

**PENDUGAAN SIMPANAN KARBON API API (*AVICENNIA MARINA*)
DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR TAMBAK
KECAMATAN GUNUNG ANYAR
KOTA SURABAYA**

USULAN SKRIPSI



Oleh:

AHMAD NURUDDIN
NIM. H04214005

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2017**

USULAN SKRIPSI

**PENDUGAAN SIMPANAN KARBON PADA TEGAKAN API API
(*Avicennia Marina*) DI KELURAHAN GUNUNG ANYAR
TAMBAK KECAMATAN GUNUNG ANYAR
KOTA SURABAYA**

Oleh:
AHMAD NURUDDIN
NIM. H04214005
Mengesahkan,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Fajar Setiawan, M.T
NIP. 198405062014031001
Tanggal:

Asri Sawiji, M.T
NIP. 198706262014032003
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sains

Menyetujui,
Ketua Program Studi Ilmu Kelautan

Misbakhul Munir, M. Kes
NIP. 1981072520140310002
Tanggal:

Asri Sawiji, M.T
NIP. 198706262014032003
Tanggal:

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Usulan Skripsi yang berjudul “Pendugaan Simpanan Karbon Pada Tegakan Api Api (*Avicennia Marina*) Di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya” sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam penyelesaian Usulan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini pula, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Fajar Setiawan, M.T dan Ibu Asri Sawiji, M.T selaku dosen pembimbing atas dukungan, arahan, saran, dan waktunya.
2. Bapak Andik Dwi Muttaqin, M.T selaku dosen wali yang telah memotivasi diri saya sehingga dapat menyelesaikan proposal ini dengan baik.
3. Seluruh Dosen dan staff Tata Usaha Program Studi Ilmu Kelautan yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam mendalami studi Ilmu Kelautan.
4. Rekan-rekan seangkatan Program Studi Sarjana Ilmu Kelautan, yang telah banyak memberikan semangat, saran, dan dukungan kepada penulis.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu baik material maupun spiritual hingga terselesaikannya proposal ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan pengalaman dan pengetahuan sehingga Usulan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan perlu penyempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar Usulan Skripsi ini lebih sempurna.

Surabaya, 04 Januari 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyajikan laporan penelitian yang berjudul “**Pendugaan Simpanan Karbon Pada Tegakan Api Api (*Avicennia Marina*) Di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya**” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana Ilmu kelautan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Di bawah bimbingan:

1. Bapak Fajar Setiawan, M.T.
2. Ibu Asri Sawiji, M.T.

Analisis pada penelitian ini diharapkan dapat dijadikan informasi dalam upaya pengelolaan lingkungan kawasan mangrove gunung anyar Kota Surabaya.

Surabaya, 04 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

USULAN SKRIPSI	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	10
1.2 Rumusan masalah.....	11
1.3 Tujuan	11
1.4 Manfaat	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	
2.1 Ekologi dan Lingkungan	12
2.2 Pemanasan Global	14
2.3 Siklus Karbon	14
2.4 Biomassa Dan Karbon Hutan	15
2.3.1 Biomassa.....	15
2.3.1 Karbon Hutan	15
2.5 Menghitung Biomassa Dan Karbon	16
2.6 Analisis Biomassa Menggunakan Metode Allometrik	17
2.7 Tinjauan Tentang Mangrove	18
2.3.1 Pengertian Mangrove.....	18
2.3.2 Jenis-jenis Mangrove	18
2.3.2 Karakteristik Ekosistem Mangrove	19
2.3.2 Zonasi Mangrove	19
2.3.2 Peran Hutan Mangrove	21
BAB III METODOLOGI	
3.1 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	22
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.4 Skema Kerja	23

3.4.1 studi literatur	25
3.4.2 pengumpulan data	25
3.4.3 pengolahan data	25
3.4.3.1 penyusunan tabel struktur tegakan	25
3.4.3.1 perhitungan simpanan karbon.....	25
3.4.3.1 perhitungan serapan CO ₂	26
3.4.4 analisa data	27
3.4.5 penyusunan laporan	27

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Karbon	16
Gambar 2.2 Zonasi Penyebaran vegetasi Mangrove.	21
Gambar 3.1. Kemungkinan penggandaan kesalahan dalam penghitungan biomassa hutan	24
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian	25
Gambar 3.3 Pengukuran DBH pada berbagai kondisi pohon	26
Gambar 3.4 Bentuk dan ukuran petak contoh	27
Gambar 4.1 Kondisi jenis A. marina di gunung anyar tambak, Surabaya	30
Gambar 4.2 sebaran antara biomassa dan kelas diameter	34
Gambar 4.3 sebaran antara karbon dan kelas diameter	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2013	11
Tabel 2. Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2015	11
Tabel 3.1. Alat dan fungsinya	23
Tabel 4.1 Jumlah tegakan A.marina dalam kelas diameter	31
Tabel 4.2 Macam bentuk tegakan A.marina	31
Tabel 4.3 Biomassa Tegakan Api-Api	33
Tabel 4.4 Karbon Tegakan Api-Api	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Dalam konteks perubahan iklim menurut Giri et al (2011), hutan merupakan penyimpan karbon atau penyerap maupun pengemisi karbon yang baik. Menurut Dharmawan dan Chairil (2008) vegetasi hutan yang mampu menyerap karbondioksida yaitu hutan mangrove. Adapun beberapa fakta tentang mangrove di Indonesia menurut Murdiyarso et al (2015) persentase mangrove yang berada di Indonesia mewakili 23% dari mangrove keseluruhan yang ada di dunia, dimana hutan mangrove di Indonesia dalam per hektarnya penyimpanan karbonnya lima kali lebih banyak dibanding hutan tropis yang berada di dataran tinggi.

Meskipun berpotensi besar sebagai penyimpan karbon, hutan mangrove di Indonesia menurut FAO (2007) dalam tiga dasawarsa terakhir, hutan mangrove yang berada di Indonesia kehilangan 40% yang berarti kerusakan hutan mangrove Indonesia terbesar di dunia. Menurut Murdiyarso et al (2015) Angka tersebut menyumbang 20% emisi penggunaan lahan di Indonesia dengan perkiraan pengeluaran CO_2 sebesar 700 juta metrik ton. Hilangnya hutan mangrove di Indonesia menurut Pendleton et al (2012) menyumbang 42% emisi gas rumah kaca sehingga mengakibatkan ekosistem pesisir, termasuk rawa, mangrove dan rumput laut rusak.

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

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

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

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا

لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

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

1.2 Rumusan masalah

1. Berapa jumlah stok karbon mangrove berdasarkan kelas diameter di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Surabaya?
2. Berapa serapan CO₂ di kawasan mangrove Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Surabaya?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui jumlah stok karbon berdasarkan kelas diameter di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Surabaya.
2. Mengetahui serapan CO₂ di kawasan mangrove Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Surabaya.

1.4 Manfaat

1. Bagi internal, sebagai informasi bahwa data pendugaan simpanan karbon di kawasan gunung anyar tambak surabaya telah dilakukan.
2. Bagi eksternal, masyarakat yang memanfaatkan mangrove dikawasan gunung anyar tambak baik yang secara langsung maupun yang tidak langsung, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi stok karbon di kawasan gunung anyar tambak surabaya, dan
3. Bagi nelayan dan pembuat kebijakan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran lebih lengkap mengenai stok karbon kondisi mangrove sekitar kawasan gunung anyar tambak. Dengan penelitian ini juga diharapkan agar dapat menjadi data dasar yang dapat membantu pengelolaan maupun penelitian hutan mangrove selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekologi dan Lingkungan

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

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

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

- a. Pemanasan global
- b. Kebakaran hutan
- c. Kekeringan
- d. Erosi
- e. Tanah longsor
- f. Banjir
- g. Pencemaran (air, udara, tanah)
- h. Lahan kritis

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan usaha untuk memelihara dan atau memperbaiki mutu lingkungan agar kebutuhan dasar dapat terpenuhi dengan baik. Usaha melestarikan lingkungan dari pengaruh pembangunan dalam berbagai bidang merupakan suatu usaha yang perlu dilakukan. Pengelolaan lingkungan yang baik dapat mencegah kerusakan lingkungan disekitarnya akibat dari pengaruh pembangunan. Tujuan pengelolaan lingkungan yang utama yaitu untuk mencegah kemunduran populasi sumber daya alam dan sumber daya alam lain yang dikelola disekitarnya sehingga mencegah terjadinya pencemaran limbah atau polutan yang membahayakan bagi lingkungan.

Sumber daya alam dapat meningkatkan taraf hidup manusia apabila dalam pengelolaan lingkungannya dilakukan secara optimal tanpa adanya merusak kelestarian lingkungan. Semakin banyak sumber daya alam yang tersedia maka peluang yang dapat dimanfaatkan, akan semakin meningkatkan taraf hidup manusia. Tetapi tidak menutup kemungkinan dengan adanya pemanfaatan sumber daya alam dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang akan merugikan kehidupan manusia di dunia. Oleh karena itu antara manfaat dan dampak yang akan terjadi harus diperhitungkan sehingga terjadi keseimbangan yang tidak merugikan manusia dan lingkungan.

Menurut Alikodra (2012) dalam upaya untuk melakukan pengelolaan sumberdaya alam perlu dilakukan secara terpadu dan bertahap. Upaya ini disebut terpadu karena dalam pengelolaan terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan secara bersama-sama antara lain yaitu kegiatan pemanfaatan, pengendalian, pengawasan, pemulihan, dan pengembangan lingkungan. Dengan melaksanakan urutan kegiatan tersebut, maka kualitas lingkungan terjaga kelestariannya, sehingga dapat tetap mendukung kesejahteraan manusia.

Pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang perlu dilakukan secara bertahap karena tindakan yang dilakukan dalam pengelolaan terdapat penyusunan rencana, disusul dengan tahap pelaksanaan yang berupa pemanfaatan, pengendalian dan terakhir pengawasan. Tahap selanjutnya berupa pemulihan dan pengembangan lingkungan untuk menjaga kelestarian dan kualitas lingkungan di dalamnya.

Penjelasan tentang konsep diatas menggambarkan bahwa sangat pentingnya kelestarian hutan bagi keberlangsungan hidup umat manusia. Masyarakat yang tinggal di tepian hutan akan bergantung pada alam disekitar tempat tinggal hidup mereka. Hutan memiliki fungsi menyeluruh bagi masyarakat, diantaranya sebagai pengatur atau penyimpan oksigen bagi manusia, pencegahan bencana alam, menjaga keberlangsungan spesies hewan dan tumbuhan, dan khususnya menjaga ekosistem air

bagi kebutuhan konsumsi masyarakat, dan pengairan pertanian yang merupakan mata pencaharian sebagian besar masyarakat yang tinggal ditepi hutan.

Pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat bergantung pada keadaan hutan merupakan prinsip yang harus dipegang teguh dan dijalankan oleh setiap manusia agar dapat menjaga kelestarian hutan. Dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat maka diperlukan pengelolaan hutan yang harus dilakukan dengan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan evaluasi yang baik. Partisipasi masyarakat merupakan suatu tanggung jawab yang besar dalam upaya penyelamatan hutan demi kesejahteraan masyarakat tersebut

2.2 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah meningkatnya suhu rata-rata di atmosfer, laut dan daratan bumi. Bumi telah menghangat (dan juga mendingin) berkali-kali selama 4,65 milyar tahun dalam catatan sejarahnya. Bumi menghadapi pemanasan yang cepat, yang oleh para ilmuwan menganggap bahwa hal ini disebabkan oleh aktifitas manusia. Penyebab utama pemanasan adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, gas alam, melepasnya karbondioksida dan gas-gas lainnya (gas rumah kaca). Menurut Darsono (1993), tingginya tingkat gas-gas rumah kaca di atmosfer menjadikan atmosfer sebagai insulator (mencegah terhantarnya panas) sehingga lebih banyak panas matahari yang tertahan setelah dipantulkan dari bumi.

Pemanasan global menurut Budianta (2010) terjadi ketika konsentrasi gas-gas tertentu (gas rumah kaca) yang terus bertambah di udara. Hal tersebut disebabkan oleh tindakan manusia, kegiatan industri yang menghasilkan CO_2 dan *chlorofluorocarbon*

2.3 Penyebab dari Pemanasan Global

Menurut Fadliah (2008), pemanasan global dapat disebabkan beberapa faktor seperti:

1. Efek rumah kaca

Sekarang ini pemanasan global telah menjadi masalah bersama negara-negara di dunia, karena pemanasan global ini telah menimbulkan dampak pada perubahan iklim dan memicu terjadinya bencana alam berupa banjir, angin puting beliung, gempa bumi, dan banyak gejala alam lainnya yang membahayakan kehidupan manusia di muka bumi.

