

**ANALISIS STOK KARBON PADA SPESIES MANGROVE *Sonneratia alba* DI
EKOWISATA HUTAN MAGROVE WONEREJO, SURABAYA**

SKRIPSI

Oleh:

**IRAWATI
NIM. 155080107111037**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**ANALISIS STOK KARBON PADA SPESIES MANGROVE *Sonneratia alba* DI
EKOWISATA HUTAN MAGROVE WONEREJO, SURABAYA**

SKRIPSI

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

Oleh:

**IRAWATI
NIM. 155080107111037**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

ANALISIS STOK KARBON PADA SPESIES MANGROVE *Sonneratia alba* DI
EKOWISATA HUTAN MAGROVE WONEREJO, SURABAYA

Oleh :

IRAWATI
NIM. 155080107111037

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 22 November 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat



Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. M. Firdaus, MP

NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal : 17 DEC 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Supriatna, M.Si

NIP . 19640515 199003 1 003

Tanggal : 17 DEC 2019

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Stok Karbon pada Spesies Mangrove *Sonneratia alba* di Ekowisata Hutan Magrove Wonerejo, Surabaya.

Nama Mahasiswa : Irawati

NIM : 155080107111037

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

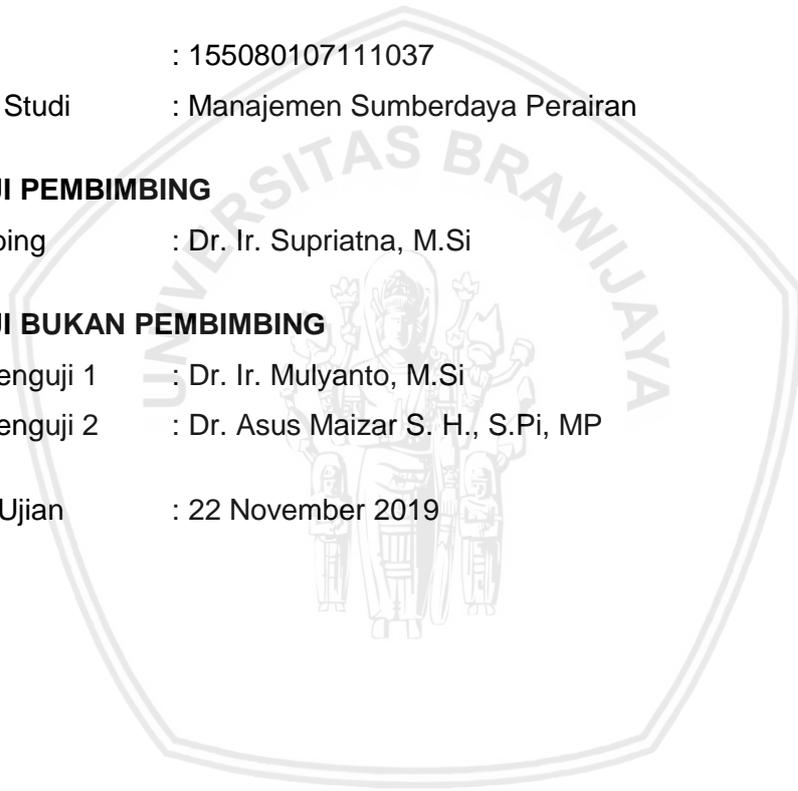
Pembimbing : Dr. Ir. Supriatna, M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Mulyanto, M.Si

Dosen Penguji 2 : Dr. Agus Maizar S. H., S.Pi, MP

Tanggal Ujian : 22 November 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

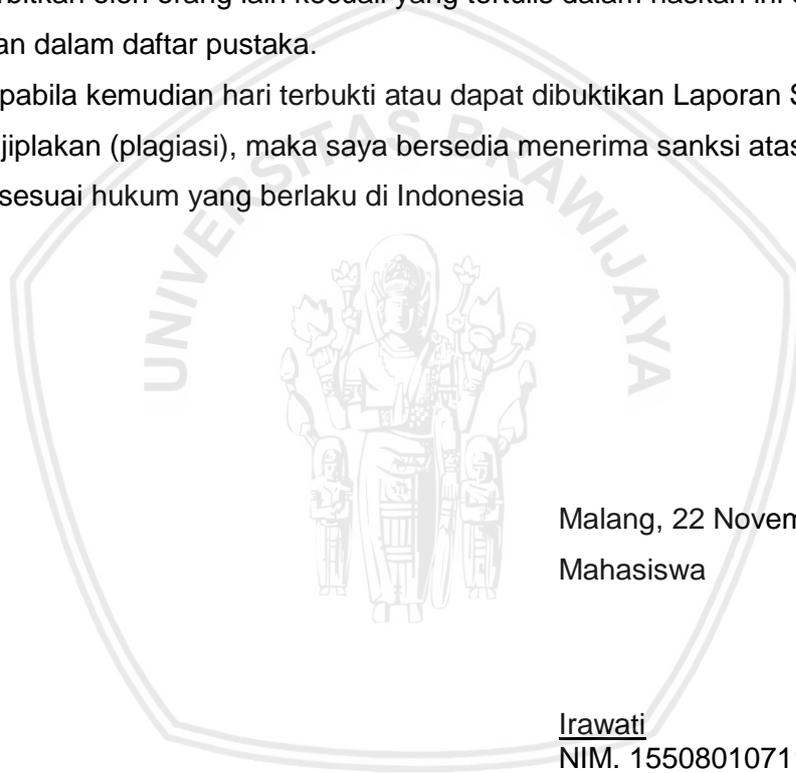
Nama : Irawati

NIM : 155080107111037

Prodi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Laporan Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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



Malang, 22 November 2019

Mahasiswa

Irawati

NIM. 155080107111037

UCAPAN TERIMAKASIH

Atas terselesaikannya laporan Skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. ALLAH SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberika rahmat, karunia, kesehatan dan kelancaran dalam melaksanakan penelitian
2. Bapak Suryanto, Ibu Minariah, Adik Irawan, Adik Kholifatul Nissa Nurcahyanti, dan Alm. Nenek Masmurah beserta keluarga tercinta yang senantiasa terus memberikan doa, motivasi dan dukungannya selama ini
3. Bapak Dr. Ir. Supriatna, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi
4. Sahabat – sahabatku seperjuangan yaitu Tri Affida, Erien, Rahmawati, Kak Udin, Riyan, Ina, Regina dan ibu Ida.
5. Teman-teman MSP 2015 yang selalu memberi semangat dan motivasi mulai awal menuntut ilmu di FPIK UB hingga penyusunan laporan ini selesai.
6. Semua pihak yang tidak penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Malang, 22 November 2019

Penulis

RINGKASAN

Irawati. Analisis Stok Karbon pada Spesies Mangrove *Sonneratia alba* di Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo, Surabaya (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Supriatna, M.Si**).

Pemanasan global adalah suatu kondisi dimana terjadi perubahan pada suhu permukaan bumi yang mengalami peningkatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan stok karbon bagian atas tegakan mangrove (batang, ranting, daun dan buah) pada spesies mangrove *Sonneratia alba* di wisata mangrove Wonorejo, Surabaya. Hipotesis yang digunakan ialah H₀: Ukuran batang dan komponen mangrove (ranting, daun dan buah) tidak berpengaruh terhadap simpanan CO₂. H₁: Ukuran batang dan komponen mangrove (ranting, daun dan buah) berpengaruh terhadap simpanan CO₂. Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yaitu penelitian lapang di Kawasan Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan pengujian sampel di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah, Malang. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Februari-April 2019. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan mengumpulkan data baik primer maupun sekunder. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara *non destructive sampling* (tanpa pemanenan) dan *destructive sampling* (pemanenan). Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari identifikasi mangrove, pengukuran DBH batang mangrove (*non destructive sampling*), pengambilan sampel ranting, daun dan buah (*destructive sampling*), uji laboratorium (metode *walkley and black*) dan perhitungan DBH menggunakan persamaan allometrik (biomassa, C organik dan serapan CO₂). Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA *Two Way*. Hasil perhitungan biomassa batang didapatkan nilai sebesar 8.090-139.760 gr/m². Biomassa ranting sebesar 56,08-85,71 g, biomassa daun sebesar 16,69-25,06 g, dan biomassa buah sebesar 24,40-30,48 g. Hasil perhitungan C organik batang didapatkan nilai sebesar 3.721,40-64.289,60 gr/m². C organik ranting sebesar 34,41-54,93 g, C organik daun sebesar 11,59-16,51 g, dan C organik buah sebesar 15,79-19,49 g. Hasil perhitungan simpanan CO₂ batang didapatkan nilai sebesar 13.645,13-235.729 gr/m². Simpanan CO₂ ranting sebesar 126,17-201,42 g, simpanan CO₂ daun sebesar 42,48-60,53 g, dan simpanan CO₂ buah sebesar 57,90-71,48 g. Hasil analisis ANOVA *Two Way* didapatkan nilai signifikansi ukuran sebesar 0,038 <0,05, dan nilai signifikansi komponen mangrove sebesar 0,000 <0,05 sehingga terdapat pengaruh simpanan CO₂ terhadap komponen mangrove seperti ranting, daun dan buah. Kesimpulannya dari penelitian ini ialah terdapat pengaruh antara ukuran batang dan komponen mangrove *Sonneratia alba* (ranting, daun dan buah) terhadap simpanan CO₂. Sarannya ialah perlu dilakukan adanya pelestarian dan pengembangan kawasan mangrove pada daerah yang berpotensi tumbuhnya mangrove.



KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan laporan penelitian yang berjudul “Analisis Stok Karbon Pada Spesies Mangrove *Sonneratia alba* di Ekowisata Hutan Magrove Wonorejo, Surabaya” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya di bawah bimbingan Dr. Ir. Supriatna, M.Si.

Laporan Skripsi ini menyajikan latar belakang serta materi dan metode analisis stok karbon pada mangrove dengan spesies *Sonneratia alba*. Penulis menyadari bahwa laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun agar tulisan ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 22 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
IDENTITAS TIM PENGUJI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Kegunaan Penelitian	3
1.6 Waktu dan Tempat.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Mangrove <i>Sonneratia alba</i>	4
2.1.1 Definisi Mangrove Secara Umum	4
2.1.2 Macam-macam Spesies Mangrove	5
2.1.3 Klasifikasi <i>Sonneratia alba</i>	5
2.1.4 Habitat dan Persebaran <i>Sonneratia alba</i>	8
2.2 Fungsi Ekologi Mangrove Secara Umum.....	10
2.3 Fungsi Ekologi Mangrove Sebagai <i>Blue Carbon</i>	11
2.4 Definisi Biomassa.....	12
2.5 Definisi Karbon	13
3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	16
3.3 Data yang Dikumpulkan	16
3.3.1 Data Primer	17
3.3.2 Data Sekunder.....	17



3.4	Metode Penelitian	17
3.5	Penentuan Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel	18
3.6	Teknik Pengambilan Sampel.....	18
3.6.1	Identifikasi Pohon Mangrove <i>Sonneratia alba</i>	19
3.6.2	Prosedur Pengukuran Sampel Batang Mangrove.....	20
3.6.3	Prosedur Pengambilan Sampel pada Ranting, Daun dan Buah.....	22
3.7	Analisis Sampel	23
3.7.1	Perhitungan Biomassa	23
3.7.2	Analisis Karbon Organik.....	24
3.7.3	Perhitungan Karbon Organik	25
3.7.4	Perhitungan Simpanan Karbon	25
3.8	Analisis Statistik	26
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Keadaan Umum Lokasi Penelitian	28
4.2	Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel	29
4.3	Biomassa Batang <i>Sonneratia alba</i>	29
4.4	Biomassa Ranting, Daun dan Buah <i>Sonneratia alba</i>	30
4.5	Stok Karbon Organik Batang <i>Sonneratia alba</i>	32
4.6	Stok Karbon Organik Ranting, Daun dan Buah <i>Sonneratia alba</i>	33
4.7	Simpanan CO ₂ pada Batang <i>Sonneratia alba</i>	35
4.8	Simpanan CO ₂ pada Ranting, Daun dan Buah <i>Sonneratia alba</i>	36
4.9	Hasil Analisis ANOVA <i>Two Way</i> Komponen Mangrove terhadap Penyerapan CO ₂	38
5.	PENUTUP	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran.....	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN	46



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat beserta Fungsinya	16
2. Bahan-bahan beserta Fungsinya	16
3. DBH pohon <i>Sonneratia alba</i>	22
4. Uji Hiotesis	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pohon <i>Sonneratia alba</i> (Sumber: Muzaki <i>et al.</i> , 2012)	6
2. Tipe Akar Mangrove (Sumber: Manik, 2013).....	8
3. Zonasi Mangrove (Sumber: Noor <i>et al.</i> , 2006)	10
4. Siklus Karbon (Sumber: Adhi, 2008)	14
5. Peta Lokasi Penelitian (Data Primer, 2019)	15
6. Alur Penelitian (Data Primer, 2019).....	19
7. Identifikasi <i>Sonneratia alba</i> (Sumber: Noor <i>et al.</i> , 2006)	20
8. Metode Pengukuran DBH berdasarkan kondisi pohon (Sumber: Wibowo <i>et al.</i> ,2013).....	21
9. Peta Lokasi Mangrove Wonorejo (Sumber: Google Map, 2019)	28
10. Lokasi pengambilan sampel (Data Primer, 2019).....	29
11. Kadar Biomassa Batang Mangrove <i>Sonneratia alba</i> (gr/m ²)	29
12. Kadar Biomassa Komponen Mangrove <i>Sonneratia alba</i> (gram).....	31
13. Kadar Karbon Organik Batang Mangrove <i>Sonneratia alba</i> (gr/m ²)	32
14. Kadar Karbon Organik Komponen Mangrove <i>Sonneratia alba</i> (gram)	34
15. Kadar Simpanan CO ₂ Batang Mangrove <i>Sonneratia alba</i> (gr/m ²).....	35
16. Kadar Simpanan CO ₂ Komponen Mangrove <i>Sonneratia alba</i> (gram).....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Penelitian.....	46
2. Analisis Laboratorium	50
3. Analisis ANOVA <i>Two Way</i>	53
4. Dokumentasi Penelitian	56



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global adalah suatu kondisi dimana terjadi perubahan pada suhu permukaan bumi yang mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan suhu normalnya. Pemanasan global ini disebabkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca di atmosfer bumi yang kemudian dipantulkan kembali ke permukaan dan mengakibatkan meningkatnya suhu di permukaan. Salah satu yang menyebabkan terjadinya peningkatan gas rumah kaca adalah adanya peningkatan pembangunan industri di kota-kota besar dan juga peningkatan penggunaan kendaraan bermotor (Rizki *et al.*, 2016).

