ANALISIS ESTIMASI STOK KARBON DAN PENYERAPAN KARBONDIOKSIDA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI GUNUNG ANYAR SURABAYA, JAWA TIMUR

SKRIPSI

Oleh:

WIDHA ARINI MILLATA
NIM. 155080600111014

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ANALISIS ESTIMASI STOK KARBON DAN PENYERAPAN KARBONDIOKSIDA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI GUNUNG ANYAR SURABAYA, JAWA TIMUR

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
Difakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas brawijaya

Oleh:

WIDHA ARINI MILLATA
NIM. 155080600111014

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

SKRIPSI

ANALISIS ESTIMASI STOK KARBON DAN PENYERAPAN KARBONDIOKSIDA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI GUNUNG ANYAR SURABAYA, JAWA TIMUR

Telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal
3 Desember 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Oleh:

WIDHA ARINI MILLATA
NIM. 155080600111014

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. H. Rudianto, MA	Citra Satrya Utama Dewi, S.Pi., M.Si
NIP. 19570715 198603 1 024	NIK. 201304 840127 2 001
Tanggal : 20 DEC 2019	Tanggal : 20 DEC 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

Dr. Eng. Abu Bakar Sambah. S.Pi., MT
NIP. 19760717 200502 1 004
Tanggal : 20 DEC 2019

Judul : ANALISIS ESTIMASI STOK KARBON DAN PENYERAPAN KARBONDIOKSIDA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI GUNUNG ANYAR SURABAYA, JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Widha Arini Millata

NIM : 155080600111014

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING :

Pembimbing 1 : Dr. H. Rudianto, MA

Pembimbing 2 : Citra Satrya Utama Dewi, S.Pi., M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING :

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D

Dosen Penguji 2 : Andik Isdianto, ST., MT

Tanggal Ujian : 3 Desember 2019

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penyusunan laporan skripsi ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Penulis ucapkan terimakasih kepada.:

1. Allah SWT atas segala kesempatan dan limpahan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moral dan selalu mendoakan kepada penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. H. Rudianto, MA dan Ibu Citra Satrya Utama Dewi, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran serta koreksi demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Ibu Ani selaku pengelola yang telah memberikan izin penelitian serta Bapak Sahiban dan Agus selaku nelayan setempat yang bersedia menyewakan kapal dan membantu dalam pengambilan sampel selama penelitian.
5. Rudi Angels selaku tim penelitian lapang yang selalu bekerja sama dalam suka dan duka serta memberikan semangat hingga penulis terpacu untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
6. Para sahabat yaitu Fiqa, Maharani, Renanda, Veronika, Albert, Dylon, Noza, Alvin dan Mas Dzaki yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama proses pengambilan data lapang serta membantu pengolahan data hingga penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh teman seperjuangan Ilmu Kelautan khususnya angkatan 2015 (Polaris) Universitas Brawijaya Malang yang membantu saya berjuang empat tahun terkahir dalam menempuh perkuliahan. Terimakasih.
8. Malang Raya dan isinya yang telah meyediakan tempat berproses bagi saya.

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Widha Arini Millata. Skripsi ini mengenai Analisis Estimasi Stok Karbon Dan Penyerapan Karbondioksida Pada Ekosistem Mangrove Di Gunung Anyar Surabaya, Jawa Timur, dibawah bimbingan **Dr. Rudianto, MA** dan **Citra Satrya Utama Dewi, S.Pi, M.Si**.

Meningkatnya pemanasan global disebabkan oleh adanya gas-gas yang dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca salah satunya adalah gas karbondioksida. Efek Rumah Kaca merupakan proses pelepasan radiasi termal dari permukaan bumi dimana paling banyak bersumber dari uap air yang mencapai atmosfer akibat pengupan air laut, danau, dan sungai. Salah satu cara untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yaitu dengan mempertahankan keutuhan hutan mangrove yang dapat berperan baik sebagai penyimpan karbon. Mangrove dapat menyerap karbondioksida (CO_2) di atmosfer melalui mekanisme fotosintesis, dan hutan mangrove mampu menyimpan tiga sampai lima kali lebih besar karbon dibandingkan hutan lainnya.

Penelitian ini dilakukan di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya, Jawa Timur pada bulan Maret 2019. Keanekaragaman jenis mangrove dan kurangnya informasi mengenai serapan dan stok karbon di wilayah Gunung Anyar menjadi alasan penelitian ini dilakukan di wilayah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengestimasi stok karbon dan penyerapan karbondioksida (CO_2) yang mampu disimpan dan diserap oleh tegakan hutan mangrove hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya; (2) mengestimasi besarnya stok karbon total yang disimpan pada hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya.

Terdapat tiga jenis mangrove yang ditemukan di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya yaitu *Sonneratia alba, Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *non destructive* yaitu metode sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Pengambilan data di lapang ditentukan dengan 5 titik stasiun, setiap stasiun terdiri dari 3 plot dan dilanjutkan dengan penelitian di laboratorium untuk mengetahui seberapa besar stok karbon yang terdapat pada sampel.

Jenis *Sonneratia alba* merupakan jenis yang memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan karbon yang tinggi dengan nilai serapan sebesar 30,34 ton CO_2 ha^{-1} dan simpanan karbon sebesar 82,18 ton C ha^{-1} selanjutnya jenis *Avicennia marina* mampu menyerap 134,70 ton CO_2 ha^{-1} dan menyimpan karbon dengan nilai 36,74 ton C ha^{-1} dan terakhir yaitu jenis *Rhizophora mucronata* dengan serapan sebesar 110,56 ton CO_2 ha^{-1} dan mampu menyimpan karbon sebesar 30,15 ton C ha^{-1}.

Estimasi simpanan stok karbon ekosistem hutan mangrove dari lima stasiun yaitu sebesar 1721,18 ton C ha^{-1}. Sedangkan untuk total estimasi keseluruhan stok karbon hutan mangrove Gunung Anyar jika mengacu pada *Google Earth* yang memiliki luasan 40 ha yaitu sebesar 68.847 ton C yang bersumber dari sedimen, serasah, dan bagian atas permukaan hidup mangrove.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Analisis Estimasi Stok Karbon Dan Penyerapan Karbondioksida Pada Ekosistem Mangrove Di Gunung Anyar Surabaya, Jawa Timur".** Skripsi ini di ajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak atas bantuan dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga penulisan skripsi ini diberi kelancaran. Semoga laporan skripsi ini bisa bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Penulis sadar bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka penulis mohon kritik dan saran demi kesempurnaan yang diharapkan dari laporan skripsi ini. Demikian yang dapat saya sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya saya mengucapkan terima kasih.

Malang, Juli 2019

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

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 2
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat Penelitian 3

2. TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Mangrove 4
2.2 Fungsi Ekologi Mangrove 4
2.3 Indeks Nilai Penting (INP) 5
2.4 Biomassa 6
2.5 Karbon 7
2.5.1 Siklus Karbon 7
2.5.2 Stok Karbon 8
2.6 Serapan Karbondioksia 8
2.7 Persamaan Allometrik 9
2.8 Parameter Perairan 10
2.8.1 Suhu 10
2.8.2 Salinitas 10
2.8.3 pH 10
2.8.4 DO (*Dissolved Oxygen*) 10
2.9 Penelitian Terdahulu 11

3. METODE PENELITIAN **13**
3.1 Waktu dan Tempat 13
3.2 Alat dan Bahan 13
3.2.1 Alat 13
3.2.2 Bahan 14
3.3 Prosedur Penelitian 15

3.3.1 Data Primer 17
3.3.2 Data Sekunder 17
3.4 Metode Pengambilan Data 17
3.4.1 Pengukuran Parameter Kualitas Air 17
3.4.2 Pengukuran Kategori Mangrove 18
3.4.3 Pengukuran Biomassa pada Batang Pohon 19
3.4.4 Pengambilan Sampel Serasah 20
3.4.5 Pengambilan Sampel Sedimen 21
3.5 Metode Analisis Data 22
3.5.1 Analisis Indeks Nilai Penting Jenis Mangrove 22
3.5.2 Analisis Biomassa Karbon Atas Permukaan Mangrove Hidup 23
3.5.3 Analisis Simpanan Karbon Atas Permukaan Mangrove Hidup 23
3.5.4 Analisis Biomassa dan Stok Karbon Pada Serasah 24
3.5.5 Analisis Perhitungan Stok Karbon Sedimen 24
3.5.6 Analisis Penghitungan Simpanan Karbon Total 26

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Parameter Perairan 27
4.2 Komposisi Vegetasi Mangrove 28
4.2.1 Kerapatan Mangrove 30
4.2.2 Frekuensi Mangrove 31
4.2.3 Dominansi Mangrove 32
4.2.4 Indeks Nilai Penting 33
4.3 Karakteristik Sedimen 34
4.4 Stok Karbon Mangrove 35
4.4.1 Atas Permukaan Mangrove Hidup 35
4.4.2 Serasah 37
4.4.3 Sedimen 39
4.5 Total Stok Karbon 40

5. PENUTUP 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42

DAFTAR PUSTAKA 43

LAMPIRAN 46

repository.ub.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Siklus Karbon 7
2. Peta Lokasi Penelitian 13
3. Kerangka Penelitian 16
4. Ilustrasi bentuk plot persegi 18
5. Cara Pengukuran DBH Batang Pohon 20
6. Ilustrasi titik pengambilan sampel sedimen 22
7. Prosentase Ukuran Butir Sedimen 35
8. Stok karbon dan Serapan CO_2 pada tegakan hutan mangrove 37
9. Stok karbon serasah pada tiap jenis mangrove 39
10. Stok karbon pada sedimen hutan mangrove 40

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Penelitian Terdahulu 11
2. Alat dan Fungsi 14
3. Bahan dan Fungsi 14
4. Persamaan Allometri untuk Pelbagai Jenis Mangrove 23
5. Persamaan Allometri Biomassa Serasah dan Stok Karbon 24
6. Hasil Pengukuran Kualitas Air 27
7. Identifikasi Jenis Mangrove 29
8. Data Kerapatan Mangrove 30
9. Kriteria baku mutu kerapatan mangrove 30
10. Data Frekuensi Mangrove 31
11. Data Dominansi Mangrove 32
12. Indeks Nilai Penting Mangrove 33
13. Prosentase Ukuran Butir Sedimen 34
14. Data Stok Karbon dan Serapan CO_2 atas permukaan mangrove 36
15. Data Stok Karbon Serasah Mangrove 38
16. Total stok karbon ekosistem hutan mangrove Gunung Anyar 40

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

1. Kalibrasi Picnometer 46
2. Berat Jenis Tanah 48
3. Hasil Uji Hidrometer 50
4. Prosentase Ukuran Butir Sedimen 53
5. Stok Karbon Sedimen 55
6. Dokumentasi Penelitian 56

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim diakibatkan oleh terlepasnya gas rumah kaca dalam jumlah yang besar. Gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan bumi, sehingga panas tersebut akan tersimpan pada permukaan bumi sehingga menyebabkan meningkatnya pemanasan global (Kusminingrum, 2008). Jika hal tersebut terjadi secara berulang-ulang maka suhu bumi akan terus meningkat. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yaitu dengan mempertahankan keutuhan hutan mangrove yang dapat berperan baik sebagai penyimpan karbon.

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang banyak dijumpai disekitar pesisir. Hutan mangrove merupakan daerah yang mampu menyerap karbon paling tinggi dibanding dengan hutan- hutan lainya. Hal ini dikarenakan hutan mangrove berfungsi sebagai penyerap karbon dan kemudian menyimpanya pada setiap bagian mangrove (Purnobasuki, 2012).

Menurut Hairiah *et al,* (2011), keberadaan karbon di alam dapat diketahui menjadi 2 bagian, yaitu di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah. Sedangkan pada mangrove sendiri terdapat batang, akar dan serasah yang juga dapat menyimpan karbon. Pada bagian batang mangrove terdapat kandungan biomassa yang tersimpan paling besar dibandingkan pada bagian akar dan serasah mangrove. Sehingga potensi stok karbon dapat dilihat dari setiap tegakan yang ada.

Hutan mangrove dapat mengurangi jumlah karbon di udara dengan cara menyerap jumlah karbon dioksida (CO_2) melalui proses fotosintesis atau dikenal sebagai proses *sequestration*. Sekuestrasi karbon adalah penangkapan dan penyimpanan CO_2 dari atmosfer dalam jangka waktu yang lama. Karbon yang

diserap oleh vegetasi mangrove akan disimpan dalam bentuk biomassa pohon (Ardli, 2011). Setiap spesies mangrove memiliki nilai biomassa yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh masa jenis, diameter maupun ketinggian yang dimiliki setiap spesies mangrove itu sendiri dan dipengaruhi sekuestrasi (Rahmah *et al,* 2015).

Wilayah Gunung Anyar merupakan wilayah di Kota Surabaya yang banyak ditemukan spesies mangrove dan tergolong daerah yang masih dalam tahap perkembangan. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengendalikan peningkatan penyerapan karbondioksida (CO_2) di atmosfer adalah dengan meningkatkan sistem pengelolaan hutan alam dan hutan tamanan. Oleh karena itu, perlu untuk mengkaji potensi mangrove khususnya dalam kemampuan menyimpan karbon. Hutan mangrove Gunung Anyar ini memiliki mangrove dengan yang berbeda-beda sehingga jumlah stok karbon yang tersimpan pada biomassa perlu diukur sebagai upaya untuk mengetahui seberapa besar karbon yang dapat diserap mangrove.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, adapun rumusan masalah yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana kemampuan serapan dan simpanan karbon pada jenis mangrove yang ditemukan di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya?
2. Seberapa besar estimasi simpanan karbon pada hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka didapatkan tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui kemampuan serapan dan simpanan karbon dari jenis mangrove yang ditemukan di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya
2. Mengestimasi simpanan karbon pada hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Dapat berkontribusi nyata terhadap implementasi pendidikan, memperluas wawasan, keterampilan dan pengalaman dalam melakukan penelitian.

2. Bagi Akademisi

Penelitian dengan tema *Blue Carbon* ini erat kaitannya dengan perubahan iklim dan usaha konservasi, khususnya pada mangrove, sehingga dapat berkontribusi nyata pada ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut nantinya.