Guna menyikapi dampak pemanasan tersebut, UNFCCC (United Nation Framework Convention on Climate Change) sebagai salah satu badan PBB

memelopori sebuah konferensi untuk membahas perubahan iklim yang dilaksanakan di Bali. Menurut Emil Salim (2010) diperkirakan dalam 10 tahun terakhir, setidaknya 23 pulau tidak berpenghuni di Indonesia akan tenggelam. Gejala yang paling mudah dilihat adalah makin tingginya permukaan laut, bahkan hanya beberapapulau di Indonesia yang diprediksikan akan tenggelam, tetapi pulau Maladewa di India, Vanuatu dan beberapa pulau lainnya juga dikhawatirkan akan mengalami nasib yang sama akibat pemanasan global.

Terlepas dari itu semua, pemerintah hendaknya segera kembali merencanakan dan melakukan program-program reboisasi seperti yang pernah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya. Program ini terlaksana dengan baik bila menggandeng institusi yang mudah digerakkan, misalnya TNI maupun POLRI begitu juga negara-negara lain di dunia. Semoga saja kesadaran manusia di dunia untuk menjaga dan melestarikan hutan selalu terpelihara, sehingga efek pemanasan global dapat ditekan sesegera mungkin.

2. Penipisan lapisan ozon

Indikasi kerusakan lapisan ozon pertama kali ditemukan sekitar tiga setengah dekade yang lalu oleh tim peneliti Inggris, British Antarctic Survey (BAS), di Benua Antartika. Beberapa tahun kemudian hasil pantauan menyimpulkan bahkan ozon melindungi kehidupan di bumi dari radiasi ultra violet matahari. Namun, semakin membesarnya lubang ozon di kawasan kutub bumi akhir-akhir ini sungguh mengkhawatirkan. Bila hal tersebut tidak diantisipasi, maka dapat menimbulkan bencana lingkungan yang luar biasa. Masalah lingkungan dan kesehatan manusia yang terkait dengan penipisan ozon sesungguhnya berbeda dengan resiko yang dihadapi manusia dari akibat pemanasan global. Walaupun begitu, kedua fenomena tersebut saling berhubungan. Beberapa polutan (zat pencemar) memberikan kontribusi yang sama terhadap penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Penipisan ozon mengakibatkan masuknya lebih banyak radiasi sinar ultraviolet (UV) yang berbahaya masuk ke permukaan bumi. Namun, meningkatnya radiasi sinar UV bukanlah hanya menyebabkan terjadinya pemanasan global, melainkan juga dapat menyebabkan kanker kulit, penyakit katarak, menurunnya kekebalan tubuh manusia, dan menurunnya hasil panen.

Pada intinya negara-negara di dunia harus berusaha melakukan efisiensi energi dan memasyarakatkan penggunaan energi yang dapat diperbaharui (renewable energy) untuk mengurangi atau bahkan menghentikan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Denmark adalah salah satu negara

yang tetap menikmati pertumbuhan ekonomi yang kuat meskipun harus mengurangi emisi gas rumah kaca.

3. Kelestarian hutan

Hutan merupakan salah satu sumberdaya yang penting, tidak hanya dalam menunjang perekonomian nasional tetapi juga dalam menjaga daya dukung lingkungan terhadap keseimbangan ekosistem dunia. Indonesia merupakan salah satu negara di dunia dengan luas hutan terbesar, yaitu 120,3 juta hektare 4,5 juta hectare merupakan hutan mangrove. Hutan mangrove di Indonesia 25% dari total hutan mangrove dunia. Sekitar 17% dari luasan tersebut adalah hutan konservasi dan 23% hutan lindung, sementara sisanya adalah hutan produksi. Dari sisi keanekaragaman hayati, Indonesia termasuk negara paling kaya akan keanekaragaman hayati. Menurut situs web Indonesia National Park, Indonesia memiliki sekitar 10% spesies tanaman dari seluruh dunia.

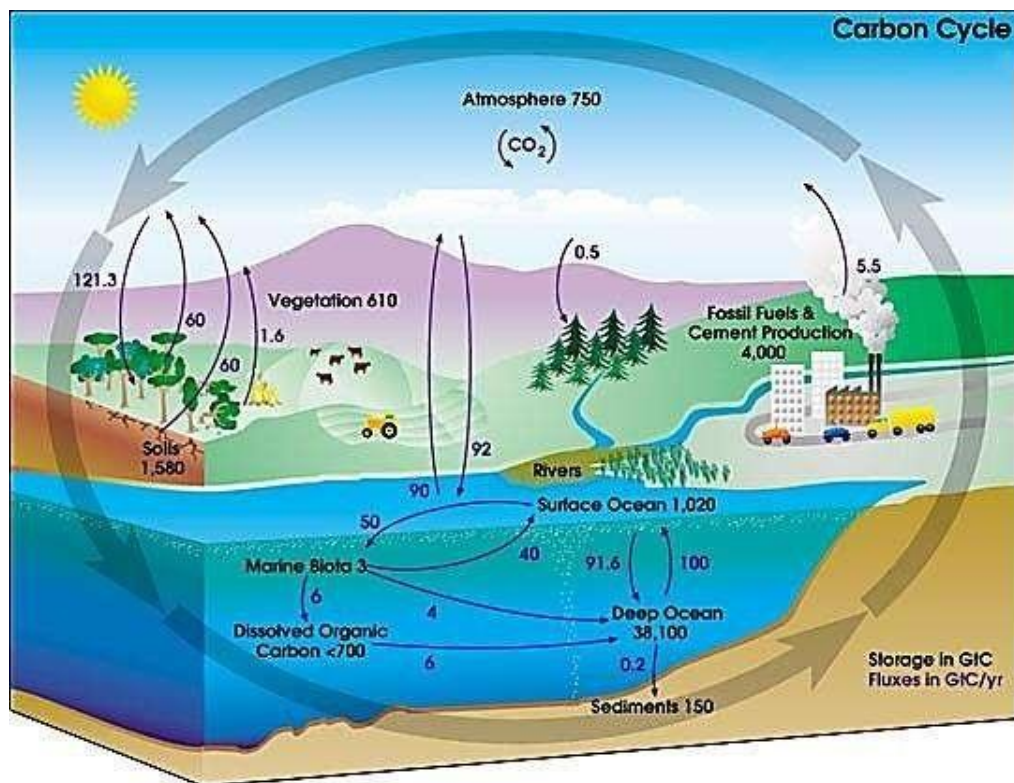
Indonesia merupakan Negara dengan luas hutan terbesar dibandingkan dengan Negara ASEAN lainnya. Namun, bersama Filipina, Indonesia memiliki laju deforestasi tertinggi. Laju deforestasi yang pada periode 1985-1997 adalah 1,6 juta hektare per tahun meningkat menjadi 2,1 juta hektare per tahun pada periode 1997 – 2001. Salah satu akibatnya, jumlah satwa Indonesia yang terancam punah tertinggi dibandingkan negara ASEAN lainnya. Penggundulan hutan yang mengurangi penyerapan karbon oleh pohon, menyebabkan emisi karbon bertambah besar 20%, dan mengubah iklim mikrolokal dan siklus hidrologis, sehingga memengaruhi kesuburan tanah

2.4 Siklus Karbon

Siklus karbon merupakan siklus biogeokimia pertukaran atau perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Hutan, tanah laut dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang biasa disebut dengan kantong karbon aktif (active carbon pool) yang dapat berpindah secara dinamis di antara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu.

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

terpisah secara alami dari siklus karbon di atmosfer



Gambar 2.1. Siklus karbon
Sumber: Brown (1997)

2.5 Biomassa dan Karbon hutan

2.5.1 Biomassa

Biomassa menurut IPCC (1995) merupakan total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu. Biomassa menurut Brown (1997) didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas.

Menurut Sutaryo (2009) biomassa adalah materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah, seperti pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan, serta sisa kotoran hewan. Sedangkan menurut Tampubolon (2011) biomassa didefinisikan sebagai jumlah total bahan organik hidup di atas tanah pada pohon termasuk di dalamnya ranting, daun, cabang, batang utama, dan kulit yang dinyatakan dalam berat kering oven dalam suatu area.

Sejalan dengan perkembangan isu yang terkait dengan biomassa hutan menurut IPCC (1995) penelitian atau pengukuran biomassa mengharuskan adanya pengukuran biomassa dari seluruh komponen hutan. Dalam

perkembangannya, pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang berada di atas dan di bawah permukaan dari pepohonan, tumbuhan mati seperti kayu dan serasah.

2.5.2 Karbon Hutan

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

Karbon adalah unsur kimia yang dengan simbol C dan nomor atom 6. Siklus karbon adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan perubahan karbon (dalam berbagai bentuk) di atmosfer, laut, biosfer terrestrial dan deposit geologis. Menurut Sutaryo (2009) tempat atau bagian dalam ekosistem yang menjadi tempat karbon tersimpan disebut kantong karbon atau *carbon pool*.

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

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

maupun yang roboh di tanah, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan.

4. Karbon organik tanah mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut.

Menurut Hairiah dkk (2001) pemasok karbon ke dalam tanah memiliki tugas sumber utama, yaitu: tajuk tanaman pohon dan tanaman semusim yang masuk sebagai serasah dan sisa panen; akar tanaman melalui akar-akar yang mati, ujung-ujung akar, eksudasi akar, dan respirasi akar; dan biota.

Hutan, tanah laut dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang biasa disebut dengan kantong karbon aktif (active carbon pool) yang dapat berpindah secara dinamis diantara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Penggundulan hutan akan mengubah kesetimbangan karbon dengan meningkatkannya jumlah karbon yang berada di atmosfer dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi tidak menambah jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfer. Simpanan karbon lain yang penting yaitu deposit bahan bakar fosil. Menurut Brown (1997), letak dari simpanan karbon berada di dalam perut bumi dan terpisah secara alami dari siklus karbon di atmosfer

2.6 Penyerapan karbon

Menurut Davis et. al. (1995), adanya proses fotosintesis yang dapat membantu mengubah karbon anorganik (CO_2) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi sehingga terjadilah penyerapan karbon. Pada sebagian besar ekosistem, bahan ini membusuk dan melepaskan karbon kembali ke atmosfer sebagai CO_2 . Akan tetapi hutan mangrove justru mengandung sejumlah besar bahan organik yang tidak membusuk. Karena itu, hutan mangrove lebih berfungsi sebagai penyerap karbon (carbon sink) dibandingkan dengan sumber karbon (carbon source). Karbon diambil dari atmosfer dengan cara ketika matahari bersinar, tumbuhan melakukan fotosintesis untuk mengubah karbondioksida menjadi karbohidrat, dan melepaskan oksigen ke atmosfer. Proses ini akan lebih banyak menyerap karbon pada hutan dengan tumbuhan yang baru saja tumbuh atau hutan yang sedang mengalami pertumbuhan yang cepat.

2.7 Menghitung Biomassa Dan Karbon

Metode penghitungan biomassa menurut Heiskanen (2006) ada 4 cara untuk menghitung biomassa yaitu (1) sampling dengan pemanenan (*Destructive sampling*) secara in situ; (2) sampling tanpa pemanenan (*Non-destructive sampling*) dengan data pendataan hutan secara in situ; (3) pendugaan melalui penginderaan jauh; dan

(4)pembuatan model. Masing masing metode di atas menggunakan persamaan allometrik untuk mengekstrapolasi cuplikan data ke area yang lebih luas. Penggunaan persamaan allometrik standard telah sering dipublikasikan atau dilakukan, tetapi karena koefisien persamaan allometrik bervariasi untuk setiap lokasi dan spesies, penggunaan persamaan standard ini dapat mengakibatkan galat (*error*) yang signifikan dalam mengestimasi biomassa suatu vegetasi tersebut.

1. Sampling dengan permanen

Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya kemudian mengeringkannya dan menimbang berat biomasanya. Pengukuran metode ini untuk mengukur biomassa hutan dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area cuplikan atau melakukan ekstrapolasi untuk mencakup area yang lebih luas dengan menggunakan persamaan allometrik. Meskipun metode ini terhitung akurat dalam menghitung biomassa pada cakupan area kecil, metode ini terhitung mahal dan sangat memakan waktu.

2. Sampling tanpa pemanenan

Metode ini cara samplingnya dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan allometrik untuk mengekstrapolasi biomassa.

3. Pendugaan melalui penginderaan jauh

Penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan terutama untuk proyek-proyek dengan skala kecil disebabkan kendala umumnya adalah karena teknologi ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu yang mungkin tidak dimiliki oleh pelaksana proyek. Metode ini kurang efektif pada daerah aliran sungai, pedesaan atau wanatani (*agroforestry*) yang berupa mosaik dari berbagai penggunaan lahan dengan persil berukuran kecil (beberapa ha saja).

4. Pembuatan model

Menurut Australian Greenhouse Office (1999) pembuatan model digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas, dan pengamatan insitu atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya pembuatan model ini didasarkan pada jaringan dari sample plot

yang diukur secara berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa.

2.8 Analisis Biomassa Menggunakan Metode Allometrik

Allometrik menurut Sutaryo (2009) didefinisikan sebagai studi dari suatu sebaran antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organism dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme tersebut. Dalam studi biomassa hutan atau pohon persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui sebaran antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan.