Gas-gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), Nitrogen oksida (NO_x), chlorofluorocarbon (CFC) dan gas lainnya secara berlebihan di atmosfer ini yang mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Emisi gas rumah kaca ini lebih banyak dihasilkan dari aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam dalam bentuk asap dari knalpot kendaraan bermotor, buangan asap dari pabrik-pabrik industri. Apabila hal ini terus terjadi maka akan mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu muka bumi, perubahan iklim global seperti perubahan curah hujan dan naiknya intensitas frekuensi badai, naiknya permukaan laut dan mencairnya es di kutub bumi (Latuconsina, 2010).

Surabaya merupakan salah satu kota metropolitan selain Jakarta, sekaligus juga merupakan kota industri, perdagangan, maritim dan pendidikan. Seperti yang sudah kita ketahui, Surabaya merupakan kota dengan hiruk pikuk kendaraan yang memadati jalan, memiliki udara yang panas, pengap dan berdebu merupakan hal yang sudah biasa bagi warga setempat. Keadaan seperti ini tidak lain karena disebabkan oleh peningkatan aktifitas pembangunan industri

dan juga peningkatan kendaraan bermotor. Hal ini dapat meningkatkan pencemaran udara oleh emisi gas buangan, dimana lebih dari 70% pencemaran udara disebabkan oleh kendaraan bermotor dan 30% disebabkan oleh kegiatan lainnya. Pembangunan industri juga dapat berdampak bagi berkurangnya lahan dan hutan hijau. Hal inilah yang menjadi salah satu pemicu terjadinya pemanasan global (Rumiati, 2005).

Solusi untuk mengurangi pemanasan global ini adalah selain dengan mengurangi pemakaian kendaraan bermotor, mengurangi buangan emisi gas rumah kaca dan juga memperbanyak keberadaan hutan hijau. Hutan Indonesia terdiri atas berbagai jenis, salah satunya adalah hutan bakau atau sering dikenal dengan mangrove. Luasan hutan mangrove di dunia hanya berkisar 0,4% dari luasan hutan dunia dan Indonesia memiliki sekitar 75% dari total hutan mangrove di Asia. Akan tetapi tanpa disadari banyak orang, hutan mangrove memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan karbon sebanyak 110 kg C/ha dan sepertiganya dilepaskan berupa endapan organik di lumpur. Sedangkan untuk hutan mangrove yang dikategorikan sebagai ekosistem lahan basah, mampu menyimpan karbon sebanyak 800-1.200 ton/ha. Sehingga dapat dijadikan sebagai solusi dalam mengurangi emisi gas kaca di muka bumi (Purnobasuki, 2012).

Berdasarkan permasalahan diatas penulis melakukan analisis untuk mengetahui stok karbon pada tegakan mangrove dengan spesies *Sonneratia alba* pada bagian batang, ranting, daun dan buah sebagai di wisata mangrove Wonorejo, Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah seberapa besar stok karbon pada tegakan mangrove bagian atas (batang, ranting, daun dan buah) pada

spesies mangrove *Sonneratia alba* di Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo, Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis kandungan stok karbon pada tegakan mangrove bagian atas (batang, ranting, daun dan buah) pada spesies mangrove *Sonneratia alba* di Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo, Surabaya?

1.4 Hipotesis

Dari rumusan masalah diatas, dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

H0: Ukuran batang dan komponen mangrove (ranting, daun dan buah) tidak berpengaruh terhadap simpanan CO².

H1: Ukuran batang dan komponen mangrove (ranting, daun dan buah) berpengaruh terhadap simpanan CO².

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai informasi terbaru mengenai simpanan stok karbon pada tegakan mangrove bagian atas (batang, ranting, daun dan buah) pada spesies mangrove *Sonneratia alba* di Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo.
2. Sebagai sumber referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yaitu penelitian lapang yang betertepatan di Kawasan Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan pengujian sampel penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah, Malang. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Februari-April 2019.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove *Sonneratia alba*

Adapun pembahasan mengenai mangrove *Sonneratia alba* akan di bahas di bawah ini.

2.1.1 Definisi Mangrove Secara Umum

Menurut FAO (2007), Mangrove atau dikenal juga dengan bakau merupakan jenis tumbuhan yang telah mengalami adaptasi khusus sehingga mampu hidup pada area pasang surut. Keberadaan mangrove dapat dilihat di sepanjang garis pantai terlindung, laguna air dangkal, estuari, sungai atau delta daerah tropis maupun subtropis. Mangrove sendiri memiliki peran penting dalam ekosistem pesisir. Selain sebagai pohon, mangrove juga dapat tumbuh sebagai semak-semak sesuai dengan iklim, salinitas air, topografi dan parameter lainnya di daerah tempat mereka berada.

Mangrove merupakan hutan lahan basah yang terletak di intertidal pesisir yang terdiri dari pepohonan halofitik dan spesies semak. Mangrove memiliki habitat pada daerah intertidal, seperti rawa dan air asin. Pada umumnya mangrove bertahan dalam lingkungan yang dinamis dan penuh dengan tekanan secara fisiologis yang mampu berubah-ubah pada waktu tertentu. Pada daerah mangrove akan sering di jumpai berbagai jenis fauna pesisir dan darat, termasuk ikan, krustasea, ular dan mamalia lainnya (Friess, 2016).

Hutan mangrove ialah sekelompok mangrove ataupun jenis tumbuhan berkayu yang tumbuh di sepanjang garis pantai tropis dan subtropis yang terlindung. Hutan mangrove umumnya dapat dijumpai di muara sugai, daerah pasang surut dan juga tepi laut. Selain itu juga hutan mangrove dikenal juga sebagai hutan halofil yaitu sebutan bagi makhluk yang tidak dapat hidup dalam lingkungan bebas garam (Arief, 2003).

2.1.2 Macam-macam Spesies Mangrove

Menurut Soerianegara dan Indrawan (1988), menyatakan bahwa spesies-spesies mangrove terdiri atas *Avicenia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceros*, *Scyphyphora*, dan *Nipa*. Spesies mangrove yang ditemukan di hutan mangrove Indonesia ialah sekitar 89 spesies yang terdiri atas 35 jenis pohon, 5 jenis terpa, 9 jenis liana, 29 jenis epifit dan 2 jenis parasit. Namun, dari sekian banyak mangrove yang ditemukan, mangrove yang paling mendominasi di Indonesia adalah spesies Api-api (*Avicennia* sp.), Bakau (*Rhizophora* sp.), Tancang (*Bruguiera* sp.), dan Bogem atau Pedada (*Sonneratia* sp.). spesies mangrove diatas adalah kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah pada habitatnya.

Menurut Wardani *et.al.* (2016), di Indonesia tercatat memiliki 202 jenis mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku, dari 202 jenis tersebut 43 jenis mangrove merupakan mangrove sejati dan jenis lain yang ditemukan disekitar mangrove dikenal sebagai jenis mangrove ikutan. Umumnya mangrove dapat ditemukan pada daerah tropis dan sebagian di daerah subtropis. Hutan mangrove sendiri terbentuk dari gabungan beberapa jenis, genus dan familia mangrove yang memiliki kesamaan adaptasi fisiologi, morfologi dan reproduksi yang memungkinkan hidup pada perairan payau hingga asin. Beberapa jenis mangrove yang dikenal diantaranya berjenis *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceras*, *Scyphyphora* dan *Nypa*.

2.1.3 Klasifikasi *Sonneratia alba*

Menurut Puspayanti *et.al.* (2013), menyatakan klasifikasi *Sonneratia alba* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisio : Magnoliophyta

Clasis : Magnoliopsida

Ordo : Myrtales

Familia : Sonneratiaceae

Genus : Sonneratia

Species : *Sonneratia alba* Smith.



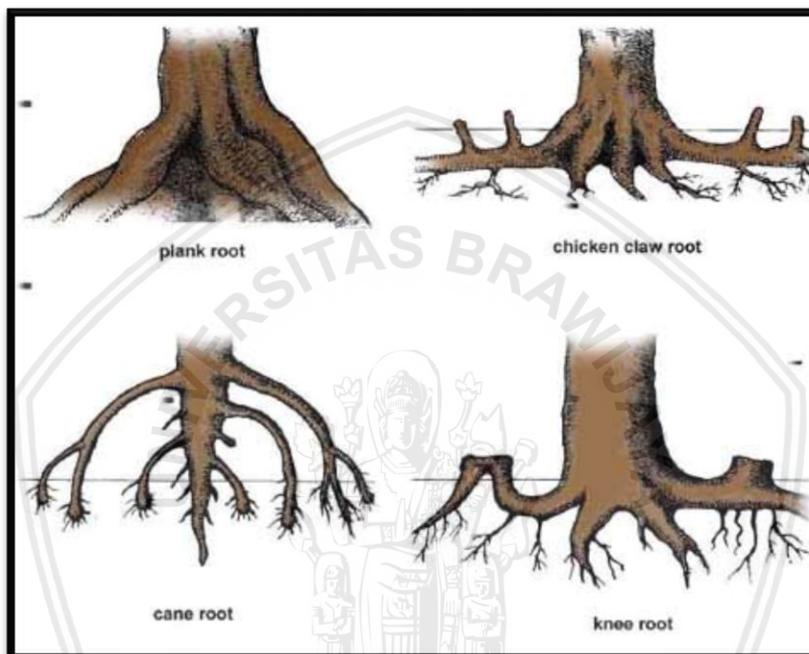
Gambar 1. Pohon *Sonneratia alba* (Sumber: Muzaki *et al.*, 2012)

Menurut Puspayanti *et.al.* (2013), mangrove jenis pedada atau dalam bahasa latin dikenal dengan istilah *Sonneratia alba* merupakan salah satu spesies mangrove yang tumbuh pada substrat berlumpur. *Sonneratia alba* memiliki bentuk seperti kulit batangnya berwarna krem hingga kecokelatan dengan retak-retak halus di permukaanya. Memiliki akar nafas yang mana akan terlihat pada saat air laut sedang surut. Memiliki daun yang berbentuk bulat telur, berwarna hijau cerah dan letaknya saling berhadapan. Selain itu, memiliki bunga dan buah yang berbentuk seperti bola gepeng yang berwarna hijau keabu-abuan dengan diameter 5-7,5 cm.

Pohon *Sonneratia alba* memiliki tinggi mencapai 7-10 meter dan diameternya sebesar 30-35 cm, serta memiliki batang berwarna cokelat keabu-abuan, dengan retakan kasar dikulitnya. Memiliki tipe daun tunggal yang berbentuk bulat dengan ujung daun bundar dan tumpul, berwarna hijau kekuningan dan untuk daun yang sudah tua akan berwarna hijau tua. Mangrove jenis *Sonneratia alba* adalah mangrove yang memiliki bunga sempurna yang terletak di ujung ranting dengan jumlah 1-3 per kelompoknya. Bagian luar kelopak berwarna hijau sedangkan bagian dalamnya berwarna merah muda. Bentuk dasar bunga seperti cangkir dengan putik bunga berada di tengah-tengah dasar buah *Sonneratia alba* memiliki karakteristik dimana mangrove jenis ini termasuk dalam kelompok akar napas yang berbentuk tegak dan memiliki kerucut dan berwarna cokelat muda hingga cokelat tua. Akar jenis ini akan muncul kepermukaan secara vertikal. Jenis akar napas juga dikenal dengan sebutan lain yaitu akar pensil atau *pneumatophores*, yang mana akar ini akan membuat celah pada tanah untuk memungkinkan oksigen di permukaan masuk ke dalam tanah. Tinggi akar *Sonneratia alba* bisa mencapai 5-12,5 cm dengan diameternya mencapai 1-1,5 cm (Sarno *et al.*, 2017).

Menurut Rahim dan Baderan (2017), mangrove memiliki beberapa tipe akar, seperti akar tunjang (*stilt root*) yang merupakan akar (cabang-cabang akar) yang keluar dari batang dan tumbuh ke dalam substrat, contohnya dapat dilihat pada *Rhizophora* sp. Akar lutut (*knee root*), merupakan akar yang berbentuk melengkung, yang awalnya tumbuh ke arah permukaan substrat dan kemudian melengkung menuju ke substrat lagi. Akar napas/pasak/cakar ayam (*pneumatophore*), merupakan akar yang tumbuh memanjang ke luar ke permukaan dan berbentuk seperti pasak, biasanya dapat ditemukan pada mangrove jenis *Avicennia* sp. *Xylocarpus* sp. dan *Sonneratia* sp. Akar papan (*buttress root*), merupakan akar yang berbentuk melebar dan lempeng, biasanya

dapat ditemukan pada jenis *Heritiera* sp. dan terakhir adalah akar gantung/udara (*aerial root*), merupakan akar yang timbul dari batang atau cabang bagian bawah namun biasanya tidak mencapai substrat, biasanya dapat ditemukan pada mangrove jenis *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp. dan *Acanthus* sp. Adapun gambar tipe akar dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Tipe Akar Mangrove (Sumber: Manik, 2013)

2.1.4 Habitat dan Persebaran *Sonneratia alba*

Sebagian besar spesies mangrove hidup dengan baik pada tanah yang berlumpur, berpasir atau bahkan pada pantai yang berbatu yang disebabkan oleh pecahan karang. Mangrove biasanya hidup pada daerah pasang surut air laut, dimana salinitas sangat mempengaruhi komposisi mangrove. Zonasi untuk mangrove sendiri dapat dibedakan menjadi 4 zona, yaitu mangrove daerah terbuka yang berhadapan langsung dengan laut yang didominasi oleh spesies *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*. Mangrove daerah tengah yang didominasi oleh spesies *Rhizophora*. Sementara untuk mangrove payau di dominasi oleh

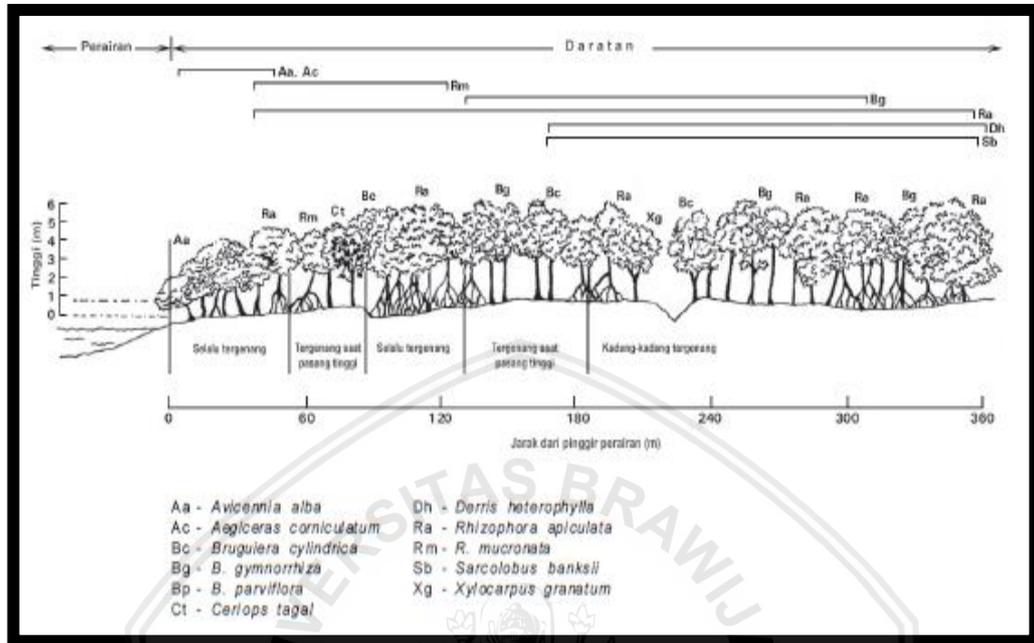
spesies *Nypa* atau *Sonneratia*, dan untuk mangrove daratan di dominasi oleh *Ficus microcarpus* (*F. retusa*), *Intsia bijuga*, *N. fruticans*, *Lumnitzera racemosa*, *Pandanus* sp. dan *Xylocarpus moluccensis* (Noor *et al.*, 2006).

