

**ANALISIS PERBANDINGAN PENYIMPANAN KARBON DIOKSIDA (CO₂)
PADA *Avicennia marina* DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE
WONOREJO KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA**

SKRIPSI

Oleh :

**SUWATIK NADILLAH
NIM. 155080100111007**



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

repository.ub.ac.id

**ANALISIS PERBANDINGAN PENYIMPANAN KARBON DIOKSIDA (CO₂)
PADA *Avicennia marina* DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE
WONOREJO KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA**

SKRIPSI

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

Oleh :

**SUWATIK NADILLAH
NIM. 155080100111007**



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

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PENYIMPANAN KARBON DIOKSIDA (CO₂)
PADA *Avicennia marina* DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE
WONOREJO KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA**

Oleh :

**SUWATIK NADILLAH
NIM. 155080100111007**

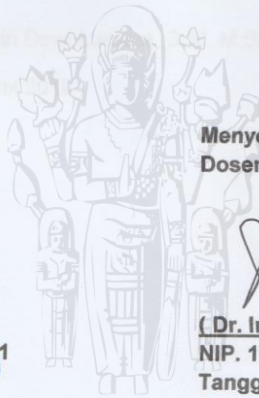
telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 13 Mei 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**



**(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)
NIP. 19630919 200501 1 001
Tanggal : 17 JUN 2019**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



**(Dr. Ir. Mulyanto, M.Si)
NIP. 19600317 198602 1 001
Tanggal : 17 JUN 2019**

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS PERBANDINGAN PENYIMPANAN KARBON DIOKSIDA (CO₂) PADA *Avicennia marina* DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE WONOREJO KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA**

Nama : SUWATIK NADILLAH

NIM : 155080100111007

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING :

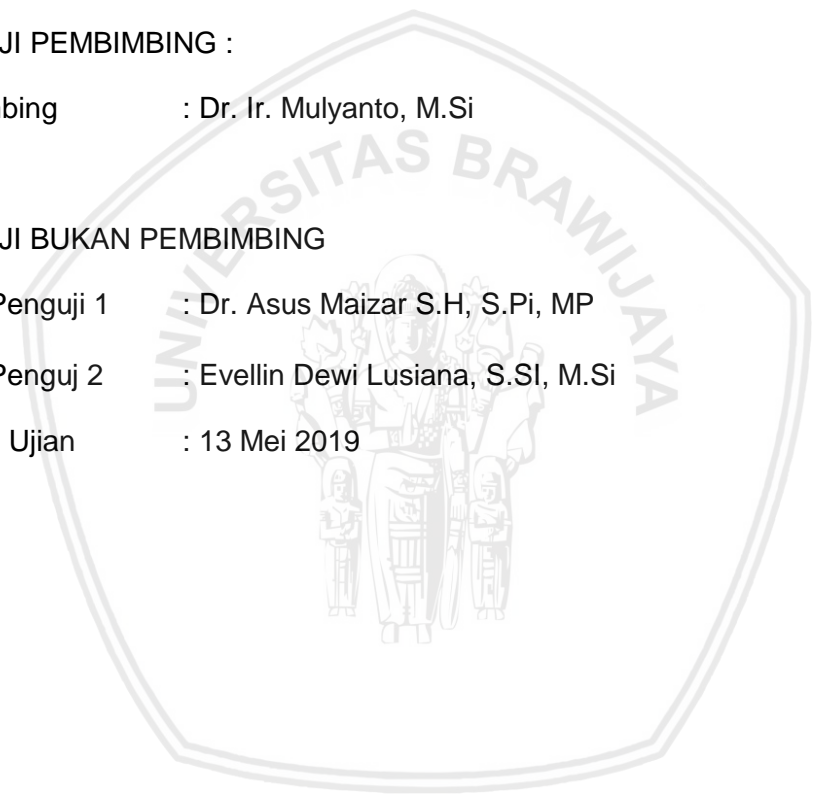
Pembimbing : Dr. Ir. Mulyanto, M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Agus Maizar S.H, S.Pi, MP

Dosen Penguji 2 : Evellin Dewi Lusiana, S.Si, M.Si

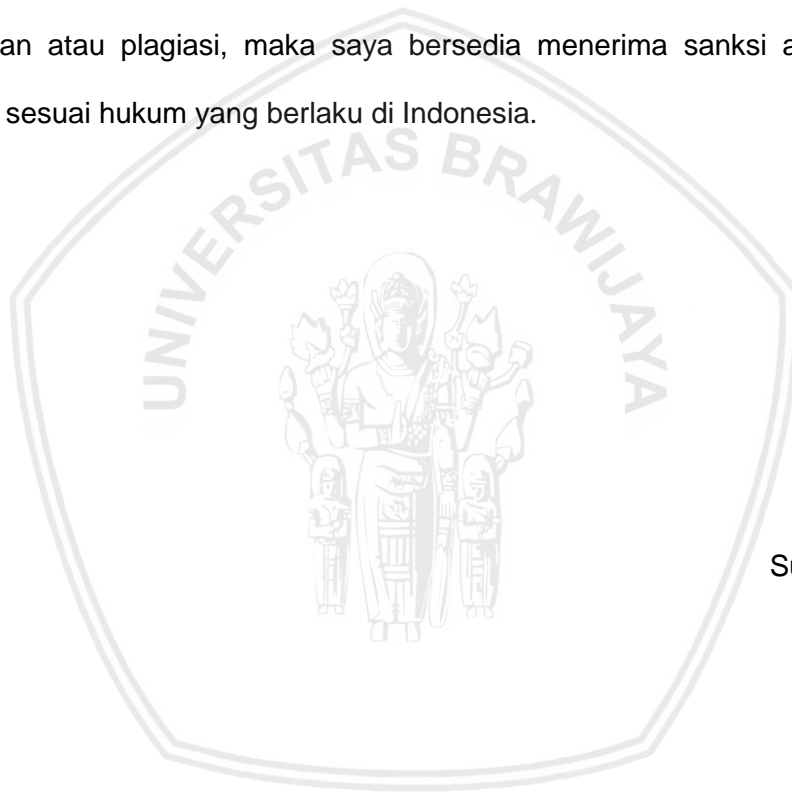
Tanggal Ujian : 13 Mei 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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



Malang, 2019

Suwatik Nadillah

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas terselesainya kegiatan dan laporan Skripsi kepada :

1. Allah SWT, yang tiada henti memberikan kemudahan dan kelancaran dalam proses penelitian.
2. Orang tua dan keluarga saya yang selalu memberikan semangat dan mendo'akan saya.
3. Bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, petunjuk dan bimbingan sejak penyusunan usulan, penelitian hingga selesainya penyusunan laporan Skripsi.
4. Dr. Agus Maizar S.H, S.Pi, MP selaku dosen penguji I dan dan Ibu Evellin Dewi Lusiana, S.Si, M.Si selaku dosen penguji II yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan laporan ini.
5. Bapak Adi dan Ibu Ari selaku Pengelola Kawasan Wisata Mangrove Wonorejo Surabaya yang telah mengizinkan dan membantu kelancaran peneliti di tempat tersebut.
6. Farhah Izzah D dan Amylia Puspitawati mahasiswa ITS dan Mukhlas Abidin mahasiswa UNESA yang telah membantu peneliti dalam kelancaran proses penelitian.
7. Teman-teman seperjuangan dari maba sampai sekarang (Shukhufim, Sofi, Sinta, Tria, Esa, Diky Arey, Lutfi, Risky Dan Hepi) yang memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan kegiatan Skripsi.

RINGKASAN

Suwatik Nadillah. 155080100111007. Analisis Perbandingan Penyimpanan Karbon dioksida (CO₂) pada *Avicennia marina* di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Kecamatan Rungkut Surabaya (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mulyanto, M.Si**)

Pemanasan global merupakan suatu fenomena yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK). Salah satu GRK yang mengakibatkan berbagai dampak yang merugikan bagi manusia yaitu CO₂. Tumbuhan akan mengurangi CO₂ di atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa yang terdiri atas selulosa, lignin, hemiselulosa dan zat ekstraktif. Penelitian mengenai estimasi penyimpanan CO₂ dalam vegetasi mangrove penting dilakukan karena dapat mengetahui seberapa besar mangrove jenis *Avicennia marina* dalam menyerap CO₂ dari udara, sehingga hal tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan. Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Kecamatan Rungkut Surabaya Jawa Timur. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah, Malang. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Januari - Februari 2019.

Penentuan lokasi pengambilan sampel vegetasi *Avicennia marina* dilakukan secara *purposive sampling*. Sampel pohon yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada tiga stasiun yang berbeda sebagai pengulangan. Dalam setiap stasiun pengulangan diambil sampel pohon secara acak di tiga titik dengan asumsi bahwa titik tersebut sudah mewakili keseluruhan populasi yang ada. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *non destructive*. Analisis sampel dengan menghitung nilai biomassa, karbon organik dengan metode *Walkey and black* dan serapan CO₂ pada setiap komponen. Analisis data statistik yang digunakan yaitu *Confidence Interval 95 %* (Selang Kepercayaan), uji *Kolmogorov-Smirnov* dan Uji *Mann Whitney*.

Berdasarkan hasil penelitian karbon organik pada daun sebesar 26,2 g/m² - 55 g/m² pada akar sebesar 40,44 g/m² - 34,66 g/m². Nilai estimasi penyerapan karbon dioksida berdasarkan interval konfidensi 95% pada daun memiliki nilai diestimasi sekitar 85,9491 g/m² sampai 92,2043 g/m². Sedangkan nilai penyimpanan karbon dioksida pada akar mangrove diestimasi sekitar 132,3815 g/m² sampai 142,2185 g/m². Penyerapan CO₂ pada daun dan akar berdasarkan uji *Mann Whitney* bersifat signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyerapan CO₂ di akar lebih tinggi daripada daun. Dengan adanya penelitian ini diharapkan upaya konservasi dapat dilaksanakan secara maksimal dengan tetap melakukan penanaman pohon mangrove agar tetap terjaga kelestariannya. Hal tersebut dapat dijadikan strategi oleh pemerintah dalam upaya mengurangi efek pemanasan global

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Penyimpanan Karbon Dioksida (CO₂) pada *Avicennia marina* di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Kecamatan Rungkut Surabaya”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Skripsi ini tentunya masih terdapat kekurangan, maka dari itu kritik dan saran diperlukan untuk pembelajaran penulisan. Semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya terutama para mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Malang, 2019

Suwatik Nadillah

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Efek Rumah Kaca.....	6
2.2 <i>Global Warming</i>	7
2.3 Peran Karbon dioksida (CO ₂).....	10
2.4 Peran Mangrove Terhadap Penyerapan CO ₂	10
2.5 Biomassa Mangrove.....	12
2.6 Siklus Karbon.....	13
2.7 Karakteristik <i>Avicennia marina</i>	15
2.8 Proses Respirasi.....	15
2.9 Fungsi Mangrove.....	17

3. METODE PENELITIAN	20
3.1 Metode Penelitian.....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	21
3.4 Teknik Pengambilan Sampel	21
3.5 Analisis Sampel.....	23
3.5.1 Perhitungan Biomassa.....	23
3.5.2 Analisis Karbon Organik	24
3.5.3 Perhitungan Karbon Organik	25
3.5.4 Perhitungan Estimasi Penyerapan CO ₂	26
3.6 Analisis Data	26
3.6.1 <i>Confidence Interval</i> (Selang Kepercayaan).....	27
3.6.2 Uji Kolmogorov - Smirnov	27
3.6.3 Uji Mann Whitney	28
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	31
4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	31
4.3 Biomassa Tiap Komponen Mangrove	33
4.4 Kandungan Karbon Organik Berdasarkan Biomassa	35
4.5 Penyimpanan CO ₂ Tiap Komponen Mangrove.....	37
4.6 Analisis Data	39
4.6.1 Estimasi Penyimpanan CO ₂ pada Daun dan Akar.....	40
4.6.2 Analisis Perbedaan Penyimpanan CO ₂ pada Daun dan Akar.....	41

5. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	48



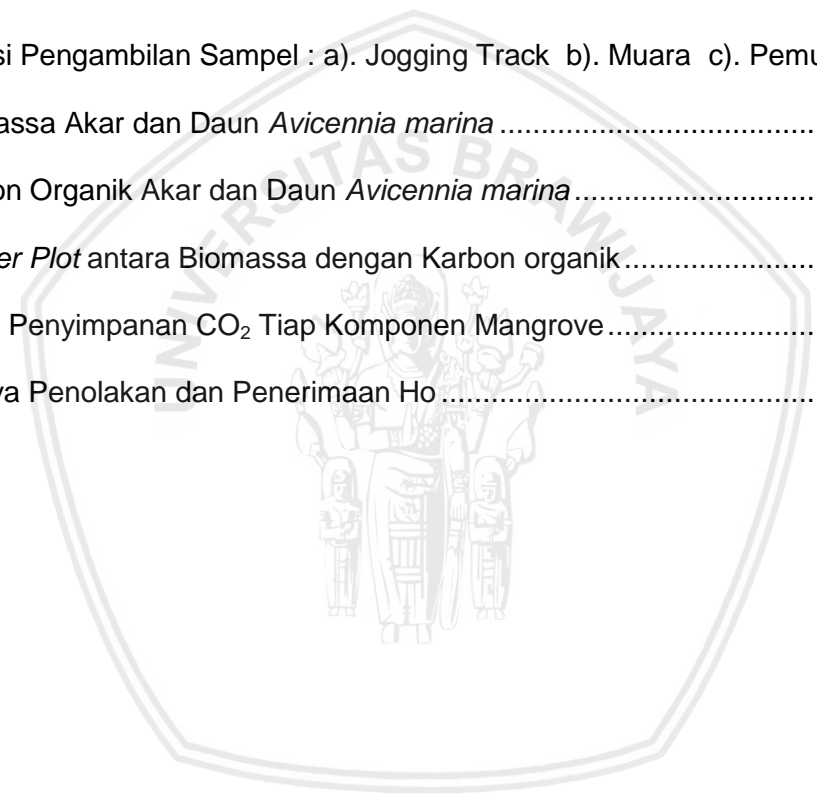
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis-jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global	9
2. Alat dan Bahan	20
3. Penyimpanan CO ₂	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Efek Rumah Kaca.....	7
2. Siklus Karbon	14
3. Morfologi <i>Avicennia marina</i> : a). akar b). bunga c). daun dan buah.....	16
4. Persebarab Mangrove Dunia	19
5. <i>Confidence Interval</i> 95%.....	27
6. Lokasi Pengambilan Sampel : a). Jogging Track b). Muara c). Pemukiman.....	32
7. Biomassa Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i>	33
8. Karbon Organik Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i>	35
9. <i>Scatter Plot</i> antara Biomassa dengan Karbon organik.....	37
10. Nilai Penyimpanan CO ₂ Tiap Komponen Mangrove.....	38
11. Kurva Penolakan dan Penerimaan Ho.....	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Pengambilan Sampel.....	48
2. Data Hasil Penelitian.....	49
3. Hasil Analisis Laboratorium.....	52
4. Hasil Analisis Data SPSS	55
5. Dokumentasi Penelitian	58



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan suatu fenomena yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK). Pada dasarnya efek rumah kaca sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup di bumi. Suhu atmosfer akan menjadi lebih dingin jika tanpa efek rumah kaca suhu bumi hanya -18°C . Akan tetapi apabila efek rumah kaca terlalu berlebihan dibandingkan dengan kondisi normalnya maka akan bersifat merusak. Salah satu GRK yang mengakibatkan berbagai dampak yang merugikan bagi manusia yaitu CO_2 . Gas-gas yang termasuk GRK memiliki potensi yang besar dalam pemanasan global yang diperhitungkan dalam potensi CO_2 yang lebih dikenal dengan *Global Warming Potential* (Purwanta, 2009). Berdasarkan Protokol Kyoto terdapat 6 jenis gas yang digolongkan sebagai GRK yaitu Karbon dioksida (CO_2), Dinitro oksida (N_2O), Metana (CH_4), Sulfur heksaflorida (SF_6), Perflorokarbon (PFCs), dan Hidroflorokarbon (HFCs) (Samiaji, 2009).