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

Metode untuk menganalisis kandungan karbon menurut Hidayah (2010) diantaranya menggunakan metode *destructive* dan metode *non-destructive*. Metode *destructive* memiliki kelebihan yaitu nilai karbon yang di dapat lebih akurat, karena biomassa pohon langsung dikumpulkan, kemudian ditimbang untuk kemudian dikonversi ke bobot keringnya sehingga diketahui nilai karbon tersebut. Tetapi metode ini memiliki kekurangan yaitu pohon harus dirusak untuk mengetahui bobotnya dan juga menebang pohon mangrove juga illegal. Sedangkan metode *non-destructive* merupakan metode yang dapat dilakukan tanpa merusak pohon yang diukur kandungan karbonnya. Tetapi kelemahan metode ini yaitu hanya terbatas pada pendugaan cadangan karbonnya pada batang pohon, tidak termasuk biomassa daun, akar, dan tanah

2.9 Tinjauan Tentang Mangrove

2.9.1 Pengertian Mangrove

Asal kata “mangrove” tidak diketahui secara jelas dan terdapat berbagai pendapat mengenai asal-usul katanya. Kata mangrove menurut Macnae (1968) merupakan perpaduan antara bahasa Portugis *mangue* dan bahasa Inggris *grove*. Sementara itu kata mangrove menurut Mastaller (1997) berasal dari bahasa Melayu kuno *mangi-mangi* yang untuk menerangkan marga *Avicennia*.



Gambar 1. Peta penyebaran mangrove d Indonesia.

Sumber: Rusila Noor, Y., dkk (2006)

Hutan mangrove merupakan suatu komunitas vegetasi pantai tropis yang didominasi oleh beberapa spesies pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut di pantai berlumpur. Komunitas vegetasi pantai tropis umumnya tumbuh pada daerah intertidal dan supratidal yang cukup mendapat aliran air, dan terlindung dari gelombang besar juga arus pasang surut yang kuat.

Ruang lingkup mangrove menurut Santoso (2000) terdiri dari:

1. Satu atau lebih spesies pohon dan semak belukar yang hidupnya terbatas hanya dalam habitat mangrove (*exclusive mangrove*).
2. Spesies tumbuhan yang hidupnya di habitat mangrove, namun dapat juga hidup dalam habitat non-mangrove (*non-exclusive mangrove*).
3. Biota yang berasosiasi dengan mangrove (biota dari darat dan laut, lumut kerak, cendawan, ganggang, bakteri dan lain-lain) baik yang hidupnya

menetap, sementara, sekali-sekali, biasa ditemukan, kebetulan maupun khusus hidup dalam habitat mangrove.

4. Proses dalam mempertahankan ekosistem ini berada di daerah bervegetasi maupun di luarnya.
5. Daratan terbuka atau hamparan lumpur yang berada di antara batas hutan sebenarnya dengan laut.

Masyarakat yang hidup dan bertempat tinggal tergantung pada mangrove

2.9.2 Vegetasi Mangrove

Vegetasi mangrove secara khas memperlihatkan adanya pola zonasi (misalnya terlihat dalam Gambar 2). Beberapa ahli (seperti Chapman, 1977 & Bunt & Williams, 1981) menyatakan bahwa hal tersebut berkaitan erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir atau gambut), keterbukaan (terhadap hempasan gelombang), salinitas serta pengaruh pasang surut.

Menurut Chapman (1977) kondisi tanah berlumpur terutama di daerah endapan lumpur terakumulasi merupakan tempat bertumbuh yang baik untuk sebagian besar jenis mangrove. Di Indonesia, substrat berlumpur ini sangat baik untuk tegakan *Rhizophora mucronata* and *Avicennia marina*. Jenis-jenis lain seperti *Rhizophora stylosa* tumbuh dengan baik pada substrat berpasir, bahkan pada pulau karang yang memiliki substrat berupa pecahan karang, kerang dan bagian-bagian dari *Halimeda* (Ding Hou, 1958). Kint (1934) melaporkan bahwa di Indonesia, *R. stylosa* dan *Sonneratia alba* tumbuh pada pantai yang berpasir, atau bahkan pada pantai berbatu. Pada kondisi tertentu, mangrove dapat juga tumbuh pada daerah pantai bergambut, misalnya di Florida, Amerika Serikat (Chapman, 1976a). Di Indonesia, kondisi ini ditemukan di utara Teluk Bone dan di sepanjang Larian – Lumu, Sulawesi Selatan, dimana mangrove tumbuh pada gambut dalam (>3m) yang bercampur dengan lapisan pasir dangkal (0,5 m) (Giesen, dkk, 1991). Substrat mangrove berupa tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi (62%) juga dilaporkan ditemukan di Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta (Hardjowigeno, 1989).

Kondisi salinitas sangat mempengaruhi komposisi mangrove. Berbagai jenis mangrove mengatasi kadar salinitas dengan cara yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya secara selektif mampu menghindari penyerapan garam dari media tumbuhnya, sementara beberapa jenis yang lainnya mampu mengeluarkan garam dari kelenjar khusus pada daunnya.

Avicennia merupakan marga yang memiliki kemampuan toleransi terhadap kisaran salinitas yang luas dibandingkan dengan marga lainnya. *A. marina* mampu tumbuh dengan baik pada salinitas yang mendekati tawar sampai dengan 90 o/oo (MacNae, 1966;1968). Pada salinitas ekstrim, pohon tumbuh kerdil dan kemampuan menghasilkan buah hilang. Jenis-jenis *Sonneratia* umumnya ditemui hidup di daerah dengan salinitas tanah mendekati salinitas air laut, kecuali *S. caseolaris* yang tumbuh pada salinitas kurang dari 10 o/oo. Beberapa jenis lain juga dapat tumbuh pada salinitas tinggi seperti *Aegiceras corniculatum* pada salinitas 20 – 40 o/oo, *Rhizophora mucronata* dan *R. stylosa* pada salinitas 55 o/oo, *Ceriopogon* pada salinitas 60 o/oo dan pada kondisi ekstrim ini tumbuh kerdil, bahkan *Lumnitzera racemosa* dapat tumbuh sampai salinitas 90 o/oo (Chapman, 1976a)

2.9.3 Ciri – ciri ekosistem mangrove

Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil. Dikatakan kompleks karena selain ekosistemnya dipenuhi oleh vegetasi mangrove, juga merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan. Jenis tanah yang berada di bawahnya termasuk tanah perkembangan muda (saline young soil) yang mempunyai kandungan liat yang tinggi dengan nilai kejenuhan basah dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Kandungan bahan organik, total nitrogen, dan ammonium termasuk kategori sedang pada bagian yang dekat laut dan tinggi pada bagian arah daratan. Bersifat dinamis karena hutan mangrove dapat tumbuh dan berkembang terus serta mengalami suksesi sesuai dengan perubahan tempat tumbuh alaminya. Menurut Kusmana (2002) mudahnya mangrove untuk rusak dan sulit untuk pulih seperti sediakala, menjadikan mangrove labil.

Menurut Kusmana (2002), dari sudut ekologi, hutan mangrove memiliki empat unsure biologi penting yang fundamental, yaitu daratan, air, vegetasi dan satwa menjadikan ekosistem hutan mangrove memiliki keunikan tersendiri. Hutan mangrove ini memiliki ciri ekologis yang khas yaitu dapat hidup dalam air dengan salinitas tinggi dan biasanya terdapat sepanjang daerah pasang surut. Ciri-ciri terpenting dari penampakan hutan mangrove adalah :

- a. Memiliki jenis pohon yang relative sedikit
- b. Memiliki akar nafas (pneumatofora) misalnya seperti jangkar melengkung dan menjulang pada bakau *Rhizophora* spp., serta akar yang mencuat

vertical seperti pensil pada *Sonneratia* spp. dan pada api-api *Avicennia* spp.

- c. Memiliki biji yang bersifat vivipar atau dapat berkecambah di pohonnya, khususnya pada *Rhizophora* yang lebih di kenal sebagai propagul.
- d. Memiliki banyak lentisel pada bagian kulit pohon.

Berdasarkan tempat hidupnya, hutan mangrove merupakan habitat yang unik dan memiliki ciri-ciri khusus, diantaranya adalah :

- a. Tanahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari atau hanya tergenang pada saat pasang pertama.
- b. Tempat tersebut menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat.

Daerahnya terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat, airnya berkadar garam (bersalinitas) payau (2 - 22 ‰) hingga asin

2.9.4 Jenis-jenis Mangrove

Menurut Nontji (2005) keragaman jenis mangrove yang ada di Indonesia berada di kategori tinggi. Seluruhnya tercatat 89 jenis tumbuhan, 35 jenis diantaranya berupa pohon dan selebihnya berupa terna (5 jenis), perdu (9 jenis), liana (9 jenis), Epifit (29 jenis), dan parasit (2 jenis). Adapun beberapa contoh mangrove berupa pohon antara lain bakau (*Rhizophora*), api-api (*Avicennia*), pedada (*Sonneratia*), tancang (*Bruguiera*), nyirih (*Xylocarpus*), tengar (*Ceriops*), buta-buta (*Excocaria*).

Dari sekian banyak jenis mangrove Indonesia menurut Nontji (2005) jenis api-api (*Avicennia* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tancang (*Bruguiera* sp.), dan pedada (*Sonneratia* sp.) merupakan jenis tumbuhan mangrove utama yang banyak dijumpai di Indonesia. Jenis-jenis mangrove tersebut merupakan kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitat.

2.9.5 Karakteristik Ekosistem Mangrove

Mangrove tumbuh pada pantai yang terlindung atau pantai yang datar. Umumnya di tempat yang tidak ada muara sungainya, ekosistem mangrove terdapat agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai muara sungai besar atau delta yang alirannya banyak mengandung lumpur dan pasir, mangrove biasanya tumbuh meluas. Menurut Nontji (2005) Mangrove tidak tumbuh di

pantai yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat karena tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir melainkan tumbuh pada substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya.

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

1. Biasanya tumbuh di daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir
2. Tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun tergenang hanya saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove
3. Menerima pasokan air tawar dari darat
4. Terlindung dari gelombang dan arus pasang surut yang kuat. Air payau bersalinitas (2-22 ‰) hingga asin (mencapai 38 ‰).

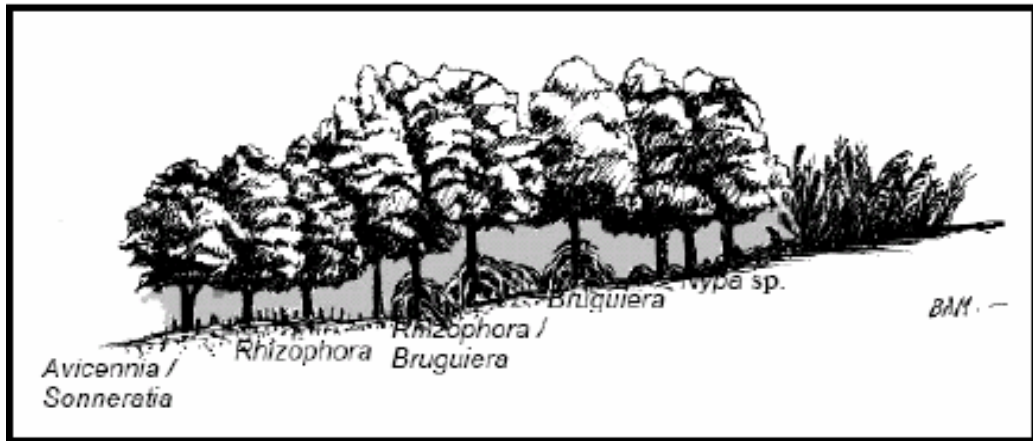
Banyak ditemukan pada pantai-pantai teluk yang dangkal, estuari, delta dan daerah pantai yang terlindung dari gelombang dan arus pasang surut yang kuat

2.9.6 Zonasi Mangrove

Pertumbuhan komunitas vegetasi mangrove umumnya menurut Dahuri (2003) mengikuti pola zonasi di wilayah tersebut. Pola zonasi sangat berkaitan dengan faktor lingkungan misal tipe tanah (lumpur, pasir atau gambut), keterbukaan terhadap hempasan gelombang, salinitas serta pengaruh pasang surut.