3. Bagi Masyarakat Umum

Penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi masyarakat lokal maupun regional dalam upaya konservasi dan manajemen hutan mangrove, terlebih dalam mengetahui manfaatnya secara ekologi, sehingga upaya konservasi dapat lebih ditingkatkan lagi untuk kedepannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove

Hutan mangrove dapat didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut. Tumbuhan ini mampu bertoleransi terhadap garam. Sedangkan ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove (Kusmana, 2009).

Mangrove merupakan salah satu parameter *blue carbon* karena perannya dalam memanfaatkan CO_2 untuk fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa dan di dalam sedimen. Hal ini dikarenakan ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem wilayah pesisir yang sangat potensial sebagai penyedia unsur hara bagi perairan pesisir sekitarnya. Selain itu, ekosistem mangrove berperan penting terhadap keberlanjutan kehidupan berbagai biota yang hidup di wilayah pesisir, karena ekosistem mangrove sebagai tempat memijah, pembesaran, makan dan berlindung (Tidore *et al,* 2018).

2.2 Fungsi Ekologi Mangrove

Secara ekologi, mangrove juga memiliki peranan sebagai daerah *feeding ground* dan *nursey ground* atau lebih dikenal dengan daerah asuhan bagi kehidupan yang ada disekitar mangrove. Fungsi lain hutan mangrove adalah sebagai tempat mencari makan bagi biota dan sebagai produsen primer penghasil destritus yang berguna sebagai penghasil makanan dan akan bermanfaat bagi biota yang mencari makan disekitar mangrove tersebut (Ardli, 2011).

Disamping fungsinya yang menjadi tempat berkembangbiak dan tempat mencari makan biota, hutan mangrove juga menjaga garis pantai agar tetap stabil, melindungi pantai dari erosi (abrasi) dan intrusi air laut, peredam gelombang dan badai, penahan lumpur, penangkap sedimen, pengendali banjir, mengeloh bahan limbah, penghasil detritus, dan memelihara kualitas air (Heriyanto dan Subandono, 2012).

Hutan mangrove disebut sebagai *blue carbon* karena fungsinya sebgai penyerap CO_2 dan penghasil O_2 serta mengurangi resiko terhadap bahaya tsunami. Fungsi ekologis hutan mangrove juga sangat penting dalam upaya mitigasi pemanasan global, yakni sebagai penyimpan karbon terbaik dibanding semua tipe hutan lainnya di bumi. Hutan mangrove memiliki peran sebagai penyerap karbon dioksida (CO_2) dari udara sehingga sangat berguna untuk mitigasi perubahan iklim (Wiarta *et al,* 2017).

2.3 Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai Penting (INP) adalah indeks atau gambaran mengenai pentingnya peranan atau pengaruh pada suatu vegetasi mangrove yang dapat digunakan untuk menginterpretasikan strutur komunitas suatu tumbuhan. Untuk mengetahui Indeks Nilai Penting (INP) pada pohon dan vegetasi mangrove dapat diperoleh dari penjumlahan Frekuensi relatif, Kerapatan relatif, dan Penutupan relatif suatu vegetasi yang dinyatakan dalam persen (Parmadi *et al,* 2016).

Indeks Nilai Penting (INP) adalah salah suatu indeks yang dihitung berdasarkan jumlah yang didapatkan untuk menentukan tingkat dominasi jenis dalam suatu suatu jenis vegetasi. Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan kepentingan suatu jenis tumbuhan serta peranannya dalam komunitas. Indeks nilai penting (INP) mempunyai skor berkisar 0-300, skor ini dapat memberikan gambaran peranan dan pengaruh dari suatu jenis tumbuhan dalam komunitas tersebut (Hidayatullah dan Pujiono, 2014).

2.4 Biomassa

Biomassa merupakan total atau volume organisme yang berada pada suatu area dengan volume tertentu. Dimana biomassa dapat didefinisikan sebagai berat dari jumlah materi hidup yang berada pada permukaan tanah yang dinyatakan dalam satuan ton yang dihasilkan dari suatu pohon dan dihitung dalam satuan ton per satuan luas (Sutaryo, 2009).

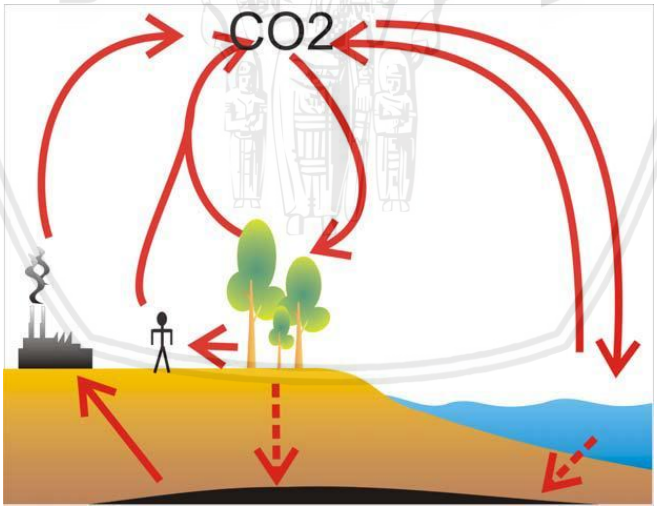
Non *destructive* sampling digunakan untuk membuat persamaan Allometrik. Non *destructive sampling* dilaksanakan dengan mengukur dan menghitung diameter lingkar batang mangrove sehingga didapatkan hasil dari biomassa dan stok karbon dari tegakan mangrove. Keuntungan menggunakan metode ini adalah dapat mencakup wilayah yang luas, pengambilan sampel tidak membahayakan vegetasi, hasil (stok karbon) diketahui dengan cepat dan biaya yang dikeluarkan kecil (Forest Watch Indonesia, 2009).

2.5 Karbon

2.5.1 Siklus Karbon

Pelepasan karbon hutan ke atmosfer (emisi), terjadi melalui berbagai mekanisme seperti respirasi makhluk hidup, permbakaran biomassa serta dekomposisi bahan organik. Selain melakukan proses fotosintesis, tumbuhan juga melakukan proses respirasi yang melepaskan karbondioksida (CO_2). Namun proses ini cenderung tidak signifikan karena karbondiosida (CO_2) yang dilepas masih dapat diserap kembali pada saat proses fotosintesa (Manuri, 2011).

Karbon yang terdapat pada alam dapat ditemukan dalam berbagai tempat, yaitu pada tanah yang memiliki biomassa seperti adanya pohon, pada permukaan tanah seperti kayu yang telah jatuh dari pohonya, kayu mati/ pohon mati, pada akar dan tanah, kemudian di bawah tanah yang meliputi banyak biomassa yang sudah mati (Howard *et al,* 2014). Adapun siklus karbon tersaji pada (Gambar 1).



Gambar 1. Siklus Karbon

Sumber : Sutaryo, 2009

2.5.2 Stok Karbon

Menurut Hairiah *et al,* (2011), keberadaan karbon di alam dapat diketahui menjadi 2 bagian, yaitu di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah. Sedangkan pada mangrove sendiri terdapat batang, akar dan serasah yang juga dapat menyimpan karbon. Pada bagian batang mangrove terdapat kandungan biomassa yang tersimpan paling besar dibandingkan pada bagian akar dan serasah mangrove. Sehingga potensi stok karbon dapat dilihat dari setiap tegakan yang ada.

Penyerapan karbon dapat terjadi dengan adanya bantuan proses fotosintesis dapat mengubah karbon CO_2 menjadi simpanan karbon, namun saat ekosistem tersebut membusuk akan melepaskan kembali karbon ke atmosfer sebagai CO_2. Pada hutan mangrove mengandung bahan organik lebih besar dan tidak membusuk. Karbon diserap dari atmosfer ketika matahari bersinar, selanjutnya tumbuhan akan melakukan fotosintesis dan mengubah CO_2 menjadi karbohidrat dan tumbuhan melepaskan oksigen ke atmosfer. Tumbuhan yang menyerap lebih banyak karbon adalah tumbuhan yang sedang mengalami pertumbuhan (Yusuf, 2016).

2.6 Serapan Karbondioksia

Karbondioksida (CO_2) merupakan salah satu gas rumah kaca yang memiliki pengaruh paling besar terhadap peningkatan rata-rata suhu udara di dunia. Tumbuhan dapat menyerap karbondioksida (CO_2) dari udara melalui proses fotosintesis yang selanjutnya diubah menjadi oksigen, gula dan air, kemudian disebarkan ke seluruh bagian tanaman dan akhirnya ditimbun dalam tubuh tanaman. Pengukuran jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya Karbondioksida (CO_2) yang diserap oleh tanaman di atmosfer (Hairiah *et al,* 2011).

Penyerapan karbon dapat terjadi dengan adanya bantuan proses fotosintesis dapat mengubah karbon CO_2 menjadi simpanan karbon, namun saat ekosistem tersebut membusuk akan melepaskan kembali karbon ke atmosfer sebagai CO_2. Pada hutan mangrove mengandung bahan organik lebih besar dan tidak membusuk. Karbon diserap dari atmosfer ketika matahari bersinar, selanjutnya tumbuhan akan melakukan fotosintesis dan mengubah CO_2 menjadi karbohidrat, dan tumbuhan melepaskan oksigen ke atmosfer. Tumbuhan yang menyerap lebih banyak karbon adalah tumbuhan yang sedang mengalami pertumbuhan (Rahmah *et al,* 2015).

2.7 Persamaan Allometrik

Persamaan Allometrik merupakan metode yang digunakan untuk pengukuran biomassa pohon. Allometrik didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme. Dalam studi biomassa hutan / pohon persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan (Sutaryo, 2009).

Persamaan alometrik merupakan metode yang digunakan untuk mengukur karbon dan biomassa tanpa melakukan penebangan dengan mengukur diameter pohon mangrove tanpa harus merusak atau memotong bagian dari pohon mangrove tersebut dan banyak digunakan untuk menduga kandungan biomassa pohon (Asadi, 2017).

2.8 Parameter Perairan

2.8.1 Suhu

Suhu di perairan adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme-organisme tersebut. Suhu juga sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut dalam air. Oleh karena itu tidaklah mengherankan jika banyak dijumpai bermacam macam jenis biota dan vegetasi berbeda diberbagai tempat di dunia. Sebagai contoh, binatang karang dimana penyebarannya sangat dibatasi oleh perairan yang hangat yang terdapat didaerah tropik dan subtropik (Hutabarat, 2012).

2.8.2 Salinitas

Pengukuran salinitas digunakan untuk mengukur dan mengetahui tingkat keasinan pada suatu perairan di daerah tertentu. Menurut Kamalia (2013), bahwa salinitas merupakan faktor lingkungan yang penting dalam perkembangan di hutan mangrove, tumbuhan mangrove hidup dan tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 10-30 ppt. Namun ada juga beberapa jenis tumbuhan yang dapat tumbuh pada daerah salinitas yang sangat tinggi.

2.8.3 pH (*Power of Hydrogen*)

Derajat keasaman merupakan besarnya tingkat konsentrasi ion hdrogen disuatu perairan yang dapat menjadi parameter apakah suatu perairan lebih cenderung asam ataupun basa. Pada umumnya, pH perairan estuari berkisar antara 6,5 – 7,5. Perairan dengan pH 5,5 - 6,5 dan >8,5 termasuk perairan yang kurang produktif. Sedangkan perairan dengan pH 7,5 – 8,5 merupakan perairan dengan produktivitas yang sangat tinggi (Wijayanti, 2007).

2.8.4 DO (*Dissolved Oxygen*)

DO merupakan kepanjangan dari *Dissolved Oxygen* biasanya digunakan sebagai istilah jumlah konsentrasi oksigen terlarut di suatu perairan. Konsentrasi oksigen terlarut ini tergantung pada faktor fisika dan biologi. Menurut Mubarak (2010), beberapa faktor fisika yang mempengaruhi konsentrasi atau kelarutan oksigen terlarut dalam air antara lain suhu, salinitas, dan tekanan atmosfer. Konsentrasi oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh faktor biologis seperti kepadatan organisme perairan, karena semakin padat organism perairan maka laju respirasi juga akan semakin meningkat. Adanya peningkatan respirasi tersebut akan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

2.9 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu dengan topik stok karbon pada mangrove dapat ditarik kesimpulan bahwa mangrove memiliki kemmapuan menyimpan karbon dengan hasil yang berbeda. Hal tersebut tentunta dipengaruhi oleh kondisi geografis, faktor lingkungan di sekitar ekosistem dan sebagainya. Untuk lebih rincinya mengenai penelitian terdahulu terkait stok karbon mangrove dapat dilihat pada (Tabel 1) berikut ini.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

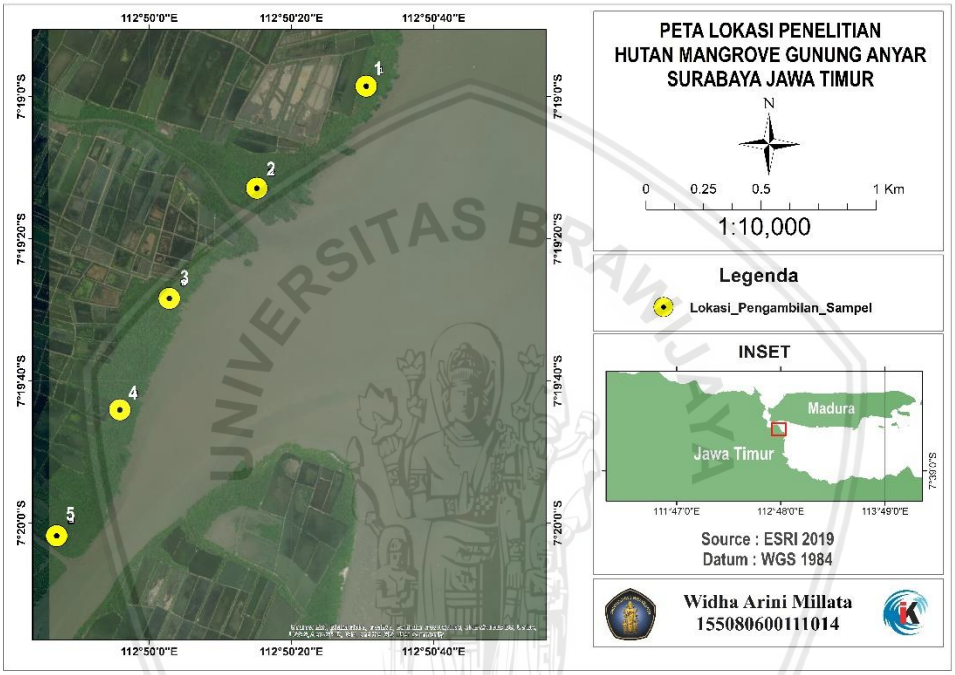
No.	Penulis	Judul	Hasil
1.	Anggraini *et al,* 2017	Estimasi Stok Karbon Di Kawasan Mangrove Pantai Timur Surabaya	Nilai simpanan karbon mangrove untuk jenis *Avicennia marinna* yaitu 57,41 ton C/ha dan untuk jenis *Sonneratia alba* yaitu 71,10 ton C/ha. Prediksi stok karbon memiliki hasil yang berbeda-beda dikarenakan perbedaan biomassa pada setiap jenis mangrove.