Mangrove jenis *Sonneratia alba* dikenal juga oleh masyarakat dengan sebutan kedabu, yang tergolong jenis mangrove yang hidup pada daerah lempung berpasir yang menghadap laut. Kedabu juga dapat hidup pada daerah yang berlumpur dalam yang dapat ditemui di sepanjang area sungai atau rawa yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove jenis ini memiliki manfaat selain untuk menjaga kestabilan ekosistem juga memiliki manfaat besar bagi manusia, diantaranya buahnya dapat dimanfaatkan manusia sebagai bahan makan atau minuman yang bernilai ekonomi. Selain itu batang *Sonneratia alba* juga dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar, bahan pembuat perahu, kertas dan peralatan rumah tangga lainnya (Suwardi dan Navia, 2015).

Menurut Riwayati (2014), luasan ekosistem mangrove yang ada di Indonesia mencapai 75% dari total mangrove di Asia Tenggara, atau sekitar 27% dari luas mangrove dunia. Mangrove biasanya tumbuh hanya pada daerah pasang surut, laguna, muara sungai atau pantai yang memiliki gelombang rendah, hal ini dikarenakan apabila gelombang terlalu tinggi maka bibit mangrove akan sulit tumbuh dengan sempurna. Persebaran mangrove di Indonesia berada di wilayah pesisir Sumatra, Sulawesi, Kalimantan dan Papua.

Menurut Buamona *et.al*, (2017), mangrove jenis *Sonneratia alba* merupakan salah satu mangrove yang dapat ditemukan di beberapa Indonesia. Seperti jenis lainnya, mangrove ini juga tumbuh pada daerah yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. *Sonneratia alba* merupakan jenis mangrove yang berasal dari *family Sonneratiaceae*. Mangrove jenis ini dikenal dengan berbagai sebutan yang berbeda pada masing-masing daerah, seperti pedada, perepat, pidada, bogem, bidada, posi-posi, wahat, putih, berapak,

bangka, susup, kedada, muntu, pupat dan mange-mange. Adapun zona mangrove dapat dilihat pada **Gambar 3** dibawah ini.



Gambar 3. Zonasi Mangrove (Sumber: Noor *et al.*, 2006)

2.2 Fungsi Ekologi Mangrove Secara Umum

Menurut Setiawan (2013), fungsi mangrove terbagi menjadi tiga, yaitu fungsi fisik ialah sebagai menjaga kestabilan garis pantai, tebing atau sungai dari erosi dan abrasi, melindungi daratan dari gelombang, angin kencang maupun bahaya tsunami, selain itu dapat memperluas daratan, dan mengendalikan laju intrusi air laut sehingga air sumur di sekitarnya menjadi lebih tawar. Fungsi secara ekologis ialah sebagai tempat feeding ground, spawning ground, dan nursery ground organisme perairan, selain itu sebagai rumah tempat bermain atau bahkan bersarangnya burung-burung. Fungsi ekologis mangrove ialah ternyata dapat dijadikan sebagai *blue carbon* karena dapat melakukan penyerapan karbon di udara dan juga tumbuhannya dapat bermanfaat secara ekonomis.

Mangrove merupakan sumberdaya alam yang kaya akan keragaman dan memiliki banyak fungsi bagi ekosistem. Mangrove juga menyediakan hubungan antara ekosistem laut dan darat, dimana mangrove akan menjaga ekosistem pesisir, seperti padang rumput laut dan terumbu karang. Mangrove juga memiliki peran sebagai tempat tinggal dan tempat berlindung organisme seperti ikan, kepiting, udang, moluska dan lain sebagainya. Selain itu, hutan mangrove juga merupakan tempat yang kaya akan pasokan makanan bagi organisme perairan (IUCN, 2006).

2.3 Fungsi Ekologi Mangrove Sebagai *Blue Carbon*

Menurut *World Rainforest Movement* (2014), *blue carbon* atau karbon biru merupakan salah satu peroyek yang digunakan untuk mengetahui stok karbon atau cadangan karbon yang tersimpan di ekosistem pesisir, terutama hutan mangrove. Seperti yang sudah diketahui banyak orang, ekosistem pesisir terdiri atas hutan mangrove, lamun, rumput laut, terumbu karang dan lain sebagainya. Ekosistem pesisir juga mampu menyerap carbon yang ada di atmosfer dan menyimpan menyimpannya dalam sedimen. Selaras dengan yang dinyatakan Sari (2016), *blue carbon* atau karbon biru pada ekosistem pesisir mampu melakukan penyerapan karbon jauh lebih efektif hingga 100 kali lebih efektif bila dibandingkan dengan hutan tropis di darat. Secara umum *blue carbon* merupakan suatu konsep yang menggambarkan antara hubungan karbon dengan biosfer laut melalui ekosistem laut dan pesisir. Konsep ini dibuat setelah banyak penelitian yang menemukan bahwa lebih dari separuh (55%) karbon biologis disimpan oleh organisme atau ekosistem laut dan pesisir.

Hutan mangrove merupakan salah satu aset penting untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang ditunjang dengan keberadaannya di Indonesia sangatlah besar dan dijuluki sebagai hutan mangrove terbesar di dunia. *Carbon accounting* dari sektor hutan Indonesia hanya memiliki biomasa tegakan pohon

(*above ground*) yang menyimpan sekitar 17% (159,1 MgC/ha) dan 2% (16,7 MgC/ha) dari total stok karbon hutan mangrove. sedangkan, sekitar 81% (774,7 MgC/ha) dari total stok hutan mangrove yang terdapat di dalam tanah (*below ground*) dengan kedalaman 1 meter. Apabila Indonesia memfokuskan perhitungan stok karbon tanah dan ekosistem *blue carbon* lainnya, maka akan mempertegas fungsi mangrove sebagai mitigasi dan adaptasi perubahan iklim yang meningkat dan juga sebagai penurun laju degradasi ekosistem pesisir. dengan berkurangnya 50% laju degradasi tahunan lahan basah di pesisir maka emisi yang dapat terhindar sebesar 0,23 gigaton CO₂ per tahun (Sidik dan Krisnawati, 2017).

Pesisir Indonesia merupakan tempat yang cocok untuk pertumbuhan mangrove, lamun dan juga trumbu karang. Pada tahun 2015, Indonesia memiliki 3,1 juta ha wilayah mangrove dimana angka ini setara dengan 22% ekosistem mangrove di seluruh dunia. Wilayah mangrove terluas di Indonesia terletak pada Provinsi Papua Barat dengan luasan 482.029 ha. Pemerintah daerah setempat bersama dengan organisasi lainnya melakukan proyek untuk mengetahui kemampuan serapan karbon pada daerah tersebut. Hasil yang didapatkan adalah stok karbon pada lahan mangrove seluas 34,329 ha ini setara dengan yang dihasilkan 19,7 juta unit kendaraan bermotor atau sekita 39,9 miliar liter bensin setiap tahunnya. Selain itu, 76 ribu ha kawasan mangrove tersebut ternyata juga menyimpan 54 juta Mg Carbon dengan potensi serapan mencapai 168,128 mg C/tahun (Sulistiana, 2018).

2.4 Definisi Biomassa

Menurut Sutaryo (2009), biomassa ialah bahan organik dari tanaman atau dari sisa hasil pertanian yang masih dapat digunakan sebagai bahan bakar. Biomassa dikenal dengan satuan area atau volume tertentu. Definisi lain dari

biomassa ialah jumlah total materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon yang dinyatakan dalam satuan berat kering per satuan luas.

Menurut Niapele (2013), biomassa merupakan tempat penyimpanan cadangan karbon terbesar yang dapat tersimpan pada batang, cabang, ranting, daun dan akar. Cadangan karbon tersebut didapatkan melalui proses fotosintesis, dimana pohon menyerap karbon dari atmosfer dalam bentuk karbondioksida (CO_2) sehingga kadar karbon di atmosfer akan berkurang. Jumlah biomassa atas permukaan tanah (biomassa tegakan) memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan biomassa bagian bawah permukaan tanah. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai biomassa adalah kerapatan suatu tegakan pohon.

2.5 Definisi Karbon

Menurut Manuri *et.al*, (2011), karbon adalah salah satu unsur kimia yang memiliki lambang "C" dengan nilai atom sebesar 12. Karbon merupakan salah satu unsur yang sangat penting yang digunakan sebagai pembentuk bahan organik pada makhluk hidup. Hampir setengah dari organisme hidup tersusun atas karbon. Karbon banyak tersebar pada daratan dan laut (bumi) dibandingkan dengan atmosfer. Secara alamiah, siklus karbon yang terlepas ke atmosfer disebabkan oleh respirasi makhluk hidup, dekomposisi bahan organik serta pembakaran biomasa. Karbon yang terlepas di udara akan diserap oleh tanaman melalui proses fotosintesis, dimana karbondioksida akan diubah menjadi oksigen. Tumbuhan juga melakukan proses respirasi dan melepaskan karbondioksida, namun proses ini cenderung tidak signifikan karena karbondioksida yang dilepas masih dapat diserap kembali saat proses fotosintesis. Sementara proses dekomposisi akan terjadi apabila suatu tumbuhan atau satwa mati dan urai oleh bakteri dan mikroba yang juga akan melepaskan karbondioksida ke atmosfer. Adapun siklus karbon dapat dilihat pada **Gambar 4** dibawah ini.



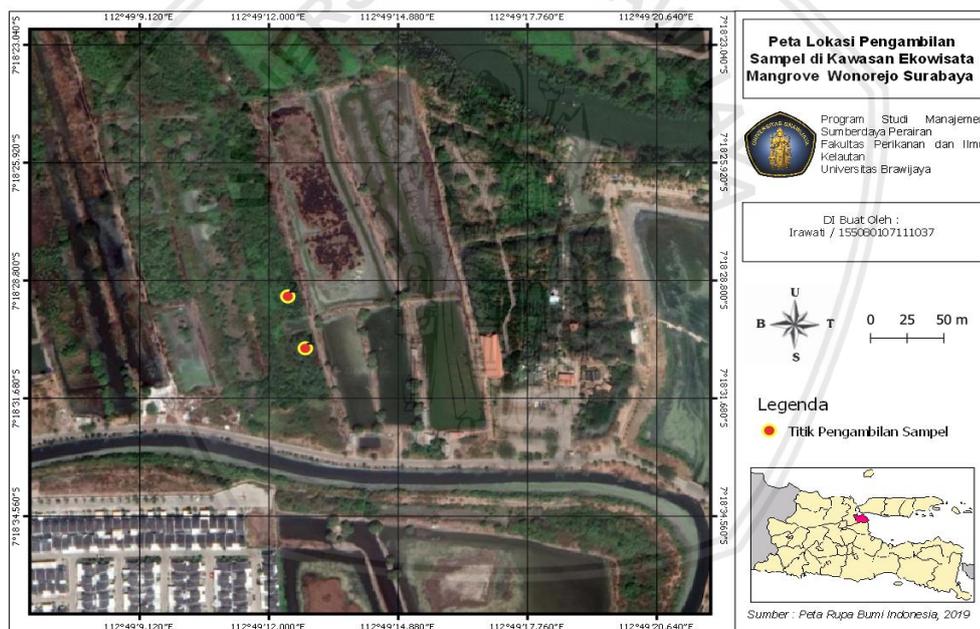
Gambar 4. Siklus Karbon (Sumber: Adhi, 2008)

Karbon dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia dan juga dapat terjadi secara alami. Hutan alami merupakan penyerap karbon tertinggi, hal ini dikarenakan keragaman pohonnya yang tinggi, kerapatan tumbuhan bawah dan juga seresah dipermukaan tanah yang banyak (Lugina *et al.*, 2011) mencakup pertukaran atau perpindahan karbon di dalam biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Pohon akan menyerap karbon yang ada di atmosfer dan mengubahnya menjadi bahan organik dengan bantuan cahaya matahari dan akan menyimpannya dalam bagian tubuhnya seperti batang, akar daun, buah, ranting dan lain sebagainya. Tidak hanya melakukan penyerapan karbon melalui proses fotosintesis, tumbuhan juga melakukan proses respirasi dan dekomposisi seresah, dimana apabila bagian tumbuhan telah mati dan membusuk maka akan terdekomposisi dan melepaskan karbon kembali ke atmosfer sebagai karbondioksida. Tempat penyimpanan karbon (kantung karbon) sendiri terdiri dari 4 kantong, yaitu biomassa atas permukaan (above ground), biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Surabaya pada bulan Februari-April 2019, yang meliputi survey lokasi penelitian dan pengambilan data dan sampel mangrove. Selanjutnya sampel mangrove yang didapatkan diuji di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah, Malang pada bulan Maret-April 2019. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 5**. dibawah ini



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian (Data Primer, 2019)

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk membantu dalam proses penelitian ini akan dijabarkan dibawah ini:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian beserta fungsinya dapat dilihat pada **Tabel 1**. dibawah ini:

Tabel 1. Alat-alat beserta Fungsinya

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	GPS	Untuk menentukan titik stasiun pengamatan
2.	Meteran jahit	Untuk mengukur DBH pohon
3.	Plastik bening	Untuk tempat meletakkan sampel
4.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan
5.	Buku identifikasi	Untuk membantu mengidentifikasi mangrove
6.	Sepatu boots	Untuk membantu dalam proses pengambilan sampel
7.	Galah dan arit	Untuk membantu dalam proses pengambilan sampel
8.	Kamera hp	Untuk membantu proses dokumentasi

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian beserta fungsinya dapat dilihat pada **Tabel 2.** dibawah ini:

Tabel 2. Bahan-bahan beserta Fungsinya

No.	Nama Alat	Fungsinya
1.	Keliling batang mangrove Sonneratia alba	Sebagai nilai untuk mengetahui DBH batang
2.	Ranting, daun dan bunga	Sebagai sampel untuk di uji
3.	Kertas label	Sebagai penanda sampel

3.3 Data yang Dikumpulkan

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terbagi atas data primer dan data sekunder yang akan dijabarkan di bawah ini:

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, baik dengan melakukan observasi, wawancara maupun partisipasi aktif. Menurut Wandansari (2013), data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama yaitu individu atau perseorangan yang membutuhkan pengelolaan lebih lanjut seperti hasil wawancara, kegiatan survey dan eksperimen. Menurut Hasanah (2016), observasi merupakan salah satu kegiatan ilmiah empiris yang mendasarkan fakta-fakta lapangan maupun teks, melalui pengalaman panca indra tanpa menggunakan manipulasi apapun. Wawancara didapatkan dengan adanya tanya jawab dengan narasumber untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan (Rahmat, 2009). Partisipasi aktif dilihat dari adanya aktivitas langsung yang dilakukan oleh peneliti (Djaelani, 2013). Dokumentasi didapatkan dengan cara mendokumentasi, mencatat, menyalin dokumen yang bersumber dari peninggalan tertulis (Widiastuti, 2014). Data Primer yang akan di analisis pada penelitian ini adalah diameter pohon mangrove *Sonneratia alba*, biomassa batang, cabang dan daun. Serta stok karbon pada batang, cabang dan daun mangrove *Sonneratia alba*.