Berdasarkan Undang-undang No. 1 tahun 2004 wilayah pesisir merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Perairan pesisir adalah laut yang berbatasan dengan daratan meliputi perairan sejauh 12 mil laut diukur dari garis pantai. Salah satu ekosistem utama yang terdapat di wilayah pesisir yaitu mangrove. Hampir 75% tumbuhan mangrove hidup di kawasan Asia Tenggara. Luas hutan mangrove Indonesia berkisar 4,25 juta hektar dari keseluruhan luas hutan Indonesia. Faktor yang menyebabkan wilayah asia tenggara memiliki persebaran mangrove yang luas yaitu karena tersedianya habitat yang cocok untuk setiap jenis mangrove dan pasang surut. Pasang surut memiliki peranan, baik itu langsung seperti gerakan air, tinggi

dan frekuensi, maupun tidak langsung antara lain salinitas, sedimentasi dan erosi terhadap perkembangan hutan mangrove. Gerakan pasang surut diketahui berperan dalam penyebaran biji, daya tumbuh biji, namun kurang berperan terhadap kehidupan pohon yang sudah dewasa. Ekosistem mangrove sebagaimana ekosistem hutan lainnya, memiliki kemampuan sebagai penyerap CO₂, sehingga hutan mangrove memiliki peran dalam mengurangi konsentrasi CO₂ di udara (Ghufran dan Kordi, 2012).

Seiring berkembangnya zaman ekosistem mangrove mengalami degradasi secara sistematis akibat dari kepentingan manusia, salah satunya yaitu terjadinya alih fungsi ekosistem mangrove seperti untuk kegiatan budidaya, perkebunan dan pertanian yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kemampuan dalam penyerapan CO₂ di atmosfer. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan ekosistem mangrove berkelanjutan yang bermanfaat dalam penyerapan dan penyimpanan karbon. Selain melindungi daerah pesisir dari abrasi, tanaman mangrove mampu menyerap emisi yang ada di udara (Purnobasuki, 2012).

Surabaya merupakan kota terbesar di Jawa Timur, dimana kegiatan industri berkembang sangat pesat dan semakin modern hal ini memiliki efek samping yaitu berkurangnya lahan hijau. Berdasarkan data BMKG daerah Surabaya, suhu di kota Surabaya mengalami peningkatan dalam waktu 40 tahun terakhir. Informasi tersebut menjadi *early warning* untuk melakukan mitigasi pengurangan emisi CO₂ yang dapat memicu perubahan iklim ekstrim. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengurangi emisi CO₂ yaitu dengan melakukan konservasi ekosistem mangrove yang berada di Surabaya secara maksimal dengan adanya kerjasama antara pemerintah daerah dengan masyarakat sehingga kegiatan alih fungsi hutan mangrove dapat diminimalisir (Saloh, 2002).

Penelitian mengenai estimasi penyerapan CO₂ dalam vegetasi mangrove penting dilakukan karena dapat mengetahui seberapa besar mangrove jenis *Avicennia marina* dalam menyerap CO₂ dari udara, sehingga hal tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan dalam kaitannya dengan pengurangan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Kawasan mangrove yang terdapat di Wonorejo Surabaya memiliki beberapa spesies mangrove salah satu spesies yang mendominasi yaitu jenis *Avicennia marina* (Nurdin, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Kawasan ekosistem mangrove di Wonorejo Surabaya memiliki beraneka ragam jenis seperti *Avicennia marina*, *A. alba*, *Sonneratia ovata*, *S. caseolaris* dan *Rhizophora mucronata*. Dari spesies tersebut spesies mangrove yang paling dominan yaitu jenis *Avicennia marina*. Menurut peraturan daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007, ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 hektare. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya ada sekitar 440 ha dengan kerapatan pohon antara ≥ 1000 – < 1500 per hektar (Wijaya dan Huda, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati dan Setiawan (2012), bahwa kandungan CO₂ yang berada di Kota Surabaya sudah mencapai $7,90121 \times 10^{21}$ Kg CO₂/tahun sumber CO₂ yang ada di udara dapat berasal dari bahan bakar fosil, kegiatan industri dan kegiatan alih fungsi lahan hijau. Ekosistem mangrove merupakan suatu kawasan yang potensial dan memiliki peran yang penting terutama dalam penyerapan CO₂. Proses penyerapan CO₂ dilakukan oleh komponen pohon mangrove yaitu melalui proses fotosintesis pada daun. Proses fotosintesis tumbuhan memerlukan sinar matahari, CO₂ yang diserap dari udara serta air dan hara yang diserap dari dalam tanah untuk keangungan hidupnya. Penyerapan CO₂ oleh daun akan disebarkan

keseluruh bagian tumbuhan dalam bentuk biomassa. C tersimpan dalam 3 komponen pokok yaitu Biomassa, Nekromassa dan Sedimen. Biomassa terdiri atas biomassa atas permukaan yang terdiri atas daun dan biomassa bawah permukaan yaitu akar. Dengan demikian mengukur jumlah CO₂ yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Hal ini secara tidak langsung dapat dijadikan sebagai indikator besarnya fungsi kawasan mangrove dalam mitigasi perubahan iklim. Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah yang dapat ditarik yaitu :

1. Berapakah estimasi penyerapan C-organik dan jumlah CO₂ yang terdapat pada daun dan akar mangrove *Avicennia marina* di kawasan Ekowisata mangrove Wonorejo?
2. Bagaimana perbandingan jumlah CO₂ yang dapat disimpan oleh daun dan akar mangrove *Avicennia marina* di kawasan Ekowisata mangrove Wonorejo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis estimasi jumlah C- organik yang mampu disimpan pada daun dan akar mangrove *Avicennia marina*.
2. Menganalisis estimasi jumlah penyerapan karbon dioksida yang ada pada daun dan akar mangrove *Avicennia marina*.

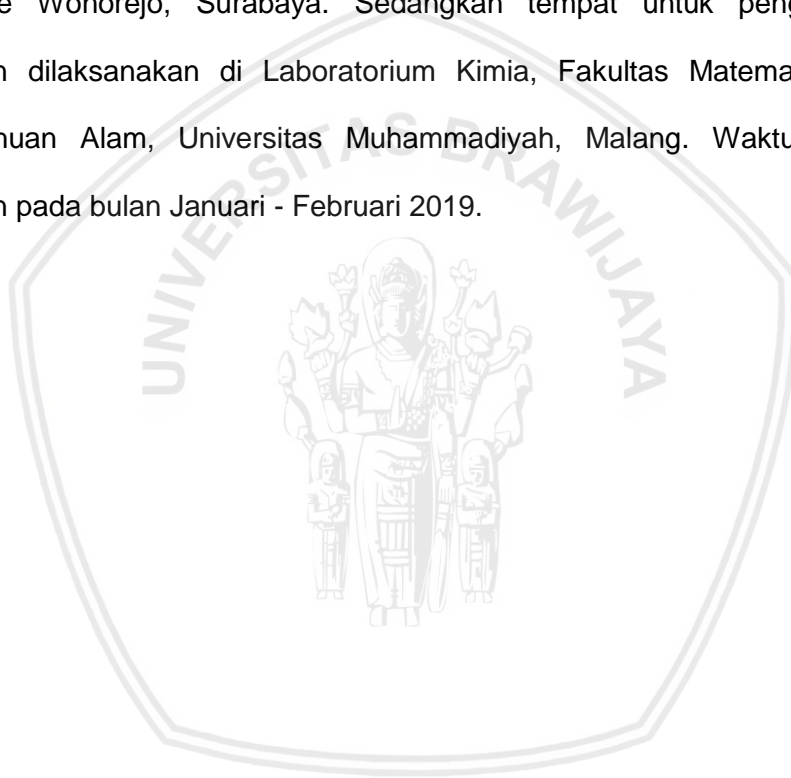
1.4 Kegunaan Penelitian

1. Untuk memberikan informasi mengenai potensi penyerapan karbondioksida yang terdapat pada daun dan akar mangrove *Avicennia marina*. Sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

2. Untuk memberikan informasi dan data bagi instansi yang terkait mengenai fungsi ekologi khususnya mangrove *Avicennia marina* sebagai penyimpan karbon. Sehingga dapat bermanfaat dalam mempertimbangkan system pengelolaan dan pemanfaatan kawasan hutan mangrove secara lestari dan berkelanjutan.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian lapang dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo, Surabaya. Sedangkan tempat untuk pengujian sampel penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah, Malang. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Januari - Februari 2019.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca, pertama kali ditemukan oleh Joseph Fourier pada tahun 1824, merupakan sebuah proses di mana atmosfer memanaskan sebuah planet. Segala sumber energi yang terdapat di bumi berasal dari matahari. Sebagian besar energi yang diberikan matahari untuk bumi berupa gelombang pendek. Ketika energi ini masuk ke permukaan bumi, energi cahaya akan berubah menjadi energi panas dan menghangatkan bumi. Permukaan bumi akan memantulkan kembali sebagian energi panas sebagai radiasi inframerah gelombang panjang keluar angkasa, dan sebagian lagi akan tetap terperangkap pada atmosfer bumi. Gas-gas di atmosfer yang disebut sebagai gas rumah kaca seperti uap air, karbon dioksida, dan metana merupakan perangkap dari radiasi ini. Efek rumah kaca terjadi akibat adanya emisi karbon yang terlalu banyak di angkasa, sehingga menyulitkan energi panas untuk memantul kembali ke luar angkasa. Meningkatnya gas-gas rumah kaca akan mengakibatkan lebih banyak panas yang terperangkap di bumi. Keadaan ini terjadi terus menerus sehingga mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat (Rusbiantoro, 2008).

Energi yang masuk ke bumi mengalami 25% dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer 25% diserap awan 45% diadsorpsi permukaan bumi 5% dipantulkan kembali oleh permukaan bumi. Efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, dengan suhu rata-rata sebesar 15 °C (59 °F), bumi sebenarnya telah lebih panas 33 °C (59 °F) dari suhunya semula, jika tidak ada efek rumah kaca suhu bumi hanya -18 °C sehingga es akan menutupi seluruh permukaan bumi. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah

berlebihan di atmosfer, akan mengakibatkan pemanasan global. Mekanisme yang sebenarnya menguntungkan kehidupan di bumi berubah menjadi sebuah ancaman ketika manusia memasuki era industrialisasi (abad ke-18). Untuk menunjang proses industri, manusia mulai melakukan pembakaran batu bara, minyak dan gas bumi untuk menghasilkan bahan bakar dan listrik (Sulistyono,2016).



Gambar 1. Efek Rumah Kaca (www.amongguru.com/efek-rumah-kaca-pengertian-contoh-dan-dampaknya-terhadap-bumi)

2.2 Global Warming

Pemanasan global merupakan peristiwa terjadinya peningkatan suhu rata-rata di atmosfer, laut, dan daratan di bumi. Penyebab dari pemanasan global salah satunya kegiatan industri pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Jika gas rumah kaca semakin banyak di atmosfer akan menjadi insulator yang dapat menahan lebih banyak panas matahari yang dipancarkan ke bumi. Kontribusi pemanasan global tertinggi umumnya ada pada negara-negara industri maju seperti Amerika Serikat, Inggris, Rusia, Kanada, dan Jepang. Meskipun

begitu, negara-negara berkembang juga ikut menjadi kontributor karbondioksida dengan meningkatnya industri-industri di negara tersebut. Indonesia juga memiliki peran terhadap pemanasan global karena menyumbangkan kerusakan hutan yang pernah tercatat dalam rekor dunia sebagai negara perusak hutan paling cepat (Rusbiantoro, 2008).

Menurut Utina (2015), pemanasan global memiliki dampak terhadap lingkungan maupun kehidupan manusia, diantaranya adalah mencairnya lapisan es di kutub Utara dan Selatan, meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim, punahnya berbagai jenis fauna, habitat hewan berubah akibat perubahan faktor-faktor suhu, kelembaban dan produktivitas primer sehingga sejumlah hewan melakukan migrasi untuk menemukan habitat baru yang sesuai, peningkatan muka air laut, ketinggian gunung-gunung tinggi berkurang akibat mencairnya es pada puncaknya, perubahan tekanan udara, suhu, kecepatan dan arah angin menyebabkan terjadinya perubahan arus laut yang dapat berpengaruh terhadap migrasi ikan, dan mengancam kerusakan terumbu karang di kawasan segitiga terumbu karang yang ada di enam negara, yaitu Indonesia, Malaysia, Kepulauan Salomon, Papua Nugini, Timor Leste, dan Philipina.

Dalam upaya untuk mengurangi meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer terutama gas CO₂ maka dibentuklah sebuah protokol yang dilaksanakan di Kyoto pada bulan Desember 1997. Nama resmi persetujuan ini adalah *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change* yang diadopsi pada Pertemuan Bumi di Rio de Janeiro tahun 1992 Protokol Kyoto diadopsi pada sesi ketiga Konferensi Pihak Konvensi UNFCCC. Semua pihak dalam UNFCCC dapat menanda tangani atau meratifikasi Protokol Kyoto, sementara pihak luar tidak diperbolehkan. Berdasarkan Protokol Kyoto terdapat 6 jenis gas yang

digolongkan sebagai GRK yaitu Karbon dioksida (CO₂), Dinitro oksida (N₂O), Metana (CH₄), Sulfur heksaflorida (SF₆), Perflorokarbon (PFCs), dan Hidroflorokarbon (HFCs) (Samiaji, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) bahwa suhu rata-rata global pada permukaan bumi telah meningkat 0.74 ± 0.18 °C (1.33 ± 0.32 °F) selama seratus tahun terakhir dan sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia melalui efek rumah kaca. Salah satu GRK yang mempunyai kontribusi terbesar terhadap pemanasan global adalah CO₂ (IPCC, 2007).