No.	Penulis	Judul	Hasil
2.	Dharmawan *et.al.,* 2014	Estimasi Stok Karbon di Ekosistem Mangrove Pesisir Timur Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau	Stok karbon paling tinggi ditemukan di lokasi Pulau Kelong sebesar 4.020,2 Mg C/ha dan berbeda signifikan dengan lokasi lainnya. Stok karbon terendah ditemukan di lokasi Pulau Gin Kecil, yaitu 1.223,98 Mg C/ha.
3.	Imiliyana *et.al.,* 2011	Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon *Rhiziphora Stylosa* di Pantai Camplong, Sampang Madura	Stok karbon pada zona pasang tertinggi adalah 232,59 Mg/ha pada batang, 0,4658 Mg/ha pada akar, 0,0049 Mg/ha pada serasah. Stok karbon pada zona pasang terendah adalah 111,91 Mg/ha pada batang, 0,21492 Mg/ha pada akar, 0,0031 pada serasah. Stok karbon total pada kedua zona sebesar 196,8549 Mg/ha dengan penyerapan CO2 rata-rata sebesar 721,582 Mg/ha.
4.	As'adi *et al.,* 2017	Mangrove ecosystem C-stocks of Lamongan, Indonesia and its correlation with forest age	Spesies mangrove yang memiliki kontribusi paling besar dalam penyerapan dan penyimpanan karbon adalah Rhizopora apiculta dikarenakan spesies ini memiliki nilai biomassa yang tinggi dan untuk stok karbon sedimen pada kedalaman 0-30 cm merupakan lapisan optimal karena mengandung C-Stocks yang sangat besar.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu dan tempat penelitian dilakukan pada bulan Maret 2019 di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya, Jawa Timur. Pada lokasi penelitian dibagi menjadi lima stasiun yang mewakili hutan mangrove Gunung Anyar (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Saat melakukan penelitian, tentunya diperlukan beberapa alat dan bahan guna menunjang jalannya penelitian. Berikut ini merupakan rincian alat dan bahan beserta fungsi yang digunakan dalam penelitian.

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pengambilan data lapang di Hutan Mangrove Gunung Anyar disajikan pada (Tabel 2) :

Tabel 2. Alat dan Fungsi

No.	Alat	Fungsi
1.	Roll meter	Mengukur plot yang akan digunakan
2.	*GPS*	Menentukan titik koordinat pengukuran
3.	Tali Rafia	Membuat plot menjadi beberapa petak
4.	Pasak Bambu	Sebagai pengait tali rafia saat membuat plot
5.	Meteran	Mengukur diameter pohon mangrove
6.	Roll Meter	Mengukur pembuatan plot
7.	Horiba	Mengukur parameter kualitas perairan (suhu, DO, pH, Salinitas)
8.	Alat Tulis	Mencatat segala keperluan penelitian
9.	Buku Identifikasi Mangrove	Acuan penentuan jenis mangrove
10.	Kamera	Mendokumentasikan segala bentuk kegiatan selama penelitian
11.	Laptop	Pengolahan data primer pada Ms. Excel

3.2.2 Bahan

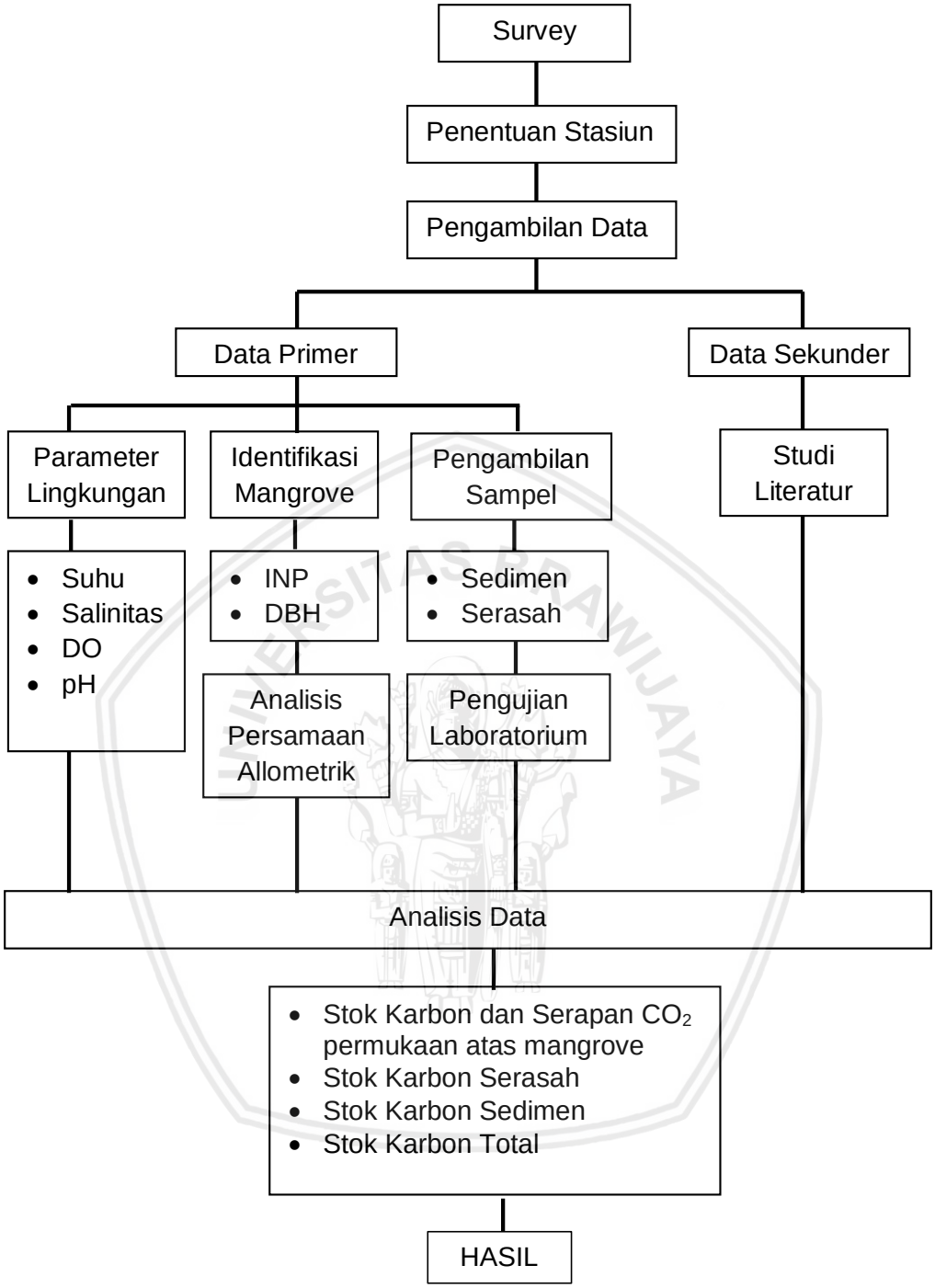
Selain peralatan, tentunya juga di perlukan bahan-bahan dalam menunjang penelitian ini. Bahan-bahan yang digunakan saat penelitian lengkap dengan fungsinya tersaji dalam (Tabel 3) :

Tabel 3. Bahan dan Fungsi

No	Bahan	Fungsi
1.	Kantong plastik	Sebagai wadah sampel
2.	Kertas label	Untuk menandai sampel
3.	Aquades	Kalibrasi alat
4.	Tisu	Membersihkan dan mengeringkan alat
5.	Mangrove	Sebagai media pengukuran
6.	Serasah	Sebagai media pengukuran
7.	Sedimen	Sebagai media pengukuran
8.	Air Laut	Sebagai media pengukuran

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan empat tahap. Tahap petama adalah tahap persiapan yang dilakukan dengan cara melakukan *survey* langsung di lapangan untuk menentukan titik plot pada setiap stasiun. Tahap yang kedua adalah mengumpulkan data primer yaitu pengambilan data tegakan vegetasi mangrove hidup, serta sampel dari serasah dan sedimen. Data tersebut digunakan untuk mencari nilai kerapatan, frekuensi, dan dominansi, untuk mendapatkan nilai indeks penting, serta penghitungan biomassa karbon menggunakan persamaan allometrik. Kemudian tahap ketiga yaitu sampel serasah dan sedimen sebelum melakukan analisis harus dilakukan pengolahan sampel di laboratorium. Selanjutnya pada tahap akhir yaitu analisis data untuk mendapatkan hasil. Pada Gambar 3 merupakan alur penelitian yang akan dilaksanakan.



Gambar 3. Kerangka Penelitian

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dilapangan dengan cara observasi, wawancara dan ikut serta dalam pelaksanaan setiap kegiatan yang dilaksanakan. Data primer menurut (Sarwono, 2006) merupakan data berupa teks hasil dan diperoleh melalui proses wawancara dengan informan yang sedang dijadikan sample dalam penelitian. Data primer dalam penelitian ini diperolah dari pengukuran dilapangan berupa pengukuran parameter lingkungan, lingkar batang pohon dan serta pengambilan sampel serasah. Pengumpulan data biomassa serasah daun mangrove dilakukan dilaboratorium.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data asli yang telah dianalisis oleh peneliti sebelumnya (Sarwono, 2006). Studi literatur digunakan untuk melengkapi data yang diperlukan dikarenakan keterbatasan ilmu yang dimiliki peneliti dan kurangnya keterbatasan untuk memperoleh data tersebut. Data sekunder berguna juga sebagai rujukan untuk memperoleh informasi informasi terdahulu terkait stok karbon dan penyerapan karbondioksida pada mangrove serta data pasang surut lokasi penelitian.

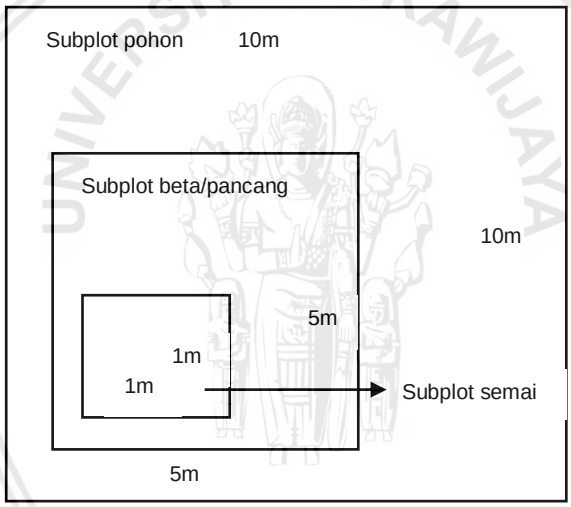
3.4 Metode Pengambilan Data

3.4.1 Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk parameter yang diukur pada setiap Stasiun yang berbeda. Pengambilan data kualitas perairan di lakukan dengna metode purposive sampling yaitu pengambilan data dengan pertimbangan-petimbangan tertentu, parameter kualitas periran yang diukur secara insitu adalah suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut (DO).

3.4.2 Pengukuran Kategori Mangrove

Pengukuran kategori mangrove meliputi kategori pohon, kategori belta, kategori semai. Pengamatan mangrove pada kategori pohon dilakukan pada transek 10 x 10 m. Tumbuhan mangrove dinyatakan pohon jika diameternya lebih dari 10 cm. Tumbuhan mangrove kategori belta dilakukan pada transek 5 x 5 m. Kriteria mangrove bisa dikategorikan kategori belta dengan tinggi tegakan 1,5 m dan dengan diameter kurang dari 10 cm. Sementara untuk pengamatan pada kategori semai dilakukan pada transek 1 x 1 m. Kriteria tumbuhan mangrove kategori semai mempunyai tinggi kurang dari 1,5 m dan diameter batang kurang dari 10 cm.

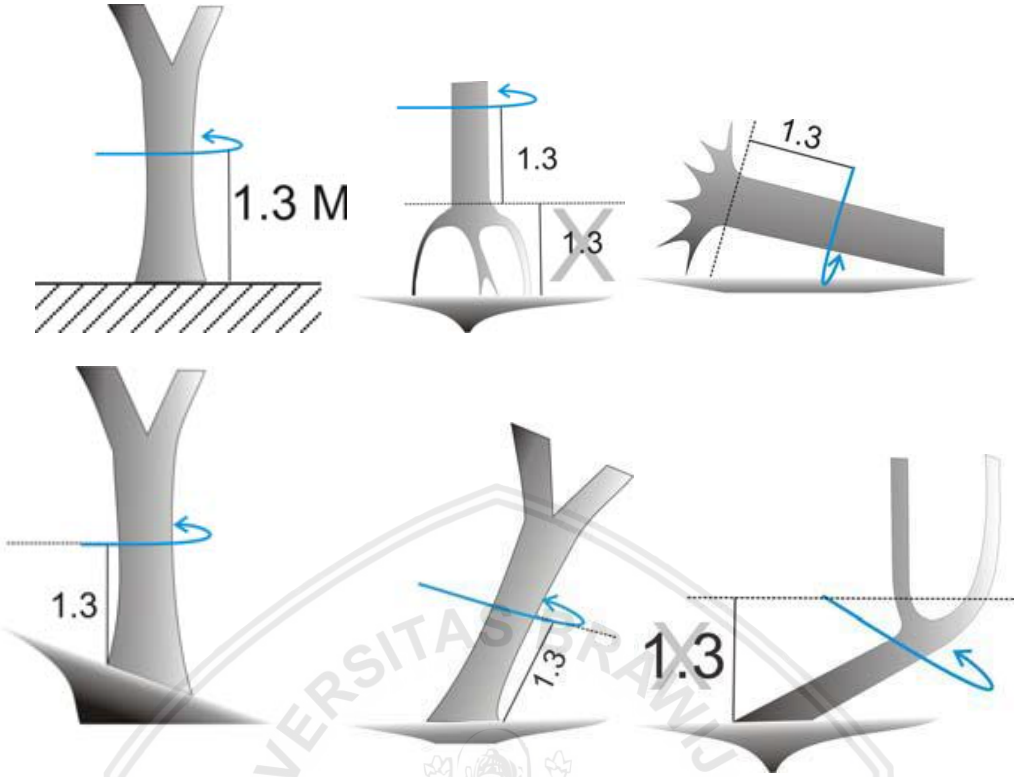


Gambar 4. Ilustrasi bentuk plot persegi
Sumber: BSNI. 2011

3.4.3 Pengukuran Biomassa pada Batang Pohon

Pengukuran biomassa pohon mangrove dilakukan dengan Metode Non *Destructive* sampling yaitu metode sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Pengukuran biomassa dapat memberikan informasi tentang nutrisi dan persediaan karbon dalam tumbuhan secara keseluruhan atau jumlah bagian tertentu (Hairiah *et al,* 2011). Kandungan karbon diakumulasi dalam biomassa atas dan bawah permukaan tanah. Metode pengukuran dilakukan dengan mengukur diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa. Pengukuran ini dilakukan di plot 10 x 10 m. Pengukuran DBH (*Diameter at Breast Height*) dilakukan pada ketinggian 1.3 m dari permukaan tanah. Pengukuran DBH dilakukan hanya pada pohon berdiameter > 5 cm dengan meletakkan tongkat kayu ukuran panjang 1.3 m, diletakkan tegak lurus permukaan tanah di dekat pohon yang akan diukur (Imiliyana *et al,* 2011).