3.3.2 Data Sekunder

Menurut Puspita (2013), data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber-sumber lain seperti buku dan bacaan lain, yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Pada penelitian ini setelah dilakukan pengumpulan data primer, data yang didapatkan akan dianalisis atau dikaji lebih lanjut dengan memanfaatkan acuan literatur yang ada, seperti buku, jurnal, situs internet serta kepustakaan dan lain sebagainya.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode survei. Pada metode survei ini peneliti melakukan pengamatan yang dilakukan secara

langsung. Metode ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data baik primer maupun sekunder, lalu kemudian dilakukan analisis data. Data primer didapatkan dengan cara melakukan survei untuk menentukan titik pengambilan sampel. Data sekunder didapatkan dengan melakukan analisis data dan mencari berbagai sumber baik dari jurnal, buku maupaun referensi lainnya.

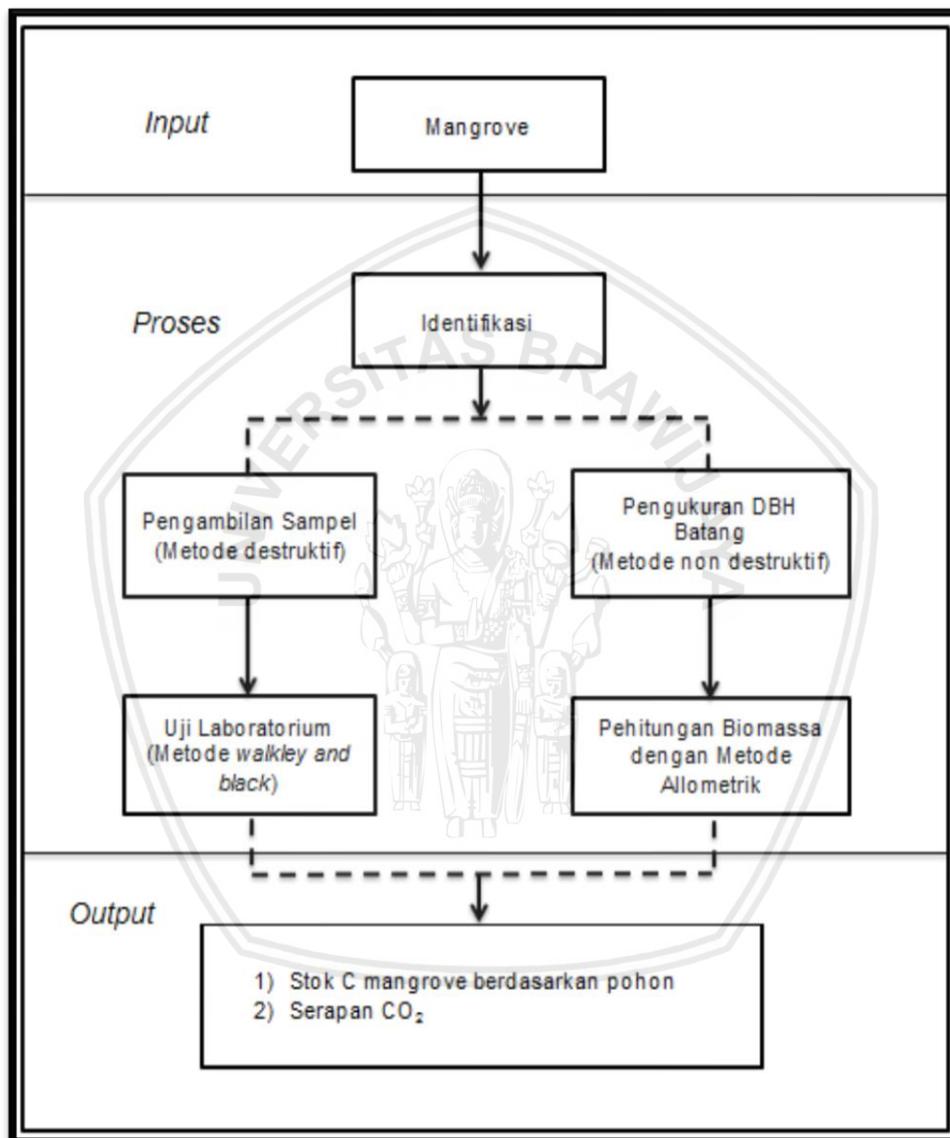
3.5 Penentuan Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo, kecamatan Rungkut, Surabaya. Lokasi ini merupakan lokasi ekowisata yang memiliki mangrove yang cukup bervariasi dan terawat dengan baik. Penentuan lokasi dan titik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode purposive random sampling. Metode purposive sampling itu sendiri adalah penentuan lokasi dan titik pengambilan sampel berdasarkan adanya tujuan tertentu dan pertimbangan dari peneliti sendiri, sedangkan metode random sampling adalah metode pengambilan sampel acak sederhana yang digunakan untuk memilih sampel dari populasi dengan cara sedemikian rupa sehingga setiap anggota populasi mempunyai peluang yang sama besar untuk diambil sebagai sampel (Safri *et al.*, 2015). Kriteria yang dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemilihan titik sampel adalah dengan berdasarkan pada ukuran DBH (*Diameter Breast Height*) mangrove yang akan dikelompokkan menjadi DBH pohon, tiang, pancang dan semai. Menurut Antu *et. al*, (2015), pohon memiliki diameter sebesar >20 cm, tiang memiliki diameter sebesar 10-20 cm, pancang memiliki diameter sebesar <10 cm, dan semai memiliki tinggi sebesar <1,5 m..

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara *non destructive sampling* (tanpa pemanenan) dan *destructive sampling* (pemanenan) yang dapat dilihat pada alur penelitian **Gambar 6**. Teknik tanpa

pemanenan dilakukan pada batang pohon mangrove *Sonneratia alba* dan untuk teknik pemanenan dilakukan untuk pengambilan sampel ranting, daun dan buah mangrove *Sonneratia alba*. Adapun penjelasan dan prosedur pengambilan sampel lebih lanjut akan dijelaskan dibawah ini.



Gambar 6. Alur Penelitian (Data Primer, 2019)

3.6.1 Identifikasi Pohon Mangrove *Sonneratia alba*

Sebelum mengambil sampel, terlebih dahulu menentukan identifikasi pohon mangrove *Sonneratia alba* yang akan kita teliti. Identifikasi ini dilakukan dengan mencocokkan pohon mangrove yang ada di lapang dengan literatur

acuan. Menurut Muzaki *et.al.* (2012), dalam bukunya berjudul menjelajah mangrove Surabaya, karakteristik mangrove *Sonneratia alba* adalah memiliki tinggi yang mencapai 20 meter. Bentuk daun bulat telur dengan ujung yang membulat, berwarna hijau pucat dan duduk daun yang saling berhadapan. Memiliki bunga dengan daun mahkota berwarna putih dan banyak tangkai sari berwarna putih, selain itu memiliki bentuk buah seperti pear atau apel, berwarna hijau dengan diameter buah 3,5-4,5 cm. Setelah dilakukan identifikasi pohon langkah selanjutnya adalah menentukan titik sampel dan pengambilan sampel.



Gambar 7. Identifikasi *Sonneratia alba* (Sumber: Noor *et al.*, 2006)

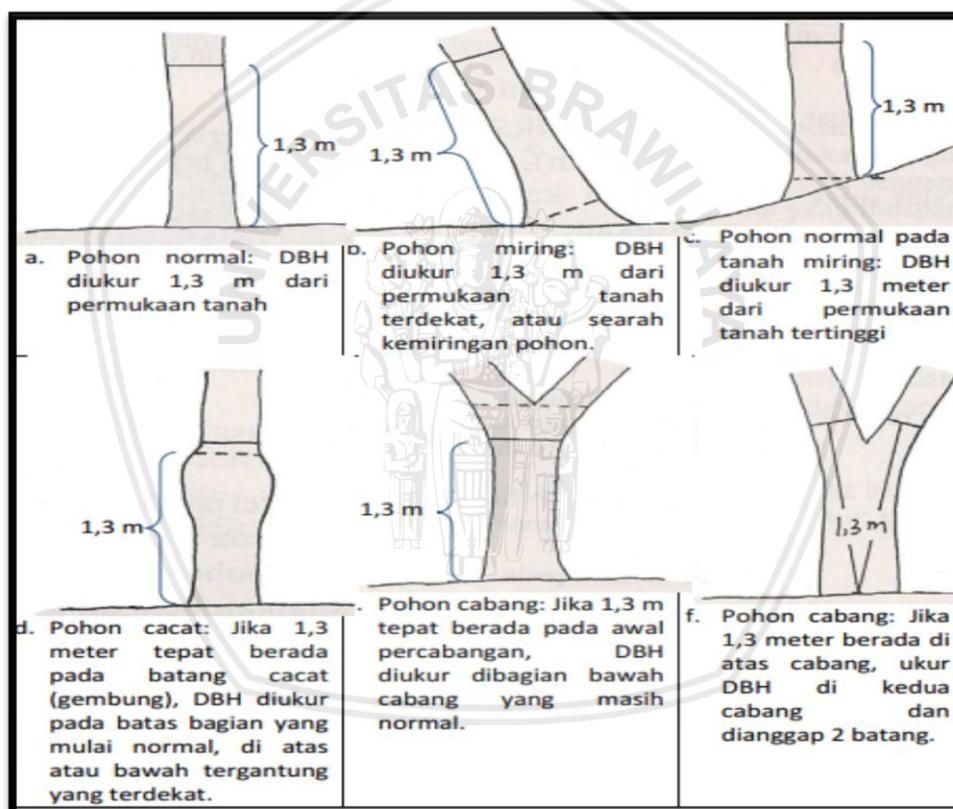
3.6.2 Prosedur Pengukuran Sampel Batang Mangrove

Metode yang digunakan dalam mengukur biomassa dan stok karbon pada batang pohon *Sonneratia alba* adalah metode tanpa pemanenan (*non-destructive*). Metode *non-destructive* sendiri adalah metode yang bersifat tidak merusak sampel, dimana data yang didapat untuk mengukur biomassa pohon dilakukan dengan cara mengukur dan menghitung diameter lingkaran batang mangrove dan mengolahnya dalam persamaan allometrik (Saputro, 2018).

Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), adapun tahapan yang dilakukan untuk mengukur biomassa pohon secara *non-destructive* ialah:

1. Melakukan identifikasi nama jenis pohon apa bila tidak diketahui

2. Melakukan pengukuran diameter setinggi dada (DBH, 130 cm) pada masing-masing pohon yang dijadikan sampel dengan cara melilitkan meteran untuk mengukur keliling pohon dan kemudian dikonversi menjadi diameter dengan rumus lingkaran.
3. Pada pertumbuhannya, masing-masing pohon mangrove memiliki tegakan yang berbeda-beda. Hal ini tentu saja dapat mempengaruhi pengukuran diameter. Sehingga dalam melakukan pengukuran dilapang, peneliti akan mengacu pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Metode Pengukuran DBH berdasarkan kondisi pohon (Sumber: Wibowo *et al.*,2013).

4. Catat dan dokumentasikan masing-masing keliling pohon yang didapatkan dan berilah tanda bagi pohon yang sudah diukur.
5. Setelah didapatkan nilai diameter, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk menentukan biomassa dengan persamaan allometrik, dimana pada

masing-masing spesies mangrove memiliki rumus allometrik yang berbeda pula.

6. Stok karbon didapatkan dengan mengalikan 46% untuk atas permukaan dan 39% untuk bawah permukaan dari nilai biomassa.

Nilai DBH pohon *Sonneratia alba* yang di dapat dalam penelitian kemudian diklasifikasikan menjadi 2 bagian yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. DBH pohon *Sonneratia alba*

Sempel Pancang (DBH <10 cm)	Sempel Tiang (DBH 10-20 cm)
Sempel 1 (4,50 cm)	Sempel a (10,19 cm)
Sempel 2 (5,70 cm)	Sempel b (12,70 cm)
Sempel 3 (8,50 cm)	Sempel c (14,33 cm)

3.6.3 Prosedur Pengambilan Sampel pada Ranting, Daun dan Buah

Metode yang digunakan untuk mengukur stok karbon pada ranting, daun dan buah adalah dengan menggunakan metode pemanenan (*distructive*). Metode sampling pemanenan ini dilakukan dengan memanen bagian tubuh tumbuhan seperti ranting, daun, bunga maupun buah. Pertama-tama pohon *Sonneratia alba* yang sudah teridentifikasi dan di dapatkan 2 sampel, yaitu sampel tiang (berdiameter batang 10-30 cm) dan sampel pancang (berdiameter batang <10 cm). Masing-masing sampel tersebut dilakukan 3 kali pengulangan, dimana untuk pancang diambil 3 sampel pohon dan untuk tiang diambil 3 sampel pohon juga. Kemudian dilakukan proses pemanen dengan cara memetik beberapa lembar daun, ranting dan buah dari pohon yang sudah di tentukan. Proses pengambilan ini dapat menggunakan bantuan arit yang sudah diikat dengan bilah bambu yang panjang, hal ini untuk mempermudah proses pengambilan ranting dan buah yang letaknya berada diketinggian. Setelah

ranting, daun dan buah di dapatkan kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel yang sudah diberi label masing-masing.

Sampel-sampel yang sudah di dapatkan kemudian diserahkan ke laboratorium untuk di teliti. Menurut Hairiah *et.al.* (2011), sampel batang, daun dan buah yang sudah di ambil dan di bawa ke laboratorium kemudian dikeringkan dan ditimbang berat biomasanya. Setelah biomassa sampel diketahui, langkah selanjutnya untuk mengetahui stok karbon yang tersimpan adalah dengan menggunakan angka konversi, yaitu 46%, dimana stok karbon tersimpan didapatkan dari hasil kali antara total biomassa dengan 0,46.

