ANALISA VEGETASI HUTAN MANGROVE DAN SERAPAN CO_2 DI KECAMATAN TONGAS KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR

SKRIPSI

Disusun Oleh

MUHAMMAD JA'FAR AFIFUDIN

H74215018

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

ANALISA VEGETASI HUTAN MANGROVE DAN SERAPAN CO_2 DI KECAMATAN TONGAS KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR

SKRIPSI

Diajugan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Ilmu Kelautan

Oleh :

MUHAMMAD JA'FAR AFIFUDIN

H74215018

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: M. Jafar Afifudin
NIM	: H74215018
Program Studi	: Ilmu Kelautan
Angkatan	: 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melaukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul : Analisa Vegetasi Hutan Mangrove dan Serapan CO_2 di Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Surabaya, 29 Juli 2019

Yang menyatakan

M. Jafar Afidudin
NIM. H74215018

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : MUHAMMAD JA'FAR AFIFUDIN

NIM : H74215018

JUDUL : ANALISA VEGETASI HUTAN MANGROVE DAN SERAPAN CO_2 DI KECAMATAN TONGAS KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Fajar Setiawan, M.T	Noverma, M.Eng
NIP.198405062014031001	NIP.198111182014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh M. Jafar Afifudin ini telah dipertahankan

didepan tim Penguji Skripsi

Di Surabaya, 22 Juli 2019

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II
Fajar Setiawan, M.T	Noverma, M.Eng
NIP.198405062014031001	NIP.198111182014032002
Penguji III	Penguji IV
Asri Sawiji, M.T.	Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes.
NIP. 198706262014032003	NIP. 198107252014031002

Mengetahui

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Purwati, M.Ag

NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: Jafar Afifudin
NIM	: H74215018
Fakultas/Jurusan	: SAINTEK/Ilmu Kelautan
E-mail address	: jafarjguards@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
Yang berjudul :

Analisa Vegetasi Mangrove dan Serapan CO_2 di Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 05 Agustus 2019

Penulis

Jafar Afifudin
H74215018

ABSTRAK
ANALISA VEGETASI HUTAN MANGROVE DAN SERAPAN CO_2 DI KECAMATAN TONGAS KABUPATEN PROBOLINGGO

Oleh:

M. Jafar Afifudin

Peningkatan suhu permukaan bumi akibat pencemaran gas rumah kaca salah satunya karbon menyebabkan fenomena *global warming* yang berpengaruh terhadap perubahan iklim global. Nilai ekosistem mangrove bagi manusia sangatlah besar, salah satunya sebagai *carbon sink* alami. Vegetasi mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo memiliki potensi penyerapan CO_2, sehingga penting untuk mengetahui kondisi hutan mangrove melalui kerapatan, tutupan, dan indeks nilai penting hutan. Pengukuran karbon dilakukan untuk menilai stock karbon hingga serapan CO_2 dalam vegetasi hutan mangrove dengan tanpa memanen tegakan yang ada. Teknik penentuan stasiun pengamatan menggunakan metode purposive sampling pada 7 desa pesisir Tongas. Analisa data menggunakan persamaan allometrik hingga perhitungan daya serap CO_2. Hasil konsensus vegetasi mangrove Tongas mengkategorikan bahwa kerapatan hutan mangrove tergolong rapat, dengan penututupan kanopi sedang, dan INP 142,10% untuk jenis *Rhizopora apiculata* atau bakau. Kalkulasi nilai biomassa hutan adalah 42,8 ton per hektar, dengan nilai karbon tersimpan ialah 120,7 ton per hektar. Serapan CO_2 terhitung 442,969 ton/ha dengan beban emisi 3,32667 ton/tahun hasil hitung *box model*. Data tersebut menunjukkan jika beban emisi yang terjadi mampu diserap seluruhnya oleh vegetasi hutan mangrove Kecamatan Tongas.