Tabel 1. Jenis-jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global

Gas Rumah kaca (GRK)	Rumus Kimia	Nilai Potensi Pemanasan Global
Carbon Dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	25
Nitrous Oxide	N ₂ O	298
Hydrofluorocarbons	HFCs	12-14.800
Perfluorocarbons	PFCs	7.390-12.200
Sulphur Hexafluoride	SF ₆	22.800

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2008).

Nilai karbondioksida (CO₂) memiliki nilai potensi yang rendah akan tetapi keberadaannya yang ada di atmosfer sudah sangat tinggi sehingga dapat dikatakan sebagai penyumbang emisi terbesar yang ada di atmosfer. Diperkirakan, setiap tahun dilepaskan 18,35 miliar ton karbon dioksida atau 18.350.000.000.000 kg karbon dioksida (CO₂). Ketika atmosfer semakin kaya akan gas-gas rumah kaca, maka semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas dari matahari

yang dipancarkan ke bumi. Peristiwa tersebut yang menyebabkan suhu di bumi mengalami peningkatan yang suhu awal rata-rata sebesar 15°C bumi sebenarnya telah lebih panas 33°C dari suhunya semula. Semakin rendah nilai potensi yang dimiliki maka akan semakin besar dampak yang akan ditimbulkan (Sulistiyono,2016).

2.3 Peran Karbon dioksida (CO₂)

CO₂ memiliki peran terhadap fotosintesis oleh fitoplankton. CO₂ berperan dalam proses produksi gula dan tepung pada tumbuh-tumbuhan. Selain itu, CO₂ merupakan sumber karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan semua tumbuhan berwarna hijau, dan secara tidak langsung untuk semua organisme. Zat-zat yang membangun tubuh organisme hidup, baik yang berupa gula, protein, lemak atau lain-lainnya, semuanya mengandung karbon. CO₂ dengan zat kapur berperan bagi pembentukan tulang atau kerangka organisme (Susana, 1988).

Menurut Chanan (2012), peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer merupakan faktor utama yang mempengaruhi pemanasan global. Pemanasan global dapat dikurangi dengan upaya pemanfaatan hutan yang berkelanjutan dan lestari. Hutan merupakan salah satu komponen penting dari mekanisme emisi CO₂ yang dapat mengurangi gas rumah kaca. Oleh karena itu, dalam upaya untuk memperlambat laju pemanasan global melalui kesepakatan *Protokol Kyoto* dan *Bali Road Map* yaitu dengan cara perdagangan karbon, dengan tujuan kompensasi dari negara penghasil karbon bagi negara yang masih memiliki penutupan lahan (hutan) untuk dikelola secara lestari.

2.4 Peran Mangrove Terhadap Penyerapan CO₂

Menurut Hidayati *et al.*, (2011), pengurangan CO₂ dari atmosfer pada hakekatnya adalah penyerapan CO₂ oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis terjadi di daun yang berklorofil, pada daun tersebut CO₂ dan air

dengan bantuan cahaya matahari melalui berbagai proses metabolisme diubah menjadi gula, oksigen dan air. Hal ini sejalan dengan pendapat Purnobasuki (2012), bahwa tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Proses penimbunan karbon (C) dalam tubuh tumbuhan hidup dinamakan proses sekuestrasi (*C-sequestration*). Dengan demikian mengukur jumlah C yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Menurut Ati *et al.*, (2014), mangrove dapat menyerap karbon di atmosfer dan menyimpannya dalam biomassa dan sedimen, sehingga mangrove sangat berperan dalam mitigasi perubahan iklim global. Hal ini sejalan dengan pendapat Kauffman *et al.*, (2012), bahwa hutan mangrove mempunyai peranan kunci dalam strategi mitigasi perubahan iklim. Hutan mangrove daerah tropis memiliki serapan CO₂ tertinggi daripada rerata serapan CO₂ pada tipe hutan mangrove lainnya di dunia yakni sebesar 1.023 Mg C/ha. Hasil penelitian para ahli CIFOR (*Center for International Forestry Research*) menunjukkan bahwa penyimpanan CO₂ di mangrove di sepanjang kawasan pesisir wilayah IndoPacific, walaupun hanya memiliki luas 0,7% dari luasan hutan, akan tetapi mangrove dapat menyimpan sekitar 10% dari semua emisi. Wilayah Indo-Pasifik meliputi wilayah laut dan wilayah yang luas antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia, yang berbatasan dengan Jepang, India, dan Australia. Kawasan ini meliputi perairan bahari tropika di Samudera Hindia, Samudera Pasifik bagian barat dan tengah, serta laut-laut pedalaman di wilayah Indonesia dan Filipina.

2.5 Biomassa Mangrove

Menurut Niapele (2013), biomassa merupakan istilah untuk bobot hidup, biasanya dinyatakan sebagai bobot kering, untuk seluruh atau sebagian tubuh organisme, populasi, atau komunitas. Biomassa tumbuhan bertambah karena tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubah zat ini menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. Biomassa pohon dapat menyimpan cadangan karbon pada bagian batang, cabang, ranting, daun dan akar. Selain untuk menyimpan cadangan karbon, pohon juga dapat menyerap karbon dari atmosfer dalam bentuk CO₂ melalui proses fotosintesis sehingga gas CO₂ yang ada di atmosfer dapat berkurang.

Biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim. Biomassa hutan berperan penting dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Dari keseluruhan karbon hutan, sekitar 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan. Tumbuhan akan mengurangi CO₂ di atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Dibawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri (Sutaryo, 2009).

Zat gula hasil fotosintesis akan digunakan untuk berbagai kepentingan tubuh tumbuhan. Sebagian zat gula akan dirombak untuk menghasilkan energi. Energi sangat dibutuhkan untuk berbagai aktivitas tubuh. Sebagian akan digunakan untuk membangun atau membentuk tubuh tumbuhan. Tumbuhan butuh tumbuh, berkembang, membentuk anakan atau bertunas, membentuk bunga, buah dan biji.

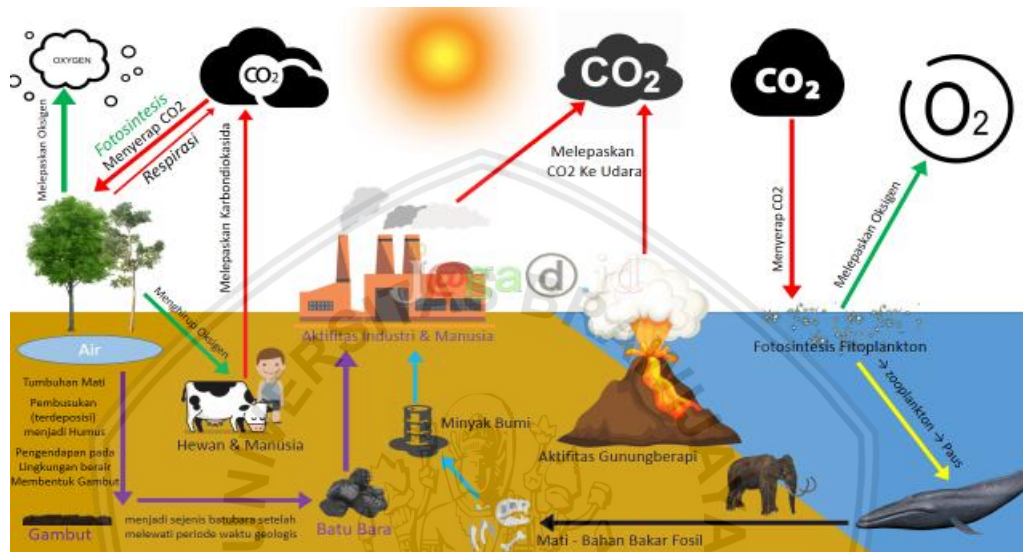
Sebagian akan dijadikan bahan baku untuk menyusun zat-zat penting lain yang dibutuhkan, misalnya, protein, lemak dan vitamin. Sebagian yang lain akan ditimbun dalam jaringan penimbunan. Misalnya dalam bentuk akar seperti singkong (*Manihot utilisima*), umbi seperti gadung (*Dioscorea sp*), dan biji seperti padi (*Oriza sativa*) (Suyitno, 2005).

Komponen kimia yang terkandung dalam biomassa hasil fotosintesis terdiri dari selulosa (44%), lignin (32%), hemiselulosa (21,08%), zat ekstraktif (2,03%) dan abu (0,89%). Selulosa merupakan komponen terbesar dan merupakan komponen struktur utama dinding sel tumbuhan. Bahan utama selulosa adalah glukosa dengan rumus kimia $C_6H_{12}O_6$. Lignin merupakan bagian terbesar kedua, terletak di antara sel-sel dan di dalam dinding sel. Di antara sel-sel, lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel bersamasama dan dalam dinding sel, lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberikan kekuatan pada sel. Hemiselulosa merupakan persenyawaan dengan molekul besar yang bersifat karbohidrat. Hemiselulosa dapat tersusun oleh gula yang bermartabat lima dengan rumus kimia $C_5H_{10}O_5$ yang disebut pentosan. Zat ekstraktif adalah bahan organik dan anorganik yang pada awalnya merupakan cairan yang terdapat dalam rongga sel (protoplasma) pada waktu sel-sel masih hidup. Setelah sel-sel tua mati cairan menempel pada dinding sel berupa getah, lilin, zat warna, gelatin, gula, dan mineral. Abu merupakan mineral yang tertinggal setelah lignin dan selulosa habis terbakar (Dumanauw,2001).

2.6 Siklus Karbon

Karbon merupakan bahan dasar dalam penyusunan senyawa organik, seperti dalam organisme hidup dan senyawa anorganik yaitu gas karbondioksida (CO_2) dan batuan karbonat dalam bentuk kalsium karbonat ($CaCO_3$). Dinamika

karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran atau perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya (Sutaryo, 2009).



Gambar 2. Siklus Karbon (<https://jagad.id/daur-karbon/>)

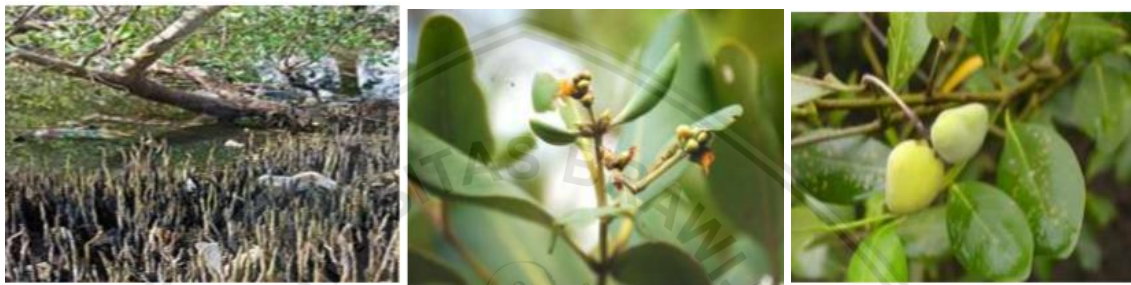
Menurut Janzen (2004), pada siklus karbon akan terjadi dua hal yaitu terjadinya pengikatan karbon dan terjadinya pengembalian karbon ke atmosfer. Proses yang terjadi dalam pengikatan karbon dari atmosfer yaitu: (1). ketika matahari bersinar tumbuhan melakukan fotosintesis untuk mengubah karbondioksida menjadi karbohidrat dan melepaskan oksigen ke atmosfer. (2). Di lapisan air dekat permukaan (*uper ocean*), pada daerah dengan produktivitas yang tinggi, organisme membentuk jaringan yang mengandung karbon dan beberapa organisme juga membentuk cangkang karbonat dan bagian-bagian tubuh lainnya yang keras. Proses ini akan menyebabkan aliran karbon ke lapisan air yang lebih dalam.

Sedangkan untuk proses pengembalian karbon ke atmosfer yaitu: (1). Melalui pernafasan (respirasi) pada tumbuhan dan hewan. Hal ini merupakan reaksi eksotermik dan termasuk juga di dalamnya penguraian glukosa (atau molekul organik lainnya) menjadi karbon dioksida dan air. (2). Melalui pembusukan hewan dan tumbuhan. Fungi atau jamur dan bakteri mengurai senyawa karbon pada hewan dan tumbuhan yang mati dan mengubah karbon menjadi karbon dioksida jika tersedia oksigen, atau menjadi metana jika tidak tersedia oksigen. 3). Melalui pembakaran material organik yang mengoksidasi karbon yang terkandung menghasilkan karbon dioksida (juga yang lainnya seperti asap). Pembakaran bahan bakar fosil seperti batu-bara, produk dari industri perminyakan (petroleum), dan gas alam akan melepaskan karbon yang sudah tersimpan selama jutaan tahun di dalam geosfer. Hal inilah yang merupakan penyebab utama naiknya jumlah karbon dioksida di atmosfer.

2.7 Karakteristik *Avicennia Marina*

Spesies *Avicennia marina* adalah salah satu jenis mangrove yang masuk ke dalam kategori mangrove mayor yaitu yaitu tumbuhan yang sepenuhnya hidup pada ekosistem mangrove di daerah pasang surut dan tidak tumbuh di ekosistem lain. Status tersebut menyebabkan *Avicennia marina* hampir selalu ditemukan pada setiap ekosistem mangrove. Masyarakat mengenal *Avicennia marina* sebagai api-api putih. Pohon api-api memiliki beberapa ciri, antara lain memiliki akar napas yakni akar percabangan yang tumbuh dengan jarak teratur secara vertikal dari akar horizontal yang terbenam di dalam tanah. Reproduksi bersifat *kryptovivipary*, yaitu biji tumbuh keluar dari kulit biji saat masih menggantung pada tanaman induk, tetapi tidak tumbuh keluar menembus buah sebelum biji jatuh ke tanah. Buah berbentuk bulir seperti mangga, ujung buah tumpul dan panjang 1 cm, daun

berbentuk elips dengan ujung tumpul dan panjang daun sekitar 7 cm, lebar daun 3-4 cm, permukaan atas daun berwarna hijau mengkilat dan permukaan bawah berwarna hijau abu-abu dan suram. Bentuknya semak atau pohon dengan tinggi 12 m dan kadang-kadang mencapai 20 m, memiliki akar napas yang berbentuk seperti pensil, bunga bertipe majemuk dengan 8-14 bunga setiap tangkai. Bentuk buah seperti kacang, tumbuh pada tanah berlumpur, daerah tepi sungai, daerah kering serta toleran terhadap salinitas yang sangat tinggi (Halidah, 2014).