3.7 Analisis Sampel

Analisis stok karbon pada sampel batang, ranting, daun dan buah terdiri dari beberapa tahapan, meliputi perhitungan biomassa, analisis % karbon organik dan perhitungan karbon organik. Adapun rincian mengenai variabel apa saja yang di analisis akan dibahas di bawah ini:

3.7.1 Perhitungan Biomassa

Menurut Horward *et. al.* (2014), perhitungan nilai biomassa pada batang mangrove *Sonneratia alba* dilakukan dengan menggunakan rumus allometrik sebagai berikut:

$$W_{top} = 0,251 \times \rho \times DBH^{2,46}$$

Dimana:

W_{top} : Biomassa bagian atas

ρ : Kekerasan kayu (*Wood density*, gr/cm^3)

DBH: Diameter setinggi dada (cm)

Sedangkan Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Akbar (2012), perhitungan biomassa untuk ranting, daun dan buah dapat dihitung melalui

pengukuran persen kadar air dan berat kering. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$KA = \frac{BBs - BKs}{BKs} \times 100\%$$
$$BK \text{ (gr/m}^2\text{)} = \frac{BB}{1 + \left(\frac{\%KA}{100}\right)} \times 100\%$$

Dimana:

KA: Kadar air (%)

BBs: Berat basah sampel (gr)

BKs: Berat kering sampel (gr)

BK: Berat kering (gr)

BB: Berat basah (gr)

3.7.2 Analisis Karbon Organik

Analisis karbon organik pada ranting, daun dan buah mangrove *Sonneratia alba* menggunakan metode Walkley and Black (Fabianus *et al.*, 2015). Langkah awal yang dilakukan untuk menganalisis % karbon organik ialah dengan menimbang 1 gr sampel yang telah dikeringkan dan dihaluskan kemudian dimasukan kedalam gelas kimia. Setelah itu, tambahkan 10 ml $K_2Cr_2O_7$ dan 20 ml H_2SO_4 pekat dan homogenkan, kemudian diamkan sampel selama 30 menit. Setelah itu, tambahkan aquades sebanyak 100 ml, H_3PO_4 sebanyak 5 ml dan indikator difenilamin sebanyak 1 ml. Lalu dititrasi dengan larutan $FeSO_4$ 1 N sampai terjadi perubahan menjadi warna hijau, kemudian catat volume titrasi yang digunakan. Selanjutnya mengulangi perlakuan seperti di atas pada larutan blanko dan kemudian dihitung dengan rumus:

$$C \text{ organik (\%)} = \frac{(N K_2Cr_2O_7 \times V K_2Cr_2O_7 - (N FeSO_4 \times V FeSO_4))}{Berat sampel \times 0,77} \times 0,003$$

Dimana:

N: Normalitas

V: Volume (ml)

0,003: Valensi Cr yang teroksidasi

3x 0,001 (mg ke gr)

0,77: Metode ini hanya 77% C organik yang yang teroksidasi

3.7.3 Perhitungan Karbon Organik

Menurut Horward *et.al.* (2014), perhitungan nilai karbon organik pada batang mangrove *Sonneratia alba* dilakukan dengan menggunakan rumus allometrik sebagai berikut:

$$\text{Stok karbon } aboveground = \text{Biomassa} \times 0,46$$

Menurut Badan Standart Nasional (2011), perhitungan karbon organik pada ranting, daun dan buah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Stok Cb (gr/m}^2\text{)} = B \times \% \text{ C Organik}$$

Dimana :

Cb: Kandungan karbon dari bomassa, dinyatakan dalam gram (gr/m²)

B: Total biomassa, dinyatakan dalam gram (gr)

%C Organik: Nilai persentase kandungan karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

3.7.4 Perhitungan Simpanan Karbon

Setelah nilai karbon organik didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung simpanan karbon pada bagian-bagian mangrove tersebut dengan menggunakan rumus. Adapun rumusnya menurut Horward *et.al.* (2014), adalah sebagai berikut:

$$\text{Simpanan CO}_2 = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar C}} \times \text{stok C}$$

Dimana :

Simpanan CO₂: Jumlah simpanan karbon dioksida (gr/m²)

Mr CO₂: Molekul relatif CO₂ = 44 (massa atom C=12, O=16)

Ar C: Atom relatif C = 12

3.8 Analisis Statistik

Penggunaan uji non parametrik didasari pada distribusi data yang digunakan sebagai salah satu asumsi dasar. Jika data berdistribusi normal maka statistik parametrik dapat digunakan, namun jika data berdistribusi tidak normal maka statistik non parametrik yang akan digunakan. Statistika berupaya memelihara agar data yang diambil memiliki hasil yang berada pada nilai rata-rata atau yang dapat disebut dengan istilah kewajaran. Dalam menguji nilai kewajaran tersebut perlu dilakukan uji normalitas terlebih dahulu. Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji anova *two way* yang akan dijabarkan di bawah ini.

- **Uji Anova Two Way**

Menurut Halimatussa'diyah (2016), uji anova *two way* digunakan untuk mengetahui hubungan antara pengaruh penyerapan CO₂ terhadap bagian-bagian pada mangrove seperti ranting, daun dan buah. ANOVA dua arah (*Two Way ANOVA*) adalah jenis uji statistika parametrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara dua atau lebih grup sampel. Pada pengujian *Two Way ANOVA* diperlukan pula beberapa asumsi yang harus terpenuhi, yaitu:

1. Populasi yang akan diuji berdistribusi normal
2. Seluruh sampel adalah independen
3. Terdapat variansi dari populasi yang akan diuji
4. Sampel yang diuji tidak berhubungan satu dengan yang lain (random)

Menurut Nadhiroh (2013), sebelum melakukan analisis data dengan ANOVA terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas dan normalitas yang dapat dilihat dibawah ini:

1. Uji homogenitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang digunakan dalam penelitian homogen atau tidak. Uji homogenitas juga dapat dilakukan dengan menggunakan SPSS. Dasar pengambilan keputusan yang dipakai dalam uji homogenitas, yaitu jika nilai signifikansi $>0,05$ maka dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data sama (homogen). Sedangkan jika nilai signifikansi $<0,05$ maka dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah tidak sama (tidak homogen) (SPSS Indonesia, 2018).

2. Uji normalitas

Uji normalitas ini bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil simpanan CO_2 yang telah diperoleh dalam penelitian berdistribusi normal atau tidak. Penghitungan dalam uji normalitas ini dapat dilakukan dengan menggunakan SPSS. Dasar pengambilan keputusan yang dipakai pada uji normalitas standardized residual dalam *two way* ANOVA dengan SPSS, yaitu jika nilai signifikansi Shapiro Wilk $>0,05$ maka nilai residual standar berdistribusi normal. Sebaliknya jika nilai signifikansi Shapiro Wilk $<0,05$ maka nilai residual standar tidak berdistribusi normal (SPSS Indonesia, 2018).

3. Uji hipotesis

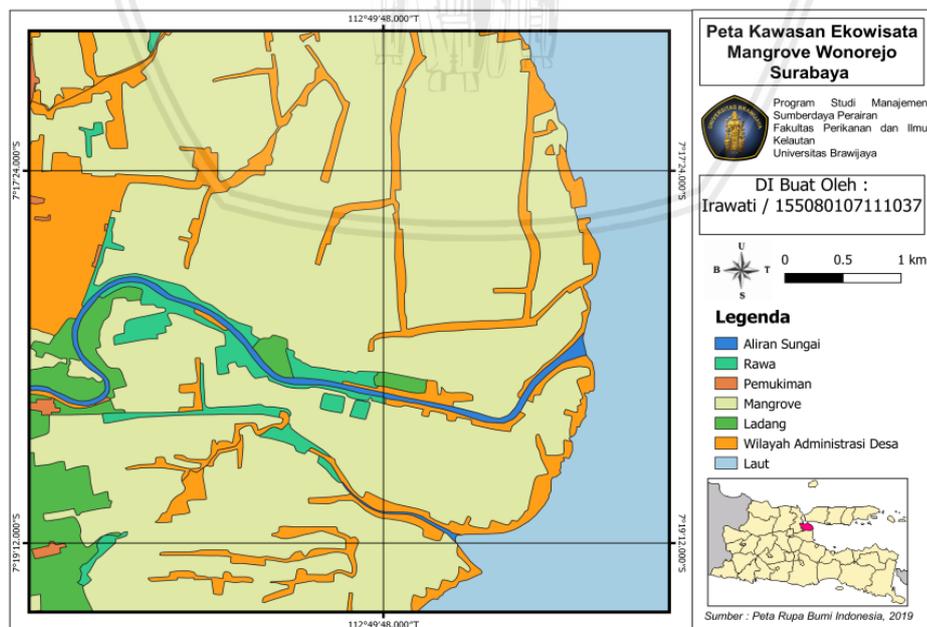
Teknik analisis data untuk menguji hipotesis pada penelitian eksperimen ini menggunakan *two way* anova. Kriteria signifikansi dapat dilihat jika $P_{\text{value}} \leq 0,05$ atau jika F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , Maka hipotesis yang diajukan dapat diterima atau terdukung. Sedangkan jika P_{value} signifikansi $>0,05$ atau jika F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} , maka hipotesis ditolak atau tidak terdukung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Ekowisata Mangrove yang terletak di Jl. Raya Wonerejo No. 1 desa Wonerejo, kelurahan Wonerejo, kecamatan Rungkut, Surabaya, yang terletak disebelah timur kota Surabaya. Lokasi ekowisata mangrove ini memiliki aksesibilitas yang baik, dimana mudah dijangkau dengan kendaraan roda dua, roda empat, kendaraan pribadi maupun angkutan umum. Luasan ekowisata mangrove ini kurang lebih mencapai 800 Ha dan berjarak 2 km dari pusat kota Surabaya. Adapun batas-batas wilayah dari ekowisata mangrove wonerejo ini adalah sebagai berikut:

- Batas Utara : Kelurahan Keputih, Sukolilo
- Batas Selatan: Kelurahan Medokan Ayu, Rungkut
- Batas Timur : Selat Madura
- Batas Barat : Kelurahan Penjaringansari, Rungkut



Gambar 9. Peta Lokasi Mangrove Wonerejo (Sumber: Google Map, 2019)

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

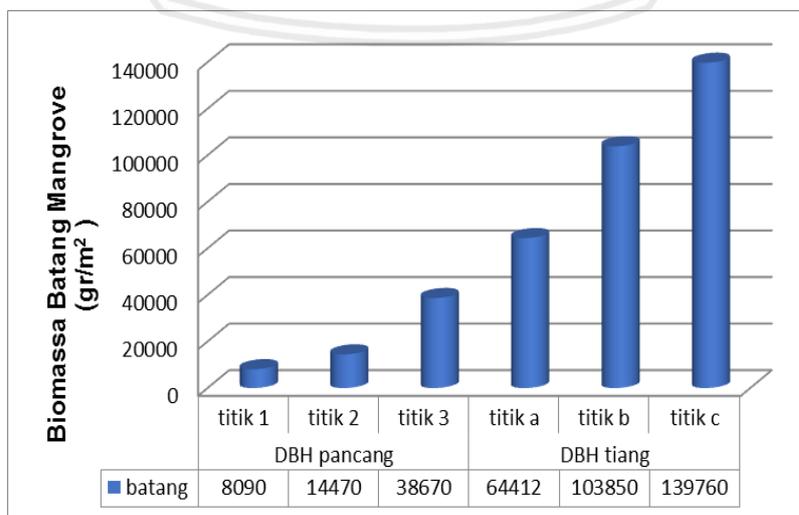
Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada satu lokasi dengan dua titik pengambilan sampel yang berdekatan. Hal ini dikarenakan lokasi tersebut merupakan satu-satunya daerah yang di tumbuhinya spesies mangrove *Sonneratia alba* dan beberapa mangrove spesies lainnya secara alami. lokasi ini juga berdekatan dengan area pemancingan. Adapun gambar lokasi pengambilan titik sampel dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 10. Lokasi pengambilan sampel (Data Primer, 2019)

4.3 Biomassa Batang *Sonneratia alba*

Biomassa pada batang pohon dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik seperti yang telah dijelaskan di atas dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



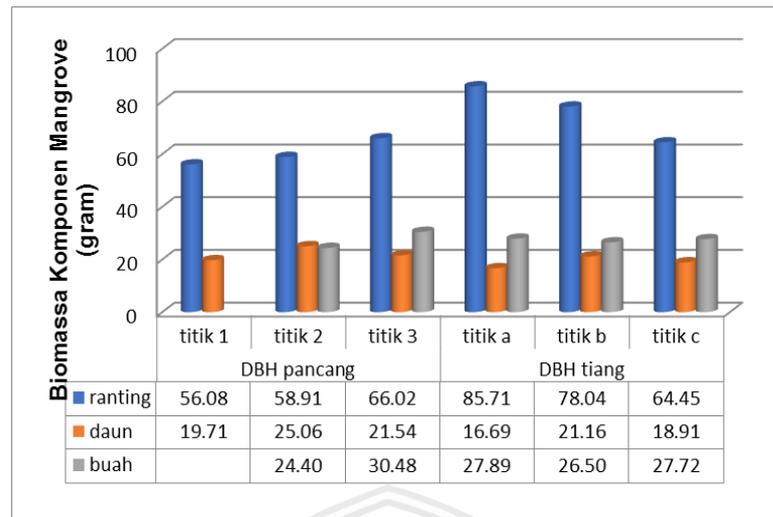
Gambar 11. Kadar Biomassa Batang Mangrove *Sonneratia alba* (gr/m²)

Grafik diatas menunjukkan nilai biomassa pada batang *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 (4.50 cm) sebesar 8.090 gr/m², pada titik 2 (5.70 cm) sebesar 14.470 gr/m², pada titik 3 (8.50 cm) sebesar 38.670 gr/m². Sedangkan pada batang *Sonneratia alba* tiang pada titik a (10.19 cm) sebesar 64.412 gr/m², pada titik b (12.70 cm) sebesar 103.850 gr/m² dan pada titik c (14.33 cm) sebesar 139.760 gr/m².

Menurut Wahyuni dan Baderan (2017), proporsi kandungan biomassa yang terdapat pada bagian batang merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan bagian lainnya. Kandungan biomassa pada batang ini berkaitan erat dengan hasil produksi pohon yang didapat melalui proses fotosintesis yang umumnya disimpan pada bagian batang. Hasil produksi pohon dari proses fotosintesis tersebut berupa selulosa dan zat-zat kimia penyusun kayu yang lainnya. Zat penyusun kayu tersebut menyebabkan bagian rongga sel pada batang banyak tersusun oleh komponen kayu dibanding air, sehingga bobot biomassa batang akan menjadi lebih besar. Berdasarkan hasil yang didapat pada grafik diatas didapatkan nilai biomassa tertinggi terdapat pada tiang pada titik c dengan nilai sebesar 139.760 gr/m², sedangkan nilai yang terendah terdapat pada pancang pada titik 1 yaitu sebesar 8.090 gr/m².