Lilitkan pita pengukur pada batang pohon, dengan posisi pita sejajar untuk semua arah, sehingga data yang diperoleh adalah lingkar atau keliling batang bukan diameter. Pengukuran diameter khusus untuk pohon-pohon yang batangnya rendah dan bercabang banyak. Di lapangan terkadang dijumpai beberapa penyimpangan kondisi percabangan pohon atau permukaan batang pohon yang bergelombang atau adanya banir pohon, sehingga penentuan pengukuran DBH dapat dilakukan seperti gambar berikut



Gambar 5. Cara Pengukuran DBH Batang Pohon

Sumber : Sutaryo, 2009

3.4.4 Pengambilan Sampel Serasah

Pengambilan sampel serasah menggunakan metode pengumpulan. Pengukuran stok karbon dapat diketahui dengan menggunakan AGC (*Above Ground Carbon*) yaitu cadangan karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah termasuk yang tersimpan pada serasah. Pengambilan sampel serasah dilakukan dalam plot 1 x 1 m untuk mengetahui seberapa besar stok karbon pada serasah (Dharmawan, 2014). Berikut adalah langkah-langkah pengambilan sampel serasah:

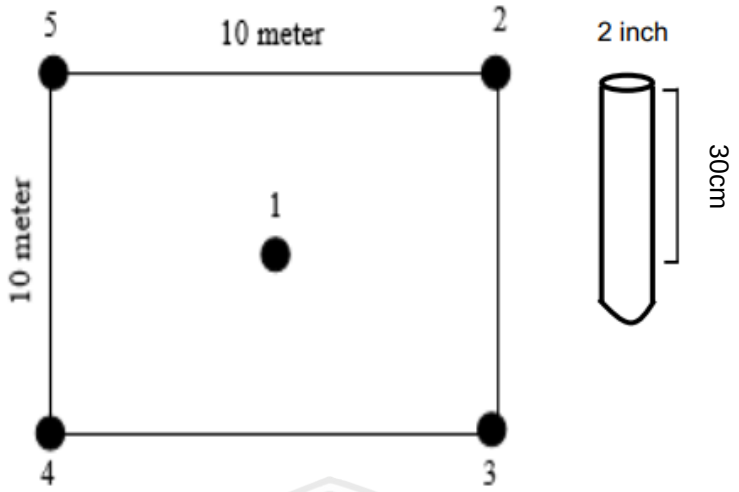
a. Mengumpulkan sampel serasah pada plot pengukuran.
b. Menimbang berat total serasah.
c. Memisahkan dan ambil sebanyak 300gr untuk ditimbang sebagai berat contoh.

d. Melakukan pengeringan dengan menggunakan oven terhadap contoh serasah pada kisaran suhu 70° - 85° C
e. Menimbang berat kering serasah.
f. Melakukan analisis kandungan karbon organik.

3.4.5 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sedimen mangrove dilakukan secara vertikal dengan kedalaman mencapai 30 cm, mengunakan pipa paralon (PVC) dengan diameter 5 cm. Pengambilan sampel dilakukan pada lima titik dari setiap plot secara komposit dengan interval 30 cm (Gambar 6). Lebih lanjutnya langkah pengambilan sampel sedimen adalah, sebagai berikut:

a. Mencampurkan tanah sesuai dengan kedalaman dari lima titik secara komposit.
b. Mengambil contoh tanah dari pipa parolon dan timbang berat basahnya
c. Mengeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 1×24 jam hingga benar-benar kering
d. Menimbang contoh tanah dan catat berat keringnya
e. Menganalisis berat jenis sedimen (*bulk density*) dan kandungan karbon sedimen
f. Melakukan analisis karbon organik dilaboratorium



Gambar 6. Ilustrasi titik pengambilan sampel sedimen

Sumber: Manuri *et al,* 2011

3.5 Metode Analisis Data

3.5.1 Analisis Indeks Nilai Penting Jenis Mangrove

Untuk menemukan indeks nilai penting (INP) jenis mangrove, yang digunakan untuk menentukan tingkat dominansi suatu jenis mangrove serta memberikan gambaran pengaruh dan peranan suatu jenis mangrove dalam komunitas mangrove. Indeks nilai penting dapat diketahui dengan mengunakan rumus sebagai berikut:

$$INP = Kerapatan\ Relatif\ (KR) + Frekuensi\ Relatif\ (FR) + Dominansi\ \text{R}elatif\ (\text{DR})$$

Dimana, dengan keterangan:

$$\text{Kerapatan (batang/ha)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak}}$$

$$\text{Kerapatan relatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah petak terisi suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak}}$$

$$\text{Frekuensi relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi (m/ha)} = \frac{\text{Luas bidang dasar area suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak}}$$

$$\text{Dominansi relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

3.5.2 Analisis Biomassa Karbon Atas Permukaan Mangrove Hidup

Penghitungan biomassa karbon pada vegetasi mangrove dengan metode non-*destrcutive* dapat dilakukan dengan bantuan persamaan allometrik yang telah dikembangkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Menghitung nilai biomassa menggunakan persamaan allometrik dibutuhkan data DBH, tinggi pohon, atau berat jenis pohon untuk dimasukkan dalam rumus persamaan allometrik yang telah ada (Tabel 4).

Tabel 4. Persamaan Allometri untuk Pelbagai Jenis Mangrove

No.	Spesies	Persamaan Allometrik	Sumber
1.	*Avicenia marina*	0,308 x DBH2,11	Komiyama (2008)
2.	*Rhizophora mucronata*	0,1466 x DBH2,3136	Dharmawan(2014)
3.	*Sonneratia alba*	0,251 x 0,6443 x DBH2,46	Komiyama (2008)
4.	*Rhizophora apiculata*	0,235 x DBH2,42	Komiyama (2008)
5.	*Rhyzopora stylosa*	0,251 x 0,9400 x DBH2,46	Komiyama (2008)
6.	*Ceriops tagal*	0,251 x 0,8859 x DBH2,46	Komiyama (2008)
7.	*Osbornia octodonta*	0,251 x 0,9475 x DBH2,46	Komiyama (2008)

3.5.3 Analisis Simpanan Karbon Atas Permukaan Mangrove Hidup

Setelah mendapatkan nilai biomassa tegakkan, maka untuk mengetahui estimasi karbon tersimpan dapat menggunakan rumus dari Badan Standarisasi Nasional (2011), tentang pengukuran dan penghitungan cadangan karbon (SNI 7724: ICS 65.020), sebagai berikut:

$$Stok\ Karbon = Biomassa\ tegakan \times \%\ C\ organik$$

Keterangan:

Biomassa = total berat kering atau total biomassa bahan organik (kg)

% C organik = nilai presentasi karbon sebesar 0.47

Selanjutnya untuk mengetahui serapan karbondioksida diatmosfer bagian atas permukaan, dapat menggunakan rumus yang digunakan oleh Heriyanto dan Subiandono (2012), sebagai berikut:

$$CO_2 = Mr\ CO_2 / Ar\ C \times Stok\ karbon$$

Keterangan:

Mr CO_2 = Massa molekul relatif senyawa CO_2 (44)

Ar C = Massa atom relatif (12)

3.5.4 Analisis Biomassa dan Stok Karbon Pada Serasah

Sampel serasah yang telah diambil di lokasi penelitian lalu dilanjutkan dengan diteliti di laboratorium penelitian, sampel dibersihkan terlebih dahulu kemudian dioven dengan suhu panas 60º (Dharmawan, 2014). Stok karbon yang terdapat pada serasah (Csr) digolongkan sebagai (AGC) (*Above Ground Carbon*) yang diduga sebanyak 45% dari nilai Wsr (Kauffman *et al,* 2012).

Tabel 5. Persamaan Allometri Biomassa Serasah dan Stok Karbon

Csr = 45% * Wsr
Keterangan: Wsr = Biomassa serasah Csr = Stok karbon pada serasah

3.5.5 Analisis Perhitungan Stok Karbon Sedimen

Sampel sedimen yang didapat dari lapangan kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk diolah agar mengetahui kandungan karbon organiknya dengan menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI). Adapun langkah-langkah analisis LOI yang mengacu dari Howard *et al,* (2014), dijelaskan sebagai berikut:

1. Menempatkan sampel sedimen pada cawan aluminium (sebelumnya sudah ditimbang berat cawan).
2. Melakukan pengovenan sampel sedimen pada cawan dengan suhu 100°C dengan waktu 24 jam.
3. Menghaluskan sampel kering dengan mortal dan alu hingga menjadi homogen, kemudian dibungkus sampel kedalam plastik.
4. Mengambil sampel yang sudah kering dan halus lalu letakkan pada cawan porcelen sebagai (W1).
5. Memasukan sampel kedalam oven *furnace* dan dibakar dengan suhu 450°C selama 4 jam agar karbon pada sedimen terbakar secara sempurna, kemudian ditimbang kembali sebagai (W2).

Selanjutnya melakukan penghitungan dan analisis kandungan karbon pada sedimen dengan mencari nilai berat jenis sedimen (*bulk density*) dengan menggunakan rumus, berikut:

$$\mathrm{BD} = \frac{\text{Berat Kering}}{\text{Volume Sampel}}$$

Keterangan:

BD = Berat jenis (*Bulk density*) (g/cm^3)

Berat kering = contoh sampel (g)

Volume sampel = berat basah sampel kedalaman tertentu (cm^3)

Kemudian menghitung presentase karbon organik dengan rumus sebagai berikut:

$$\%\mathrm{LOI} = \frac{(\mathrm{W1} - \mathrm{W2})}{\mathrm{W1}}$$

Saat peroses pembakaran pada *furnace*, bahan organik yang terbakar tidak hanya karbon saja, maka dari itu perlu dilakukan koreksi menggunakan rumus perbandingan %LOI dan %C organik ,sebagai berikut:

$$\%C = 0.415 \times \%LOI + 2.89$$

Selanjutnya bisa dilakukan penghitungan karbon dengan rumus berikut:

$$Ct = Kd \times \rho \times \% C$$

Keterangan:

Ct = Kandungan karbon sedimen (g/cm^3)

Kd = kedalaman contoh sampel sedimen (cm)

ρ = Berat jenis (*bulk density*) (g/cm^3)

% C Organik = nilai presentasi karbon (hasil laboratorium)

3.5.6 Analisis Penghitungan Simpanan Karbon Total

Analisis terakhir yakni untuk mendapatkan nilai karbon total dalam wilayah penelitian, Dengan menjumlahkan masing-masing nilai karbon tersimpan dari setiap sumber karbon yang diamati. Mengacu dari apa yang dituliskan oleh Manuri *et al,* (2011), mengenai tiga kategori utama sumber karbon yang penting untuk dihitung, yaitu biomasa tegakan, bahan organik mati atau nekromasa, dan tanah. Untuk kepentingan kegiatan pengelolaan hutan mangrove, penghitungan total simpanan karbon dapat dilakukan dengan menjumlah sumber karbon menggunnakan rumus, sebagai berikut:

$$C\ total = \ biomasa\ tegakan + C\ \text{serasah} + C\ tanah$$

Dimana dalam penelitian ini sumber karbon biomassa tegakan diwakili oleh atas permukaan mangrove hidup, sumber karbon nekromasa diwakili oleh serasah, dan sumber karbon tanah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Perairan

Parameter perairan di daerah hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya penting untuk diketahui karena sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetasi mangrove yang ada. Pengukuran parameter perairan meliputi salinitas, suhu, kecerahan, pH dan DO (Oksigen terlarut). Nilai parameter kualitas air yang diperoleh disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter Air	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Suhu	30	29	28	31	30	29,6
Salinitas	32	31	29	25	22	28,1
pH	7,8	7,7	7,8	7,7	7,9	7,8
DO	5,0	5,1	5,2	5,5	5,8	5,32

Tabel 6 menunjukkan nilai suhu berkisar antara 28^0C – 31^0C dengan nilai rata – rata $29,6^0$C sehingga mangrove di Gunung Anyar tergolong memiliki pertumbuhan baik karena suhu optimal untuk mangrove berkisar pada 25^0C – 30^0C (Poedjirahajoe *et al,* 2016). Untuk salinitas memilki nilai 22 ppt – 32 ppt dengan rata – rata 28,1 ppt, mangrove dapat hidup di salinitas yang tinggi karena memilki kemampuan adaptasi pada perakaranya. Untuk pH memiliki nilai 7,7 – 7,9 dengan nilai rata – rata 7,8, ekosistem mangrove memilki pH yang netral atau cenderung sedikit asam hal ini dikarenakan keberadaan bakteri oksidasi sulfur dan juga keberadaan lumpur yang cenderung bersifat asam. Kisaran pH air antara 6 – 8,5 sangat sesuai untuk pertumbuhan mangrove. Keberadaan vegetasi mangrove juga sangat berkaitan dengan derajat keasaman (pH) dan bahan organik total dalam sedimen (Mulya, 2002).

Untuk DO memiliki nilai 5 – 5,8 mg/L dengan nilai rata-rata 5,32 mg/L. Mangrove memilki nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yang tinggi dikarenakan aktifitas bakteri aerob sehingga kawasan mangrove memiliki DO yang cenderung rendah (Mitra, 2018).