(a) (b) (c)
Gambar 3. Morfologi *Avicennia marina* : a). akar b). bunga c). daun dan buah
 (Halidah, 2014)

Klasifikasi dari *Avicennia marina* menurut Rofik dan Ratnani (2012) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Lamiales
 Famili : Acanthaceae
 Genus : *Avicennia*
 Spesies : *Avicennia marina*

2.8 Proses Respirasi

Tumbuhan memiliki ciri yang khas yaitu adanya klorofil atau zat hijau daun yang digunakan untuk proses fotosintesis. Setiap makhluk hidup pasti memiliki ciri adanya kehidupan, salah satunya yaitu bernapas atau respirasi. Tumbuhan memiliki alat respirasi diantaranya yaitu stomata, lentisel dan ujung akar. Tanpa adanya respirasi tumbuhan akan mengalami kemunduran fisiologis karena respirasi merupakan proses yang vital bagi kehidupan tumbuhan. Respirasi adalah suatu proses metabolisme dengan cara menggunakan oksigen dalam pembakaran senyawa yang lebih kompleks seperti pati, gula, protein, lemak, dan asam organik, sehingga menghasilkan molekul yang sederhana seperti CO_2 , air serta energi dan molekul lain yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesa (Novitasari, 2017)

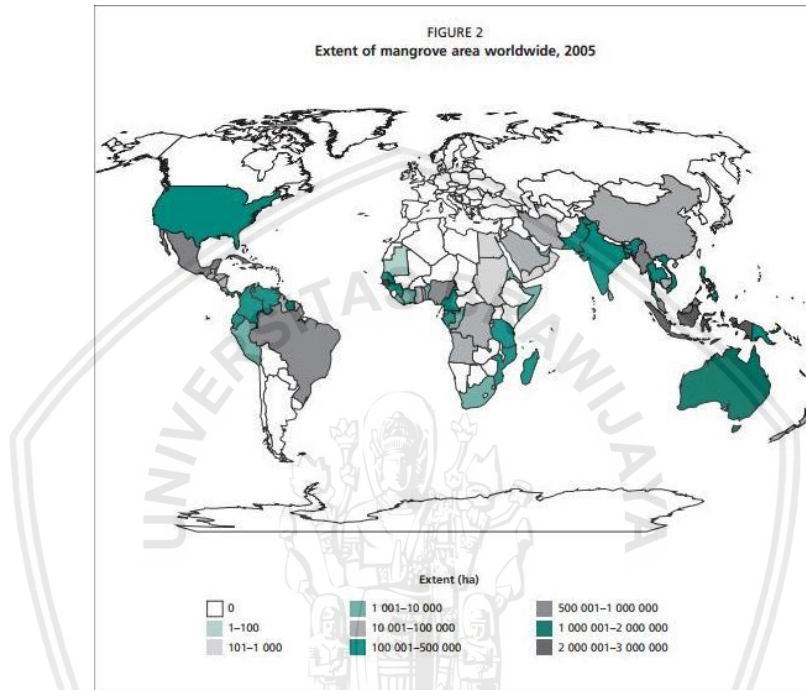
Respirasi adalah suatu proses biologis, yaitu oksigen diserap untuk digunakan pada proses pembakaran (oksidatif) yang menghasilkan energi diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas karbondioksida dan air. Substrat yang paling banyak diperlukan tanaman untuk proses respirasi dalam jaringan tanaman adalah karbohidrat dan asam-asam organik bila dibandingkan dengan lemak dan protein. Karbohidrat merupakan substrat utama respirasi dalam sel-sel tumbuhan dengan glukosa sebagai molekul pertama. Substrat respirasi yang paling penting di antara karbohidrat adalah sukrosa (disakarida= glukosa dan fruktosa) dan pati (sering terdapat dalam sel tumbuhan sebagai cadangan karbohidrat). respirasi dapat dibedakan dalam tiga tingkat : (a) pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana, (b) oksidasi gula menjadi asam piruvat dan (c) transformasi piruvat dan asam-asam organik secara aerobik menjadi karbondioksida, air dan energi. Protein dan lemak dapat pula berperan sebagai substrat dalam proses pemecahan ini (Paramita, 2010)

Respirasi merupakan fungsi kumulatif dari tiga tahapan metabolic. Dua tahapan yang pertama, glikolisis dan siklus krebs merupakan jalur katabolik yang menguraikan glukosa dan bahan bakar organik lainnya. Glikolisis yang terjadi dalam sitosol mengawali perombakan dengan pemecahan glukosa menjadi dua molekul senyawa yang disebut piruvat. Siklus Krebs, yang terjadi dalam matriks mitokondria menyempurnakan pekerjaan ini dengan menguraikan turunan piruvat menjadi karbon dioksida. Dengan demikian, karbon dioksida yang dihasilkan oleh respirasi merupakan fragmen molekul organik yang teroksidasi. Pada langkah ketiga respirasi, rantai transpor elektron menerima elektron dari produk hasil perombakan kedua langkah yang pertama tersebut (biasanya melalui NADH) dan melewatkan elektron ini dari satu molekul ke molekul yang lain. Pada akhir rantai ini, elektron digabungkan dengan ion hidrogen dan oksigen molekuler untuk membentuk air. Energi yang dilepas pada setiap langkah rantai tersebut disimpan dalam suatu bentuk yang digunakan oleh mitokondria untuk membuat ATP. Fosforilasi oksidatif bertanggung jawab atas hampir 90% ATP yang dihasilkan oleh respirasi. Sejumlah kecil ATP dibentuk langsung dalam beberapa glikolisis dan siklus Krebs oleh mekanisme yang disebut fosforilasi tingkat substrat (Campbell, 2012).

2.9 Fungsi Mangrove

Mangrove merupakan tumbuhan yang hidup di daerah antara tingkatan pasang naik tertinggi sampai tingkatan di sekitar atau di atas permukaan laut rata-rata. Komunitas (tumbuhan) hutan mangrove hidup di daerah pantai terlindung daerah tropis dan subtropis. Hampir 75% tumbuhan mangrove hidup di kawasan Asia Tenggara, seperti Malaysia dan Indonesia yang mempunyai curah hujan tinggi dan bukan musiman. Fungsi ekonomi hutan mangrove di antaranya sebagai penyedia kayu, daun-daunan sebagai bahan baku obat-obatan dan lain-lain. Fungsi

ekologis sebagai penyedia nutrisi bagi biota perairan, tempat pemijahan dan asuhan bagi berbagai macam biota, penahan abrasi, amukan angin taufan, dan tsunami, penyerap limbah, pencegah intrusi air laut. Diperkirakan luas hutan mangrove di seluruh Indonesia 4,25 juta hektar atau 3,98 % dari keseluruhan luas hutan Indonesia (Ghufran, 2012).



Gambar 4. Persebaran Mangrove Dunia (<https://forestsnews.cifor.org>)

Manfaat ekosistem mangrove yang berhubungan dengan fungsi fisik adalah sebagai mitigasi bencana seperti peredam gelombang dan angin badai bagi daerah yang ada di belakangnya, pelindung pantai dari abrasi, gelombang air pasang (rob), tsunami, penahan lumpur dan perangkap sedimen yang diangkut oleh aliran air permukaan, pencegah intrusi air laut ke daratan, serta dapat menjadi penetralisir pencemaran perairan pada batas tertentu (Lasibani dan Eni, 2009). Manfaat lain dari ekosistem mangrove ini adalah sebagai obyek daya tarik wisata alam dan atraksi ekowisata (Wiharyanto dan Laga, 2010).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yaitu melakukan pengamatan secara langsung. metode ini dimulai dengan mengumpulkan data selanjutnya menganalisa data. Menurut Tika (1997), survey adalah suatu metode penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan sejumlah besar data berupa variabel dalam waktu yang bersamaan, data dikumpulkan melalui individu atau sampel fisik tertentu dengan tujuan agar dapat menggeneralisasikan terhadap apa yang diteliti. Variabel yang dikumpulkan dapat bersifat fisik maupun sosial.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan merupakan sarana pendukung yang dapat digunakan dalam pengambilan sampel dan analisis sampel. Sampel yang diambil yaitu daun dan akar mangrove. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

Tabel 2. Alat dan Bahan

No	Objek / Materi Penelitian	Alat dan Bahan
1.	Sampel daun dan Akar	GPS, Plastik bening, Kamera digital, gunting, timbangan digital, Pita ukur, Tali raffia, Parang, Spidol, Meteran.
2.	Karbon Organik	Kertas label, Karet gelang, Spidol, Oven, Timbangan, Pipet ukur, Karet hisap, Gelas kimia, Mortal martil, Corong kaca, Pipet tetes, Erlenmeyer, Buret, Statif, Klem. K ₂ CrO ₇ , H ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ , Fe(SO ₄) ₂ , Difenilamin, Aquades, Tisu.
3.	Estimasi Penyerapan CO ₂	Interval Konfidensi 95%
4.	Perbedaan Penyerapan CO ₂	Uji Kolmogorv-Smirnov dan Uji Mann Whitney.

3.3 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. Penentuan lokasi pengambilan sampel pohon mangrove *Avicennia marina* dilakukan secara *purposive sampling* yaitu menentukan titik pengambilan sampel secara acak berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Menurut Iswandar *et al.*, (2017), metode *purposive sampling* merupakan suatu metode yang digunakan dalam pengambilan sampel yang didasarkan atas tujuan dan pertimbangan tertentu. Sampel pohon yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada tiga lokasi yang berbeda sebagai pengulangan. Dalam setiap lokasi pengulangan diambil sampel pohon secara acak di tiga titik dengan asumsi bahwa tiga titik tersebut sudah mewakili keseluruhan populasi yang ada. Penentuan titik koordinat pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat bantu *Global Positioning System* (GPS). Lokasi pertama pengambilan sampel yaitu berada pada daerah *jogging track*, kedua yaitu berada di muara yang berdekatan dengan laut dan lokasi yang ketiga yaitu daerah yang berdekatan dengan pemukiman.

3.4 Teknik Pengambilan Sampel

Terdapat 4 macam cara yang dapat digunakan dalam pengambilan sampel yaitu (i) sampling dengan pemanenan (*Destructive sampling*), (ii) sampling tanpa pemanenan (*Non-destructive sampling*), (iii) Pendugaan melalui penginderaan jauh dan (iv) pembuatan model. Metode *Destructive sampling* dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomassanya. Metode *Non-destructive sampling* merupakan cara sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon. Metode

penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan terutama untuk proyek-proyek dengan skala kecil. Kendala yang umumnya adalah karena teknologi ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu yang mungkin tidak dimiliki oleh pelaksana proyek. Metode pembuatan model, model digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamatan insitu atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya, model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa (Sutaryo,2009).

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *non destructive* yang artinya tidak melakukan pemanenan. Penentuan pengambilan sampel penelitian yaitu sampel pohon yang dipilih secara *purposive sampling* hanya sampel yang memenuhi kriteria peneliti yang dapat diambil yaitu dari segi ukuran maupun diameter pohon. Kategori pohon mangrove yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya diukur terlebih dahulu diameter batang setinggi dada 1,3 m dari permukaan tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Manafe, 2016) bahwa nilai dbh (*diameter at breast height*) 1,3 m dari permukaan tanah. Pengukuran DBH hanya dilakukan pada pohon yang memiliki kategori tiang dengan berdiameter 10 - 19 cm. Hal ini sejalan dengan penelitian (Hazmi *et al.*, 2017) bahwa diameter batang mangrove yang digunakan memiliki diameter batang sebesar 10-19 cm. Pengukuran diameter pohon dapat dilakukan dengan melilitkan pita pengukur pada batang, dengan posisi pita sejajar untuk semua arah, sehingga data yang diperoleh adalah lingkar atau lilit batang bukan diameter. Data keliling batang tersebut kemudian akan diubah menjadi diameter dengan persamaan : $D = K / \pi$. Pengukuran biomassa

dilakukan dengan tidak merusak pohon dan hanya mengambil sebagian sampel pohon yang diperlukan.

Pengambilan sampel daun dilakukan dengan memetik daun secara langsung pada pohon. Daun yang diambil yaitu daun tua (daun yang terletak di pangkal ranting) dengan jumlah 30 lembar daun di setiap pohonnya kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label agar mempermudah proses analisis data setelah itu ditimbang agar diketahui berat basahnya. Teknik pengambilan sampel akar mangrove yaitu akar nafas yang dekat dengan batang pohon atau akar yang berada di luar sedimen, sampel akar diambil secara merata di setiap pohonnya kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label setelah itu ditimbang agar diketahui berat basahnya. Sampel yang sudah terkumpul dianalisis karbon organiknya di laboratorium.

3.5 Analisis Sampel

Analisis serapan CO₂ yang terdapat pada sampel daun dan akar mangrove dianalisis secara bertahap yang meliputi perhitungan biomassa, analisis % karbon organik, perhitungan jumlah karbon organik dan perhitungan serapan CO₂.

3.5.1 Perhitungan Biomassa

Perhitungan biomassa dapat dihitung melalui pengukuran terlebih dahulu terhadap persen kadar air. Untuk memperoleh nilai kadar air maka dilakukan konversi berdasarkan perhitungan berat basah ke berat kering. Adapun formula yang digunakan menurut Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Akbar (2012), yaitu:

dimana :

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

Dimana :

KA : Kadar Air (%)

BBs : Berat basah sampel (g)

BKs : Berat kering sampel (g)

Besarnya biomassa dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan berat kering. Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Akbar (2012), berat kering dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$B = \frac{BBs}{1 + \frac{KA}{100}}$$

Dimana :

B = Biomassa

BBs = Berat basah sampel (g)

KA = Persen kadar air (g)

3.5.2 Analisis Karbon Organik

Analisis karbon organik yang terdapat di daun dan akar dapat menggunakan metode *Walkey and Black* (Fabianus, 2015). Prosedur kadar C-organik adalah sebagai berikut :

- 1) Menimbang sampel sebanyak 1 gram dan memasukkan kedalam erlenmeyer 100 ml.
- 2) Menambahkan dengan 10 ml K_2CrO_7 dan menghomogenkan dengan cara dikocok.
- 3) Menambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan dihomogenkan kembali
- 4) Mendinginkan sampel selama 30 menit
- 5) Menambahkan aquades sebanyak 100 ml, H_3PO_4 sebanyak 5 ml dan indikator difenilamin sebanyak 1 ml

- 6) Mentitrasi sampel dengan menggunakan larutan FeSO_4 1N sampai warna berubah menjadi hijau
- 7) Mencatat volume titran
- 8) Menghitung c-organik dengan rumus :

$$\%C - \text{Organik} = \frac{(N \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - (N \text{ FeSO}_4 \times V \text{ FeSO}_4))}{\text{Berat sampel} \times 0,77} \times 0,003$$

Dimana :

N = Normalitas

V = Volume

0,003 = valensi Cr yang teroksidasi
= 3 x 0,001 (mg ke gram).