4.4 Biomassa Ranting, Daun dan Buah *Sonneratia alba*

Biomassa pada ranting, daun dan buah pohon dilakukan dengan menggunakan metode pemanenan seperti yang telah dijelaskan di atas dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 12. Kadar Biomassa Komponen Mangrove *Sonneratia alba* (gram)

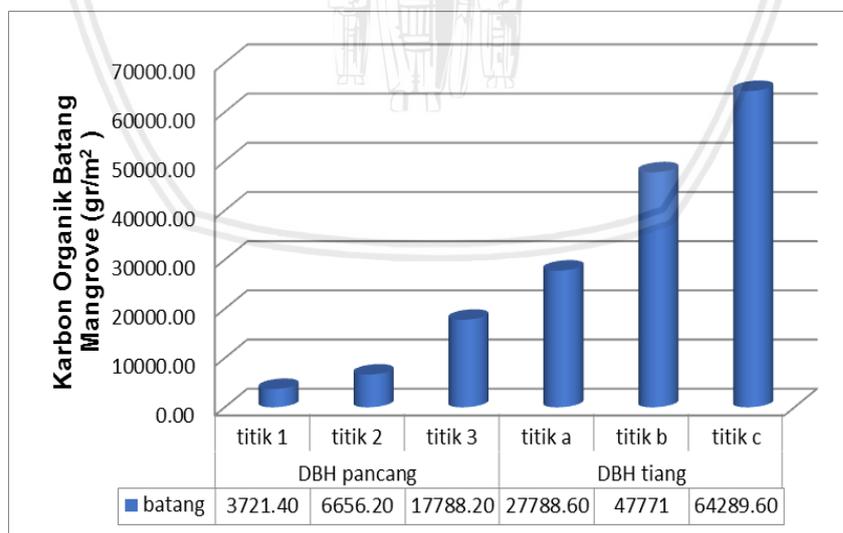
Grafik diatas menunjukkan nilai biomassa pada ranting *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 56,08 gram, pada titik 2 sebesar 58,91 gram, pada titik 3 sebesar 66,02 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 85,71 gram, pada titik b sebesar 78,04 gram dan pada titik c sebesar 64,45 gram. Nilai biomassa pada daun *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 19,71 gram, pada titik 2 sebesar 25,06 gram, pada titik 3 sebesar 21,54 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 16,69 gram, pada titik b sebesar 21,16 gram dan pada titik c sebesar 18,91 gram. Nilai biomassa pada buah *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar -, pada titik 2 sebesar 24,40 gram, pada titik 3 sebesar 30,48 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 27,89 gram, pada titik b sebesar 26,50 gram dan pada titik c sebesar 27,72 gram.

Menurut Rahim dan Baderan (2016), biomassa merupakan gambaran total material organik dari fotosintesis yang kemudian digunakan tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan secara horizontal dan vertikal. Semakin besar nilai biomassa tegakan diakibatkan oleh semakin tua umur tegakan tersebut yang dikarenakan adanya pertumbuhan sel-sel baru. Pertumbuhan tersebut menyebabkan semakin besarnya diameter batang yang dikarenakan aktivitas

pembelahan kambium. Sehingga apabila diameter batang semakin besar maka nilai biomassa batang pun semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan Talan (2008), bertambahnya ukuran pohon, ukuran ranting juga meningkat bahkan pada bagian tersebut tumbuh lagi ranting-ranting yang lain sehing ukuran ranting tersebut lebih tepat diklasifikasikan sebagai cabang. Hal tersebut juga berlaku bagi daun, karena bertambahnya ukuran diameter pohon ukuran daun juga akan mengalami peningkatan bahkan pada bagian tersebut akan ditumbuhi dengan daun-daun baru. Berdasarkan hasil yang didapat pada grafik diatas didapatkan nilai biomassa tertinggi terdapat pada ranting tiang pada titik a sebesar 85.71 gram dan nilai biomassa terendah terdapat pada daun tiang pada titik a sebesar 16,69 gram.

4.5 Stok Karbon Organik Batang *Sonneratia alba*

Stok karbon organik pada batang pohon dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik seperti yang telah dijelaskan di atas dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 13. Kadar Karbon Organik Batang Mangrove *Sonneratia alba* (gr/m²)

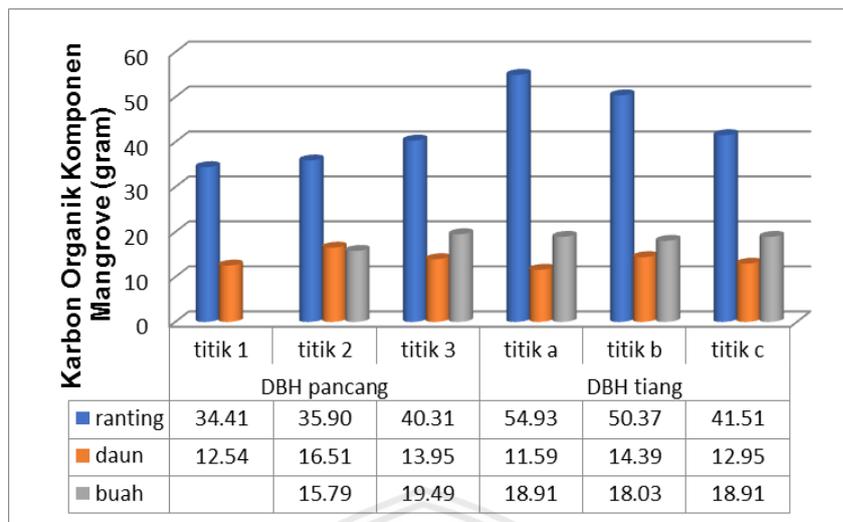
Grafik diatas menunjukkan nilai karbon organik pada batang *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 3.721,40 gr/m², pada tiik 2 sebesar 6.656,20

gr/m², pada titik 3 sebesar 17.788,20 gr/m². Sedangkan pada batang *Sonneratia alba* tiang pada titik a sebesar 27.788,60 gr/m², pada titik b sebesar 47.771 gr/m² dan pada titik c sebesar 64.289,60 gr/m².

Kandungan stok karbon pada tegakan mangrove memiliki korelasi yang positif terhadap biomassa. Dengan kata lain, nilai biomassa mangrove berbanding lurus dengan nilai stok karbon, sehingga semakin besar nilai biomasanya maka akan semakin besar pula cadangan karbon di dalamnya. Batang merupakan kayu, dimana kayu ini dibentuk oleh zat-zat penyusun kayu seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa. Pada bagian batang hampir 50% nya tersusun atas selulosa, dimana selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding yang menyelubungi sel tumbuhan dan terdiri dari molekul gula linier yang berantai panjang yang tersusun oleh karbon. Sehingga semakin tinggi selulosa maka kandungan karbon didalamnya akan semakin meningkat (Hakim *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil yang didapat pada grafik diatas didapatkan nilai karbon organik tertinggi terdapat pada tiang dengan nilai sebesar 64.289,60 gr/m², sedangkan nilai terendah terdapat pada batang pancang yaitu sebesar 3.721,40 gr/m².

4.6 Stok Karbon Organik Ranting, Daun dan Buah *Sonneratia alba*

Stok karbon organik pada ranting, daun dan buah pohon dilakukan dengan menggunakan metode pemanenan seperti yang telah dijelaskan di atas dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. Kadar Karbon Organik Komponen Mangrove *Sonneratia alba* (gram)

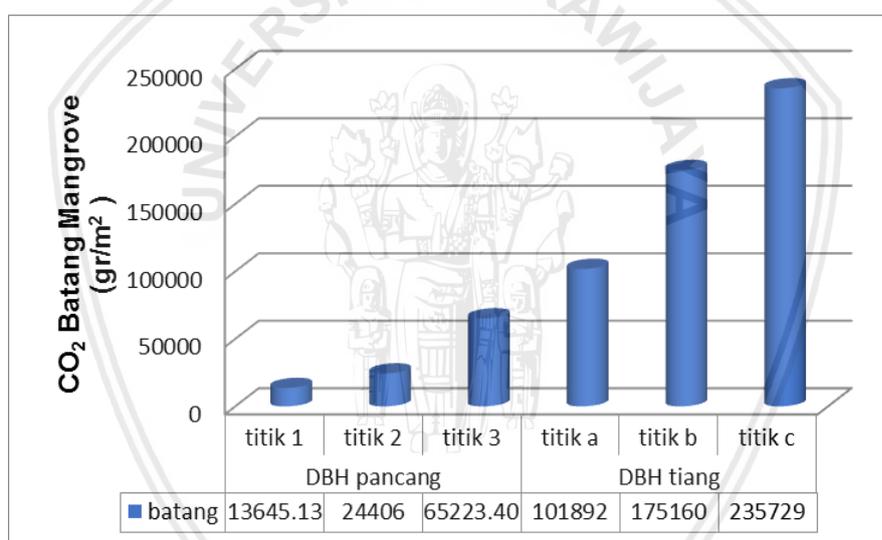
Grafik diatas menunjukkan nilai karbon organik pada ranting *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 34,41 gram, pada titik 2 sebesar 35,90 gram, pada titik 3 sebesar 40,31 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 54,93 gram, pada titik b sebesar 50,37 gram dan pada titik c sebesar 41,51 gram. Nilai karbon organik pada daun *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 12,54 gram, pada titik 2 sebesar 16,51 gram, pada titik 3 sebesar 13,95 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 11,59 gram, pada titik b sebesar 14,39 gram dan pada titik c sebesar 12,95 gram. Nilai karbon organik pada buah *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar -, pada titik 2 sebesar 15,79 gram, pada titik 3 sebesar 19,49 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 18,91 gram, pada titik b sebesar 18,03 gram dan pada titik c sebesar 18,91 gram.

Menurut Niapele (2013), kandungan persen kadar karbon tiap organ pohon itu berbeda-beda, hal ini disebabkan karena komponen kimia kayu yang terdapat pada setiap organ pohon berbeda pula. Proporsi komponen kimia penyusun kayu sangat bervariasi dari jenis kayu yang satu dengan jenis kayu yang lainnya dan dari pohon ke pohon dalam satu jenis bahkan dari bagian-bagian satu jenis pohon. Hal tersebut dikarenakan komponen kimia kayu

dipengaruhi oleh tipe kayu (normal, tarik atau tekan), bagian kayu (batang, cabang, daun dan akar), lokasi geografis (tempat tumbuh), dan faktor genetik. Berdasarkan hasil yang didapat pada grafik diatas didapatkan nilai karbon organik tertinggi terdapat pada ranting pada tiang dengan nilai sebesar 54,93 gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada daun pada tiang yaitu sebesar 11,59 gram.

4.7 Simpanan CO₂ pada Batang *Sonneratia alba*

Simpanan CO₂ organik pada batang pohon dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik seperti yang telah dijelaskan di atas dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 15. Kadar Simpanan CO₂ Batang Mangrove *Sonneratia alba* (gr/m²)

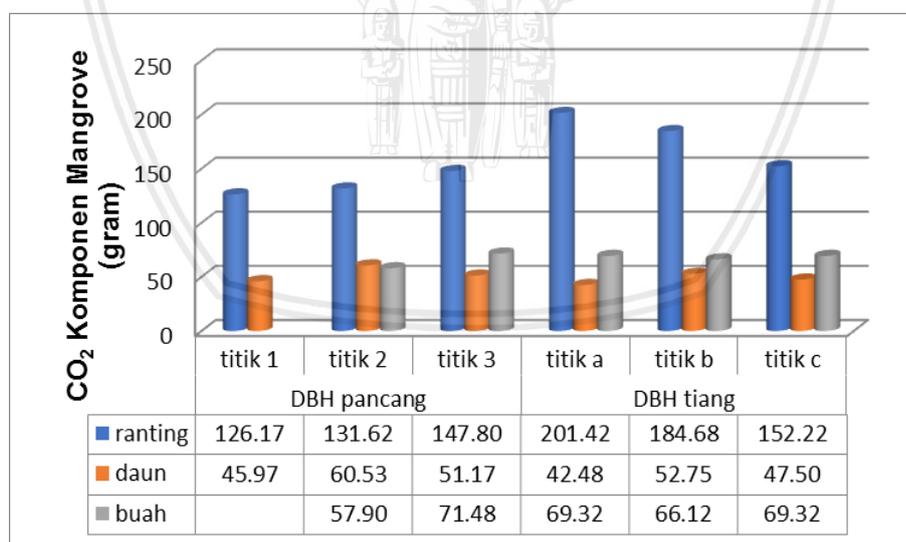
Grafik diatas menunjukkan nilai simpanan CO₂ pada batang *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 13.645,13 gr/m², pada titik 2 sebesar 24.406 gr/m² dan pada titik 3 sebesar 65.223,40 gr/m². Sedangkan pada batang pohon *Sonneratia alba* tiang pada titik a sebesar 101.892 gr/m², pada titik b sebesar 175.160 gr/m² dan pada titik c sebesar 235.729 gr/m².

Kandungan karbon pada tanaman menggambarkan seberapa besar tanaman tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Tumbuhan menyerap CO₂ dari

udara kemudian mengkonversinya menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis yang digunakan untuk pertumbuhan. Tingginya kandungan karbon organik sedimen di suatu vegetasi disebabkan karena substrat menerima sumbangan karbon dalam bentuk daun, ranting, buah dan bunga yang mati (serasah). Besar kecilnya simpanan karbon dalam suatu vegetasi bergantung pada jumlah biomassa yang terkandung pada pohon, kesuburan tanah dan daya serap vegetasi tersebut (Suryono *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil yang didapat pada grafik diatas didapatkan nilai CO₂ tertinggi terdapat pada batang tiang dengan nilai sebesar 235.729 gr/m², sedangkan nilai terendah terdapat pada batang pancang yaitu sebesar 13.645,13 gr/m².

4.8 Simpanan CO₂ pada Ranting, Daun dan Buah *Sonneratia alba*

Simpanan CO₂ pada ranting, daun dan buah pohon dilakukan dengan menggunakan metode pemanenan seperti yang telah dijelaskan di atas dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 16. Kadar Simpanan CO₂ Komponen Mangrove *Sonneratia alba* (gram)

Grafik diatas menunjukkan nilai simpanan CO₂ pada ranting *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 126,17 gram, pada titik 2 sebesar 131,62 gram, pada titik 3 sebesar 147,80 gram, sedangkan pada tiang pada titik a

sebesar 201,42 gram, pada titik b sebesar 184,68 gram dan pada titik c sebesar 152,22 gram. Nilai simpanan CO₂ pada daun *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar 45,97 gram, pada titik 2 sebesar 60,53 gram, pada titik 3 sebesar 51,17 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 42,48 gram, pada titik b sebesar 52,75 gram dan pada titik ke c sebesar 47,50 gram. Nilai simpanan CO₂ pada buah *Sonneratia alba* pancang pada titik 1 sebesar -, pada titik 2 sebesar 57,90 gram, pada titik 3 sebesar 71,48 gram, sedangkan pada tiang pada titik a sebesar 69,32 gram, pada titik b sebesar 66,12 gram dan pada titik c sebesar 69,32 gram.