Salinitas yang tinggi juga berpengaruh terhadap oksigen terlarut diperairan, hal ini dapat diketahui dari hasil penelitian yang ada bahwa nilai DO terbilang rendah, sesuai dengan pernyataan Salmin (2005), bahwa semakin tinggi salinitas maka akan menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan.

Dalam penelitian ini kualitas parameter perairan memang tidak secara langsung mempengaruhi kemampuan serapan dan simpanan karbon dari mangrove tetapi mempengaruhi pertumbuhan dari vegetasi mangrove yang ada sehingga kondisi parameter perairan yang normal atau sesuai untuk mangrove tumbuh akan membuat mangrove tumbuh secara optimal, ketika mangrove dapat tumbuh dengan optimal berarti mangrove tersebut dapat melakukan kemampuan menyerap dan menyimpan karbon dengan optimal pula, karenanya parameter perairan lebih mempengaruhi vegetasi mangrove dalam melakukan adaptasi pertumbuhan (Sofyan *et al*, 2016).

4.2 Komposisi Vegetasi Mangrove

Beberapa jenis pohon mangrove yang berhasil ditemukan saat penelitian berlangsung berjumlah tiga jenis. Tiga jenis tersebut adalah *Rhizophora mucronata, Sonneratia alba,* dan *Avicennia marina.* Jenis mangrove dapat diidentifikasi dari bentuk daun, akar, dan buah dari masing-masing jenis mangrove yang ditemukan (Tabel 7). *Avicennia marina* merupakan tumbuhan pionir dan berakar nafas yang dapat membantu mempercepat proses pembentukan tanah. *Rhizophora mucronata* memiliki akar tunjang dan tumbuh di daerah yang jauh dari

pasang surut. Hal ini yang membuat mangrove jenis *Rhizoporaceae* lebih banyak ditemukan di daerah aliran sungai. Sedangkan *Sonneratia alba* memiliki akar nafas tetapi tidak toleran terhadap air tawar hal ini yang menjadikan zonasinya berada di paling depan yaitu langsung terkena air laut.

Tabel 7. Identifikasi Jenis Mangrove

Jenis Mangrove	Foto Hasil Lapang	Gambar Literatur
Sonneratia alba Kingdom : *Plantae* Divisi : Tracheophyta Kelas : *Magnoliopsida* Ordo : *Myrtales* Family : *Lythraceae* Genus : *Sonneratia* (Marine Species, 2019)	 	 Noor *et al,* (2006)
Rhizophora mucronata Kingdom : *Plantae* Divisi : *Magnoliophyta* Kelas : *Magnoliopsida* Ordo : *Malpoghiales* Familiy : *Rhizoporaceae* Genus : *Rhizophora* (Marine Species, 2019)	 	 Noor *et al,* (2006)
Avicennia marina *Kingdom : Plantae* *Divisi : Tracheophyta* *Kelas : Magnoliopsida* *Ordo : Lamiales* *Family : Acanthaceae* *Genus : Avicennia* *(Marine Species, 2019)*	 	 Noor *et al,* (2006)

4.2.1 Kerapatan Mangrove

Kerapatan jenis mangrove adalah jumlah tegakan suatu jenis mangrove dalam satu area yang diamati (Tabel 8) untuk menunjukkan berapa banyak jumlah individu dalam luasan area tertentu.

Tabel 8. Data Kerapatan Mangrove

Jenis Spesies	Stasiun									
	1		2		3		4		5	
	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR
Sonneratia alba	67	18	67	18	0	0	0	0	0	0
Rhizophora mucronata	0	0	267	77	67	12	567	85	967	100
Avicennia marina	300	82	300	82	500	88	100	15	0	0
Total	**367**	**100**	**633**	**100**	**567**	**100**	**667**	**100**	**967**	**100**

Keterangan : K (Kerapatan ind/ha), KR (Kerapatan Relatif %)

Dari data yang diperoleh (Tabel 8) diketahui masing-masing stasiun memiliki kerapatan yang berbeda-beda. Untuk stasiun dengan kerapatan tertinggi dimiliki oleh stasiun 5 dengan angka 967 ind/ha. Sedangkan kerapatan terendah untuk tingkat pohon berada pada Stasiun 1 dengan angka 367 ind/ha. Jenis mangrove *Rhizophora mucronata* merupakan jenis mangrove yang memiliki kerapatan rata-rata tertinggi dengan nilai 373 ind/ha, hal ini dikarenakan jenis ini ditemukan hampir disemua stasiun pengamatan dan hampir dijumpai disemua area zonasi mangrove. Secara keseluruhan kondisi kerapatan hutan mangrove di Gunung Anyar Surabaya termasuk dalam kategori sedikit jika mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 21 tahun 2004 (Tabel 9).

Tabel 9. Kriteria baku mutu kerapatan mangrove

Kriteria	Kerapatan (Pohon/ha)	Dominansi (%)
Sangat Padat	>1500	>100
Sedang	>1000 - <1500	>50 - <70
Sedikit	<1000	<50

Sumber : Kepmen LH No. 21 tahun 2004.

4.2.2 Frekuensi Mangrove

Frekuensi jenis merupakan kemungkinan peluang ditemukannya jenis mangrove, dalam petak transek yang diamati. Nilai frekuensi tersebut didapatkan dari hasil olah data yang berasal jumlah plot yang ditemukan pada lampiran data mangrove, dengan menghitung jumlah plot suatu jenis dibagi dengan plot yang ada. Hasil perhitungan frekuensi jenis dan frekuensi related jenis mangrove kelas pohon dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Data Frekuensi Mangrove

Jenis Spesies	**Stasiun**									
	1		**2**		**3**		**4**		**5**	
	F	**FR**	**F**	**FR**	**F**	**FR**	**F**	**FR**	**F**	**FR**
Sonneratia alba	0,3	33	0,3	33	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Rhizophora mucronata	0,0	0	0,3	33	0,3	33	0,7	67	1	100
Avicennia marina	0,7	67	0,3	33	1,0	67	0,3	33	0,0	0
Total	**1**	**100**	**1**	**100**	**1.3**	**100**	**1**	**100**	**1**	**100**

Keterangan : F (Frekuensi), FR (Frekuensi Relatif %)

Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa dari kelima stasiun yang ada hanya jenis *Rhizophora mucronata* yang ditemukan di empat stasiun dengan nilai frekuensi relatif tertinggi yaitu 100%. Frekuensi mangrove dipengaruhi oleh nilai petak dimana spesies ditemukan. Hal ini sesuai dengan penelitian Parmadi *et al,* (2016), dimana jenis frekuensi mangrove yang memilki nilai frekuensi tinggi di pengaruhi oleh kondisi substrat lokasi ditemukannya spesies mangrove.

4.2.3 Dominansi Mangrove

Penutupan suatu area atau biasa yang disebut dengan dominansi area dapat peroleh dari perhitungan nilai basal area di bagi dengan luas transek kuadran. Basal area digunakan untuk mengetahui seberapa besar tutupan lahan yang ada disuatu area berdasarkan jenis mangrove. Nilai basal tersebut berasal dari penjumlahan luas lingkaran batang pada kategori pohon yang dapat dilihat pada tabel 11 berikut :

Tabel 11. Data Dominansi Mangrove

Jenis Spesies	Stasiun									
	1		2		3		4		5	
	D	DR	D	DR	D	DR	D	DR	D	DR
Sonneratia alba	1035	86	1227	87	0	0	0	0	0	0
Rhizophora mucronata	0	0	35	2	21	10	24	37	137	100
Avicennia marina	168	14	149	11	191	90	40	63	0	0
Total	**1203**	**100**	**1411**	**100**	**212**	**100**	**64**	**100**	**137**	**100**

Keterangan : D (Dominansi m^2/ha), DR (Dominansi Relatif %)

Dari tabel di atas, didapatkan nilai dominasi tersebut tertinggi pada kategori pohon adalah mangrove jenis *Sonneratia alba* yang terletak di stasiun 1 dengan nilai dominansi sebesar 1035 m^2/ha dan stasiun 2 dengan nilai dominansi sebesar 1227 m^2/ha. Pada ekosistem mangrove Gunung Anyar Surabaya mangrove jenis ini memliki diameter yang cukup besar sehingga mampu mendominasi suatu area tersebut. Semakin besar ukuran batang mangrove, maka jenis tersebut mendominasi area (Hotden *et al,* 2014). Rendahnya nilai dominansi dapat disebabkan karena seragamnya kondisi jenis mangrove sehingga tidak ada yang mendominansi pada area tersebut (Purwiyanto *et al,* 2018).

4.2.4 Indeks Nilai Penting

Indeksi Nilai Penting mangrove merupakan hasil dari peran dan penting suatu jenis mangrove terhadap ekosistem atau lingkungannya. Indeks nilai penting mangrove didapatkan dari penjumlahan kerapatan relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif. Indeks Nilai Penting dilambangkan dengan presentase suatu jenis mangrove terhadap jenis mangrove lainnya.

Tabel 12. Indeks Nilai Penting Mangrove

Jenis Spesies	Indeks Nilai Penting (%)				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Sonneratia alba	138	131	0	0	0
Rhizophora mucronata	0	78	47	203	300
Avicennia marina	162	91	253	97	0
Total	**300**	**300**	**300**	**300**	**300**

Berdasarkan hasil analisis indeks nilai penting mangrove (Tabel 12), didapatkan bahwa jenis *Rhizophora mucronata* merupakan jenis yang memiliki peranan penting pada ekosistem hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya. Nilai presentase *Rhizophora mucronata* mencapai rata-rata 126%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jenis *Rhizophora mucronata* memiliki kemampuan adaptasi pertumbuhan yang cukup tinggi di wilayah ekosistem hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya, baik beradaptasi secara fisik dan biologi.

Hasil dari Indeks Nilai Penting tiap jenis mangrove pada umumnya mempunyai nilai yang berbeda – beda. Perbedaan tersebut dikarenakan adanya tiap jenis tersebut mendapatkan perbedaan *supply* unsur hara dan juga sinar cahaya matahari. Selain itu, faktor lain dari perbedaan kerapatan pada vegetasi mangrove adalah jenis substrat dan pasang surut air laut sehingga akan berpengaruh pada Indeks Nilai Penting (Parmadi *et al,* 2016).

4.3 Karakteristik Sedimen

Tempat pengambilan sampel sedimen mengikuti tempat penelitian pada mangrove yaitu lima lokasi Stasiun. Pada Tabel 13 merupakan hasil pengukuran butir sedimen dari setiap stasiun setelah dilakukan analisis hidrometer. Analisis hidrometer dilakukan untuk mengetahui ukuran butir tanah yang memilki kecenderungan berbutir lanau sampai lempung.

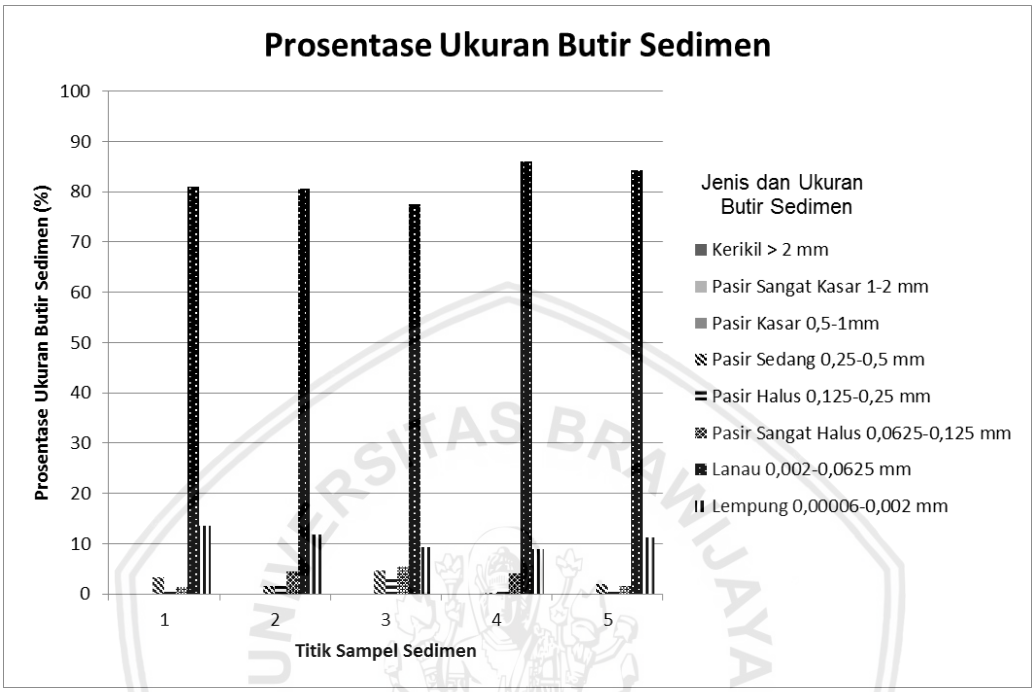
Tabel 13. Prosentase Ukuran Butir Sedimen

Jenis Partikel	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Kerikil > 2 mm	0	0	0	0	0
Pasir Sangat Kasar 1-2 mm	0	0	0	0	0
Pasir Kasar 0,5-1mm	0	0	0	0	0
Pasir Sedang 0,25-0,5 mm	3,260	1,660	4,600	0,170	2,000
Pasir Halus 0,125-0,25 mm	0,700	1,520	3,200	0,840	0,800
Pasir Sangat Halus 0,0625-0,125 mm	1,400	4,400	5,400	4,000	1,600
Lanau 0,002-0,0625 mm	81,023	80,681	77,527	85,994	84,290
Lempung 0,00006-0,002 mm	13,617	11,739	9,273	8,996	11,310

Pada Tabel 13 diketahui jenis sedimen yang mendominasi di tiap stasiun. Pada Stasiun 1 didominasi oleh sedimen jenis lanau dengan persentase sebesar 81,023%. Pada Stasiun 2 memiliki sedimen berdominasi jenis lanau dengan persentase sebesar 80,681%. Stasiun 3 memiliki sedimen yang sedikit beragam dengan jenis pasir sangat halus cukup besar dibandingkan dengan stasiun lain yaitu 5,4% dan didominasi oleh sedimen jenis lanau dengan prosentase sebesar 77,527%. Pada stasiun 4 persentase ukuran butir sedimen memiliki nilai dominasi lanau yang paling tinggi yaitu 85,994%. Sedangkan untuk stasiun 5 didominasi oleh sedimen jenis lanau dengan persentase sebesar 84,290%.