Kata kunci : Carbon sink, Biomassa, Stock karbon , Persamaan allometrik,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT
VEGETATION ANALYSIS OF MANGROVE FOREST AND ABSORPTION CO_2 IN DISTRICT TONGAS PROBOLINGGO REGENCY OF EAST JAVA

Oleh:

M. Jafar Afifudin

An increase in Earth's surface temperature due to greenhouse gas pollution one carbon causes a global warming phenomenon that affects global climate change. The value of the mangrove ecosystem for humans is very large, one of which is a natural carbon sink. Mangrove vegetation in the district of Probolinggo District Tongas has the potential of absorption of CO2, so it is important to know the condition of mangrove forest through the density, cover, and index of important forest values. Measurement of carbon is done to assess the stock carbon to the absorption of CO2 in the mangrove forest vegetation by without harvesting the existing stands. The observation station determination technique uses the Purposive sampling method in the 7 coastal villages of Tongas. Data analysis uses allometric equations up to CO2 absorption power calculation. The result of consensus of the mangrove vegetation of Tongas categorizes that the density of mangrove forests is a meeting, with the lid of medium canopy tupan, and INP 142.10% for Rhizopora apiculata or mangrove type. The calculation of forest biomass is 42.8 tonnes per hectare, with a stored carbon value of 120.7 tonnes per hectare. CO2 uptake accounted for 442.969 tons/ha with a 3.32667 ton/year emission load of the model box count. The Data indicates that the emission burden that occurs is able to be absorbed entirely by mangrove forest vegetation of Tongas subdistrict.

Keywords: Carbon sinks, biomass, Stock carbon, allometric equations,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI iv

PERNYATAAN KEASLIAN v

ABSTRAK vi

ABSTRACT vii

KATA PENGANTAR ix

DAFTAR ISI xi

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Ekosistem Mangrove 5

2.2 Fungsi Ekologis Ekosistem Mangrove 10

2.3 Biomassa Tumbuhan 11

2.4 Emisi Karbon 14

2.5 Karbon Hutan 16

2.6 Wilayah Pesisir Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo 21

2.7 Penelitian Terdahulu 22

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III METODE PENELITIAN 27
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 27
3.3 Alur Penelitian 29
3.4 Persiapan Penelitian 30
3.5 Pengumpulan Data 30
3.5.1 Data Primer 30
3.5.2 Data Sekunder 32
3.6 Analisa Data 32
3.6.1 Data Inventarisasi Hutan Mangrove 32
3.6.2 Data Biomassa Atas Permukaan (*Above Ground Biomass*) 32
3.6.3 Data Biomassa Bawah Permukaan (*Bellow Ground Biomass*) 33
3.6.4 Data Pendugaan Karbon Mangrove 33
3.6.5 Data Tutupan Kanopi 34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 37
4.1 Struktur Komunitas Mangrove Tongas 37
4.2 Kerapatan Jenis Mangrove 43
4.3 Penutupan Basal Jenis Mangrove 48
4.4 Indeks Nilai Penting Mangrove 49
4.5 Persentase Tutupan Kanopi 50
4.6 Biomassa Hutan Mangrove 52
4.7 Stock Karbon Hutan Mangrove 55
4.8 Daya Serap CO_2 Terhadap Emisi 57
BAB V PENUTUP 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 59

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA 61

LAMPIRAN 65

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Zonasi Ekosistem Mangrove 8
Gambar 2. 2 Bentuk Plot Ukuran Survey Inventaris Hutan 13
Gambar 2. 3 Ketentuan Pengukuran DBH 14
Gambar 3. 1 Peta Penelitian 27
Gambar 3. 2 Alur Penelitian 29
Gambar 4. 1 Peta Desa Pesisir Kecamatan Tongas 37
Gambar 4. 2 Desa Tambak Rejo 38
Gambar 4. 3 Mangrove Curah Dringu 39
Gambar 4. 4 Desa Tongas Kulon 40
Gambar 4. 5 Desa Bayeman 40
Gambar 4. 6 Desa Tongas Wetan 41
Gambar 4. 7 Desa Curah Tulis 41
Gambar 4. 8 Kerapatan Relatif Jenis Mangrove 44
Gambar 4. 9 Grafik Kerapatan Relatif Mangrove Kategori Pancang 45
Gambar 4. 10 Kerapatan Relatif Semai 47
Gambar 4. 11 Tutupan Basal Jenis Relatif 49
Gambar 4. 12 Grafik Persentase Tutupan Kanopi Mangorove 51