Hutan mangrove terbagi dalam beberapa zonasi yang umumnya menurut Bengen (2002) di antaranya:

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



Gambar 2.2. Zonasi penyebaran jenis pohon mangrove. Sumber: Irwanto, (2006)

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

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

2.9.7 Peran Hutan Mangrove

Mangrove memiliki peranan penting dalam melindungi pantai dari gelombang, angin dan badai. Tegakan mangrove dapat melindungi pemukiman, bangunan dan pertanian dari angin kencang atau intrusi air laut. Mangrove juga terbukti memainkan peran penting dalam melindungi pesisir dari gempuran badai. Dusun Tongke-tongke dan Pangasa, Sinjai, Sulawesi Selatan yang memiliki barisan mangrove yang tebal di pantai terlindung dari gelombang pasang (Tsunami) di pulau Flores pada akhir tahun 1993. Sedangkan beberapa dusun yang berbatasan dengan kedua dusun ini yang tidak mempunyai mangrove yang cukup tebal mengalami kerusakan yang cukup parah. Di Bangladesh, pada bulan Juni 1985 sebanyak 40.000 penduduk yang tinggal di pesisir dihantam badai. Mengetahui manfaat mangrove dalam menahan gempuran badai, pemerintah Bangladesh kemudian melakukan penanaman seluas 25.000 hektar areal pantai dengan vegetasi mangrove (Maltby, 1986).

Kemampuan mangrove untuk mengembangkan wilayahnya ke arah laut merupakan salah satu peran penting mangrove dalam pembentukan lahan baru. Akar mangrove mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur, pohonnya mengurangi energy gelombang dan memperlambat arus, sementara vegetasi secara keseluruhan dapat memerangkap sedimen (Davies and Claridge, 1993 dan Othman, 1994). Pada awalnya, proses pengikatan sedimen oleh mangrove dianggap sebagai suatu proses yang aktif, dimana jika terdapat mangrove otomatis akan terdapat tanah timbul (Steup, 1941). Berbagai penelitian (van Steenis, 1958 dan Chapman, 1977) kemudian menyebutkan bahwa proses pengikatan dan penstabilan tersebut ternyata hanya terjadi pada pantai yang telah berkembang. Satu hal yang penting adalah vegetasi mangrove mempunyai peranan yang besar dalam mempertahankan lahan yang telah di kolonisasinya, terutama dari ombak dan arus laut. Pada pulau-pulau di daerah delta yang berlumpur halus ditumbuhi mangrove, peranan mangrove sangat besar untuk mempertahankan pulau tersebut. Sebaliknya, pada pulau yang hilang mangrovenya, pulau tersebut mudah disapu ombak dan arus musiman (Chambers, 1980).

Peranan mangrove dalam menunjang kegiatan perikanan pantai dapat disarikan dalam dua hal. Pertama, mangrove berperan penting dalam siklus hidup berbagai jenis ikan, udang dan moluska (Davies & Claridge, 1993), karena lingkungan mangrove menyediakan perlindungan dan makanan berupa bahan-bahan organik yang masuk ke dalam rantai makanan. Kedua, mangrove merupakan pemasok bahan organik, sehingga dapat menyediakan makanan untuk organisme yang hidup pada perairan sekitarnya (Mann, 1982). Produksi serasah mangrove berperan penting dalam kesuburan perairan pesisir dan hutan mangrove dianggap yang paling produktif diantara ekosistem pesisir (Odum, dkk, 1974). Di Indonesia, produksi serasah mangrove berkisar antara 7 – 8 ton/ha/ tahun (Nontji, 1987).

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

1. Fungsi fisiknya yaitu untuk menjaga garis pantai agar tetap stabil, mempercepat luasan, melindungi tebing sungai dan pantai serta mengolah bahan limbah
2. Fungsi biologinya yaitu sebagai tempat benih-benih ikan, udang dan kerang dari lepas pantai, tempat bersarang burung-burung besar dan habitat alami berbagai jenis biota lainnya.

3. Fungsi ekonomisnya yaitu tempat pembuatan garam, tambak ikan, balok kayu penghasil kayu energi.

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

Menurut Wibisono (2005) ekosistem mangrove secara ekologis mempunyai beberapa fungsi dalam wilayah pesisir, di antaranya sebagai berikut:

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

Sebagai cadangan bahan mentah yang dapat diolah menjadi komoditi perdagangan sehingga dapat menambah kesejahteraan penduduk setempat.

2.10 Struktur Tegakan Mangrove

Menurut Meyer (1961) dan Richard (1964) dalam Bustomi et. al., (2006) struktur tegakan hutan mangrove adalah persebaran individu tumbuhan dalam lapisan tajuk dapat diartikan sebagai persebaran pohon per satuan luas dalam berbagai kelas diameternya. Secara keseluruhan struktur tegakan pohon adalah hubungan antara banyaknya pohon dengan kelas diameter dalam plot penelitian, sebaran pohon dengan kelas diameter 5-15 cm, 15-25 cm, 25-35 cm dan diameter >40 cm di lokasi penelitian disajikan pada (Gambar 6). Struktur tegakan hutan di lokasi penelitian menunjukkan jumlah pohon terbilang dalam kelas diameter kecil ke kelas diameter besar. Secara umum struktur tegakan hutan mangrove alami di lokasi penelitian menunjukkan karakteristik yang demikian, sehingga dapat dikatakan hutan tersebut masih normal.

Menurut Ewusie (1980) susunan pohon di dalam tegakan hutan mangrove alam akan membentuk sebaran kelas diameter yang bervariasi. Perubahan struktur tegakan tersebut terjadi karena adanya perbedaan kemampuan pohon dalam memanfaatkan energi matahari, unsur hara/mineral dan air, serta sifat kompetisi.

Jenis pohon hutan mangrove alam di di Desa Tiwoho Sulawesi Utara di dominasi oleh *Rhizophora apiculata* dan *Ceriops tagal*, sedangkan pada kawasan rehabilitasi jenis mangrove di dominasi oleh *Ceriops tagal*

2.11 Peranan Mangrove Terhadap Pemanasan Global

Ekosistem hutan mangrove sebagai ekosistem yang ada di daerah peralihan antara laut dan darat, merupakan tipe ekosistem yang pertama terkena pengaruh berbagai dampak yang akan terjadi akibat perubahan iklim global (Kusmana, 2010). Hal serupa diutarakan oleh Field (1995), di berbagai belahan dunia akan terjadi peningkatan suhu udara, perubahan hidrologi, dan peningkatan muka air laut, serta peningkatan frekuensi bencana badai tropis.

Salah satu dampak perubahan iklim global adalah terjadinya pemanasan global, yaitu meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Pemanasan global akan diikuti dengan perubahan iklim, seperti meningkatnya curah hujan di beberapa belahan dunia sehingga menimbulkan banjir dan erosi. Sebaliknya di belahan bumi lain akan mengalami musim kering yang berkepanjangan yang disebabkan oleh kenaikan suhu (KeSeMaT, 2009). KeSeMaT (2009) mengemukakan beberapa contoh peranan mangrove antara lain

a. Musim

Perubahan musim bisa berakibat terjadinya Efek Rumah Kaca (ERK). ERK adalah gas yang pada saat terakumulasi di atmosfer yang kemudian menciptakan selubung sehingga menimbulkan gangguan pada pelepasan panas dari bumi ke luar lapisan atmosfer. Gas yang memungkinkan untuk hal tersebut terjadi adalah Karbondioksida (CO₂), Metana (CH₄), Nitrogen oksida (N₂O), Hihrofluorokarbon (HFCs), Perfluorokarbon (PFCs), dan Sulfur hexafluoride (SF₆). Peranan mangrove dalam mengatasi keadaan ini adalah sebagai penyerap karbon.

b. Kenaikan permukaan air laut

Kenaikan air laut bisa berakibat terjadinya abrasi. Peranan mangrove dalam hal ini adalah sebagai penahan abrasi. Tiga spesies mangrove penting, jenis *Rhizophora*, yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Rhizophora stylosa* memiliki peran besar dalam pengendalian laju abrasi di kawasan pesisir pantai. Akar-akarnya yang tertancap ke tanah, mampu menahan derasnya arus laut sehingga tanah pesisir terlindung dari terjangan

gelombang dahsyat penyebab abrasi.

c. Suhu

Suhu yang tinggi terjadi akibat perubahan iklim global, mampu diminimalisir oleh mangrove karena peranannya sebagai penyeimbang ekosistem di wilayah pesisir.

d. Curah hujan tinggi

Curah hujan tinggi bisa menyebabkan terjadinya topan dan badai. Dalam kaitannya dengan peranan mangrove adalah mengurangi dampak dari topan dan badai tersebut, karena tegakan mangrove yang tebal dan lebat di kawasan pesisir pantai, mampu melindungi pertambakan, pemukiman, dan bangunan-bangunan lain yang terdapat di belakangnya.

e. Tsunami

Tsunami yang terjadi kaitannya dengan pemanasan global akibat gempa tektonik di bawah laut, gelombangnya mampu direduksi oleh tegakan mangrove sehingga pada saat menerjang bangunan-bangunan di pesisir, kekuatan gelombang bisa diminimalisir. Dengan demikian, dampak kerusakan yang diakibatkan dari gelombang tsunami dapat diredam.

2.12 Mangrove Api api (*Avicennia Marina*)



Sumber: Peneliti

Nama tumbuhan : Api api
(*Avicennia Marina*)

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

Deskripsi umum : Pohon
atau belukar yang tumbuhnya
tegak atau menyebar, ketinggian
pohon mencapai 30 meter.

Memiliki sistem perakaran

horizontal yang rumit dan berbentuk pensil (atau berbentuk
asparagus), akar nafas tegak dengan sejumlah lentisel. Kulit
kayu halus dengan burik-burik hijau-abu dan terkelupas dalam
bagian-bagian kecil. Ranting muda dan tangkai daun berwarna
kuning, tidak berbulu.

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

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

Buah : Buah agak membulat, berwarna hijau agak keabu-abuan.
Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya) dan ujung
buah agak tajam seperti paruh. Ukuran: sekitar 1,5x2,5 cm.

Ekologi : Merupakan tumbuhan pionir pada lahan pantai yang terlindung,
memiliki kemampuan menempati dan tumbuh pada berbagai habitat
pasang-surut, bahkan di tempat asin sekalipun. Jenis ini merupakan
salah satu jenis tumbuhan yang paling umum ditemukan di habitat
pasang-surut. Akarnya sering dilaporkan membantu pengikatan
sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. Jenis
ini dapat juga bergerombol membentuk suatu kelompok pada habitat

tertentu. Berbuah sepanjang tahun, kadang-kadang bersifat vivipar. Buah membuka pada saat telah matang, melalui lapisan dorsal. Buah dapat juga terbuka karena dimakan semut atau setelah terjadi penyerapan air.

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

Kelimpahan : Melimpah.

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



Daun



Bunga



Buah



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

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

Avicennia marina adalah salah satu jenis mangrove yang masuk ke dalam kategori mangrove mayor. Status tersebut menyebabkan api-api hampir selalu ditemukan pada setiap ekosistem mangrove. Masyarakat mengenal api-api sebagai api-api putih. Kerabat lain api-api yang biasa dijumpai hidup bersama adalah *Avicennia alba* atau api-api hitam, *Avicennia officinalis* atau api-api daun lebar serta *Avicennia rumhiana* yang mulai jarang ditemukan. Sejauh ini diketahui sekitar delapan spesies yang menyebar di dua kawasan perairan utama di wilayah tropis, yakni di Dunia Lama (Afro-Asia dan Australasia) dan Dunia Baru (Pasifik Timur dan Karibia). Akan tetapi khusus di Indonesia hanya umum dijumpai empat jenis. Kebanyakan jenisnya merupakan jenis pionir dan oportunistik, serta mudah tumbuh kembali. Pohon-pohon api-api yang tumbang atau rusak dapat segera tumbuh kembali, sehingga mempercepat pemulihan tegakan yang rusak. Akar napas api-api yang padat, rapat dan banyak sangat efektif untuk menangkap dan menahan lumpur serta berbagai sampah yang terhanyut di perairan. Jalinan akar napas ini juga dijadikan oleh aneka jenis kepiting bakau, siput, dan teritip untuk mencari makanan (Halidah, 2014).

Beberapa hasil penelitian Halidah (2014) menjelaskan beberapa manfaat tanaman api-api antara lain.