Pada Gambar 7 dapat dilihat karakteristik sedimen dengan sebagian besar karakternya adalah lanau. Hal ini dikarenakan oleh kondisi sedimen pada mangrove Gunung Anyar Surabaya yang sebagian besar merupakan jenis pasir

berlanau/lempung, dimana sedimen dengan jenis tersebut memiliki ukuran butir sedimen yang halus dan mengandung karbon organik yang lebih tinggi (Dewanti *et al*, 2016).



Gambar 7. Prosentase Ukuran Butir Sedimen

4.4 Stok Karbon Mangrove

4.4.1 Atas Permukaan Mangrove Hidup

Stok Karbon Atas Permukaan (*Above Ground Carbon*) adalah cadangan karbon yang tersimpan pada tegakan yang masih hidup. Analisis pendugaan vegetasi mangrove di atas permukaan tanah pada tingkat pohon dilakukan dengan pendekatan Allometri karena memiliki diameter batang. Diameter pohon digunakan untuk mencari nilai kandungan karbon pada mangrove. Selain stok karbon pada tegakan mangrove, juga dapat diketahui kemampuan serapan karbondioksida (CO_2) dari tegakan mangrove di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya yang dapat dilihat pada Tabel 14.

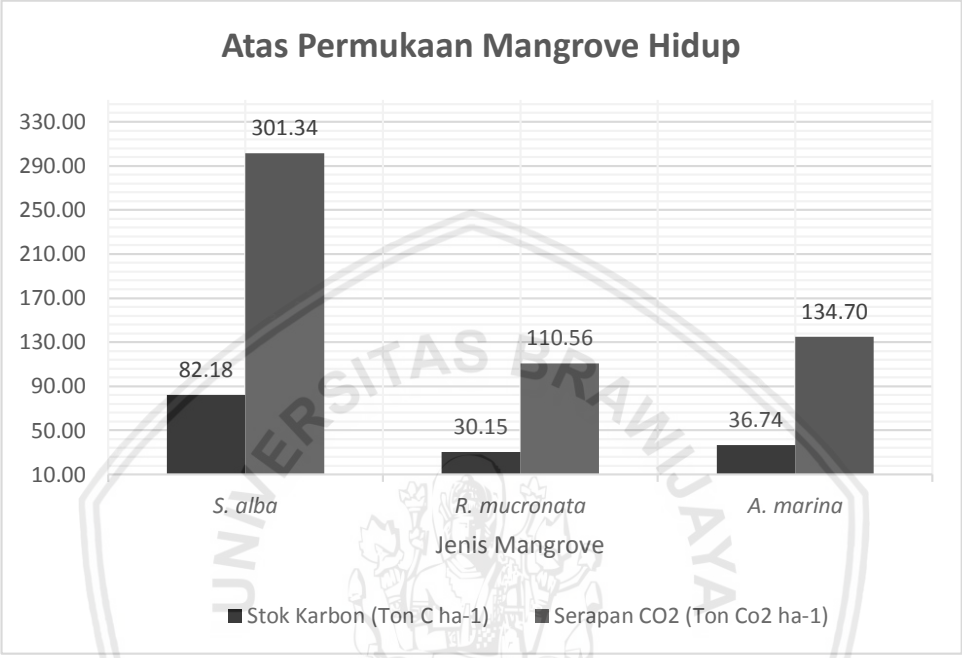
Tabel 14. Data Stok Karbon dan Serapan CO_2 atas permukaan mangrove

Stasiun	Jenis	Stok Karbon (ton C ha^{-1})	Serapan CO_2 (ton CO_2 ha^{-1})	Total Stok Karbon	Total Serapan CO_2
1	*S.alba*	139,54	511,64	77,61	284,56
	R. mucronata	-	-		
	A. marina	93,28	341,03		
2	*S.alba*	271,38	995,04	111,81	409,97
	R. mucronata	16,71	61,28		
	A. marina	47,34	171,58		
3	*S.alba*	-	-	22,52	82,56
	R. mucronata	33,46	122,67		
	A. marina	34,10	125,02		
4	*S.alba*	-	-	7,33	26,87
	R. mucronata	13,02	47,75		
	A. marina	8,97	32,87		
5	*S.alba*	-	-	29,19	107,03
	R. mucronata	87,57	321,09		
	A. marina	-	-		

Dari hasil tabel tersebut terdapat perbedaan hasil pengukuran keliling batang mangrove yang sangat berpengaruh pada tinggi rendahnya stok karbon terhadap setiap tegakkan. Hal ini dikarenakan DBH dari setiap tegakkan berbeda – beda, sehingga potensi biomassa mangrove berbanding lurus dengan cadangan karbon mangrove, dimana semakin tinggi nilai biomassa, maka semakin tinggi juga nilai karbonnya karena nilai kandungan karbon suatu bahan organik adalah 47% dari total biomassanya. Serapan karbondioksida dari tegakan mangrove juga selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai stok karbon karena karbondioksida yang diserap mangrove digunakan untuk proses metabolisme dari mangrove serta untuk bertumbuh baik secara horizontal ataupun tumbuh secara vertikal (Sofyan *et al*, 2016).

Dari hasil pengolahan data stok dan serapan karbon pada setiap jenis mangrove yang ditemukan di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya (Gambar 8) menunjukkan hasil bahwa jenis *Sonneratia alba* memiliki nilai stok dan serapan

karbon paling tinggi diantara jenis yang lain. Hal ini berbanding lurus antara serapan dan stok karbon dari tegakan setiap jenis mangrove. Semakin besar potensi nilai biomassanya maka semakain tinggi pula nilai karbonya sehingga berpotensi terhadap besarnya karbon total (Massugito *et al,* 2015).



Gambar 8. Stok karbon dan Serapan CO_2 di tiap jenis mangrove

4.4.2 Serasah

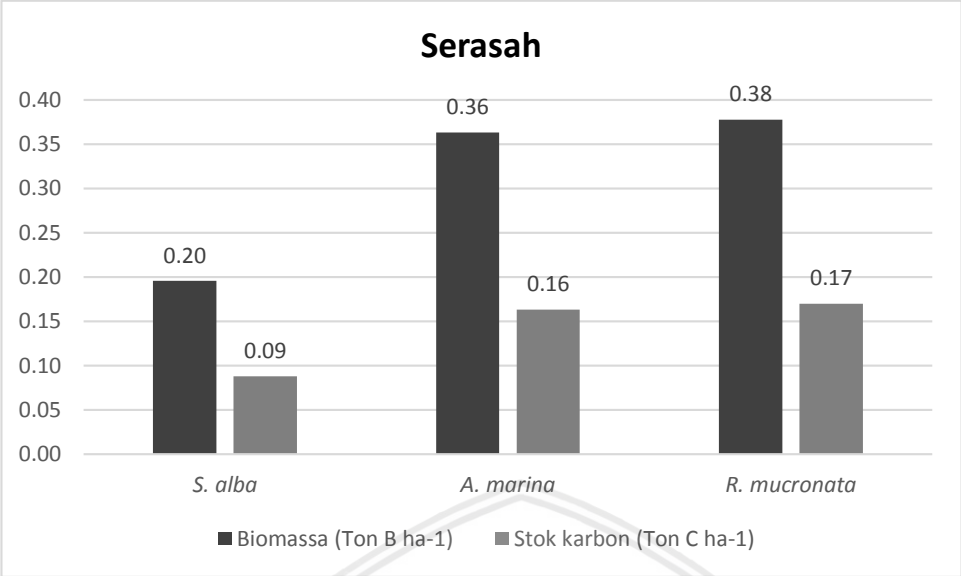
Serasah yang didominansi guguran daun mangrove diambil dari plot berukuran 1m x 1m, diambil langsung pada setiap stasiun diukur sebagai data berat basah. Estimasi stok karbon pada serasah mangrove didapatkan dari berat kering atau biomassanya, kemudian diukur nilai kandungan karbonnya yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Data Stok Karbon Serasah Mangrove

Stasiun	Jenis	Biomassa	Stok Karbon (ton C ha^{-1})	Jumlah Stok Karbon (ton C ha^{-1})
1	*S. alba*	0,095	0,043	0,113
	A. marina	0,081	0,036	
	R. muconata	0,076	0,034	
2	*S. alba*	0,050	0,023	0,063
	A. marina	0,045	0,020	
	R. muconata	0,044	0,020	
3	*S. alba*	0,050	0,023	0,056
	A. marina	0,033	0,015	
	R. muconata	0,042	0,019	
4	*S. alba*	-	-	0,066
	A. marina	0,062	0,028	
	R. muconata	0,084	0,038	
5	*S. alba*	-	-	0,123
	A. marina	0,142	0,064	
	R. muconata	0,132	0,059	

Dari Tabel 16 dapat diketahui bahwa dari kelima stasiun pengamatan yang ada, hampir seluruh stasiun didapatkan serasah dari keluarga *Rhizophoraceae* dimana stok karbon serasah paling tinggi berada di stasiun 5 yaitu sebesar 0,123 ton C ha^{-1}. Hal ini menjadi salah satu faktor utama dimana serasah dari jenis *Rhizophora mucronata* lebih banyak diproduksi. Selain itu rata-rata nilai kerapatan dari *Rhizophoraceae* pada penelitian ini juga cukup tinggi.

Serasah dari jenis *Rhizophora mucronata* memiliki stok karbon paling tinggi diantara jenis yang lain yaitu sebesar 0,17 ton C ha^{-1} (Gambar 9). Produksi serasah dari keluarga *Rhizophoraceae* yang cukup tinggi dibanding jenis lainnya sesuai dengan apa yang dikatakan oleh Aida *et al,* (2014), bahwa kerapatan pohon berbanding lurus dengan produksi serasah.

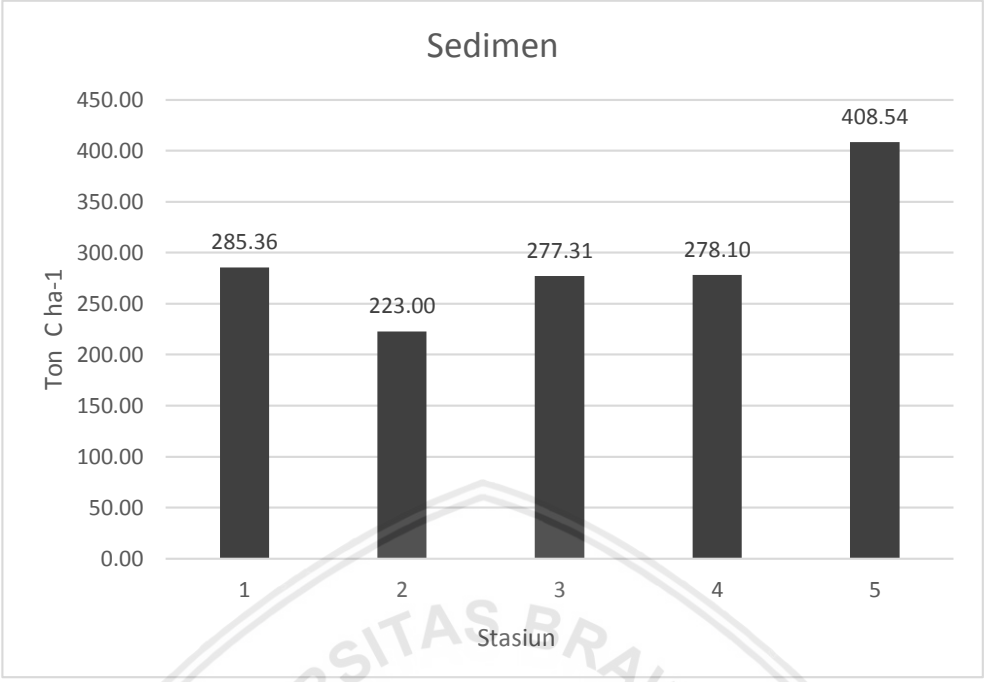


Gambar 9. Stok karbon serasah pada tiap jenis mangrove

4.4.3 Sedimen

Stok karbon yang terdapat pada sedimen di hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya diperoleh dari pengambilan sampel dengan interval kedalaman 30cm. Dari grafik yang tersaji pada Gambar 10, menunjukkan bahwa rata-rata stok karbon sedimen dari stasiun 1 sebesar 285,36 ton C ha^{-1}, stasiun 2 sebesar 223,00 ton C ha^{-1}, stasiun 3 sebesar 277,31 ton C ha^{-1}, stasiun 4 sebesar 278,10 ton C ha^{-1} dan stasiun 5 sebesar 408,54 ton C ha^{-1}. Jadi total stok karbon pada sedimen dari semua stasiun sebesar 1472,32 ton C ha^{-1}.

Kerapatan pohon mangrove juga mempengaruhi kekayaan sedimen akan karbon, hal ini disebabkan oleh kepadatan akar-akar mangrove yang ada di dalam sedimen juga melepaskan senyawa organik (Lestari, 2016). Hasil ini didukung dengan pernyataan dari As'adi *et al,* (2017), bahwa sedimen di hutan mangrove bagian lebih dalam meyimpan lebih banyak karbon organik jika dibandingkan dengan sedimen bagian permukaan itu sendiri.



Gambar 10. Stok karbon pada sedimen hutan mangrove

4.5 Total Stok Karbon

Stok karbon total dari ekosistem hutan mangrove Gunung Anyar Surabaya, didapat dengan menjumlahkan stok karbon yang ada pada seluruh sumber karbon hasil penelitian (atas permukaan, serasah, dan sedimen). Pada Tabel 16 dapat diketahui total stok karbon dari masing-masing stasiun lokasi pengambilan data yang bersumber dari atas permukaan, serasah dan sedimen.

Tabel 16. Total stok karbon ekosistem hutan mangrove Gunung Anyar

Sumber Karbon	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
Atas Permukaan (ton C ha^{-1})	77,61	111,81	22,52	7,33	29,19
Serasah (ton C ha^{-1})	0,113	0,063	0,056	0,066	0,123
Sedimen (ton C ha^{-1})	285,36	223,00	277,31	278,10	408,54
TOTAL (ton C ha^{-1})	**363,08**	**334,86**	**299,90**	**285,50**	**437,85**

Sesuai dengan hasil pada Tabel 16 bahwa kondisi dari setiap stasiun cukup terlihat berbeda secara signifikan. Stok karbon tertinggi dimiliki oleh Stasiun 5 dengan total stok karbon 437,85 ton C ha^{-1}. Hal ini bisa disebabkan karena kondisi fisik lokasi, jenis sedimen dan kondisi dari mangrove itu sendiri serta nilai kerapatannya. Stasiun 5 memiliki nilai kerapatan paling tinggi diantara stasiun lainnya. Didukung juga oleh hasil stok karbon sedimen di Stasiun 5 juga lebih tinggi dari stasiun lainnya. Hal ini saling berhubungan dari nilai kerapatan mangrove yang tinggi akan memengaruhi kekayaan sedimen akan karbon karena kepadatan akar-akar mangrove bagian dalam lebih banyak menyimpan karbon organik.