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Kerapatan Mangrove 10
Tabel 2. 2 Persamaan Alometrik Ekosistem Mangrove..... 17
Tabel 3. 1 Alat..... 28
Tabel 3. 2 Bahan 28
Tabel 4. 1 Jenis Mangrove Tongas 37
Tabel 4. 2 Kerapatan Jenis Mangrove Kategori Pohon..... 43
Tabel 4. 3 Kerapatan Jenis Mangrove Kategori Pancang 45
Tabel 4. 4 Kerapatan Mangrove Kategori Semai..... 46
Tabel 4. 5 Tutupan Basal Jenis Mangrove 48
Tabel 4. 6 Indeks Nilai Penting Mangrove 49
Tabel 4. 7 Biomassa Hutan Mangrove Tongas 53
Tabel 4. 8 Nilai Karbon Hutan Mangrove Kecamatan Tongas..... 55

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan nilai rata-rata suhu permukaan bumi menjadi indikator tingginya emisi gas rumah kaca di atmosfer. Akumulasi gas tiap tahunnya yang tertahan pada atmosfer secara langsung menyimpan sinar panas (sinar infra merah) dengan kecenderungan konsentrasi Gas rumah kaca yang terus mengalami kenaikan, sehingga mempengaruhi iklim secara global. Pencatatan klimatologi menyatakan bahwa dalam kurun waktu seratus tahun terakhir panas permukaan bumi meningkat dari 15^0C menjadi $15,6^0$C. Trend kenaikan ini terus terjadi hingga puncaknya pertengahan abad 20 memasuki era revolusi industri global. Menururt Ratna (2007) interaksi antropogenik seperti, tingginya penggunaan energi fosil, perubahan penggunaan lahan, degradasi dan kerusakan hutan mempercepat proses terbentuknya gas-gas rumah kaca secara alami.

Ekosistem hutan yang menunjang berbagai kehidupan makhluk ini terdiri atas tanaman dengan pohon-pohon besar, semak belukar, dan tumbuhan tanah yang memiliki jasad yang hidup diatas dan dibawah permukaan tanah. Kemampuan hutan dalam menyerap karbon dioksida dapat mengontrol konsentrasi karbon di atmosfer. Proses metabolisme tumbuhan hutan berupa fotosintesis menjadikan karbon dioksida di atmosfer sebagai energi untuk mengimulsikan glukosa dan zat hara lainnya.

Hutan mangrove merupakan salah satu sumberdaya potensial yang dikenal sebagai ekosistem hutan pesisir yang tumbuh disekitar muara sungai atau daerah pasang surut air laut. Kemampuan mangrove dalam menyerap karbon diudara menurut Sadelie (2012) sebanyak 67,7 Metrik Ton CO_2 per tahun. Pernyataan lain dari Donato (2012) juga mengemukaan bahwa ekosistem mangrove memiliki kemampuan dalam mengikat karbon lebih baik dibandingkan hutan terestrial dan hutan hujan tropis, tercatat 1.023 Ton C/ha atau setara 3.756 Ton CO_2/ha. Luas tutupan hutan mangrove Indonesia antara 2,5 – 4,5 juta hektar. Angka ini mencapai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

25% total keseluruhan luas mangrove dunia (Zainuddin dan Gunawan, 2014 dalam Widarni 2017).

Variasi dari jenis tanaman yang ada di hutan mangrove didominasi oleh beberapa pohon dan semak yang mempunyai kemampuan tumbuh yang bersalinitas tinggi. Penyimpanan karbon dalam struktur bagian tumbuhan terbagi menjadi beberapa bagian termasuk batang, daun, tunggul, biji, kulit kayu dari vegetasi strata hidup diatas permukaan tanah. Stok karbon besar lainnya berasal dari karbon bawah permukaan tanah atau disebut *below ground.* Unsur organik yang kaya pada tanah ekosistem mangrove akan sangat rentan melepaskan gas rumah kaca bila mengalami perubahan. Penjelasan ini sesuai dengan yang ada pada Al-Qur'an Surah Asy-Syua'raa, ayat 7 dan 8 seperti berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ (٧) إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ (٨)