1. Sebagai bahan makanan, buah api-api dapat dibuat keripik seperti kacang kapri dan rasanya gurih serta renyah seperti emping melinjo. Dari hasil penelitian menunjukkan komposisi hasil analisis dari bagian tanaman api-api menunjukkan bahwa bagian biji tanaman mengandung protein sebanyak 10,8% dan karbohidrat sebanyak 21,4%, sehingga biji tanaman tersebut dapat dijadikan alternative sebagai bahan pangan. Protein dapat dimanfaatkan dalam tubuh sebagai sumber nutrisi sel untuk tumbuh dan berkembang. Di lain pihak, karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi bagi tubuh. Dengan sedikitnya kandungan lemak pada biji, maka kecil kemungkinan untuk mendapatkan kandungan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K). Sebaliknya kandungan air yang tinggi pada biji api-api

memungkinkan untuk mendapatkan kandungan vitamin larut air (B dan C) lebih besar. Hasil uji terhadap kadar vitamin B dan C pada biji api-api menunjukkan hasil yang lebih tinggi, yaitu vitamin B pada biji sebesar 3,74 mg/100 g bahan dan vitamin C nya sebesar 22,24 mg/100 g bahan. Pemenuhan kebutuhan vitamin B dan vitamin C oleh tubuh dapat dipenuhi dengan kandungan vitamin yang terdapat pada biji tanaman api-api (Kusmana *et al.*, 2009)

2. Makanan ternak; Daun digunakan untuk pakan ternak unta di wilayah sekitar Laut Merah, India dan Australia (Duke, 1983). Pada daerah-daerah pantai di Indonesia daun api-api juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan kambing. Hasil analisis daun api-api menunjukkan bahwa kandungan vitamin B sebesar 2,64 mg/100 g, vitamin C nya sebesar 15,32 mg/100 g, serat sebanyak 8,7% dan karbohidrat sebanyak 13% dan kandungan mineral yang tinggi sehingga pemanfaatannya sesuai sebagai sumber hijauan pada pakan ternak. Sumber serat bermanfaat untuk pakan ternak dan karbohidrat sebagai sumber energi bagi hewan ternak. Senyawa mineral yang teridentifikasi pada daun adalah kalsium, kalium, dan natrium dalam jumlah yang tinggi. Kandungan nutrisi pakan ternak akan meningkat dengan adanya mineral makro tersebut (Kusmana *et al.*, 2009).
3. Bioformalin; diperoleh dengan menyuling daun api-api. Hasil penyulingan dapat digunakan sebagai bahan pengawet makanan yang alami (Duke, 1983).
4. Sebagai Obat. Daun digunakan untuk mengatasi kulit yang terbakar dan obat anti fertilitas tradisional oleh masyarakat pantai. Hampir seluruh bagian tumbuhan ini dapat dimanfaatkan seperti akar, kulit batang, daun, bunga atau biji, bahkan eksudat tanamannya (zat nabati yang secara spontan keluar, dikeluarkan, atau diekstrak dari jaringan sel tanaman). Hasil penelitian yang dilakukan dengan pemberian tingkatan dosis ekstrak daun api-api yang diberikan pada kebuntingan hari ke 6-15 tidak dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan resorpsi embrio mencit (tikus). Menurut Wijayanti (2009) melaporkan terjadi penurunan berat dan panjang badan janin mencit (*Mus musculus*) yang diberikan ekstrak daun api-api dengan dosis 2,5 gram/kg berat badan yang diberikan 6-15 hari. Berdasarkan penelitian ini membuktikan bahwa pemberian ekstrak daun api-api per oral dengan dosis 2,5 gram/kg berat badan pada kebuntingan hari ke 6-15 mampu menghambat pertumbuhan janin mencit. Meskipun ini

masih pada taraf uji coba pada tikus dan belum di ujikan cobakan pada satwa yang lebih besar tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusmana, *et al.* (2009) melaporkan bahwa senyawa aktif yang diidentifikasi dari api-api bersifat antibiotik maupun antimikroba, namun tidak memperlihatkan aktivitas tokolitik (menekan kontrak sisa persalinan) maupun secara langsung sebagai agen kontrasepsi.

2.13 Gambaran Umum Kelurahan Gunung Anyar Tambak

2.13.1 Kondisi Geografis

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

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

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

Tabel 3.1 Luas Wilayah, Ketinggian, dan Jarak dari Kelurahan ke Kecamatan Per Kelurahan Tahun 2016

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

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

2.13.2 Kondisi Penduduk

Berdasarkan data terbaru diperbarui 2017, Kelurahan Gunung Anyar Tambak dihuni oleh 8.879 jiwa penduduk, dengan 2.220 kepala keluarga.

Tabel 3.2 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Sex Ratio Menurut Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Sex Ratio
Rungkut Menanggal	0,92	3	15.504	1,04
Rungkut Tengah	0,93	3	13.219	1,04
Gunung Anyar	2,94	3	21.036	1,01
Gunung Anyar Tambak	4,41	3	8.879	1,02

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

Tabel 3.3 Rata-Rata Anggota Keluarga Hasil Registrasi Dirinci Menurut Kelurahan Tahun 2016

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

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

2.13.3 Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan di Kelurahan Gunung Anyar Tambak rata-rata sudah menempuh hingga SMA dengan jumlah penduduk sekitar 1031. Serta kebanyakan pula juga sudah menempuh Akademi/ D1-D4 dan juga menempuh Sarjana/ S1-S3.

Tabel 3.4 Jumlah Penduduk Menurut Tingkat Pendidikan Terakhir Hasil Registrasi Dirinci Menurut Kelurahan Tahun 2016

Kelurahan	PAUD	TK	SD	SLTP	SLTA
Rungkut Menanggal	1.023	758	2.638	3.264	2.508
Rungkut Tengah	1.007	738	2.881	719	4.663
Gunung Anyar	966	389	7.722	498	4.927
Gunung Anyar Tambak	239	183	1.285	981	1.031
Jumlah	3.235	2.068	14.526	5.462	13.129

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

Tabel 3.4 Lanjutan

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

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

2.13.4 Kehidupan Beragama

Mayoritas warga Kelurahan Gunung Anyar Tambak memeluk Agama Islam dengan bukti ada keberadaan tempat beribadah yakni 4 buah Masjid dan 6 Mushollah. Serta memiliki 4 panti asuhan, adapun TPQ yang masing-masing Rukun Warga (RW) dengan jumlah penduduk sebesar 5.891. Selain itu mayoritas penduduk Kelurahan melakukan kegiatan Islami seperti perkumpulan jami'iyah, tahlil, khtaman,

asmaul husna, dan diba'an. Dan kegiatan ini masih sangat rutin dilakukan oleh warga Gunung Anyar Tambak. Seperti tahlil disetiap hari kamis, jami'iyah pada hari jum'at, diba'an setiap hari sabtu, dan masih banyak lagi kegiatan religi yang dilakukan, baik itu kegiatan mingguan, bulanan dan tahunan.

Tabel 3.5 Jumlah Penduduk Pemeluk Agama Per Kelurahan Hasil Registrasi Tahun 2016

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

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

Tak hanya kegiatan namun masih banyak organisasi di Kelurahan Gunung Anyar Tambak ini misalnya IPNU dan IPPNU, REMAS, FATAYAT, dan kumpulan alumni baik alumni dari sekolah maupun alumni dari tempat mengaji yang masih mendirikan organisasi untuk mempererat ukhuwah islamiyah yang ada di Kelurahan tersebut.

2.13.5 Mata Pencaharian Penduduk

Mayoritas mata pencaharian kelurahan Gunung Anyar Tambak yakni sebagai nelayan yang berjumlah 459 orang atau pekerja tambak, buruh tani berjumlah 36 orang, tani/ternak, pedagang, wiraswasta, dan tidak sedikit pula ada juga sebagian yang bekerja sebagai pegawai negeri sipil atau pensiunan, karena walaupun letak Kelurahan di ujung kota akan tetapi Kelurahan ini masih dekat dengan kota, sehingga banyak orang lebih memilih bekerja sebagai swasta dengan jumlah 2.990 orang.

2.13.6 Keadaan Demografis

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

Tabel 3.6 Luas Wilayah, Menurut Penggunaannya Per Kelurahan (Ha) Tahun 2016

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

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

Tabel 3.7 Batas Wilayah Kecamatan Menurut Mata Angin Tahun 2016

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

(Sumber: BPS Kota Surabaya, 2017)

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

Tabel 1.1 Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2013

No	Lokasi (Kec)	Luas Lokasi (ha)	Presentaseutupan (%)	Kecepatan (pohon/ha)
1.	Pakal	3,11	64,3	100-200
2.	Benowo	47,37	4,2	100-200
3.	Asemrowo	19,44	10,3	100-200

4.	Kenjeran	35,58	5,6	100-200
5.	Bulak	28,48	7,0	100-200
6.	Sukolilo	96,07	2,0	2500
7.	Mulyorejo	146,84	17,0	2500
8.	Rungkut	154,89	16,1	2500
9.	Gunung Anyar	73,95	40,6	2500-3000
	Total	605,73	-	-

Sumber: Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2013

Tabel 1.2 Luas Hutan Mangrove Kota Surabaya Tahun 2015

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

Sumber: Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2015

Pada tabel 1.1 dan tabel 1.2 terlihat perbedaan luasan hutan mangrove di kelurahan gunung anyar tambak, Surabaya yang mana luasan mangrovenya semakin berkurang sampai 4,07 ha diantara tahun 2013 dan 2015 yang diakibatkan aktivitas pembangunan guna memenuhi kebutuhan penduduk yang terus bertambah.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

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

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 - Juli 2019 di Kelurahan Gunung Anyar Tambak Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya. Koordinat penelitian yaitu $7^{\circ} 20' 12,41''\text{S}$ dan $112^{\circ} 48' 39,75''\text{Timur}$.



Gambar 3.1 Koordinat Penelitian
Sumber: dokumentasi penelitian

3.3 Alat Dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian seperti tertera pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Alat dan fungsinya

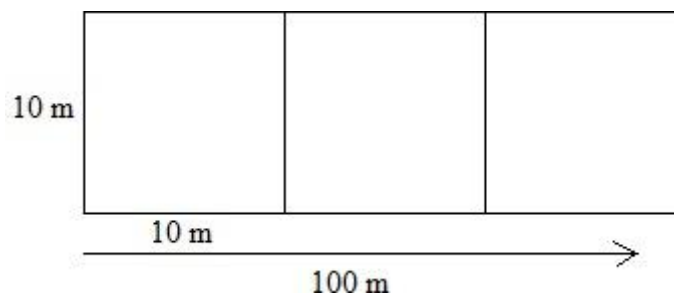
No.	Alat	Fungsi
1.	Pita pengukur	Mengukur diameter pohon
2.	Kompas	Menentukan koordinat penelitian
3.	Tali rafia	Membatasi areal plot
4.	Kamera digital	Dokumentasi penelitian lapangan
5.	Alat tulis	Mencatat dalam tally sheet

3.3.2 Bahan Penelitian

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

3.4 Rancangan Penelitian

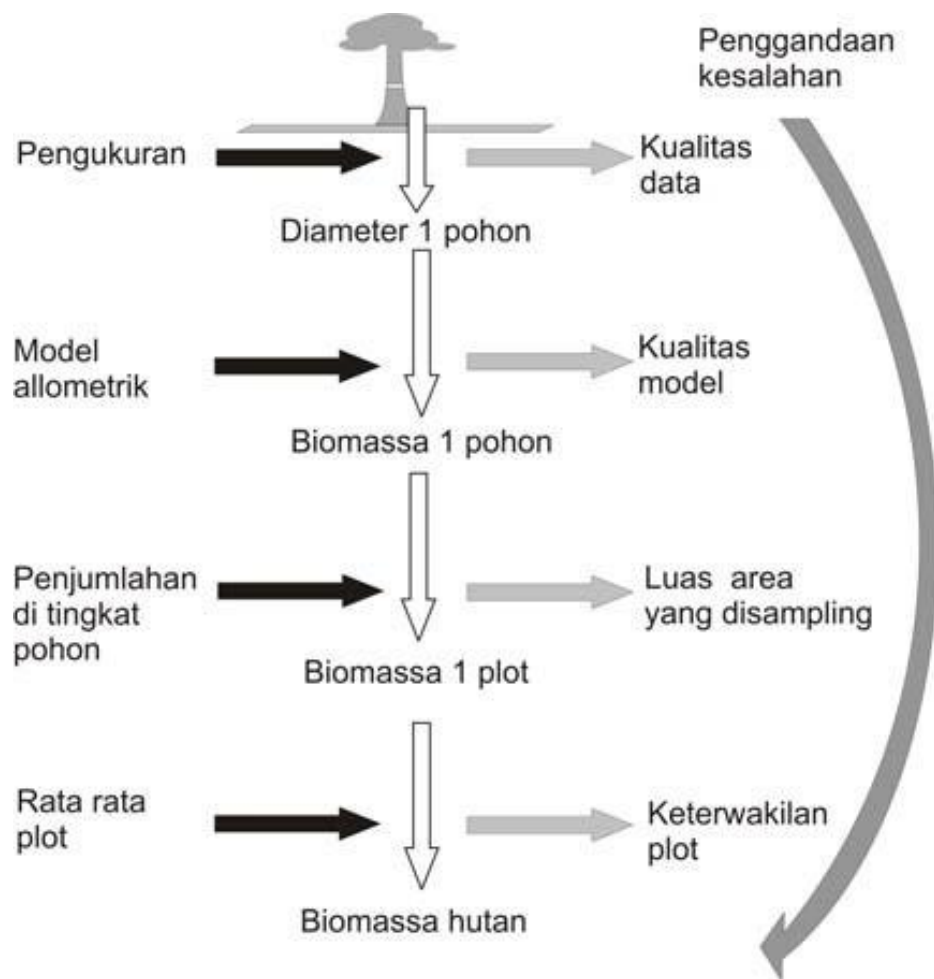
Penentuan lokasi transek dilakukan dengan observasi langsung di tempat penelitian di kawasan mangrove gunung anyar tambak kecamatan gunung anyar kota surabaya yang terdiri dari 10 plot dengan ukuran tiap plot 10 m x 10 m dengan jarak petak tak ditentukan menurut penelitian gayuh (2012).