0,77 = C yang teroksidasi = 77/100

3.5.3 Perhitungan Karbon Organik

Menurut Lugina *et al.*, (2011), dalam perhitungan karbon organik dari biomassa dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_b = B \times \% C \text{ organik}$$

Dimana :

C_b = Kandungan karbon dari biomassa (g);

B = Total biomasa, dinyatakan dalam (g);

% C organik = Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

3.5.4 Perhitungan Estimasi Penyimpanan CO₂

Hasil dari perhitungan karbon organik selanjutnya akan dimasukkan dalam sebuah rumus untuk mengetahui jumlah estimasi penyerapan CO₂. Menurut Rahmah *et al.*, (2015), untuk mengetahui simpanan CO₂ sebagai berikut:

$$CO_2 = \frac{Mr CO_2}{Ar C} \times \text{Karbon Organik}$$

Dimana :

CO₂ = Jumlah penyimpanan CO₂ (g)

Mr CO₂ = Berat molekul relatif senyawa CO₂ = 44 (massa atom C = 12, O = 16)

Ar C = Berat molekul atom relatif C = 12

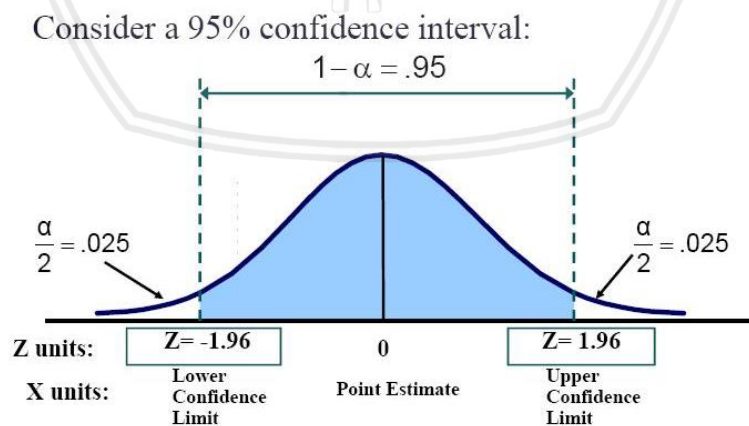
3.6 Analisis Data

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 distribusi data tidak normal maka statistik non parametrik yang dapat 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 kewajaran tersebut, perlu ditempuh suatu pengujian normalitas. Metode uji normalitas yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* (Oktaviani,2014). Metode diatas memiliki kelebihan masing-masing seperti yang disampaikan oleh Dahlan (2009) menyebutkan bahwa uji *Kolmogorov-Smirnov* lebih tepat untuk sampel yang kurang dari 50. Analisis data yang dapat digunakan untuk mengetahui estimasi jumlah CO₂ pada akar dan daun mangrove menggunakan *Confidence Interval* (Selang Kepercayaan) yang dapat mengetahui nilai batas atas dan batas bawah nilai CO₂.

Sedangkan analisis data yang digunakan untuk mengetahui perbandingan jumlah CO₂ yang terdapat pada akar dan daun mangrove menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* dan Uji Mann Whitney.

3.6.1 Confidence Interval (Selang Kepercayaan)

Confidence Interval (Selang Kepercayaan) merupakan ukuran yang menunjukkan nilai parameter untuk mengukur seberapa akurat *Mean* sebuah sampel mewakili atau mencakup nilai *Mean* populasi sesungguhnya. Selang kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 95%. Interval kepercayaan dapat digunakan untuk menguji hipotesis nihil, karena pengujian hipotesis nihil pada prinsipnya adalah menaksir besarnya parameter. Pengujian hipotesis nihil dengan dengan interval kepercayaan menggunakan dua sisi, misalnya interval kepercayaan 95 %, berarti sisi kiri 2,5 % dan sisi kanan 2,5%. Andaikan μ adalah harga parameter populasi yang ingin ditaksir besarnya berdasarkan data pada sampel. Pada pendekatan ini harus ditentukan batas atas dan batas bawah interval. Lebar interval menentukan kecermatan estimasi, dan besarnya interval keyakinan menentukan besarnya keyakinan kita tentang letak harga μ .



Gambar 5. Confidence Interval 95%

3.6.2 Uji Kolmogorov - Smirnov

Uji statistik yang digunakan untuk mengetahui sebuah data berdistribusi normal atau tidak dapat menggunakan statistik uji seperti uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Menurut Sholihin *et al.*, (2014), hipotesis uji yang digunakan yaitu :

Ho : data berdistribusi normal

Hi : data tidak berdistribusi normal

Dasar pengambilan keputusan uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu :

- Jika probabilitas > 0,05, maka Ho diterima
- Jika probabilitas < 0,05 maka Ho ditolak.

Statistik uji yang digunakan yaitu:

$$D = |F_s(x) - F_t(x)| \max$$

Dimana :

$F_s(x)$: Distribusi frekuensi kumulatif sampel

$F_t(x)$: Distribusi frekuensi kumulatif teoritis

Dasar pengambilan keputusan dalam uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu dengan membandingkan *Kolmogorov-Smirnov* hitung dengan *Kolmogorov-Smirnov* tabel. Jika *Kolmogorov-Smirnov* Hitung < *Kolmogorov-Smirnov* tabel, maka Ho diterima begitu juga sebaliknya. Ketentuan angka probabilitas yang digunakan yaitu nilai probabilitas >0,05 maka Ho diterima.

3.6.3 Uji Mann Whitney

Menurut Silaban *et al.*, (2014), metode Mann-Whitney digunakan untuk menguji dua perbedaan median dari dua sampel yang diambil secara *independent*, sampel-sampel random tersebut bisa diperoleh dari populasi-populasi yang berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal. Menggabungkan kedua sampel

independent dan diberi ranking pada tiap anggotanya mulai dari nilai pengamatan terkecil sampai nilai pengamatan terbesar.

Asumsi-asumsi uji *Mann-Whitney*:

- Data merupakan sampel acak hasil-hasil pengamatan X_1, X_2, \dots, X_n dari populasi 1 dan sampel acak dari hasil-hasil pengamatan Y_1, Y_2, \dots, Y_n dari populasi 2.
- Kedua sampel tidak saling mempengaruhi
- Variable yang diamati adalah variable acak kontinyu.
- Skala pengukuran yang dipakai sekurang-kurangnya ordinal.
- Fungsi-fungsi distribusi kedua populasi berbeda dalam hal lokasi, yakni apabila keduanya sungguh berbeda.

Hipotesis:

Hipotesis-hipotesis ini hanya berlaku apabila asumsi E diatas terpenuhi.

a. (Dua-sisi)

H_0 : Populasi-populasi yang diminati memiliki distribusi yang identik

H_1 : Populasi-populasi yang diminati berbeda dalam hal lokasi

Statistik Uji

Untuk menguji nilai statistik uji hasil pengamatan, dengan menggabungkan kedua sampel dan memeringkat semua hasil pengamatan dalam sampel tersebut dari yang paling kecil hingga yang paling besar. Statistik uji yang digunakan adalah:

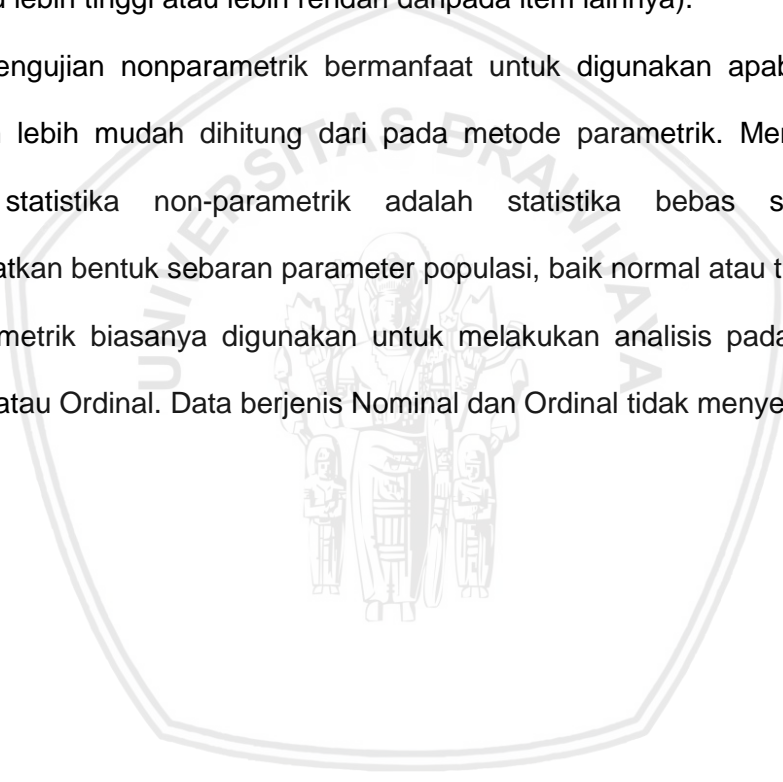
$$T = S - \frac{n_1(n_1 + 1)}{2}$$

Dimana :

S : jumlah peringkat hasil-hasil pengamatan yang merupakan sampel dari populasi 1

Menurut Santoso (2010), metode statistik nonparametrik digunakan untuk situasi seperti: (1) apabila ukuran sampel demikian kecil sehingga distribusi statistik pengambilan sampel tidak mendekati normal, dan apabila tidak ada asumsi yang dapat dibuat tentang bentuk distribusi populasi yang menjadi sumber sampel; (2) apabila digunakan data peringkat atau ordinal; (3) apabila data nominal digunakan (data nominal adalah data di mana sebutan seperti laki-laki atau perempuan diberikan kepada item dan tidak ada implikasi di dalam sebutan tersebut bahwa item yang satu lebih tinggi atau lebih rendah daripada item lainnya).

Pengujian nonparametrik bermanfaat untuk digunakan apabila sampelnya kecil dan lebih mudah dihitung dari pada metode parametrik. Menurut Sriwidadi (2011), statistika non-parametrik adalah statistika bebas sebaran (tidak mensyaratkan bentuk sebaran parameter populasi, baik normal atau tidak). Statistika non-parametrik biasanya digunakan untuk melakukan analisis pada data berjenis Nominal atau Ordinal. Data berjenis Nominal dan Ordinal tidak menyebar normal.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kawasan ekowisata mangrove yang terletak di Jl. Raya Wonorejo No.1 Desa Wonorejo Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut Surabaya. Ekowisata Hutan Mangrove mempunyai jarak 50 km dari kota Surabaya dengan luas 440 ha. Lokasi penelitian memiliki aksesibilitas yang tinggi karena dapat dijangkau dengan mudah dengan menggunakan kendaraan roda dua, pribadi maupun dengan menggunakan angkutan umum. Adapun batas-batas wilayah Ekowisata Hutan Mangrove Wonorejo yaitu : sebelah utara yaitu Sukolilo, Wonorejo Sebelah selatan yaitu Rungkut Mado'an ayu jalan Pandugo, sebelah barat yaitu Laut Wonorejo, dan sebelah timur yaitu perumahan green semanggi mangrove.

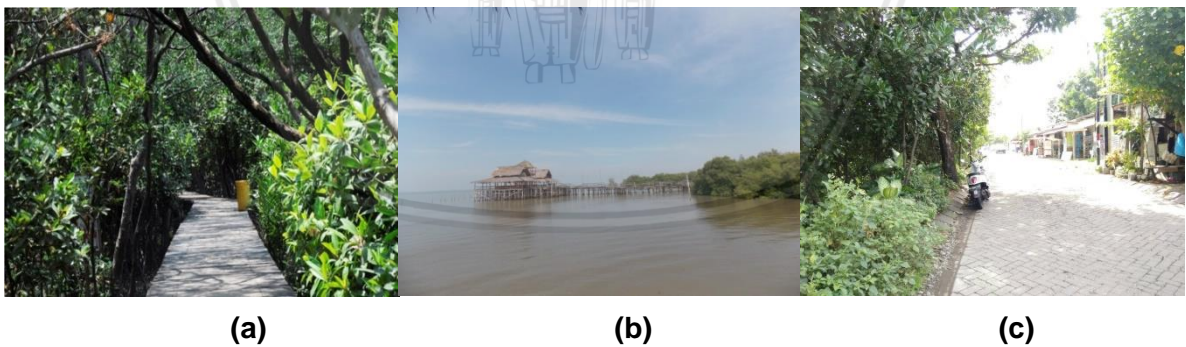
Ekowisata hutan mangrove secara resmi telah dikukuhkan oleh walikota Surabaya Drs. Bambang DH pada tanggal 9 Agustus 2009. Pemerintah daerah dengan bantuan masyarakat setempat terutama pak Fathoni berupaya untuk mengelola dan melestarikan hutan mangrove yang ada di Wonorejo. Ekowisata hutan mangrove sebenarnya sudah ada sejak tahun 2005 yang sebelumnya merupakan tambak tradisional milik masyarakat sekitar wonorejo.