Menurut Bachmid *et.al.* (2018), kandungan karbon pada tanaman menggambarkan seberapa besar tanaman tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Sebagian karbon akan menjadi energi untuk proses fisiologi tanaman dan sebagian masuk dalam struktur tumbuhan dan menjadi bagian dari tumbuhan, misalnya selulosa yang tersimpan pada batang, akar, ranting dan daun. Hutan mangrove dapat menyimpan lebih dari tiga kali rata-rata penyimpanan karbon per hektar oleh hutan tropis daratan. Fungsi optimal penyerapan karbon oleh mangrove mencapai 77,9%, dimana karbon yang diserap tersebut disimpan dalam biomassa mangrove yaitu pada beberapa bagian seperti batang, daun, akar dan buah. Biomassa pohon berkaitan erat dengan penyerapan CO₂. Simpanan karbon terbesar ada pada bagian batang pohon. Besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi dan berat jenis pohon/kayu. Berdasarkan hasil yang didapat pada grafik diatas didapatkan nilai simpanan CO₂ tertinggi terdapat pada ranting tiang dengan nilai sebesar 201,42 gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada daun tiang yaitu sebesar 42,48 gram.

4.9 Hasil Analisis ANOVA Two Way Komponen Mangrove terhadap Penyerapan CO₂

Hasil analisis ANOVA *two way* untuk mengetahui adakah hubungan antara penyerapan CO₂ terhadap komponen mangrove seperti ranting, daun dan buah yang diambil berdasarkan ukuran dari diameter pohon menggunakan bantuan aplikasi SPSS 23 (*Statistical Package for Social Science*) didapatkan hasil untuk uji homogenitas didapatkan nilai signifikansi hasil penyerapan CO₂ sebesar 0,008, yang berarti bahwa nilai signifikansi < $\alpha=0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa varian antar sampel tidak memiliki kesamaan (tidak homogen). Sedangkan untuk uji normalitas didapatkan nilai signifikansi hasil penyerapan CO₂ pada uji Shapiro-Wilk sebesar 0,136, yang berarti bahwa nilai signifikansi > $\alpha=0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa nilai residual standar berdistribusi normal.

Tabel 4. Uji Hiotesis

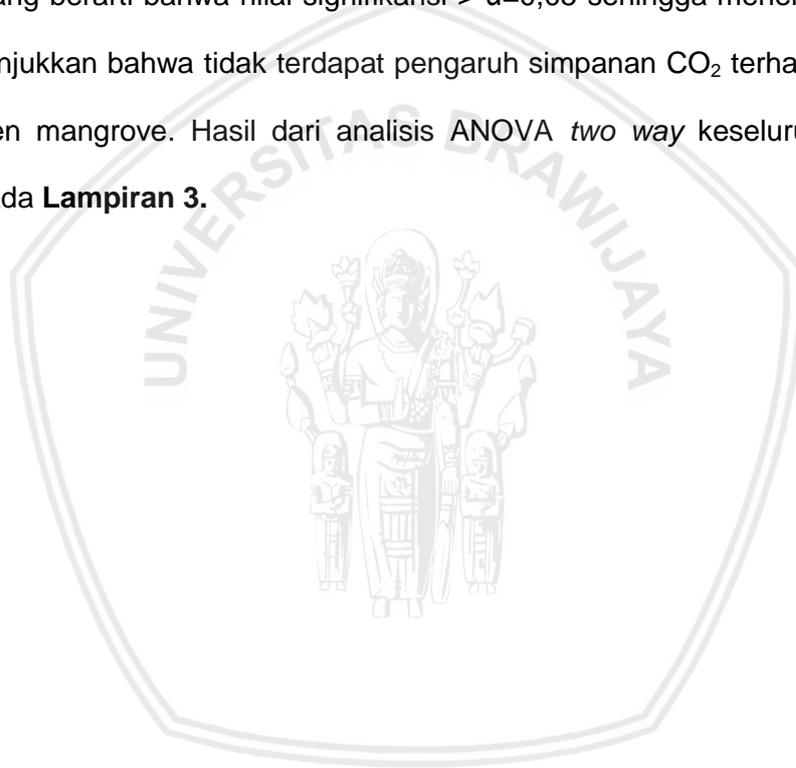
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO₂

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47646.154 ^a	5	9529.231	25.104	.000
Intercept	138416.911	1	138416.911	364.643	.000
Ukuran	2073.036	1	2073.036	5.461	.038
Komponen	43725.720	2	21862.860	57.595	.000
Ukuran * Komponen	1847.397	2	923.699	2.433	.130
Error	4555.149	12	379.596		
Total	190618.214	18			
Corrected Total	52201.302	17			

a. R Squared = .913 (Adjusted R Squared = .876)

Untuk uji hipotesisnya didapatkan hasil nilai signifikansi ukuran sebesar 0,038, yang berarti bahwa nilai signifikansi $< \alpha=0,05$ sehingga tolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh simpanan CO_2 terhadap ukuran dari diameter pohon. Nilai signifikansi komponen mangrove sebesar 0,000, yang berarti bahwa nilai signifikansi $< \alpha=0,05$ sehingga tolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh simpanan CO_2 terhadap komponen mangrove seperti ranting, daun dan buah. Nilai signifikansi ukuran komponen mangrove sebesar 0,130, yang berarti bahwa nilai signifikansi $> \alpha=0,05$ sehingga menerima H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh simpanan CO_2 terhadap ukuran komponen mangrove. Hasil dari analisis ANOVA *two way* keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran 3**.



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, terdapat pengaruh antara ukuran batang dan komponen mangrove *Sonneratia alba* (ranting, daun dan buah) terhadap simpanan CO₂. Pada penelitian ini didapatkan nilai simpanan CO₂ tertinggi pada setiap komponennya terdapat pada bagian batang pada tiang di titik c yaitu sebesar 235.729 gr/m². Kemudian nilai simpanan CO₂ tertinggi selanjutnya pada bagian ranting pada tiang di titik a yaitu sebesar 5201,42 gram. Lalu pada bagian buah pada pancang di titik 3 yaitu sebesar 71,48 gram, dan nilai simpanan CO₂ paling rendah terdapat pada bagian daun pada tiang di titik a yaitu sebesar 42,48 gram.

5.2 Saran

Perlu dilakukan adanya pelestarian dan pengembangan kawasan mangrove pada daerah-daerah yang berpotensi untuk tumbuhnya mangrove. Saran untuk penelitian selanjutnya mengenai penyerapan CO₂ adalah alangkah lebih baik bila sampel bagian-bagian mangrove seperti ranting, daun, buah dan bagian lainnya di ambil berdasarkan ukuran tertentu (tua/muda bagiannya).

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, I.K.D. 2008. Daur Biogeokimia. dhi, I. K. D. 2008. Daur Biogeokimia. <http://gurungeblog.wordpress.com/2008/11/17/daur-biogeokimia/>. Diakses pada 25 November 2019.
- Akbar, A. 2012. Persamaan Allometrik untuk Menduga Kandungan Karbon Jenis Meranti (*Shorea teysmaniana*) di Hutan Alam Rawa Gambut Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 9(1): 1-11.
- Amaliyah, S., T. Nurhidayati, D.Saptarini dan H. Purnobasuki. 2012. Pengaruh Umur Tegakan Tanaman Terhadap Adaptasi Pneumatophor *Avicennia alba* di Kawasan Wonorejo-Surabaya. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 15(1): 11-14.
- Antu, Y.R., F.M. Sahami dan S.N. Hamzah. 2015. Keanekaragaman Jenis dan Indeks Nilai Penting Mangrove di Desa Tabulo Selatan Kecamatan Mananggu Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. 3(1): 11-15.
- Arief, A. 2003. Hutan Mangrove, Fungsi dan Manfaatnya. Kanasius: Yogyakarta.
- Bachmid, F., C.F.A. Sondak dan J.D. Kusen. 2018. Estimasi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1): 8-13.
- Badan Standart Nasional. 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*ground based forest carbon accounting*). BSN: Jakarta. SNI 7724.
- Buamona, D., R. Djameluddin dan A.B. Windarto. 2017. Indeks Daun *Sonneratia alba* pada Zona Tumbuh Berbeda di Pesisir Desa Tiwoho Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1): 36-40.
- Djaelani, A.R. 2013. Teknik Pengumpulan Data dalam Penelitian Kualitatif. *Majalah Ilmiah Pawiyatan*. 20(1): 82-92.
- Fabianus., W.N. Jati dan I. M. Yulianti. 2015. Kualitas Vermikompos Limbah Sludge Industri Kecap dan Seresah Daun Lamtoro (*Laucaena leucocephala* (Lam). De Wit) dengan Variasi Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoffmeister dan *Eisenia foetida* Savigny. Program Studi Biologi. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- FAO. 2007. The World's Mangroves 1980-2005.



- Friess, D.A. 2016. Mangrove Forests. *Current Biology*. 26: 739-755.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari R. R. dan Rahayu, S. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan. Petunjuk praktis. Edisi kedua. Buku. Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang, Indonesia. 110p.
- Hairiah, K., Rahayu, S., 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre ICRAF, Sea Regional Office, University Of Brawijaya, Indonesia.
- Hakim, M.A., N.K.T. Martuti dan A. Irsadi. 2016. Estimasi Stok Karbon Mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Life Science*. 5(2): 87-94.
- Halimatussa'diyah, J. 2016. Analisis Perbedaan Kinerja Portofolio Optimal Saham Syariah Menggunakan Model Indeks Tunggal, Model Indeks Ganda dan Korelasi Konstan. Skripsi. Fakultas Ekonomi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hasanah, H. 2016. Teknik-teknik Observasi. *Jurnal at-Taqaddum*. 8(1). 21-46.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Emily Pidgeon, Maciej Telszewski, 2014. Coastal Blue Carbon (Methods For Assesing Carbon Stocks and Emmisions Factors In Mangrove, Tidal Salt Marshes and Seagrass Meadow. Consevation International, IUCN, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, Intergovernmental Oceanographic Commision.
- IUCN. 2006. Conservation Benefits of Mangrove. the World Conservation Union.
- Latuconsina, H. 2010. Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Laut. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 3(1): 30-37.
- Lugina, M., K.L. Ginoga, A. Wibowo, A. Bainnaura dan T. Partiani. 2011. Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Pengukuran Stok Karbon di Kawasan Konservasi. Laporan Teknis. 14: 1-34.
- Manik, D. 2013. Kemampuan Tumbuhan Anakan Mangrove Jenis *Rhizophora apiculata* dan *Avicennia marina* Terhadap Pencemaran Minyak Mentah. SKRIPSI. Fakultas Kehutanan. IPB.
- Manuri, S., Putra, C.A.S., Saputra, A.D., 2011. Tehnik pendugaan cadangan karbon hutan. Merang REDD Pilot Proj. Ger. Int. Coop. Plb.



- Muzaki, F.K., D. Saptarini, N.D. Kuswytasari dan A. Sulisetyono. 2012. Menjelajah Mangrove Surabaya. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM). ITS.
- Nadhiroh, A. 2013. Pengaruh Penggunaan Metode Pemecahan Masalah Model Polya dengan Strategi Berdandang dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VIII SMP Islam Durenan. Skripsi. STAIN Tulungagung.
- Nafidah, N. 2015. Pengaruh Kinerja Pustakawan Terhadap Kepuasan Pemustaka pada Perpustakaan Universitas Indonesia. Skripsi. Fakultas Adab dan Humaniora. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Niapele, S. 2013. Estimasi Biomassa dan Karbon Tegakan Dipterocarpa pada Ekosistem Hutan Primer dan LOA (*Log Over Area*) di PT. Sari Bumi Kusuma (SBK) Kalimantan Tengah.
- Noor, Y.R., M. Khazali dan I.N.N. Suryadiputra. 2006. Paduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP: Bogor.
- Purnobasuki, H. 2012. Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Penyimpanan Karbon. Buletin PSL Universitas Surabaya. 28: 1-6.
- Puspayanti, N.M, H.A.T. Tellu dan S.M. Suleman. 2013. Jenis-jenis Tumbuhan Mangrove di Desa Lebo Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Moutong dan Pengembangannya Sebagai Media Pembelajaran. *e-Jipbiol*. 1:1-9.
- Puspayanti, N.M., H.A.T. Tellu dan S.M. Suleman. 2013. Jenis-jenis Tumbuhan Mangrove di Desa Lebo Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Mputong dan Pengembangannya Sebagai Media Pembelajaran. *e-Jipbiol*. 1: 1-9.
- Puspita, I.L. 2013. Pengaruh Growth Asset dan Intrinsic Value Terhadap Harga Saham pada Perusahaan Food and Beverage di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Riset Akuntansi dan Manajemen*. 2(2). 105 – 112.
- Rahim, S dan D.W. Baderan. 2016. Kerapatan Biomassa dan Nilai Karbon Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Desa Bumi Bahari Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Sainstek*. 8(5): 484-494.
- Rahim, S., D.W.K. Baderan. 2017. Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya. Deepublish. Yogyakarta.
- Rahmat, P. S. 2009. Penelitian Kualitatif. EQUILIBRIUM. 5(9). 1-8.
- Ridwan. 2006. Statistika untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.



- Riwayati. 2014. Manfaat dan Fungsi hutan Mangrove bagi Kehidupan. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*. 12(24): 17-23.
- Rizki, G.M., A. Bintoro dan R. Hilmanto. 2016. Perbandingan Emisi Karbon dengan Karbon Tersimpan di Hutan Rakyat Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(1): 89-96.
- Rumiati, A.T. 2005. Harapan Masyarakat Terhadap Perkembangan Sosok Pemimpin dan Masa Depan Kota Surabaya. ITSS Press:Surabaya.
- Safri, C.J. Koenawan dan A. Zulfikar. 2015. Analisis Biofisik Ekosistem Mangrove untuk Kawasan Ekowisata Mangrove Sungai Kawal. FIKP UMRAH.
- Saputro, S.D. 2018. Ragam Spesies Mangrove dan Estimasi Stok Karbon yang Tersimpan Pada Hutan Mangrove di Desa Labuhan, Kec. Brondong, Kab. Lamongan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya.
- Sari, N.W.P. 2016. Coral Reef, Penyerapan atau Penghasil Karbon?. *Oseana*. 12(2): 32-40.
- Sarno, R.A. Suwignyo, Z. Dahlan, Munandar, M.R. Ridho, N. Aminasih, Harmida, M.E. Armanto dan E. Wildayana. 2017. Short Communication: the Phenology of *Sonneratia alba* J. Smith in Berbak abd Sembilang National Park, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*. 18(3): 909-915.
- Setiawan, H. 2013. Status Ekologi Hutan Mangrove pada Berbagai Tingkat Keterlibatan (Ecological Status of Mangrove Forest at Various Thickness Levels). *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 2(2): 104-120.
- Sidik, F dan H. Krisnawati. 2017. Peluang 'Blue' Carbon Sebagai Komponen Khusus Indonesia. *Policy Brief*. 11(6): 1-7.
- Simpson, W.T. 1996 Method to estimate dry-kiln schedules and species groupings: Tropical and temperate hardwoods. RPL-RP-548. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, USA.
- Soerianegara, I dan A. Indrawan. 1988. Ekologi Hutan Indonesia. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- SPSS Indonesia. 2018. Olah Data Statistik dengan SPSS. <https://www.spssindonesia.com/p/about-us.html>. Diakses pada 10 Oktober 2019. Pukul 13.00 WIB.