Sebagian besar hasil stok karbon disumbang dari sedimen. Hal ini sesuai dengan yang dituliskan oleh Howard *et al*, (2014), bahwa sejauh ini tanah memang lebih dominan dalam penyimpanan karbon. Estimasi stok karbon ekosistem hutan mangrove dari Stasiun 1 sampai Stasiun 5 yaitu sebesar 1721,18 ton C ha^{-1}. Sedangkan estimasi untuk total keseluruhan stok karbon hutan mangrove Gunung Anyar jika dilihat melalui *Google Earth* memiliki luasan 40 ha yaitu sebesar 68.847 ton C.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari tiga jenis mangrove yang ditemukan diketahui bahwa jenis *Sonneratia alba* merupakan jenis yang memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan karbon yang tinggi dengan nilai serapan sebesar 301,34 ton CO2 ha^{-1} dan simpanan karbon sebesar 82,18 ton C ha^{-1} selanjutnya jenis *Avicennia marina* mampu menyerap 134,70 ton CO_2 ha^{-1} dan menyimpan karbon dengan nilai 36,74 ton C ha^{-1} dan terakhir yaitu jenis *Rhizophora mucronata* dengan serapan sebesar 110,56 ton CO_2 ha^{-1} dan mampu menyimpan karbon sebesar 30,15 ton C ha^{-1}.
2. Total stok karbon yang bersumber dari sedimen, serasah, dan bagian atas permukaan hidup mangrove dari lima stasiun yaitu sebesar 1721,18 ton C ha^{-1}. Sedangkan untuk total estimasi keseluruhan stok karbon hutan mangrove Gunung Anyar jika mengacu pada Google Earth yang memiliki luasan 40 ha yaitu sebesar 68.847 ton C.

5.2 Saran

Dari penelitian ini ada beberapa saran yang dapat dilakukan kedepannya, yaitu dapat membedakan stok karbon masing-masing spesies serta menghitung daya serap antar spesies. Selanjutnya perlu dilakukan perbandingkan stok karbon di lokasi penelitian dengan lokasi lain yang berdekatan.

DAFTAR PUSTAKA

Aida, G. Rusrita; Wardiatno, Yusli; Fahrudin, Achmad; dan Kamal, M. Mukhlis. 2014. Produksi serasah mangrove di pesisir Tangerang, Banten. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 19 (2): 91-97.

Ardli, E. Riyanto, 2011. Peran Hutan Mangrove Dalam Penyimpanan Karbon. Nat. Geosci. 4, 293–297. https://doi.org/10.1038/ngeo1123.

As'adi M.; Guntur; Ricky, Adam Brian; Novianti, Putri; dan Isdianto, Andik. 2017. Mangrove ecosystem c-stock of Lamongan, Indonesia and its correlation with forest age. Res. J. Chem. Environ 21 (8): 1-9.

Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2011. Standar Nasional Indonesia: Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). SNI 7724:2011. Jakarta.

Dewanti, N. Putri; Muslim; dan Prihatiningsih, W. Retno. 2016. Analisis Kandungan Karbon Organik Total (Kot) Dalam Sedimen Di Perairan Sluke Kabupaten Rembang. Jurnal Oseanografi 5 (2): 202-210.

Dharmawan, I. W., Yaya, I., Ulumudin dan Afdal. 2014. Estimasi Stok Karbon Di Komunitas Mangrove Pesisir Timur Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. Vol. 40, No.3. UPT. Loka konservasi biota Laut, Biak – LIPI.

Forest Watch Indonesia, 2009. Penghitungan Potensi Karbon Di Kawasan Hutan.

Hairiah K, Ekadinata A, Sari RR dan Rahayu S. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan. Petunjuk praktis. Edisi kedua. Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang, Indonesia.

Heriyanto. N, M., dan Subiandono, E. 2012. Komposisi Dan Struktur Tegakan, Biomassa, Dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove Di Taman Nasional Alas Purwo. Jurnal. Vol. 9 No 1 : 023-032, 2012.

Hidayatullah, M., dan Pujiono, E., 2014. Struktur Dan Komposisi Jenis Hutan Mangrove Di Golo Sepang–Kecamatan Boleng Kabupaten Manggarai Barat. Jurnal Penelit Kehutan. Wallacea 3, 151–162.

Hutabarat, Sahala dan Stewart M E. 2012. Pengantar Oseanografi.Universitas Indonesia: Jakarta.

Hotden; Khairijon; dan Isda, Mayta N. 2014. Analsis vegetasi mangrove di ekosisitem desa Tapian Nauli Kecamatan Tapian Nauli Kabupaten Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara. JOM FMIPA 1(2): 1-10.

Howard, J., hoyt, S., Pidgeon, E., Telszewski, M., 2014. Methods For Assessing Carbon Stocks and Emissions Factors In Mangroves, Tidal Salt Marshes and Seagrass Meadows.

Imiliyana, Aufa., Muryono, Mukmammad, dan Hery Purnobasuki. 2011. Estimasi Stok Karbon pada Tegakan Pohon Rhizopora stylosa di Pantai Camplong, Sampang Madura. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kamalia, T. S. Raza Dan T. Efrizal. 2013. Struktur Komunitas Hutan Mangrove Di Perairan Pesisir Kelurahan Sawang Kecamatan Kundur Barat Kabupaten Karimun. Program Studi Manjemen Sumberdaya Perairan. UMRAH.

Komiyama, A., E. Ong and S. Poungparn. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forest : a review. Aquatic Botany, 89: 128 -137.

Kauffman, J. Boone, & Daniel C. Donato. 2012. Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass, and carbon stocks in mangrove forests. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Kusmana, C. 2009. Pengelolaan Sistem Mangrove Secara Terpadu. Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Ipb, Bogor.

Kusminingrum N. 2008. Potensi Tanaman dalam Menyerap CO2 dan CO Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan : Bandung.

Lestari, Tyas Ayu. 2016. Pendugaan Simpanan Karbon Organik Ekosistem Mangrove di Areal Perangkap Sedimen-Pesisir Cagar Alam Pulau Dua Banten. TESIS. Sekolah Pasca Sarjana IPB.

Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ. Palembang.

Marine Species, 2019. www.marinespecies.org. Diakses pada tangal 27 Mei 2019.

Masugito, Syahril Nedi dan Bintal Amin. 2015. Analysis of Carbon Reserves in the Mangrove Forest Ecosystem of Kuala Indragiri Riau Province. Faculty of Fisheries and Mangrove and Marine Science. University of Riau.

Mitra, A., & Zaman, S., 2018. Basic of Marine and Estuarine Ecology. Departement of Marine Science. University Of Calcutta Kolkata, West Bengal. India.

Mubarak, A., Shofy., Diah, A. S dan Rahayu, K. 2010. Korelasi Antara Konsentrasi Oksigen Terlarut Pada Kepadatan Yang Berbeda Dengan Skoring Warna Daphnia Spp. Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan Vol. 2,No. 1.

Mulya, M. B. 2002. Keanekaragaman dan Kelimpahan Kepiting Bakau (*Scylla* sp.) di Hutan Mangrove Suaka Margasatwa Karang Gading dan Langkat Timur. Tesis. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.

Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, N.N., 2006. Panduan PengenalanMangrove di Indonesia. Wetland International Indonesia Program, Bogor Indonesia.

Parmadi, E.H., Dewiyanti, I dan Karina, S. 2016. Indeks Nilai Penting Vegetasi Mangrove Kawasan Kuala Di Kabupaten Aceh Timur. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah Vol 1, No 1 : 82-95.

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

Purwiyanto, Anna, I.S., Unthari, D.T., & Agussalim, A., 2018. Hubungan Kerapatan Mangrove Terhadap Kelimpahan Kepiting Bakau (*Scylla* sp.) dengan Penggunaan Bubu Lipat Sebagai Alat tangkap Di Sungai Bungin Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Program Studi Ilmu Kelautan. FMIPA Universitas Sriwijaya. Indonesia.

Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani K.F., 2016. Penggunaan Principal Component Analysis dalam Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Pantai Utara Pemalang. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan.

Rahmah, F., Basri, H., Sufardi, S., 2015. Potensi Karbon Tersimpan Pada Lahan Mangrove dan Tambak di Kawasan Pesisir Kota Banda Aceh. J. Manaj.Sumberd. Lahan 4, 527–534.5.

Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana* 30 (3): 21-26.

Sarwono, Jonathan. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Sutaryo, D., 2009. Penghitungan Biomassa Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. Wetl. Int. Indones. Prograe Bogor.

Sofyan, Muhammad; Mulyadi, Aras; dan Elizal. 2016. Analysis of Biomass and Carbon Stock on Mangrove Forest Ecosystem in North Coastal Area of Rupat Island Riau Province. FPIK, Universitas Riau.

Tidore, Fadli., Antonius Rumengan, Calvyn F.A. Sondak, Remy E.P. Mangindaan, Heard C.C. Runtuwene dan Silvester B. Pratasik. 2018. Estimasi Kandungan Karbon (C) Pada Serasah Daun Mangrove Di Desa Lansa, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Vol. 2, No. 1 Tahun 2018.

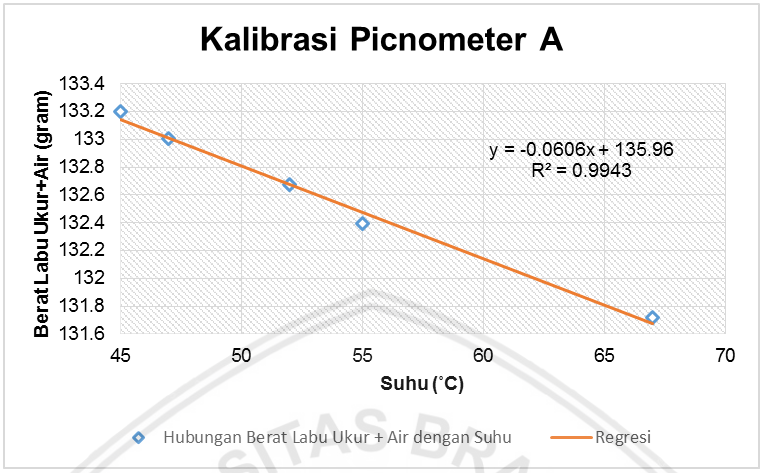
Wiarta. R, Dwi Astiani, Yuliati I, Fairus M. 2017. Perdugaan Jumlah Karbon Tersimpan Pada Tegakan Jenis Bakau (Rhizophora apiculata BL) di IUPHHK PT. Bina Ovivipari Semesta Kabupaten Kubu Raya. Jurnal Hutan Lestari. Vol 5. No 2. Hal 356-364.

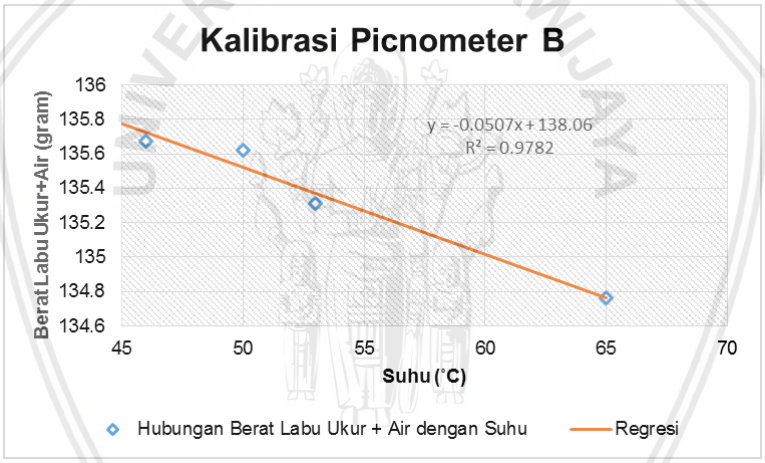
Wijayanti, H. 2007. Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos. Tesis. Universitas Diponegoro, Semarang.

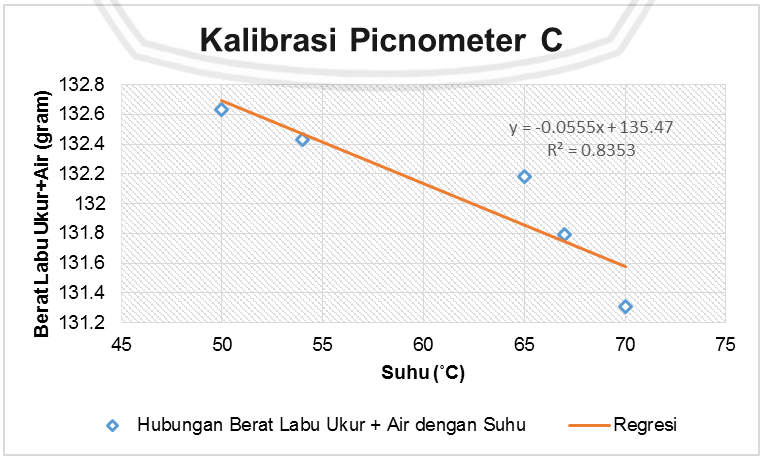
Yusuf, 2016. Analisis Perbandingan Stok Karbon pada Kawasan Mangrove Alami dan Rehabiltasi Di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara.