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Peresmian ekowisata mangrove Wonorejo membuat masyarakat dan kelompok tani semakin bersemangat untuk membangun partisipasi dalam pengelolaan ekowisata mangrove. Selain tenaga dan pikiran dari masyarakat banyak juga pendukung dari pihak lain, termasuk LSM yang bekerjasama dengan Kelompok Tani Bintang Timur, ibu-ibu PKK dan karang taruna Wonorejo dengan membantu menyumbang bibit pohon yang ditanam di wilayah tersebut. Jenis

mangrove yang ada di Wonorejo sangat bervariasi jenis mangrove yang terdapat di wonorejo yaitu, *Avicennia lanata*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Brugulera gymnorrhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Bruguiera cylindrical*, *Brugulera sexangula*, *Ceriops tangal*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypa fruticans*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia ovata*. Spesies yang mendominasi kawasan ekowisata ini yaitu dari spesies *Avicennia sp.*

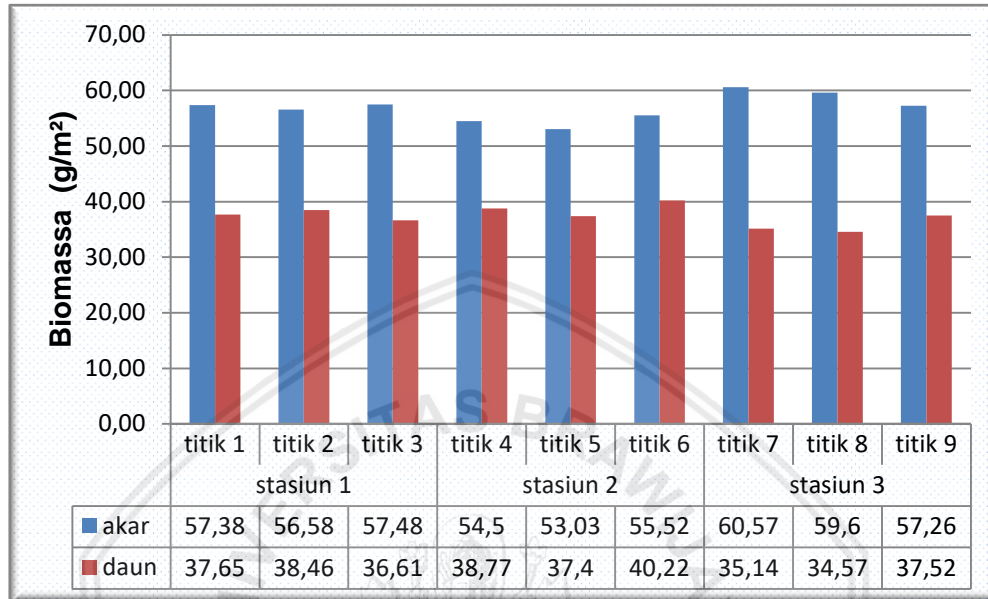
Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi tiga lokasi. Lokasi pertama berada di Jogging Track dengan titik koordinat 07°18'29.7792" LS dan 112°49'41.2788" BT, lokasi ini merupakan area ekowisata yang berdekatan dengan tempat pendaratan perahu wisata. Lokasi kedua berada di Muara dengan titik koordinat 07°18'21.5352" LS dan 112°50'39.7032" BT, lokasi ini langsung berhadapan dengan laut bebas. Lokasi ketiga berada di Pemukiman dengan titik koordinat 07°18'31.1328" LS dan 112°49'0.7248" BT, lokasi ini berada dekat dengan area tambak yang dimiliki penduduk sekitar selain itu lokasi ini juga dekat dengan kawasan perumahan Semanggi.



Gambar 6. Lokasi Pengambilan Sampel : a). Jogging Track b). Muara Sungai Jagir c). Dekat pemukiman

4.3 Biomassa Tiap Komponen Mangrove

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di laboratorium diperoleh data berat basah (g) dan kadar air (%) (Lampiran 2).



Gambar 7. Biomassa Akar dan Daun *Avicennia marina* di Kawasan Mangrove Wonorejo pada Januari 2019

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa nilai biomassa akar yang tertinggi terdapat pada titik sampel 7 sebesar 60,57 g, sedangkan nilai biomassa akar terendah terdapat pada titik sampel 5 sebesar 53,03 g. Nilai biomassa daun tertinggi terdapat pada titik sampel 6 sebesar 40,22 g, sedangkan nilai biomassa daun terendah terdapat pada titik sampel 8 sebesar 34,57 g. Terdapat perbedaan nilai biomassa antara daun dan akar, biomassa akar lebih tinggi daripada daun. Hal ini disebabkan biomassa berkaitan erat dengan proses fotosintesis, dimana biomassa bertambah karena tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa organik, hasil fotosintesis digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal. Walaupun daun tempat terjadinya proses fotosintesis, tetapi memiliki proporsi bahan organik yang kecil daripada akar

karena hasil dari proses fotosintesis akan diedarkan keseluruh bagian tumbuhan seperti batang, daun, dan akar.

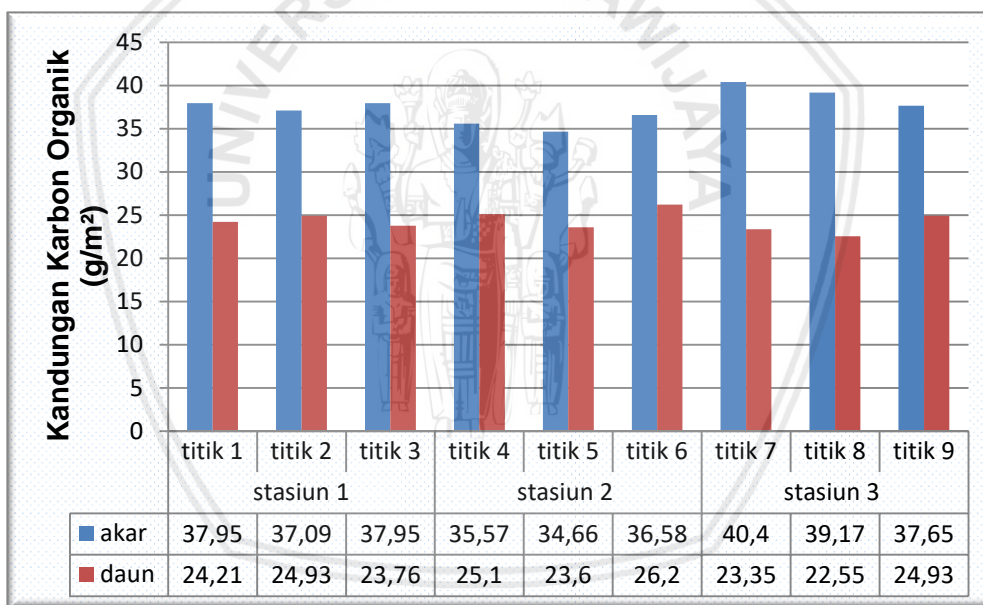
Peningkatan kelas diameter pohon berkolerasi positif terhadap peningkatan jumlah biomassa. Besarnya stok karbon tiap bagian pohon dipengaruhi oleh biomassa. Oleh karena itu, setiap peningkatan terhadap biomassa akan diikuti oleh peningkatan stok karbon (Manafe *et al.*, 2016). Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Agustin (2011), semakin besar CO₂ yang diserap maka semakin besar diameter pohon tersebut sehingga biomasa yang terkandung akan semakin besar. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya proses fotosintesis pada setiap tumbuhan. Tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengkonversinya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis menghasilkan biomassa yang kemudian dialokasikan ke daun, ranting, batang dan akar yang mengakibatkan penambahan diameter serta tinggi pohon. Biomassa pada daun tergolong rendah karena memiliki kadar air yang tinggi yang merupakan unit fotosintesis dan memiliki banyak rongga sel yang diisi oleh air dan unsur hara mineral selain itu juga memiliki jumlah stomata yang lebih banyak daripada lentisel yang terdapat pada batang, sehingga menyebabkan banyaknya air dari lingkungan yang diserap oleh daun.

Menurut Niapele (2013), proses fotosintesis CO₂ di udara diserap oleh tanaman dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun pada daun, batang, cabang, buah dan bunga. Walaupun daun merupakan tempat terjadinya aktifitas fotosintesis, namun ternyata daun hanya mendapatkan proporsi hasil fotosintesis yang paling kecil. Oleh karena itu, nilai biomassa daun memiliki nilai yang lebih rendah daripada akar. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang

dilakukan oleh Lestari *et al.*, (2016) dalam penelitiannya nilai biomassa mangrove *Avicennia marina* pada bagian daun memiliki nilai 126,53 g lebih rendah daripada biomassa akar yaitu 242,33 g.

4.4 Kandungan Karbon Organik Berdasarkan Biomassa

Nilai biomassa yang terkandung dalam komponen mangrove digunakan untuk menghitung kandungan karbon organik (% C-organik). Nilai simpanan massa karbon pada *Avicennia marina* dapat diketahui dengan mengalikan antara nilai biomassa dengan persentase karbon organik yang diperoleh dari hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium persentase karbon organik telah disajikan pada (lampiran 2). Nilai kandungan karbon organik dapat dilihat pada gambar 4.

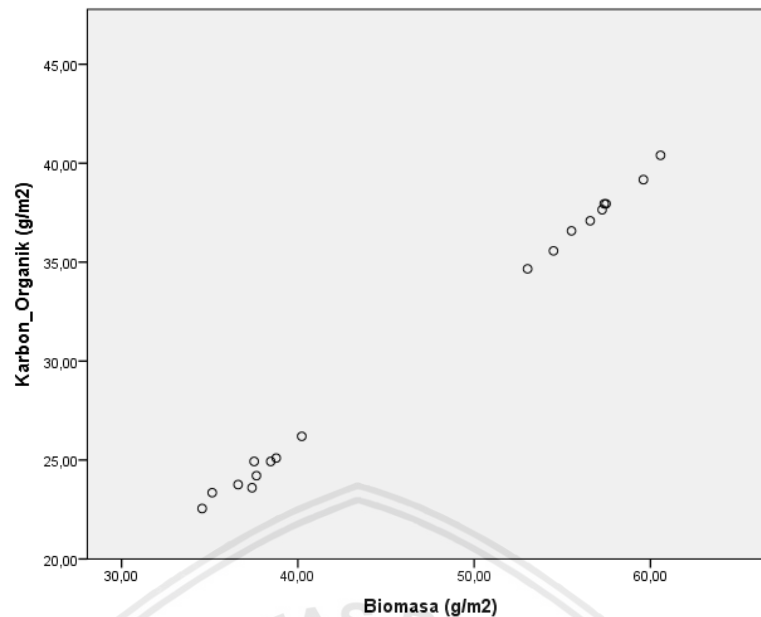


Gambar 8. Kandungan Karbon Organik Akar dan Daun *Avicennia marina* di Kawasan Mangrove Wonorejo pada Januari 2019

Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui bahwa nilai karbon organik akar yang tertinggi terdapat pada titik sampel 7 sebesar 40,4 g, sedangkan nilai karbon organik akar yang terendah terdapat pada titik sampel 5 sebesar 34,66 g. Nilai

karbon organik daun yang tertinggi terdapat pada titik sampel 6 sebesar 26,2 g, sedangkan nilai karbon organik daun terendah terdapat pada titik sampel 8 sebesar 22,55 g. Perbedaan nilai karbon tiap komponen mangrove disebabkan karena komponen kimia kayu yang terdapat pada tiap komponen berbeda pula. Hal ini sejalan dengan Niapele (2013), bahwa proporsi komponen kimia penyusun kayu sangat bervariasi dari jenis kayu yang satu ke jenis kayu yang lain dan dari pohon ke pohon dalam satu jenis bahkan dari bagian-bagian satu jenis pohon. Hal tersebut dikarenakan komposisi 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.

Suryono *et al.*, (2018) menyatakan bahwa biomassa dan massa karbon merupakan dua unsur penting yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Biomassa sebagian besar terdiri atas karbon. Penyusun utama dari biomassa adalah senyawa penyusun karbohidrat yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang dihasilkan melalui proses fotosintesis tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Mandari *et al.*, (2016), bahwa nilai biomassa yang telah diperoleh dapat menunjukkan berapa banyak kandungan karbon yang tersedia atau tersimpan pada suatu tegakan. Dikarenakan hampir 50% dari biomassa suatu tumbuhan tersusun oleh unsur karbon.



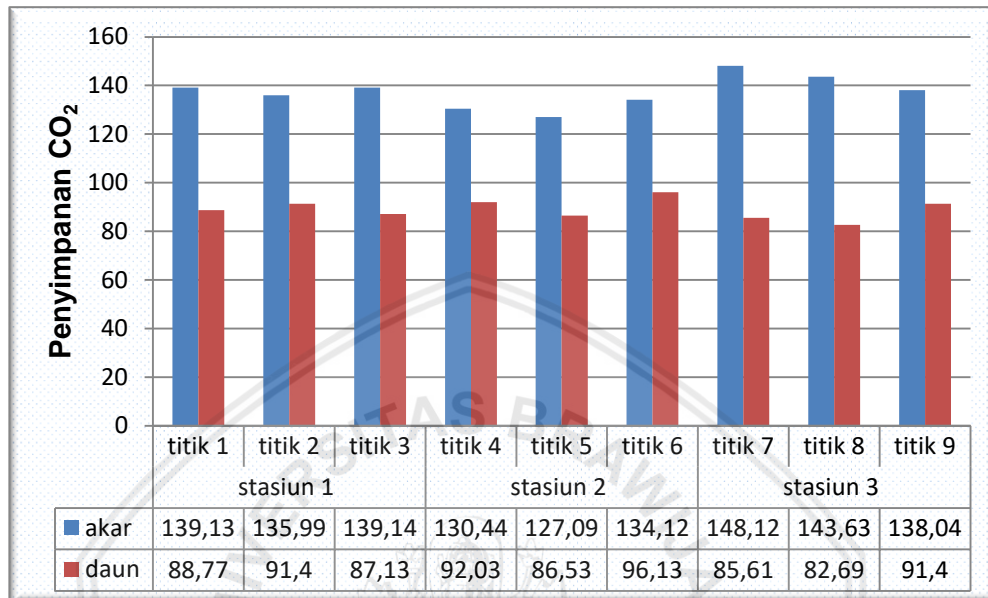
Gambar 9. Scatter Plot antara Biomassa dengan Karbon Organik

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan nilai biomassa memiliki hubungan yang positif dengan kandungan karbon organik. Apabila nilai biomassa semakin tinggi maka, karbon organik yang terkandung juga akan semakin banyak. Hal ini sejalan dengan pendapat Chanan (2012), bahwa setiap penambahan kandungan biomassa akan diikuti oleh penambahan kandungan karbon. Hal ini menjelaskan bahwa karbon dan biomassa memiliki hubungan yang positif sehingga apapun yang menyebabkan peningkatan ataupun penurunan biomassa maka akan menyebabkan peningkatan atau penurunan kandungan karbon.

4.5 Penyimpanan CO₂ Tiap Komponen Mangrove

Tumbuhan menyerap karbon dari udara dan mengkonversinya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis. Semakin besar diameter suatu pohon, biomasa yang terkandung pada pohon tersebut semakin besar, maka CO₂ yang diserap akan semakin besar (Dharmawan dan Siregar, 2008). Hasil dari perhitungan karbon organik dikalikan dengan Mr. CO₂ yaitu 44 (massa atom C = 12, O= 16) yang

sebelumnya telah dibagi terlebih dahulu dengan Ar. C yaitu 12 maka akan diperoleh nilai dari penyimpanan CO₂. Nilai penyimpanan CO₂ pada akar dan daun telah disajikan dalam gambar 5.