Gambar 3.4 Bentuk dan ukuran petak contoh.
Sumber: Gayuh A.S (2015)

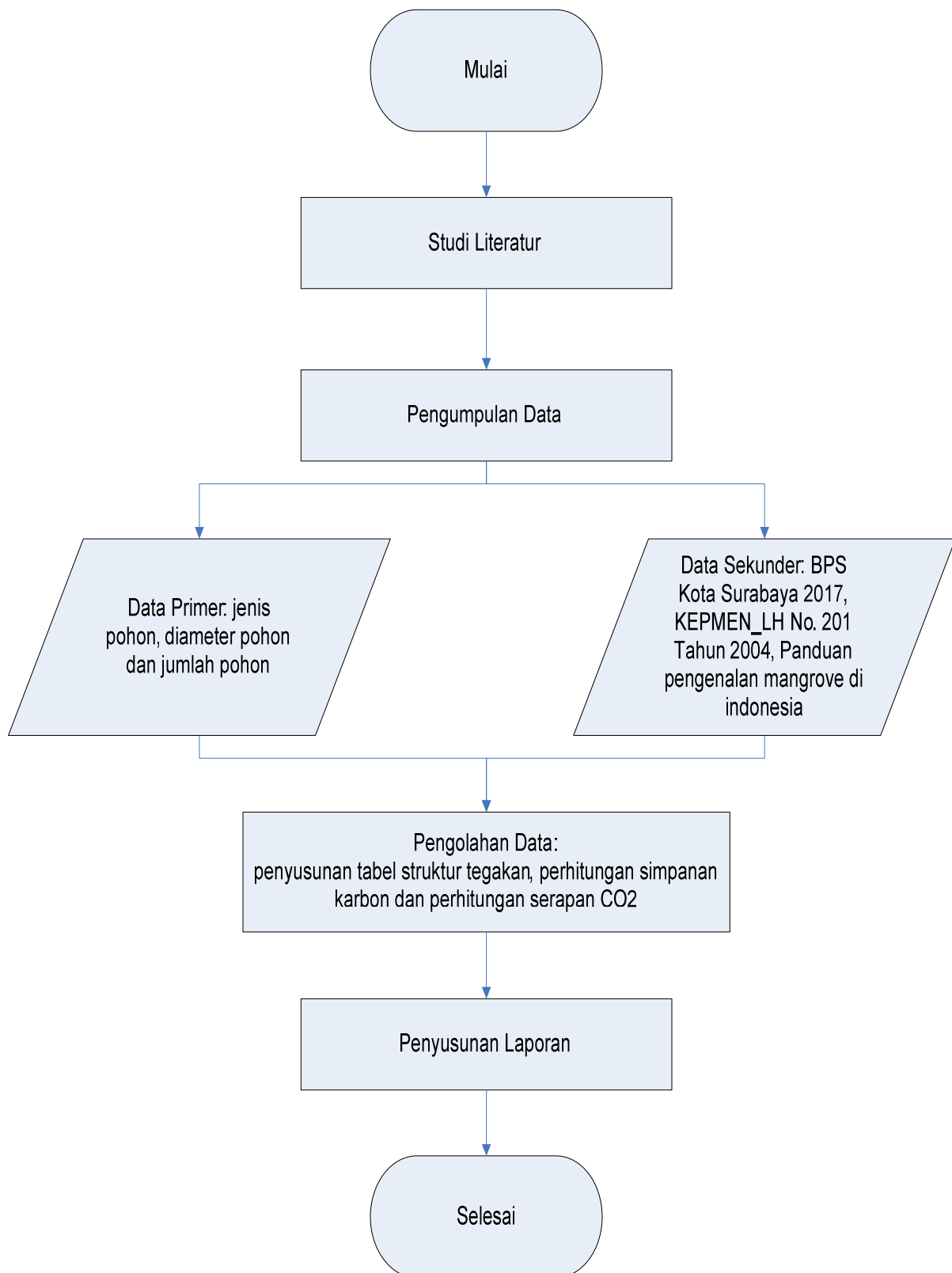
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian Biomassa dan Karbon

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



Gambar 3.1. Kemungkinan penggandaan kesalahan dalam penghitungan biomassa hutan. (digambar ulang dari Chave et al. 2004).

3.6 Alur Kerja



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

3.6.1 Studi Literatur

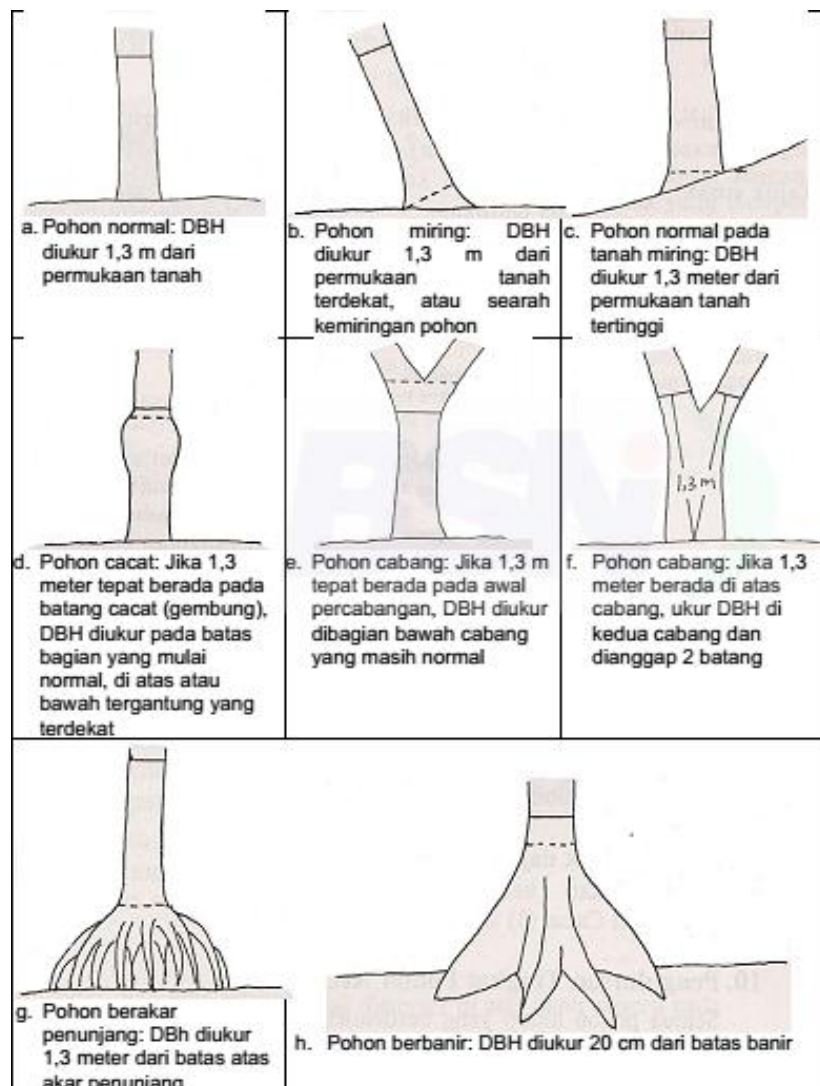
Studi literatur merupakan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Adapun referensi yang dicari yaitu tentang mangrove, simpanan karbon dan serapan CO₂. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, ataupun skripsi.

3.6.2 Pengumpulan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi diameter batang pohon (DBH) dan jumlah pohon.

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

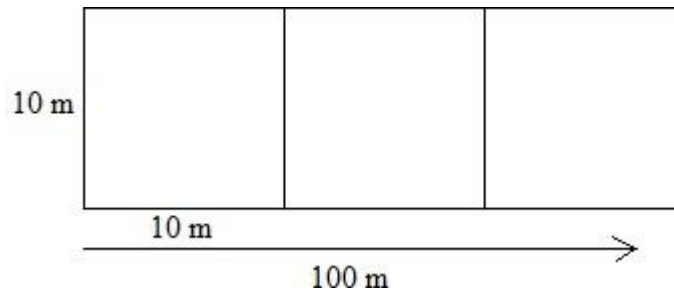
Diameter batang pohon setinggi dada umumnya diukur 1,3 m dari permukaan tanah. Pengukuran DBH dilakukan hanya pada mangrove *Avicennia Marina* yang memiliki diameter > 5 cm. seperti pada gambar.



Gambar 3.3 Pengukuran DBH pada berbagai kondisi pohon .
Sumber: SNI 7724 (2011)

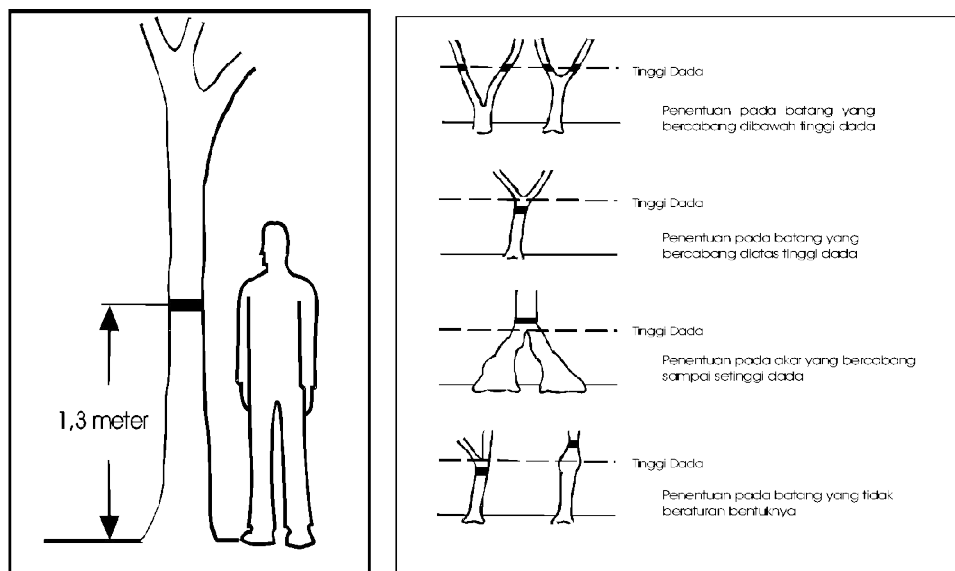
B. Jumlah Pohon

Dalam penelitian ajeng (2015) jumlah pohon diketahui dari petak contoh dengan ukuran 10 x 100 m yang dibagi menjadi 10 plot contoh berukuran (10 m x 10 m).



Gambar 3.4 Bentuk dan ukuran petak contoh.
Sumber: Ajeng G.S (2015)

Hal ini sesuai dengan pedoman penentuan kerusakan mangrove yang dikeluarkan oleh KEPMEN_LH No. 201 Tahun 2004, pada mekanisme pengukuran di poin e yang berbunyi "Pada setiap petak contoh (plot) yang telah ditentukan dilakukan determinasi setiap jenis tumbuhan mangrove yang ada kemudian hitung jumlah individu setiap jenis, dan ukur lingkaran batang setiap pohon mangrove setinggi dada, sekitar 1,3 meter. Setelah plot terbagi kemudian dilakukan identifikasi jenis dan pengukuran diameter setinggi dada (DBH) berukuran > 5 cm.



Gambar 3.4 (A) Penentuan lingkaran batang mangrove setinggi dada.
(B) Penentuan lingkaran batang mangrove pada berbagai jenis batang mangrove.

Sumber: KEPMEN_LH No. 201 (2004)

3.6.3 Pengolahan Data

3.6.3.1 Penyusunan Tabel Struktur Tegakan

Penyusunan tabel struktur tegakan diurutkan dari berdiameter >5 cm dengan lebar selang diameter 2 cm yang meliputi biomassa tegakan dan karbon tegakan *Avicennia marina* berdasarkan kelas diameter.

