,62
JUMLAH	44,96	512,88	297,50	281,64	4714,43
RATA RATA	1,00	11,40	6,61	6,26	104,77

Lampiran 3. Hasil Biomassa

BIOMASSA					
	1	2	3	4	5
AG	339.66	329.18	322.95	294.83	258.20
BG	165.16	152.43	148.32	142.55	123.80
TOTAL	504.82	481.61	471.27	437.38	382.00

STD

	1	2	3	4	5
AG	163.90	155.62	115.39	60.69	47.85
BG	78.00	69.06	55.14	27.87	24.33

Lampiran 4. Hasil Jumlah Karbon

KARBON					
	1	2	3	4	5
AG	156.25	151.42	148.56	135.62	118.77
BG	64.41	59.45	57.85	55.59	48.28

STD

	1	2	3	4	5
AG	75.39	71.59	53.08	27.92	22.01
BG	30.42	26.93	21.51	10.87	9.49



Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan sampel sedimen



Pengukuran keliling pohon



Sampel sedimen



Pengukuran salinitas



Pengukuran pH tanah



Pengukuran pH air



Menghitung volume sedimen



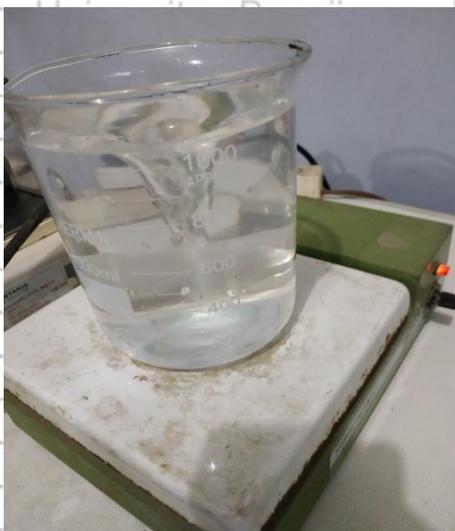
Pengovenan sedimen



Menghaluskan sedimen



Menimbang sedimen



Pembuatan larutan pelarut



Rendaman sampel



Pengujian hidrometer



Memanaskan air+sedimen



Pengukuran suhu air+sedimen



Menimbang sampel+sedimen



Mengoven sedimen



Menimbang sampel *furnace*



Pembakaran sampel



Menimbang sampel hasil pembakaran

Lampiran 6. Peta dengan Transek