Gambar 10. Penyimpanan CO₂ Tiap Komponen Mangrove Akar dan Daun *Avicennia marina* di Kawasan Mangrove Wonorejo pada Januari 2019

Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui bahwa nilai penyimpanan CO₂ akar yang tertinggi terdapat pada titik sampel 7 sebesar 148,12 g, sedangkan nilai penyimpanan CO₂ akar yang terendah terdapat pada titik sampel 5 sebesar 127,09 g. Nilai penyerapan CO₂ daun yang tertinggi terdapat pada titik sampel 6 sebesar 96,13 g, sedangkan nilai penyerapan CO₂ daun terendah terdapat pada titik sampel 8 sebesar 82,69 g/m². Terdapat perbedaan nilai penyimpanan CO₂ yang ada di akar dan daun. Hal ini terjadi karena pengaruh dari nilai biomassa komponen mangrove. Jumlah biomassa dipengaruhi oleh diameter pohon. Semakin besar diameter pohon menunjukkan biomassa pohon semakin besar. Bertambah besarnya diameter menunjukkan semakin banyaknya CO₂ yang diserap pohon tersebut. Tumbuhan

menyerap CO₂ dari udara dan mengkonversinya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis.

Penyimpanan karbon dapat menggambarkan seberapa besar suatu pohon dalam menyerap karbon. Besar kecilnya penyerapan karbon dalam suatu vegetasi bergantung pada jumlah biomassa yang terkandung pada pohon, kesuburan tanah dan daya serap vegetasi tersebut. Semakin besarnya diameter pohon disebabkan oleh penyimpanan biomassa hasil konversi karbon yang semakin bertambah besar sehingga akan semakin tinggi penyerapan karbonya. Kandungan karbon yang terdapat pada tanaman menggambarkan berapa besar tanaman tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara (Afiati *et al.*, 2014).

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan bahwa nilai simpanan CO₂ tertinggi terdapat pada daerah yang berdekatan dengan pemukiman. Habitat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dalam proses penyimpan CO₂ yang terdapat pada tanaman karena hal tersebut erat kaitannya dengan kandungan unsur hara yang tersedia pada daerah tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Chanan (2012), bahwa kualitas tempat tumbuh yang lebih baik membuat tanaman pun menjadi lebih baik karena tersedianya unsur hara yang mencukupi sehingga mengakibatkan kandungan karbon semakin bertambah pula.

4.6 Analisis Data

Analisis data penyimpanan CO₂ pada daun dan akar menggunakan SPSS 22.0 *for windows*. Analisis dilakukan secara bertahap yaitu mengetahui estimasi nilai penyimpanan karbondioksida dengan *Confidence Interval* (Selang Kepercayaan) 95%, selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan penyimpanan karbondioksida dengan uji Normalitas (Uji *Kolmogorov-Smirnov*) yang dapat mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Dalam penelitian ini diketahui bahwa data tidak

berdistribusi normal maka, statistik uji yang digunakan menggunakan Uji non-parametrik *Mann Whitney*.

4.6.1 Estimasi Penyimpanan CO₂ pada Daun dan Akar

Estimasi penyimpanan CO₂ dapat diketahui dengan interval konfidensi atau *Confidence Interval*. *Confidence Interval* (Selang Kepercayaan) merupakan ukuran yang menunjukkan nilai parameter untuk mengukur seberapa akurat *Mean* sebuah sampel mewakili atau mencakup nilai *Mean* populasi sesungguhnya. *Confidence Interval* adalah rentang antara dua nilai dimana nilai suatu sampel *Mean* tepat berada di tengah-tengahnya. Dalam penelitian ini selang kepercayaan yang digunakan sebesar 95%.

Tabel 3. Penyimpanan CO₂

Bagian Mangrove	Selang Kepercayaan 95%	
	Batas Bawah	Batas Atas
Akar	132,3815	142,2185
Daun	85,9491	92,2043

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa dengan selang kepercayaan sebesar 95%. Penyimpanan karbondioksida pada akar mangrove diestimasi sekitar 132,3815 g sampai 142,2185 g. Disisi lain dengan selang kepercayaan sebesar 95% penyimpanan karbondioksida pada daun mangrove diestimasi sekitar 85,9491 g sampai 92,2043 g.

Hasil tersebut menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan penelitian yang telah dilakukan oleh Lestari (2016), di wilayah pesisir cagar alam Pulau Dua Banten yaitu pada daun memiliki nilai sebesar 46,36 g sedangkan di akar memiliki nilai sebesar 102,57 g. Walaupun vegetasi yang tumbuh disana sama, yaitu *Avicennia marina* namun kondisi vegetasinya berbeda jauh. *Avicennia marina* yang ada di

pulau dua Banten kondisi vegetasi masih dalam tahap semai dan pancang dengan diameter batang ≤ 5 cm. Perbedaan nilai tersebut bersesuaian dengan perbedaan hasil analisis biomassa. Walaupun sampel yang digunakan sama namun diameter dan ketinggiannya berbeda.

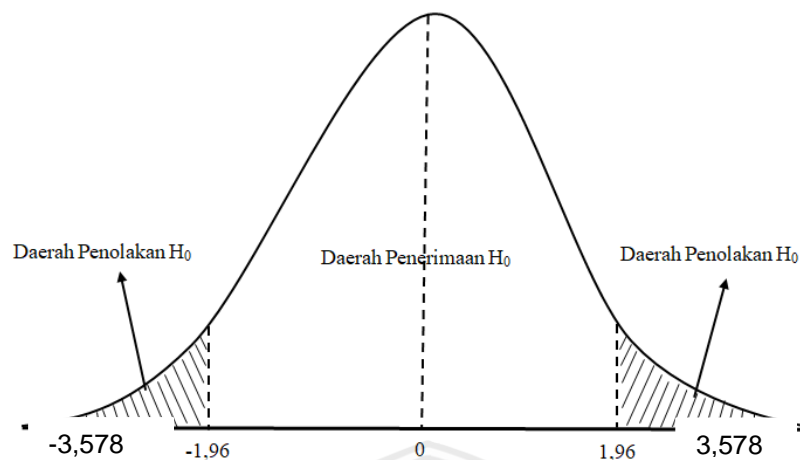
4.6.2 Analisis Perbedaan Penyerapan CO₂ pada Daun dan Akar

a. Uji Normalitas (Uji *Kolmogorov-Smirnov*)

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas didapatkan hasil statistik uji $Z = 0,249$ dan signifikansi $\alpha = 0,04$, dimana nilai signifikansi $< \alpha = 0,05$ sehingga tolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Saat diketahui bahwa data tidak berdistribusi normal maka statistik uji yang digunakan yaitu Uji *Mann Whitney*. Hasil dari analisis data uji *Kolmogorov-Smirnov* disajikan dalam lampiran 4.

b. Uji *Mann Whitney*

Hasil uji *Mann Whitney* didapatkan nilai statistik uji nilai $|Z| = -3,578$ lebih besar dari 1,96 sehingga didapatkan keputusan Tolak H_0 . Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan penyerapan karbondioksida di daun dan akar mangrove *Avicennia marina*. Hasil dari analisis data uji *Mann Whitney* disajikan dalam lampiran 4.



Gambar 11. Kurva daerah penolakan dan penerimaan H_0

Berdasarkan analisis data uji *Mann Whitney* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penyimpanan karbondioksida pada daun dan akar, hal tersebut terjadi karena daun memiliki persentase kadar air lebih tinggi dibandingkan bagian lainnya sehingga nilai biomassa yang dimiliki oleh daun lebih rendah daripada akar, hal tersebut terjadi karena pada bagian daun berlangsung proses fotosintesis dan respirasi. Air merupakan salah satu bahan baku utamanya sehingga air akan lebih banyak tersimpan di bagian daun. Hal ini sejalan dengan pendapat Niapele (2013), meskipun daun merupakan tempat terjadinya aktifitas fotosintesis, namun ternyata daun hanya mendapatkan proporsi hasil fotosintesis yang paling kecil. Oleh karena itu, nilai biomassa daun memiliki nilai yang lebih rendah daripada akar. Apabila nilai biomassa rendah maka nilai penyerapan karbon juga akan rendah, hal ini terjadi karena nilai biomassa memiliki korelasi positif terhadap jumlah serapan CO_2 .

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai karbon organik pada daun memiliki nilai tertinggi sebesar $26,2 \text{ g/m}^2$ sedangkan nilai terendah sebesar $22,55 \text{ g/m}^2$.sedangkan nilai karbon organik pada akar memiliki nilai tertinggi sebesar $40,44 \text{ g/m}^2$ dan nilai terendah sebesar $34,66 \text{ g/m}^2$.
2. Nilai estimasi penyimpanan CO_2 berdasarkan interval konfidensi 95% pada daun memiliki nilai diestimasi sekitar $85,9491 \text{ g} - 92,2043 \text{ g}$. Sedangkan nilai penyimpanan karbon dioksida pada akar mangrove diestimasi sekitar $132,3815 \text{ g} - 142,2185 \text{ g}$. Penyimpanan CO_2 pada daun dan akar berdasarkan uji *Mann Whitney* bersifat signifikan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil penyimpanan CO_2 pada mangrove *Avicennia marina* di Ekowisata Mangrove Wonorejo memiliki hasil yang baik. Oleh karena itu, pengelolaan ekowisata mangrove harus tetap dipertahankan dan di tingkatkan agar lebih baik lagi. Usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan konservasi yang akan memberikan tiga aspek penting bagi keberlangsungan hutan mangrove yaitu perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan. Hal tersebut dapat dijadikan strategi oleh pemerintah dalam upaya mengurangi efek pemanasan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiati, R N., A. Rustam., T. Kepel., N. Sudirman., P. Mangindaan., H. L. Salim., A. A. Hutahaeen dan M. Kusumaningtyas. 2014. Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai Blue Carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*. 10 : 119- 127.
- Agustin, Y.L., M. Muryono dan H. Purnobasuki. 2011. Estimasi Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Talang Iring, Pamekasan Madura. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- 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.
- Ati, R. N. A., A. Rustam., T. L. Kepel., N. Sudirman., M. Astrid., A. Daulat., P. Mangindaan., H. L. Salim dan A. A. Hutahaeen. 2012. Stok Karbon Dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai *Blue Carbon* Di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*. 10 (2) : 119-127.
- Campbell et al. 2012. Biologi Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Chanan, M. 2012. Pendugaan Cadangan Karbon (C) Tersimpan Di Atas Permukaan Tanah Pada Vegetasi Hutan Tanaman Jati (*Tectona Grandis Linn. F*) (Di Rph Sengguruh Bkph Sengguruh Kph Malang Perum Perhutani II Jawa Timur). *Jurnal gamma*. 7 (2) : 61-73.
- Dahlan, M.S. 2009. Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan, Edisi 4 (Deskriptif, Bivariat dan Multivariat, dilengkapi Aplikasi dengan Menggunakan SPSS). Jakarta: Salemba Medika.
- Dharmawan, I. W. S dan C. A. Siregar. 2008. Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5 (4) : 317-328.
- Fabianus., W. N. Jati dan I. M. Yulianti. 2015. Kualitas Vermikompos Limbah Sludge Industri Kecap Dan Seresah Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) dengan Variasi Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoffmeister dan *Eisenia foetida Savigny*. Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Ghufran, M dan K. Kordi. 2012. Ekosistem mangrove (potensi, fungsi dan pengelolaan). Jakarta. hal 256
- Hairiah, K., Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia Regional Office*. Bogor.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat. *Info Teknis Eboni*. 11 (1) : 37-44.

- Hazmi, I. B.A., Mulyanto dan D. Arfiati. 2017. Penyerapan Karbon Dioksida (CO₂) pada Daun, Serasah Daun, Dan Sedimen Mangrove *Sonneratia caseolaris* (L) Engler Kategori Tiang di Kawasan Mangrove Tlocor, Kabupaten Sidoarjo. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III 2017.
- Hidayati, N., M. Reza., T. Juhaeti dan M. Mansur. 2011. Serapan Karbondioksida (CO₂) Jenis-Jenis Pohon di Taman Buah "Mekar Sari" Bogor, Kaitannya dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Biologi Indonesia*. 7(1) : 133-145.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007)*, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008)*, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, Kanagawa.
- Iswandar, M., I. Dewiyanti dan V. Kurnianda. 2017. Dugaan Serapan Karbon pada Vegetasi Mangrove di Kawasan Mangrove Gampong Iboih, Kecamatan Sukakarya, Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2 (4): 521-528.
- Janzen, H.H. 2004. *Carbon Cycling in Earth Systems – a Soil Science Perspective. Agriculture Ecosystems and Environment*. 104 : 399-417.
- Kauffman, J.B., D. C. Donato., D. Murdiyarso., S. Kurnianto., M. Stidham dan M. Kanninen. 2012. Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. *Brief Cifor*. 13 : 1-12.
- Kurniawati, U.F dan R. P. Setiawan. 2012. Pengaruh Perkembangan Perumahan Terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Pomits*: 1(1).
- Lasibani S.M., dan Eni, K., 2009. Pola Penyebaran Pertumbuhan "Propagul" Mangrove *Rhizophoraceae* di Kawasan Pesisir Sumatera Barat. *Jurnal Mangrove dan Pesisir*, 10(1):3338
- Lestari, T. A., A. Rahadian., M. Y. J. Purwanto dan I. Wientarsih. 2016. Persamaan Alometrik Biomassa dan Massa Karbon *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Studi Kasus Cagar Alam Pulau Dua Banten. *Jurnal silvikultur Tropika*. 7 (2) : 95-107.
- Lugina, M., K. L. Ginoga., A. Bainnaura., T. Patiani. 2011. Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Pengukuran dan Perhitungan Stok Karbon di Kawasan Konservasi. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan*: Bogor.
- Manafe, G., M. R. Kaho dan F. Risamasu. 2016. Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora*