3.6.3.2 Perhitungan Simpanan Karbon

Perhitungan simpanan karbon pohon *Avicennia marina* menggunakan persamaan allometrik pendugaan biomassa pohon, Menurut komiyama et.al (2008) persamaan allometrik AGB (biomassa di atas permukaan tanah) untuk jenis *Avicennia marina* adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

AGB : Above Ground Biomassa

ρ : 0,650 (*Avicennia Marina*)

Nilai kepadatan kayu (ρ atau rho) antar pohon menggunakan data kepadatan dari World Agroforestry. Sedangkan menurut Komiyama et.al (2008) persamaan allometrik BGB (biomassa di bawah permukaan tanah) untuk jenis *Avicennia marina* adalah sebagai berikut:

$$BGB = 0,199 \times \rho^{0,90} \times DBH^{2,32}$$

Keterangan:

BGB : Below Ground Biomassa

ρ : 0,650 (*Avicennia Marina*)

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

$$B_{tot} = AGB + BGB$$

B tot untuk menghitung antara biomassa atas dengan bawah

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

$$C = B \times 0.47$$

Keterangan:

C : Jumlah stok karbon (kg)

B : Biomassa (kg)

3.6.3.3 Perhitungan Serapan CO₂

Potensi penyerapan gas CO₂ menurut Murdiyarso (1999)

diperoleh dengan melalui perhitungan perkalian kandungan karbon terhadap besarnya serapan CO₂ dengan rumus yang digunakan, yaitu:

$$W_{CO_2} = C \times FK_{CO_2}$$

Keterangan:

W_{CO₂} : banyaknya CO₂ yang diserap (kg)

C : karbon (kg/ha)

FK_{CO₂} : faktor konversi karbon (C) ke CO₂ = 3.67

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

Proses penyerapan ini terkait dengan proses alamiah seperti fotosintesis, jaring makanan, carbon sink oleh perairan dan penyimpanan karbon dalam sedimen. Usaha meningkatkan penyerapan karbon dalam konteks proses alamiah siklus karbon dilakukan dengan mempertahankan dan meningkatkan layanan ekosistem vegetasi pesisir. Usaha meningkatkan atau mempertahankan layanan ekosistem ini berarti meningkatkan volume penyerapan gas rumah kaca (CO₂ dan CO₂-equivalen).

3.6.4 Analisis Pengolahan Data

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

3.6.5 Penyusunan Laporan

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

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Untuk kondisi mangrove pada kawasan gunung anyar tambak, surabaya yaitu mangrove jenis api-api yang hidup bersangkutan dengan alam di kawasan tersebut. Gambar 4.1 terlihat jenis mangrovenya yang didominasi oleh api-api.



Gambar 4.1 Kondisi jenis api api di gunung anyar tambak, surabaya (dok pribadii)

Banyaknya mangrove jenis *A. marina* di keseluruhan plot ditampilkan pada tabel 2. Data di lapangan yang diambil sebagai pengukuran karbon mangrove jenis api-api yang berukuran diameter > 5 cm - 30 cm sesuai dengan ukuran DBH > 5 cm.



Gambar 4.2 Pengukuran diameter batang pohon di gunung anyar tambak, surabaya
(sumber: peneliti)

Pohon hasil pencatatan berbagai macam diameter dari luas plot 10 m x 100 m kemudian dikumpulkan dalam kelas diameter untuk diketahui jumlah pohon tiap sebaran diameter mangrove di kawasan gunung anyar tambak, surabaya.

Tabel 4.1 Jumlah tegakan api api dalam kelas diameter

Kelas diameter (cm)	Jumlah Pohon (N/ha)
5,5-7,2	470
7,3-9,2	313
9,3-11,2	126
11,3-13,2	69
13,3-15,2	34
15,3-17,2	13
17,3-19,2	11
19,3-21,2	5
21,3-23,2	3
23,3-25,2	0
25,3-27,2	2
27,3-29,2	1
Total	1047

Sumber: analisis

Hasil pencatatan dari keseluruhan tiap kelas diameter di lapangan diketahui total jumlah pohon api api di kelurahan gunung anyar tambak Surabaya sebesar 1047

Pohon/ha yang artinya termasuk kriteria baik (sedang) dalam KEPMEN_LH No. 201 Tahun 2004 sehingga pada penentuan transek dengan luas 10 m x 100 m menurut penelitian gayuh termasuk kriteria baik (sedang). Kriteria baku kerusakan mangrove KEPMEN_LH No. 201 Tahun 2004, lokasi penelitian mangrove di gunung anyar tambak termasuk baik (sedang) yang artinya status kondisi perubahan fisiknya baik (sedang) pada tahun 2018.

Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	Š 75	Š 1500
	Sedang	Š 50 – < 75	Š 1000 – < 1500
Rusak	Jarang	< 50	< 1000

Ketika di lapangan ditemukan pohon yang berdiameter sebesar 29 cm. Adapun tujuan dari dikumpulkannya dalam kelas diameter adalah untuk mempermudah sekaligus memahami pengelompokan data sehingga dapat diketahui berapa sebaran jumlah pohon berdasar diameter yang terdapat di lapangan. Menurut penelitian galuh (2015), ukuran diameter pohon berbeda-beda disebabkan karena adanya ketidaksamaan kemampuan adaptasi jenis-jenis pohon sehingga kecepatan pertumbuhan pohon pada suatu tegakan bermacam-macam. Kondisi pohon yang ditemukan di lapangan yaitu pohon normal, pohon miring, pohon cabang berada pada awal percabangan dan pohon cabang berada pada atas percabangan.

Tabel 4.2 Macam bentuk tegakan api api

No.	Bentuk pohon	Jumlah
1.	Pohon normal	904
2.	Pohon miring	39
3.	Pohon cabang berada pada awal percabangan	27
4.	Pohon cabang berada pada atas percabangan	77
Total		1047

Pada tabel 4.2 ditemukan berbagai macam bentuk tegakan api-api yaitu pohon normal, pohon miring, pohon cabang berada pada awal percabangan, dan pohon cabang berada pada atas percabangan dari hasil pencatatan di lapangan. Untuk jumlah

bentuk tegakan api-api paling banyak ditemukan pada bentuk pohon normal dengan jumlah sebesar 904 tegakan.



Gambar 4.2 Pohon Normal
(Sumber: Peneliti)



Gambar 4.3 Pohon Miring
(Sumber: Peneliti)



Gambar 4.4 Pohon Cabang Berada Pada Awal Percabangan
(Sumber: Peneliti)



Gambar 4.5 Pohon Cabang Berada Pada Atas Percabangan
(Sumber: Peneliti)

4.2 Simpanan Biomassa Dan Karbon Berdasarkan Kelas Diameter

Kandungan biomassa pada pohon api api merupakan hasil penjumlahan dari kandungan biomassa yang terdapat pada tiap organ pohon api api yang merupakan gambaran total material organik dari hasil proses fotosintesis. Menurut salim (2005) Karbon adalah komponen terpenting dalam penyusun biomassa tanaman mangrove melalui proses fotosintesis yang terkandung berkisar 45-50%. Pohon api-api yang terdapat di surabaya timur tepatnya di kelurahan gunung anyar tambak menggunakan metode tanpa penebangan atau metode tidak langsung yang disebut dengan metode non destruktif. Dalam penelitian hairiah dan rahayu (2007) Metode tidak langsung digunakan untuk pendugaan biomassa vegetasi yang berdiameter lebih dari 5 cm, sedangkan untuk pendugaan biomassa yang diameter kurang dari 5 cm menggunakan metode langsung. Dalam perhitungan biomassa digunakan metode non destruktif yang dilakukan menggunakan persamaan allometrik dengan teknik regresi korelasi.

Persamaan allometrik digunakan untuk perkiraan jenis pohon yang sama dengan mencari korelasi diantara diameter dengan biomassa. Dalam penelitian komiyama et.al (2008) Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui above ground biomassa (biomassa atas permukaan tanah) dan below ground biomassa (biomassa bawah permukaan tanah) dengan persamaan allometrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{AGB} &= 0,251 \times \rho \times \text{DBH}^{2,46} \text{ dengan } R^2 = 0,55 \\ \text{BGB} &= 0,199 \times \rho^{0,90} \times \text{DBH}^{2,32} \text{ dengan } R^2 = 0,49 \end{aligned}$$

Menurut krisnawati et.al (2012) R^2 diartikan keragaman data biomassa yang nilainya >5% - 100% sehingga nilainya akan semakin baik jika mendekati angka 100%. Hal ini nilai R^2 yang dihasilkan pada biomassa atas permukaan yaitu cukup yang artinya mempunyai sebaran yang cukup baik antara diameter dan biomassa sedangkan nilai R^2 pada biomassa bawah permukaan yaitu mempunyai sebaran yang kurang baik antara diameter dan biomassa.

R^2 merupakan koefisien determinasi. Menurut penelitian sutaryo (2009) koefisien determinasi merupakan besaran untuk mengukur ketepatan garis regresi. Nilai R^2 menunjukkan presentase besarnya variabilitas dalam data yang dijelaskan dalam model regresi. Maksimum nilai R^2 adalah 100% dan minimal 0. Jika nilai $R^2=100\%$, misalnya untuk regresi linier sederhana pada semua titik data akan menempel ke garis regresi, jika semakin kecil nilai R^2 maka data makin menyebar jauh dari garis. Oleh karena itu jika nilai R^2 kecil maka keeratan hubungan antara X dan Y lemah dan apabila nilai $R^2=0$ menunjukkan bahwa X tidak memiliki hubungan dengan Y.

Dalam penelitian kusmana et al. (1992) Biomassa digolongkan ke dalam dua

kategori yaitu biomassa yang terdapat pada atas permukaan dan biomassa yang terdapat pada bawah permukaan tanah. Hal ini biomassa yang berada pada atas permukaan tanah yaitu terdapat di bagian batang utama, cabang, ranting, bunga, daun dan buah sedangkan biomassa yang berada pada bawah permukaan tanah yaitu akar pohon. Tabel 4.3 menunjukkan hasil dari perhitungan biomassa di setiap kelas diameter dengan rumus:

$AGB = 0,251 \times \rho \times DBH^{2,46}$ untuk menghitung biomassa atas permukaan,

$BGB = 0,199 \times \rho^{0,90} \times DBH^{2,32}$ untuk menghitung biomassa bawah permukaan, dan

$Btot = AGB + BGB$ untuk menghitung antara biomassa atas dengan bawah

Tabel 4.3 Biomassa Tegakan Api-Api

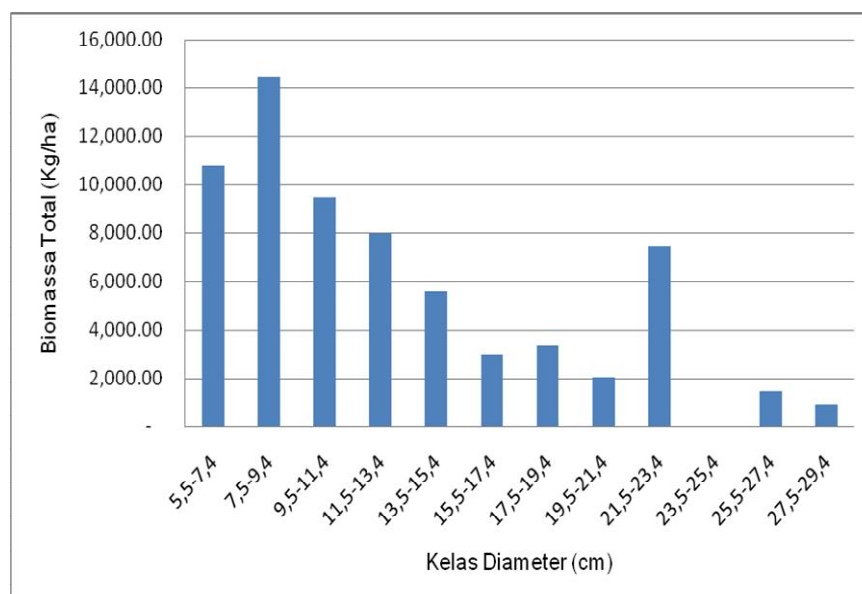
Kelas Diameter (Cm)	Jumlah (N/Ha)	Biomassa Di Atas Permukaan Tanah/ AGB (Kg/Ha)	Biomassa Di Bawah Permukaan Tanah/ BGB (Kg/Ha)	Biomassa Total/ Btot (Kg/Ha)
5,5-7,4	470	7,035.19	3,736.30	10,771.49
7,5-9,4	313	9,657.39	4,787.89	14,445.28
9,5-11,4	126	6,417.41	3,030.47	9,447.88
11,5-13,4	69	5,470.64	2,474.77	7,945.41
13,5-15,4	34	3,888.92	1,697.85	5,586.77
15,5-17,4	13	2,085.19	880.86	2,966.05
17,5-19,4	11	2,384.82	978.29	3,363.11
19,5-21,4	5	1,453.53	579.59	2,033.12
21,5-23,4	3	7,035.19	409.80	7,444.99
23,5-25,4	0	-	-	-
25,5-27,4	2	1,054.65	396.80	1,451.44
27,5-29,4	1	656.79	241.89	898.69
Total	1047	47,139.72	19,214.50	66,354.23

Sumber: analisis

Nilai biomassa tiap kelas berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena pengaruh jumlah pohon di tiap kelas diameter sehingga makin tinggi kerapatan pohon maka semakin besar pula biomassa yang dikandungnya. Selain jumlah pohon, diameter pohon juga mempengaruhi nilai dari biomasanya sehingga makin besar diameter

pohon maka semakin besar simpanan karbonnya. Untuk nilai biomassa total dari keseluruhan diameter adalah 66,354.23 kg/ha.