- Suryono, N. Soenardjo, E. Wibobo, R. Ario dan E.F. Rozy. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembran, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*. 7(1): 1-8.
- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa, sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Suwardi, A.B dan Z.I. Navia. 2015. Populasi dan Pola Distribusi Kedabu (*Sonneratia alba* J. smith) di Hutan Mangrove Kalimantan Barat. *Jurnal Jeumpa*. 2(1): 13-19.
- Talan, M.A. 2008. Persamaan Pendugaan Biomassa Pohon Jenis Nyirih (*Xylocarpus granatum* Koenig. 1784) dalam Tegakan Mangrove Hutan Alam di Batu Ampar, Kalimantan Barat. Fakultas Kehutanan. IPB.
- Wahyuni, D dan K. Baderan. 2017. Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo. Deepublish. Yogyakarta.
- Wandansari, N.D. 2013. Perlakuan Akuntansi Atas Pph Pasal 21 pada Pt. Artha Prima Finance Kotamobagu. *Jurnal EMBA*. 1 (3) : 558-566.
- Wardani, S.H., T. Rismawan dan S. Bahri. 2016. Aplikasi Klasifikasi Jenis Tumbuhan Mangrove Berdasarkan Karakteristik Morvologi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berbasis Web. *Jurnal Coding*. 4(3): 9-21.
- Wibowo, A., I. Samsuudin, Nurtjahjawilasa, Subarudi dan Z. Muttaqin. 2013. Petunjuk Praktis Menghitung Cadangan Karbon Hutan. UNESCO.
- Widiastuti, A. 2014. Data, Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian. Bahan Ajar Metode Penelitian. Jurnal Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 1
- Windarni, C. 2017. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- World Rainforest Movement. 2014. "Blue Carbon" and "Blue REDD": Transferring Coastal Ecosystems Into Merchandise. Misereor: Uruguay.
- Yuliara, I.M. 2016. Modul Regresi Linier Sederhana. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

a. Biomassa

- Perhitungan biomassa batang menggunakan persamaan allometrik, dengan rumus sebagai berikut:

$$W_{top} = 0,251 \times \rho \times DBH^{2,46}$$

W_{top}: Biomassa bagian atas

ρ: Kekerasan kayu (*Wood density*, gr/cm³)

ρ = 0,078 gr/cm³ (Simpson, 1996 dan World Agroforestry Centre, 2011)

DBH: Diameter setinggi dada (cm)

Sempel Pancang (DBH <10 cm)	Sempel Tiang (DBH 10-20 cm)
Sempel 1 (4,50 cm)	Sempel a (10,19 cm)
Sempel 2 (5,70 cm)	Sempel b (12,70 cm)
Sempel 3 (8,50 cm)	Sempel c (14,33 cm)

Diameter Batang	Biomassa (gr/m ²)		
	1	2	3
Pancang	8.090	14.470	38.670
Tiang	60.410	103.850	139.760

- Perhitungan biomassa ranting, daun dan buah menggunakan pengukuran persen kadar air dan berat kering. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$KA = \frac{BBs - BKs}{BKs} \times 100\%$$

$$BK \text{ (gr/m}^2\text{)} = \frac{BB}{1 + \left(\frac{\%KA}{100}\right)} \times 100\%$$



Dimana:

KA: Kadar air (%)

BBs: Berat basah sampel (gr)

BKs: Berat kering sampel (gr)

BK: Berat kering (gr)

BB: Berat basah (gr)

Bagian/ Diameter	KA(%)			BB (gram)			Biomassa (gram)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ranting Pancang	56,23	58,22	57,30	87,62	93,20	103,84	56,08	58,91	66,02
Ranting Tiang	54,11	52,97	52,22	132,09	119,37	98,11	85,71	78,04	64,45
Daun Pancang	73,42	75,40	74,43	34,19	43,96	37,57	19,71	25,06	21,54
Daun Tiang	71,41	69,44	72,33	29,07	35,86	32,59	16,96	21,16	18,91
Buah Pancang	-	79,36	80,40	-	43,77	54,99	-	24,40	30,48
Buah Tiang	79,53	78,88	78,11	50,07	47,40	49,38	27,89	26,50	27,72

b. Karbon Organik

- Perhitungan karbon organik batang menggunakan rumus allometrik seperti di bawah ini:

$$\text{Stok karbon aboveground} = \text{Biomassa} \times 0,46$$

Diameter Batang	Karbon Organik (grC/m ²)		
	1	2	3
Pancang	3.721,4	6.656,2	17.788,2
Tiang	27.788,6	47.771	64.289,6

- Perhitungan karbon organik ranting, daun dan buah dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Stok Cb (gr/m}^2\text{)} = B \times \%C \text{ Organik}$$

Dimana :

Cb: Kandungan karbon dari bomassa, dinyatakan dalam gram (gr/m²)

B: Total biomassa, dinyatakan dalam gram (gr)

%C Organik: Nilai persentase kandungan karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

Bagian/ Diameter	%C Organik			Biomassa (gram)			C Organik (gram)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ranting Pancang	61,36	60,94	61,06	56,08	58,91	66,02	34,41	35,90	40,31,
Ranting Tiang	64,10	64,54	64,41	85,71	78,04	64,45	54,93	50,37	41,51
Daun Pancang	63,60	65,87	64,79	19,71	25,06	21,54	12,54	16,51	13,95
Daun Tiang	68,32	67,98	68,49	16,96	21,16	18,91	11,59	14,39	12,95
Buah Pancang	-	64,71	63,95	-	24,40	30,48	-	15,79	19,49
Buah Tiang	67,79	68,06	68,20	27,89	26,50	27,72	18,91	18,03	18,91

c. CO₂

Perhitungan CO₂ untuk keseluruhan bagian mangrove menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Simpanan CO}_2 = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar C}} \times \text{stok C}$$

Dimana :

Simpanan CO₂: Jumlah simpanan karbon dioksida (gr/m²)

Mr CO₂: Molekul relatif CO₂ = 44 (massa atom C=12, O=16)

Ar C: Atom relatif C = 12

➤ CO₂ Batang

Diameter Batang	CO ₂ (grC/m ²)		
	1	2	3
Pancang	13.645,13	24.406	65.223,40
Tiang	101.891,53	175.160,33	235.728,53

➤ CO₂ Ranting, Daun dan Buah

Bagian/ Diameter	C Organik (gram)			CO ₂ (gram)		
	1	2	3	1	2	3
Ranting Pancang	34,41	35,90	40,31,	126,17	131,62	147,80
Ranting Tiang	54,93	50,37	41,51	201,42	184,68	152,22
Daun Pancang	12,54	16,51	13,95	45,97	60,53	51,17
Daun Tiang	11,59	14,39	12,95	42,48	52,75	47,50
Buah Pancang	-	15,79	19,49	-	57,90	71,48
Buah Tiang	18,91	18,03	18,91	69,32	66,12	69,32

Lampiran 2. Analisis Laboratorium

 **UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**
LABORATORIUM KIMIA
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. 0341-464318 Psw. 152 Malang 65144

LAPORAN ANALISIS

No. Surat : 77 /LK-B/III/2019

Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sebagai berikut:

Pelanggan : **Irawati**
155080107111037
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan/Manajemen
Sumberdaya Perairan
Universitas Brawijaya Malang

Jenis Contoh : Organ tanaman (ranting, daun dan buah) mangrove

Tgl. Penerimaan : 1 Maret 2019

Analisis/Uji yang diminta : C organik dan bahan organik

Metode Analisis : Walkey black dan denstedt

Hasil Analisis : Terlampir

Malang, 30 Agustus 2019
Kepala Laboratorium

Dr. Nurul Mahmudati, Dra, MKes

Lampiran Surat No. 77 /LK-B/VIII/2019

Hasil Analisis Kimia Sampel Organ Tanaman Mangrove

Sampel	Ulangan	dalam bobot kering		dalam bobot basah		Air (%)
		C Organik (%)	Bahan Organik (%)	C Organik (%)	Bhn Organik (%)	
Ranting Muda S1	1	61,297	79,606	27,039	35,116	55,888
	2	61,417	79,763	26,666	34,632	56,582
Ranting Muda S2	1	60,819	78,985	25,501	33,118	58,071
	2	61,057	79,294	25,420	33,013	58,367
Ranting Muda S3	1	60,938	79,140	25,997	33,762	57,339
	2	61,176	79,450	26,151	33,962	57,253
Ranting Remaja S1	1	64,032	83,168	29,427	38,217	54,043
	2	64,158	83,323	29,395	38,176	54,183
Ranting Remaja S2	1	64,414	83,654	30,283	39,329	52,987
	2	64,671	83,988	30,426	39,514	52,953
Ranting Remaja S3	1	64,286	83,488	30,801	40,001	52,087
	2	64,542	83,821	30,746	39,930	52,362
Daun Muda S1	1	63,303	82,211	16,898	21,945	73,307
	2	63,889	82,973	16,904	21,954	73,541
Daun Muda S2	1	66,029	85,752	16,181	21,014	75,494
	2	65,714	85,343	16,232	21,081	75,299
Daun Muda S3	1	64,486	83,748	16,470	21,389	74,460
	2	65,094	84,538	16,658	21,634	74,409
Daun Remaja S1	1	68,657	89,165	19,752	25,653	71,230
	2	67,980	88,286	19,308	25,075	71,598
Daun Remaja S2	1	68,317	88,723	21,000	27,272	69,261
	2	67,647	87,853	20,548	26,685	69,625
Daun Remaja S3	1	68,657	89,165	19,109	24,817	72,167
	2	68,317	88,723	18,790	24,403	72,495
Buah Muda S2	1	64,833	84,199	13,432	17,444	79,283
	2	64,579	83,869	13,273	17,238	79,447
Buah Muda S3	1	63,830	82,896	12,613	16,381	80,240
	2	64,078	83,218	12,460	16,181	80,556
Buah Remaja S1	1	67,857	88,126	13,919	18,077	79,487



Lampiran Surat No. *77* /LK-B/VIII/2019

Sampel	Ulangan	dalam bobot kering		dalam bobot basah		Air (%)
		C Organik (%)	Bahan Organik (%)	C Organik (%)	Bhn Organik (%)	
Buah Remaja S2	2	67,723	87,952	13,837	17,970	79,568
	1	68,127	88,477	14,357	18,645	78,926
	2	67,992	88,301	14,386	18,683	78,842
Buah Remaja S3	1	68,127	88,477	14,945	19,409	78,063
	2	68,263	88,654	14,916	19,371	78,150



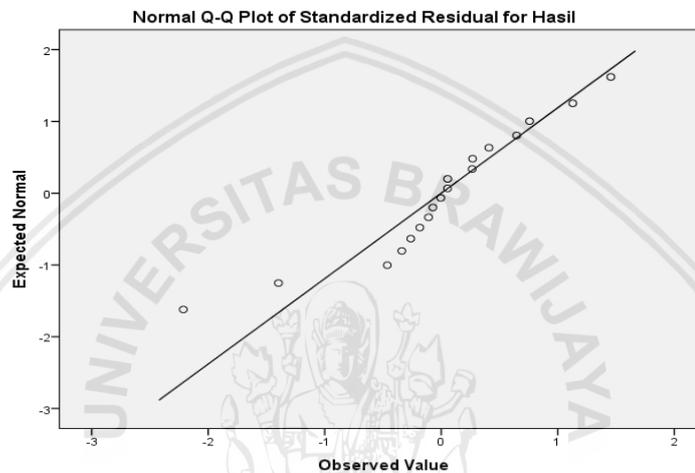
Lampiran 3. Analisis ANOVA *Two Way*

Univariate Analysis of Variance

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Hasil	.180	18	.129	.921	18	.136

a. Lilliefors Significance Correction



Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO₂

F	df1	df2	Sig.
5.325	5	12	.008

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ukuran + Komponen +
Ukuran * Komponen

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Ukuran Pohon	1.00 Pancang	9
	2.00 Tiang	9
Komponen Mangrove	1.00 Ranting	6
	2.00 Daun	6
	3.00 Buah	6

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO2

Ukuran Pohon	Komponen Mangrove	Mean	Std. Deviation	N
Pancang	Ranting	135.1967	11.24983	3
	Daun	52.5567	7.37838	3
	Buah	43.1267	37.96098	3
	Total	76.9600	48.26910	9
Tiang	Ranting	179.4400	25.01506	3
	Daun	47.5767	5.13543	3
	Buah	68.2533	1.84752	3
	Total	98.4233	62.73856	9
Total	Ranting	157.3183	29.80212	6
	Daun	50.0667	6.30598	6
	Buah	55.6900	27.69810	6
	Total	87.6917	55.41358	18

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47646.154 ^a	5	9529.231	25.104	.000
Intercept	138416.911	1	138416.911	364.643	.000
Ukuran	2073.036	1	2073.036	5.461	.038
Komponen	43725.720	2	21862.860	57.595	.000
Ukuran * Komponen	1847.397	2	923.699	2.433	.130
Error	4555.149	12	379.596		
Total	190618.214	18			
Corrected Total	52201.302	17			

a. R Squared = .913 (Adjusted R Squared = .876)

Estimated Marginal Means

1. Ukuran Pohon

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO2

Ukuran Pohon	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Pancang	76.960	6.494	62.810	91.110
Tiang	98.423	6.494	84.273	112.573



2. Komponen Mangrove

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO2

Komponen Mangrove	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Ranting	157.318	7.954	139.988	174.649
Daun	50.067	7.954	32.736	67.397
Buah	55.690	7.954	38.360	73.020

3. Ukuran Pohon * Komponen Mangrove

Dependent Variable: Hasil Penyerapan CO2

Ukuran Pohon	Komponen Mangrove	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Pancang	Ranting	135.197	11.249	110.688	159.705
	Daun	52.557	11.249	28.048	77.065
	Buah	43.127	11.249	18.618	67.635
Tiang	Ranting	179.440	11.249	154.931	203.949
	Daun	47.577	11.249	23.068	72.085
	Buah	68.253	11.249	43.745	92.762



Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



1. Persiapan



2. Pengukuran setinggi dada



3. Pengukuran diameter pohon



4. Pengambilan sampel ranting



5. Pengambilan sampel daun



6. Pengambilan sampel buah