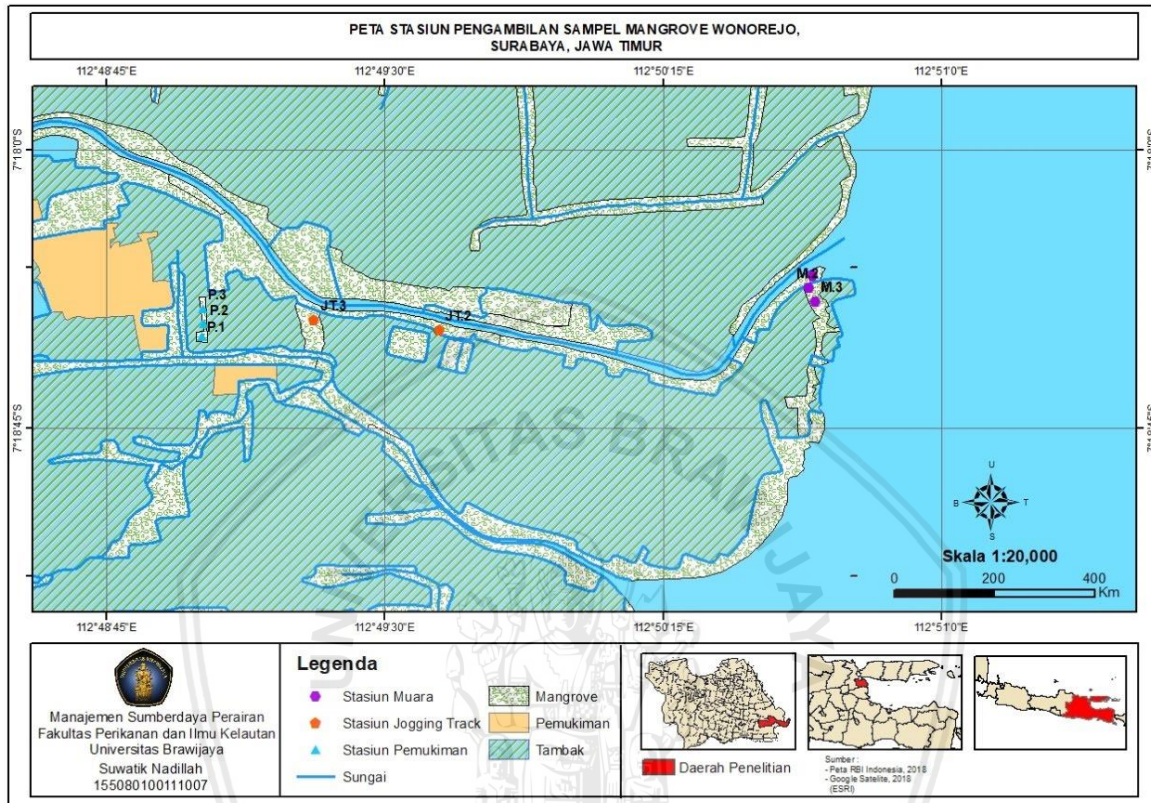
- mucronata Di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Llestari*. 16 (2) : 163-173.
- Mandari, D. Z., H. Gunawan dan M. N. Isda. 2016. Penaksiran Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Ekosistem Hutan Mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Jurnal Riau Biologia*. 1 (3) : 17-23.
- Niapele, 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. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 6 (1) : 29-36.
- Novitasari, R. (2017). Proses Respirasi Seluler Pada Tumbuhan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Biologi ,FMIPA, UNY Yogyakarta*, 89–96.
- Nuridin, M. 2011. Wisata Hutan Mangrove Wonorejo : Potensi Ecotourism dan Edutourism di Surabaya. *Jurnal Kelautan*. 4 (1) : 11-17.
- Oktaviani, M. A dan H. B. Notobroto. 2014. Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode *Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk, dan Skewness-Kurtosis*. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*. 3 (2): 127-135.
- Paramita, O. (2010). Pengaruh Memar terhadap Perubahan Pola Respirasi , Produksi Etilen dan Jaringan Buah Mangga (*Mangifera Indica L*) Var Gedong Gincu pada Berbagai Suhu Penyimpanan. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 2(1), 29–38.
- Purnobasuki, H. 2012. Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Penyimpan Karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya* 28 : 3-5.
- Purwanta, W. 2009. Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Dari Sektor Sampah Perkotaan di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10 (1) : 1-8.
- Rahmah, F., H. Basri dan Sufardi. 2015. Potensi Karbon Tersimpan Pada Lahan Mangrove Dan Tambak Di Kawasan Pesisir Kota Banda Aceh. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 4 (1): 527-534.
- Rofik, S dan R. D. Ratnani. 2012. Ekstrak Daun Api-Api (*Avecennia marina*) Untuk Pembuatan Bioformalin Sebagai Antibakteri Ikan Segar. Prosiding SNST ke-3 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Semarang.
- Rusbiantoro,D. 2008. Global warming fo beginner. *Penembahan Yogyakarta*. Yogyakarta.
- Saloh, Y. 2002. Pertukaran Karbon, Perubahan Iklim, dan Protokol Kyoto: Pertukaran karbon menyetarakan negara industri dengan negara berkembang seperti Indonesia. *Future Harvest, CIFOR*.
- Samiaji, T. 2009. Upaya Mengurangi CO₂ di Atmosfer. *Berita Dirgantara*. 10 (3) : 92-95.

- Santoso, S. (2010). Statistik nonparametrik. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Silaban, B., G. Tarigan., P. Siagian. 2014. Aplikasi *Mann-Whitney* Untuk Menentukan Ada Tidaknya Perbedaan Indeks Prestasi Mahasiswa Yang Berasal Dari Kota Medan Dengan Luar Kota Medan. *Saintia Matematika*. 2 (2) : 173-187.
- Sriwidadi, T. 2011. Penggunaan Uji Mann-Whitney Pada Analisis Pengaruh Pelatihan Wiraniaga Dalam Penjualan Produk Baru. *Binus Business*. 2 (2) : 751-762.
- Sulistiyono. 2016. Pemanasan Global (*Global Warming*) dan Hubungannya dengan Penggunaan Bahan Bakar Fosil. *Forum Teknologi*. 2(2) :47-56
- Suryono., N. Soenardjo., E. Wibowo., R. Ario dan E. F. Rozy. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*. 7 (1) : 1-8.
- Susana, T. 1988. Karbondioksida. *Oseana*. Vol 1(1). Hal 1-11.
- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa: Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. *Wetlands International Indonesia Programme*: Bogor.
- Tika, M. P. 1997. Metode Penelitian Geografi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka utama.
- Utina,R. 2015. Pemanasan global: dampak dan upaya meminimalisasinya. UNG Repository.
- Wiharyanto, D., dan Laga, A., 2010. Kajian Pengelolaan Hutan Mangrove di Kawasan Konservasi Desa Mamburungun Kota Tarakan Kalimantan Timur. *Media Sains*, 2(1):10-17.
- Wijaya, N. I dan M. Huda. 2018. Monitoring Sebaran Vegetasi Mangrove yang Direhabilitasi di Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. *Oseanografi*. 1-10.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi

a. Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran 2. Data Hasil Penelitian

a. Biomassa

Rumus :

$$\%KA = \frac{BBc - BKc}{BBc} \times 100\%$$

$$BKs = \frac{BBs}{1 + \frac{\%KA}{100}}$$

Dimana:

%KA : Persentase Kadar Air (%)

BKs : Berat Kering sampel (gr)

BBc : Berat Basah contoh (gram)

BBs : Berat Basah sampel (gram)

BKc : Berat Kering contoh (gram)

Titik Sampling	Kadar Air (%)		BB (g/m ²)		Biomassa (g/m ²)	
	Daun	Akar	Daun	Akar	Daun	Akar
1	62,35	42,62	61,12	81,84	37,65	57,38
2	61,54	43,42	62,13	81,14	38,46	56,58
3	63,39	42,52	59,81	81,92	36,61	57,48
4	61,23	45,50	62,51	79,30	38,77	54,50
5	62,60	46,97	60,81	77,94	37,40	53,03
6	59,78	44,48	64,26	80,22	40,22	55,52
7	64,86	39,43	57,93	84,45	35,14	60,57
8	65,43	40,40	57,19	83,68	34,57	59,60
9	62,49	42,74	60,97	81,73	37,52	57,26

Lampiran 2. Lanjutan

b. Karbon Organik Berdasarkan Biomassa

Rumus :

$$C_b = B \times \% C \text{ organik}$$

Dimana :

C_b : kandungan karbon dari biomassa (gram)

B : total biomasa, dinyatakan dalam (gram)

$\% C \text{ organik}$: nilai persentase kandungan karbon organik

Titik Sampling	C Organik (%)		Biomassa (g)		C Organik (g)	
	Daun	Akar	Daun	Akar	Daun	Akar
1	64,30	66,13	37,65	57,38	24,21	37,95
2	64,81	65,55	38,46	56,58	24,93	37,09
3	64,91	66,01	36,61	57,48	23,76	37,95
4	64,74	65,27	38,77	54,50	25,10	35,57
5	63,10	65,36	37,40	53,03	23,60	34,66
6	65,19	65,88	40,22	55,52	26,20	36,58
7	66,44	66,69	35,14	60,57	23,35	40,40
8	65,24	65,72	34,57	59,60	22,55	39,17
9	66,45	65,75	37,52	57,26	24,93	37,65

Lampiran 2. Lanjutan

Rumus :

$$CO_2 = \frac{Mr CO_2}{Ar C} \times \text{Karbon Organik}$$

Dimana :

CO_2 : Jumlah penyerapan CO_2 (gram)

Mr CO_2 : Berat molekul relatif senyawa $CO_2 = 44$ (massa atom C = 12, O = 16)

Ar C : Berat molekul atom relatif C = 12

Titik Sampling	C Organik (g)		Karbon Dioksida (g)	
	Daun	Akar	Daun	Akar
1	24,21	37,95	88,77	139,13
2	24,93	37,09	91,40	135,99
3	23,76	37,95	87,13	139,14
4	25,10	35,57	92,03	130,44
5	23,60	34,66	86,53	127,09
6	26,20	36,58	96,13	134,12
7	23,35	40,40	85,61	148,12
8	22,55	39,17	82,69	143,63
9	24,93	37,65	91,40	138,04

Lampiran 3. Hasil Analisis Laboratorium

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

LAPORAN ANALISIS

No. Surat : 17 /LK-B/III/2019

Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sebagai berikut:

Pelanggan : **Suwatik Nadilah**
155080100111007
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan/Manajemen
Sumberdaya Perairan
Universitas Brawijaya Malang

Jenis Contoh : Organ tanaman mangrove

Tgl. Penerimaan : 17 Januari 2019

Analisis/Uji yang diminta : C organik dan bahan organik

Metode Analisis : Walkey Black Denstedt (C organik dan bahan organik)

Hasil Analisis : Terlampir

Malang, 4 Maret 2019
Kepala Laboratorium

Dr. Nurul Mahmudati, Dra, MKes



Lampiran 4. Lanjutan

Lampiran Surat No. 17 /LK-B/III/2019

Hasil Analisis Serat Kasar Sampel Organ Tanaman Mangrove

Sampel	Ulangan	C Organik (%)	Bahan Organik (%)
Akar J1	1	65,850	85,519
	2	66,402	86,237
Akar J2	1	65,355	84,877
	2	65,754	85,395
Akar J3	1	66,402	86,236
	2	65,624	85,226
Akar M1	1	65,261	84,755
	2	65,284	84,784
Akar M2	1	65,444	84,992
	2	65,271	84,768
Akar M3	1	65,880	85,558
	2	65,881	85,559
Akar P1	1	66,364	86,188
	2	67,024	87,044
Akar P2	1	65,529	85,103
	2	65,910	85,597
Akar P3	1	65,753	85,394
	2	65,750	85,389
Daun J1	1	65,199	84,674
	2	63,410	82,351
Daun J2	1	64,923	84,316
	2	64,692	84,016
Daun J3	1	65,159	84,622
	2	64,670	83,987
Daun M1	1	64,286	83,488
	2	65,184	84,654
Daun M2	1	62,951	81,754
	2	63,243	82,133
Daun M3	1	65,477	85,035
	2	64,900	84,286

Lampiran 5. Lanjutan

Lampiran Surat No. 17 /LK-B/III/2019

Sampel	Ulangan	C Organik (%)	Bahan Organik (%)
Daun P1	1	66,204	85,979
	2	66,667	86,580
Daun P2	1	65,545	85,124
	2	64,927	84,321
Daun P3	1	66,321	86,131
	2	66,580	86,468



Lampiran 6. Hasil Analisis Data SPSS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		CO ₂
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	113,1883
	Std. Deviation	25,35014
Most Extreme Differences	Absolute	,249
	Positive	,249
	Negative	-,208
Test Statistic		,249
Asymp. Sig. (2-tailed)		,004 ^c
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,179 ^d
	95% Confidence Interval	
	Lower Bound	,172
	Upper Bound	,187

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

T- TES

Group Statistics

	Bagian_Mangrove	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
CO ₂	Akar	9	137,3000	6,39879	2,13293
	Daun	9	89,0767	4,06884	1,35628

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
CO ₂	Equal variances assumed	1,074	,316	19,079	16	,000	48,22333	2,52762	42,86501	53,58166
	Equal variances not assumed			19,079	13,560	,000	48,22333	2,52762	42,78558	53,66108

Lampiran 4. Lanjutan

a.) UJI MANN WHITNEY

		Ranks		
	Bagian_Mangrove	N	Mean Rank	Sum of Ranks
CO ₂	Akar	9	14,00	126,00
	Daun	9	5,00	45,00
	Total	18		

Interpretasi : Tabel di atas menunjukkan *mean rank* atau rata-rata peringkat tiap kelompok. Kelompok akar rerata peringkatnya 14 lebih tinggi dari rerata peringkat kelompok daun yaitu 5.

Test Statistics ^a	
	CO ₂
Mann-Whitney U	,000
Wilcoxon W	45,000
Z	-3,578
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000 ^b

a. Grouping Variable: Bagian_Mangrove

b. Not corrected for ties.

Hipotesis :

H₀ : Tidak ada perbedaan penyimpanan karbondioksida pada daun dan akar mangrove

H₁ : Ada perbedaan penyimpanan karbondioksida pada daun dan akar mangrove

Taraf Signifikan : $\alpha = 0,05$

Statistik Uji : Z

Daerah kritis : Tolak H₀ jika nilai Z_{hitung} > Z_{tabel} atau nilai $\alpha < 0,05$

Keputusan : nilai $|Z| = -3,578$ lebih besar dari 1,645 dan nilai $\alpha = 0,000$ lebih kecil dari 0,05 sehingga didapatkan keputusan **Tolak H₀**.

Kesimpulannya adalah ada perbedaan penyimpanan karbondioksida pada daun dan akar mangrove.

Lampiran 4. Lanjutan

b.) *Confidence Interval*

Descriptives

		Bagian_Mangrove	Statistic	Std. Error
CO ₂	Akar	Mean	137,3000	2,13293
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 132,3815 Upper Bound 142,2185	
		5% Trimmed Mean	137,2661	
		Median	138,0400	
		Variance	40,944	
		Std. Deviation	6,39879	
		Minimum	127,09	
		Maximum	148,12	
		Range	21,03	
		Interquartile Range	9,10	
	Skewness	,068	,717	
	Kurtosis	-,014	1,400	
	Daun	Mean	89,0767	1,35628
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 85,9491 Upper Bound 92,2043	
		5% Trimmed Mean	89,0396	
		Median	88,7700	
		Variance	16,555	
		Std. Deviation	4,06884	
		Minimum	82,69	
		Maximum	96,13	
Range		13,44		
Interquartile Range		5,65		
Skewness	,180	,717		
Kurtosis	-,199	1,400		

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Persiapan keberangkatan ke Muara



Pengambilan sampel daun di Jongging track



Pengukuran tinggi pohon



Pengambilan sampel akar



Pengukuran diameter pohon



Sampel daun

Lampiran 8. Lanjutan



Pengambilan sampel daun



Sampel akar