Dalam penelitian wahyu (2002) biomassa tiap bagian pohon terbesar biasanya diperoleh dari pohon yang berdiameter besar. Hal ini disebabkan dalam proses fotosintesis tumbuhan menyerap karbon dioksida dari udara dan selanjutnya diubah menjadi bahan organik sehingga total biomassa tumbuhannya bertambah sesuai dengan laju pertumbuhan pada suatu pohon tersebut. Grafik sebaran antara biomassa dengan diameter terdapat pada gambar 4.2 yang menunjukkan bahwa biomassa terbesar terletak pada diameter yang berkisar 5-10 cm hal ini disebabkan jumlah pohon pada kisaran diameter tersebut lebih banyak dibanding dengan berdiameter besar yang jumlah pohonya sedikit sehingga simpanan biomassa terbesar tidak pada yang berdiameter besar akan tetapi pada berdiameter kecil karena jumlah simpanan biomassa pada pohon pada kisaran diameter tersebut lebih banyak dibandingkan dengan berdiameter besar dengan jumlah pohon yang sedikit.



Gambar 4.6 sebaran antara biomassa dan kelas diameter
(Sumber: peneliti)

Gambar 4.6 menunjukkan adanya sebaran antara biomassa total dan kelas diameter. Dalam grafik diameter yang berukuran 7,5 – 9,4 cm simpanan biomasnya paling tinggi sedangkan biomassa menurun seiring bertambahnya kelas diameter karena jumlah pohon yang semakin kecil.

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

yang tersimpan pada tegakan perlu mengalikan 0,47 dengan biomassa total. Tabel 4.4 menunjukkan besarnya karbon total pada keseluruhan diameter dengan rumus:

$Ca = AGB \times 0,47$ untuk menghitung karbon atas permukaan

$Cb = BGB \times 0,47$ untuk menghitung karbon bawah permukaan

$C_{tot} = Ca + Cb$ untuk menghitung karbon total dari karbon atas dan bawah

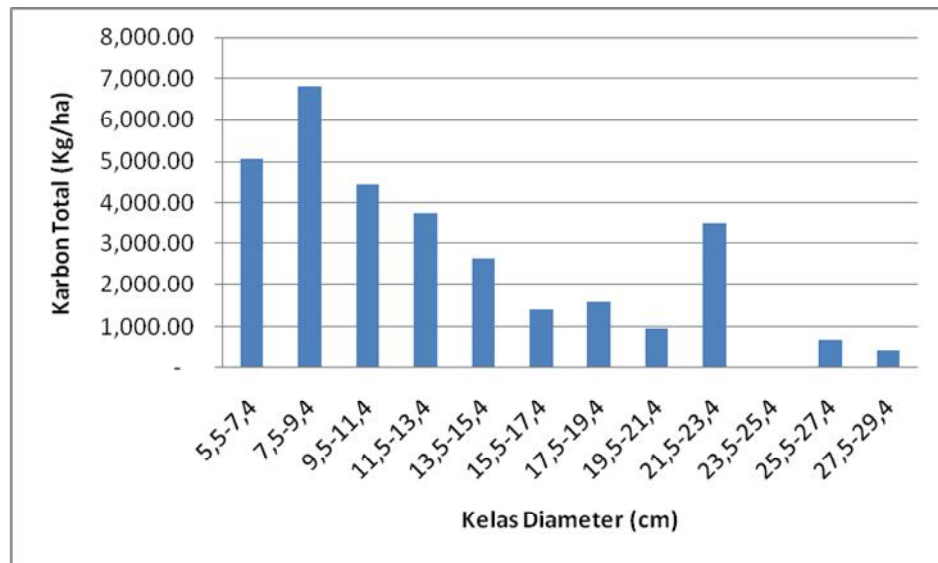
Tabel 4.4 Karbon Tegakan Api-Api

Kelas Diameter (Cm)	Jumlah (N/Ha)	Karbon Di Atas Permukaan Tanah/ Ca (Kg/Ha)	Karbon Di Bawah Permukaan Tanah/ Cb (Kg/Ha)	Karbon Total/ Ctot (Kg/Ha)
5,5-7,4	470	3,306.54	1,756.06	5,062.60
7,5-9,4	313	4,538.97	2,250.31	6,789.28
9,5-11,4	126	3,016.18	1,424.32	4,440.50
11,5-13,4	69	2,571.20	1,163.14	3,734.34
13,5-15,4	34	1,827.79	797.99	2,625.78
15,5-17,4	13	980.04	414.01	1,394.04
17,5-19,4	11	1,120.87	459.80	1,580.66
19,5-21,4	5	683.16	272.41	955.57
21,5-23,4	3	3,306.54	192.61	3,499.15
23,5-25,4	0	-	-	-
25,5-27,4	2	495.69	186.49	682.18
27,5-29,4	1	308.69	113.69	422.38
Total	1047	22,155.67	9,030.82	31,186.49

Sumber: analisis

Pada hasil perhitungan, karbon yang di atas permukaan tanah paling besar dibandingkan dengan karbon di bawah permukaan tanah. Hal tersebut disebabkan karena simpanan karbon pada atas permukaan penyimpanan karbon paling besar terletak di batang utama selanjutnya terdapat pada ranting, cabang, dan daun sedangkan pada bagian bawah permukaan tanah simpanan karbonnya hanya tersimpan pada akar. Dalam penelitian hairiah & rahayu (2007) rongga sel yang terdapat di batang pohon terisi oleh zat penyusun kayu yaitu selulosa dan hemiselulosa sehingga karbon pada batang lebih besar jika dibanding dengan bagian pohon lainnya

yaitu ranting, cabang dan daun. Untuk nilai karbon total pada keseluruhan diameter adalah 31,186.49 Kg/ha.



Gambar 4.7 sebaran antara karbon dan kelas diameter
(Sumber: peneliti)

Gambar 4.7 menunjukkan adanya sebaran antara karbon total dan kelas diameter. Dalam grafik diameter yang berukuran 7,5 – 9,4 cm simpanan karbonnya paling tinggi sedangkan karbon menurun seiring bertambahnya kelas diameter karena jumlah pohon yang semakin kecil. Besar karbon di setiap bagian pohon berbeda-beda. Adapun persentase karbon pada bawah permukaan tanah lebih kecil dibanding karbon atas permukaan tanah yang persentase karbonnya besar.

4.3 Serapan CO₂

Udara adalah salah satu komponen campuran gas yang ditemukan di lapisan yang berada di sekitar bumi. Susunan campuran gas tersebut tidak selalu stabil yang berarti bisa bertambah atau berkurang apabila ada unsur yang bisa bertambahnya atau berkurangnya suatu gas tersebut. Komponen yang konsentrasinya paling mempunyai berbagai bentuk adalah air karena air merupakan mudah terpecah dalam bentuk uap H₂O dan CO₂. Prawirowardoyo (1996) menyatakan bahwa CO₂ yang masuk kedalam atmosfer berasal dari dua sumber antara lain :

a. Sumber alami

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

b. Sumber buatan

Sumber buatan adalah CO₂ hasil dari pembakaran hutan, bahan bakar fosil,

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

Penyerapan karbon sendiri terjadi oleh proses aktivitas fotosintesis tumbuhan yang menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan air dari tanah yang kemudian menghasilkan oksigen sekaligus karbohidrat yang berakumulasi menjadi selulosa dan lignin sebagai cadangan karbon. Tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk berfotosintesis berpotensi dalam proses penyerapan CO₂ yang berada di udara sehingga dapat mengurangi efek dari gas rumah kaca di atmosfer. Dalam penyerapan karbon dioksida kemampuan tegakan pohon dalam penyerapan CO₂ disimpan sebagai biomassa. Untuk serapan CO₂ pada tegakan pohon mangrove api-api di Surabaya timur tepatnya di gunung anyar tambak ditemukan hasil serapan CO₂ sebesar 114454.4 Kg/ha dengan menggunakan rumus:

$$W_{\text{co2}} = C_{\text{tot}} \times FK_{\text{co2}}$$

Tabel 4.4 Serapan CO₂ Tegakan Api- Api

Kelas Diameter (Cm)	Jumlah (N/Ha)	Karbon Total/Ctot (Kg/Ha)	FKCO2	WCO2
5,5-7,4	470	5,062.60	3.67	18579.74
7,5-9,4	313	6,789.28		24916.66
9,5-11,4	126	4,440.50		16296.64
11,5-13,4	69	3,734.34		13705.04
13,5-15,4	34	2,625.78		9636.627
15,5-17,4	13	1,394.04		5116.14
17,5-19,4	11	1,580.66		5801.03
19,5-21,4	5	955.57		3506.928
21,5-23,4	3	3,499.15		12841.86
23,5-25,4	0	-		0
25,5-27,4	2	682.18		2503.597
27,5-29,4	1	422.38		1550.146
Total	1047	31,186.49		114454.4

Sumber: analisis

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Jumlah stok karbon berdasarkan kelas diameter mangrove api api di kelurahan gunung anyar tambak Surabaya sebesar 31,186.49 Kg/ha dari hasil perhitungan karbon atas permukaan dengan karbon bawah permukaan. Untuk serapan CO₂ mangrove api api di gunung anyar tambak, surabaya sebesar 114454.4 Kg/ha.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengukuran pada suatu tegakan di setiap petak secara berkala sehingga diketahui pendugaan perubahan stok karbon di setiap jenis pohon mangrove yang berbeda-beda.
2. Pada penelitian ini masih bisa dikembangkan dalam mengetahui pendugaan perubahan stok karbon.
3. Tingkat kepercayaan analisa korelasi sebaran antara karbon dan kelas diameter cukup rendah disebabkan nilai koefisien determinasi tidak mendekati angka 1. Hal ini dimungkinkan oleh jumlah data yang belum mencukupi karena petak berukuran 10 m x 100 m. Diperlukan kajian lebih lanjut dengan jumlah data yang cukup.
- 4.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, Hadi S. 2012. Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan Pendekatan Ecosophy bagi Penyelamatan Bumi, cetakan ke-1, Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Anwar, J., Sengli, J., Damanik, H.N dan Whitten, A.S. 1984. Ekologi Hutan Sumatra. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Australian Greenhouse Office. 1999. National Carbon Accounting System, Methods for Estimating Woody Biomass. Technical Report No. 3, Commonwealth of Australia. Australia.
- Bengen, D G. 2002. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya. Cetakan Kedua. Bogor: Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest: a Primer. USA: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Budianta, D. 2010. Pentingnya Etika Lingkungan untuk Meminimalkan Global Warming. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian dan Program Studi Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
- Chave, Jerome, Richard Condit, Salomon Aguilar, Andres Hernandez, Suzanne Lao and Rolando Perez, 2004. *Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. DOI 10.1098/rstb.2003.1425.
- Dahuri. 2003. Keanekaragaman Hayati: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Darsono, V. 1993. Pengantar Ilmu Lingkungan. Edisi revisi. Yogyakarta.
- Dharmawan IWS, Siregar CA. 2008. Karbon tanah dan penduga karbon tegakan *Avicennia marina*(Forsk) Vierh di Ciasem, Purwakarta. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 5:317-328.
- Dharma, S. 2008. Pendekatan, Jenis, Dan Metode Penelitian Pendidikan. Ditjen PMPTK.
- Sutaryo, D. Peghitungan Biomassa. Wetlands International Indonesia Programme.
- FAO. (2007). The world's mangroves 1980-2005. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159
- Hairiah, K. Dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran "Karbon Tersimpan" Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World agroforestry centre, ICRAFSA. Bogor.
- Heiskanen, 2006. BIOMASS ECV REPORT.(www.fao.org/GTOS/doc/ECVs/T12-biomass-standards-report-v01.doc).
- Hidayah, N. 2010. Cadangan Karbon Hutan Kota Palembang. Tesis. Program Studi Pengelolaan Lingkungan Program Pasca Sarjana. Universitas Sriwijaya. Palembang. xvii + 73 hlm.
- IPCC. 1995. "IPCC Second Assessment Climate Change 1995". <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2ndassessment-en.pdf>. 17 September 2013. 09.34 WIB.
- Irwanto. 2006. Keanekaragaman Fauna pada Habitat Mangrove. Yogyakarta.
- Kusmana, C. 1995. Manajemen hutan mangrove Indonesia. Lab Ekologi Hutan. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.
- Macnae, W.. 1968. "A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamp and Forest in the Indo-West Pasific Region". *Adv. Mar. Biol*, 6 :73- 270.
- Manuri, S., Putra, C.A.S dan Saputra, A.D. 2011. Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project-German International Cooperation (MRPP-GIZ).
- Mastaller, M. 1997. Mangroves: The Forgotten Forest between Land and Sea. Tropical Press Sdn.Bhd., Kuala Lumpur.
- Murdiyanto B. 2003. Proyek Pembangunan Masyarakat Pantai dan Pengelolaan Murdiyarto

- D. 1999. Perlindungan Atmosfer Melalui Perdagangan Karbon:
- Nontji, A. 2005. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- Santoso, N. 2000. Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut Tahun 2000. Jakarta.
- Sastrawijaya, A. T., 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Supardi, I. 2003. Lingkungan Hidup dan Kelestariannya. Bandung: PT Alumni.
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sutaryo,D. 2009. Penghitungan Biomassa, Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme: Bogor. 39 hlm.
- Wibisono. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia Jakarta.