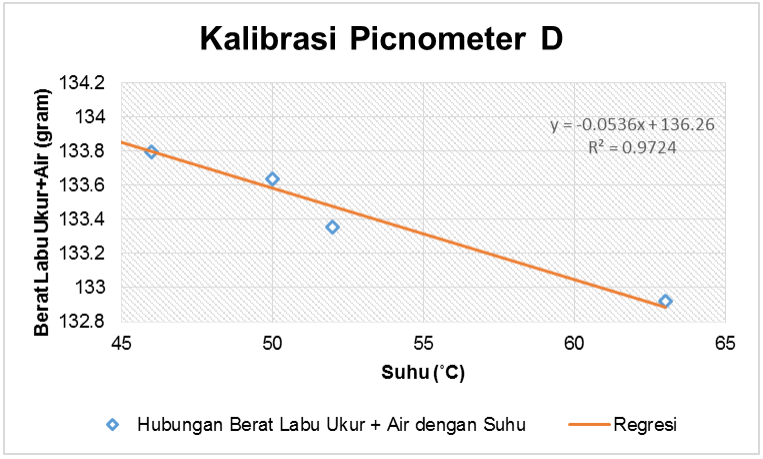
LAMPIRAN

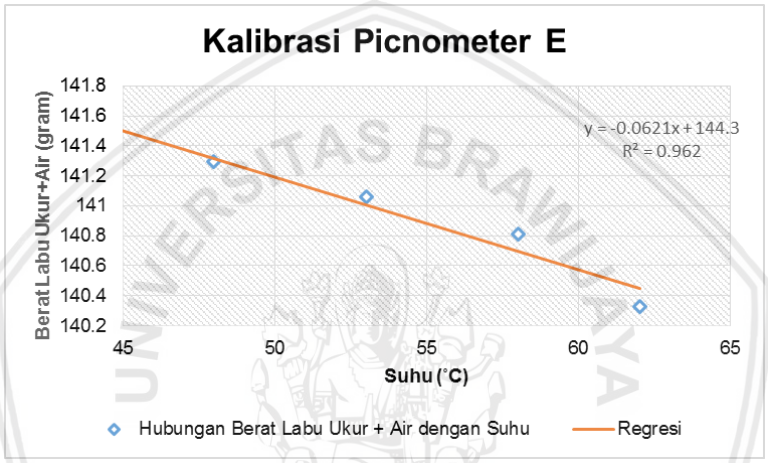
Lampiran 1. Kalibrasi Picnometer








Kalibrasi Picnometer D
Berat Labu Ukur+Air (gram)
134.2
134
133.8
133.6
133.4
133.2
133
132.8
45
50
55
60
65
Suhu (°C)
y = -0.0536x + 136.26
R² = 0.9724
Hubungan Berat Labu Ukur + Air dengan Suhu
Regresi


Kalibrasi Picnometer E
Berat Labu Ukur+Air (gram)
141.8
141.6
141.4
141.2
141
140.8
140.6
140.4
140.2
45
50
55
60
65
Suhu (°C)
y = -0.0621x + 144.3
R² = 0.962
Hubungan Berat Labu Ukur + Air dengan Suhu
Regresi

Lampiran 2. Berat Jenis Tanah

Kode Sampel	**Satuan**	**Stasiun 1**		
Kode Labu	-		A	
Berat Tanah Kering (Ws)	gram		20	
Berat Labu Ukur + Air + Tanah (W1)	gram	145,375	146,457	146,845
Suhu	(˚C)	72	61	52
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	131,597	132,263	132,809
Berat Jenis Air (Gt)	gram/cm^3	0,9767	0,9827	0,9876
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm^3	3,13961	3,38489	3,31198
Rata-rata Berat Jenis	**gram/cm^3**		**3,278**	

Kode Sampel	**Satuan**	**Stasiun 2**		
Kode Labu	-		B	
Berat Tanah Kering (Ws)	gram		20	
Berat Labu Ukur + Air + Tanah (W1)	gram	147,08	148,07	148,447
Suhu	(˚C)	71	55	46
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	134,46	135,272	135,728
Berat Jenis Air (Gt)	gram/cm^3	0,9772	0,9857	0,9898
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm^3	2,64813	2,73749	2,71893
Rata-rata Berat Jenis	**gram/c^3**		**2,701**	

Kode Sampel	**Satuan**	**Stasiun 3**		
Kode Labu	-		C	
Berat Tanah Kering (Ws)	gram		20	
Berat Labu Ukur + Air + Tanah (W1)	gram	146,209	146,931	147,362
Suhu	(˚C)	80	68	53
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	131,03	131,696	132,529
Berat Jenis Air (Gt)	gram/cm^3	0,9686	0,9789	0,9857
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm^3	4,01825	4,10871	3,81574
Rata-rata Berat Jenis	**gram/c^3**		**3,980**	

Kode Sampel	Satuan	Stasiun 4		
Kode Labu	-		D	
Berat Tanah Kering (Ws)	gram		20	
Berat Labu Ukur + Air + Tanah (W1)	gram	146,366	147,447	147,666
Suhu	(˚C)	70	56	46
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	132,508	135,159	135,752
Berat Jenis Air (Gt)	gram/cm^3	0,9778	0,9852	0,9898
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm^3	3,18398	2,55491	2,44812
Rata-rata Berat Jenis	**gram/c^3**		**2,729**	

Kode Sampel	Satuan	Stasiun 5		
Kode Labu	-		E	
Berat Tanah Kering (Ws)	gram		20	
Berat Labu Ukur + Air + Tanah (W1)	gram	153,56	154,967	155,461
Suhu	(˚C)	73	63	51
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	139,767	140,388	141,133
Berat Jenis Air (Gt)	gram/cm^3	0,9767	0,9817	0,9875
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm^3	3,14724	3,62204	3,48208
Rata-rata Berat Jenis	**gram/c^3**		**3,417**	

Lampiran 3. Hasil Uji Hidrometer

Stasiun 1										
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Pembacaan Hidrometer	Pemb, Terkoreksi	Koreksi Suhu	R	Kalibrasi	Diameter	Finner	Persentase Finner	Prosentasi mengendap terhadap contoh
0	27	1,0230	1,0240	0,01021	24	3,910	0,0000	30,937	69,063	65,362
0,5	27	1,0210	1,0220	0,01021	22	4,501	0,0306	36,692	63,308	59,915
1	27	1,0200	1,0210	0,01021	21	4,797	0,0224	39,569	60,431	57,191
2	27	1,0170	1,0180	0,01021	18	5,683	0,0172	48,202	51,798	49,021
15	27	1,0130	1,0140	0,01021	14	6,864	0,0069	59,713	40,287	38,128
30	27	1,0070	1,0080	0,01021	8	8,637	0,0055	76,979	23,021	21,787
60	27	1,0060	1,0070	0,01021	7	8,932	0,0039	79,856	20,144	19,064
120	27	1,0060	1,0070	0,01021	7	8,932	0,0028	79,856	20,144	19,064
1440	27	1,0040	1,0050	0,01021	5	9,523	0,0008	85,612	14,388	13,617

Stasiun 2										
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Pembacaan Hidrometer	Pemb, Terkoreksi	Koreksi Suhu	R	Kalibrasi	Diameter	Finner	Persentase Finner	Prosentasi mengendap terhadap contoh
0	28	1,0220	1,0230	0,01216	23	4,206	0,0000	26,965	73,035	67,499
0,5	28	1,0190	1,0200	0,01216	20	5,092	0,0388	36,492	63,508	58,695
1	28	1,0180	1,0190	0,01216	19	5,387	0,0282	39,667	60,333	55,760
2	28	1,0150	1,0160	0,01216	16	6,274	0,0215	49,193	50,807	46,956
15	28	1,0120	1,0130	0,01216	13	7,160	0,0084	58,720	41,280	38,151
30	28	1,0070	1,0080	0,01216	8	8,637	0,0065	74,597	25,403	23,478
60	28	1,0050	1,0060	0,01216	6	9,228	0,0048	80,947	19,053	17,608
120	28	1,0050	1,0060	0,01216	6	9,228	0,0034	80,947	19,053	17,608
1440	28	1,0030	1,0040	0,01216	4	9,818	0,0010	87,298	12,702	11,739

Stasiun 3										
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Pembacaan Hidrometer	Pemb, Terkoreksi	Koreksi Suhu	R	Kalibrasi	Diameter	Finner	Persentase Finner	Prosentasi mengendap terhadap contoh
0	26	1,0220	1,0230	0,00728	23	4,206	0,0000	38,568	61,432	53,323
0,5	26	1,0210	1,0220	0,00728	22	4,501	0,0218	41,239	58,761	51,004
1	26	1,0190	1,0200	0,00728	20	5,092	0,0164	46,581	53,419	46,367
2	26	1,0170	1,0180	0,00728	18	5,683	0,0123	51,923	48,077	41,731
15	26	1,0090	1,0100	0,00728	10	8,046	0,0053	73,291	26,709	23,184
30	26	1,0070	1,0080	0,00728	8	8,637	0,0039	78,632	21,368	18,547
60	26	1,0050	1,0060	0,00728	6	9,228	0,0029	83,974	16,026	13,910
120	26	1,0040	1,0050	0,00728	5	9,523	0,0020	86,645	13,355	11,592
1440	26	1,0030	1,0040	0,00728	4	9,818	0,0006	89,316	10,684	9,273

Stasiun 4										
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Pembacaan Hidrometer	Pemb, Terkoreksi	Koreksi Suhu	R	Kalibrasi	Diameter	Finner	Persentase Finner	Prosentasi mengendap terhadap contoh
0	27	1,0240	1,0250	0,01236	25	3,615	0,0000	21,082	78,918	74,965
0,5	27	1,0230	1,0240	0,01236	24	3,910	0,0346	24,238	75,762	71,966
1	27	1,0230	1,0240	0,01236	24	3,910	0,0244	24,238	75,762	71,966
2	27	1,0190	1,0200	0,01236	20	5,092	0,0197	36,865	63,135	59,972
15	27	1,0150	1,0160	0,01236	16	6,274	0,0080	49,492	50,508	47,977
30	27	1,0140	1,0150	0,01236	15	6,569	0,0058	52,649	47,351	44,979
60	27	1,0080	1,0090	0,01236	9	8,341	0,0046	71,589	28,411	26,987
120	27	1,0050	1,0060	0,01236	6	9,228	0,0034	81,060	18,940	17,991
1440	27	1,0020	1,0030	0,01236	3	10,114	0,0010	90,530	9,470	8,996

repository.ub.ac.id

Stasiun 5										
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Pembacaan Hidrometer	Pemb, Terkoreksi	Koreksi Suhu	R	Kalibrasi	Diameter	Finner	Persentase Finner	Prosentasi mengendap terhadap contoh
0	26	1,0220	1,0230	0,00953	23	4,206	0,0000	34,969	65,031	62,170
0,5	26	1,0180	1,0190	0,00953	19	5,387	0,0313	46,279	53,721	51,357
1	26	1,0180	1,0190	0,00953	19	5,387	0,0221	46,279	53,721	51,357
2	26	1,0170	1,0180	0,00953	18	5,683	0,0161	49,106	50,894	48,654
15	26	1,0150	1,0160	0,00953	16	6,274	0,0062	54,761	45,239	43,248
30	26	1,0140	1,0150	0,00953	15	6,569	0,0045	57,589	42,411	40,545
60	26	1,0080	1,0090	0,00953	9	8,341	0,0036	74,553	25,447	24,327
120	26	1,0040	1,0050	0,00953	5	9,523	0,0027	85,863	14,137	13,515
1440	26	1,0030	1,0040	0,00953	4	9,818	0,0008	88,690	11,310	10,812

Lampiran 4. Prosentase Ukuran Butir Sedimen

Stasiun 1

No, Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0,000	0,000	0,000	100,000
10	0,000	0,000	0,000	100,000
20	0,000	0,000	0,000	100,000
30	0,000	0,000	0,000	100,000
40	0,000	0,000	0,000	100,000
60	1,630	1,630	3,260	96,740
100	0,350	1,980	3,960	96,040
200	0,700	2,680	5,360	94,640
Pan	47,320	50,000	100,000	0,000

Stasiun 2

No, Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0,000	0,000	0,000	100,000
10	0,000	0,000	0,000	100,000
20	0,000	0,000	0,000	100,000
30	0,000	0,000	0,000	100,000
40	0,000	0,000	0,000	100,000
60	0,830	0,830	1,660	98,340
100	0,760	1,590	3,180	96,820
200	2,200	3,790	7,580	92,420
Pan	46,210	50,000	100,000	0,000

Stasiun 3

No, Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0,000	0,000	0,000	100,000
10	0,000	0,000	0,000	100,000
20	0,000	0,000	0,000	100,000
30	0,000	0,000	0,000	100,000
40	0,000	0,000	0,000	100,000
60	2,300	2,300	4,600	98,340
100	1,600	3,900	7,800	96,820
200	2,700	3,600	13,200	92,420
Pan	43,400	50,000	100,000	0,000

Stasiun 4				
No, Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0,000	0,000	0,000	100,000
10	0,000	0,000	0,000	100,000
20	0,000	0,000	0,000	100,000
30	0,000	0,000	0,000	100,000
40	0,000	0,000	0,000	100,000
60	0,085	0,085	0,170	99,830
100	0,420	0,505	1,010	98,990
200	2,000	2,505	5,010	94,990
Pan	47,495	50,000	100,000	0,000

Stasiun 5				
No, Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0,000	0,000	0,000	100,000
10	0,000	0,000	0,000	100,000
20	0,000	0,000	0,000	100,000
30	0,000	0,000	0,000	100,000
40	0,000	0,000	0,000	100,000
60	1,000	1,000	2,000	98,000
100	0,400	1,400	2,800	97,200
200	0,800	2,200	4,400	95,600
Pan	47,800	50,000	100,000	0,000

Lampiran 5. Stok Karbon Sedimen

Lokasi Penelitian		C organik (%)	Bulk Density (gr/cm3)	Stok Karbon (Mg C/ha)	Stok Karbon Total (Mg C/ha)
Stasiun	Plot				
1	1	7,47	0,51	115,05	285,36
	2	4,94	0,49	71,93	
	3	6,57	0,50	98,38	
2	1	6,86	0,41	85,12	223,00
	2	5,07	0,38	57,54	
	3	6,29	0,43	80,34	
3	1	6,82	0,48	99,16	277,31
	2	5,09	0,63	95,53	
	3	5,72	0,48	82,62	
4	1	7,82	0,37	86,15	278,10
	2	7,69	0,49	112,03	
	3	5,50	0,48	79,93	
5	1	7,98	0,63	149,87	408,54
	2	6,23	0,76	141,41	
	3	7,24	0,54	117,26	
Total					**1472,32**

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

Dokumentasi Lapang		
Perjalanan munuju lokasi stasiun	Pembuatan Transek	Pengukuran vegetasi mangrove
Dokumentasi Laboratorium		
Penimbangan Sampel Serasah	Sampel Serasah	Memasukkan Sampel Serasah ke dalam Oven
Proses Hidrometri Sampel Sedimen	Proses Furnish Sampel Sedimen	Hasil Furnish Sampel Sedimen