*"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuhan-tumbuhan yang baik? Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. Dan kebanyakan mereka tidak Beriman."(*QS. Surah Asy-Syua'raa 26 :7-8)

Sebagai ekosistem pesisir yang memiliki jasa lingkungan yang beragam namun kurang dari segi jasa ekonomis membuat area ini banyak di konversikan menjadi tambak yang dianggap lebih menguntungkan. Kegiatan ini menjadikan ekosistem mangrove pulau jawa dalam kurun waktu 20 tahun mengalami degradasi yang signifikan (FAO, 2010). Sehingga dirasa perlu pengukuran dan kajian ulang untuk mengetahui kondisi aktual tutupan mangrove terkhusus Kecamatan Tongas. Menurut hasil penelitian Yuwono (2015) menunjukkan jika pemanfaatan lahan mangrove Kabuten Probolinggo menjadi tambak dan lahan terbuka lain tergolong tinggi. Tercatat pada tahun 2012 lahan penurunan luasan mangrove mencapai nilai 0,41 km^2, sedangkan luasan tambak yang ada terjadi penambahan 0,11 km^2. Mangrove yang terkonversi menjadi lahan terbuka menjadi sebanyak 0,26 km^2,sehingga lahan mangrove yang tercadangkan sekitar 1,83 km^2 menurut deskripsi spasial yang dilakukan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Secara administratif Kabupaten Probolinggo memiliki 24 kecamatan namun yang masuk kedalam kawasan pesisir hanya 7 kecamatan, dengan total 39 Desa pesisir. Garis pantai keseluruhan Kabupaten Probolinggo adalah 72, 110 Km. Bentang wilayah menurut kordinat antara 112^0 51' – 113^0 30' BT dan 7^0 40' – 8^0 10' LS. Kecamatan Tongas sendiri terdiri dari 7 Desa pesisir yang terdiri dari desa Bayeman, Dungun, Curahdringu, Tongas Wetan, Tongas Kulon, Curahtulis, Tambakrejo. Panjang garis pantai Kecamatan tongas tercatat 8103 Km, atau sama dengan 11% dari total seluruh panjang garis pantai Kabupaten Probolinggo (Sukandar, 2017).

Penelitian simpanan karbon dirasa perlu mengingat kebutuhan aktualisasi data dan referensi terkait tutupan dan cadangan karbon hutan mangrove khususnya pada kawasan mangrove Kecamatan Tongas, Kabupaten Probolinggo. Menurut data IKPLHD (2018) kerapatan vegetasi mangrove Tongas tergolong jarang dengan nilai 600 – 1000 ind/ha, sedangkan persentae penutupan 60% yang termasuk sedang. Ekosistem pesisir khususnya mangrove memiliki nilai jasa lingkungan yang kompleks. Melalui kegiatan pengukuran ini dapat diketahui kondisi tutupan mangrove, juga nilai karbon tersimpan pada hutan mangrove. Sehingga usaha mitigasi karbon dalam rangka mengurangi dampak pemanasan global melalui konservasi dapat lebih diperhatikan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi vegetasi hutan mangrove Kecamatan Tongas Probolinggo Jawa Timur ?
2. Berapa nilai serapan CO_2 dalam hutan mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo Jawa Timur ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kondisi vegetasi hutan mangrove Kecamatan Tongas Probolinggo Jawa Timur.
2. Mengetahui nilai serapan CO_2 dalam hutan mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.4 Batasan Masalah

1. Parameter yang dihitung untuk mengetahui kondisi hutan meliputi kerapatan, tutupan, dan indeks nilai penting hutan mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo
2. Parameter untuk mengetahui serapan CO_2 hanya terkait biomassa dan stock karbon pada kawasan hutan mangrove Kecamatan Tongas Probolinggo

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menjadi inventarisasi data mengenai kondisi tutupan hutan mangrove pada daerah pesisir Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo dan nilai stock karbon tersimpan pada mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo.
2. Menjadi media informasi bagi masyarakat untuk selalu menjaga ekosistem mangrove yang ada.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

Kata mangrove secara umum mengacu pada habitat. Sehingga beberapa hal kata ini digunakan untuk menunjuk pada jenis – jenis tumbuhan yang berformasi hingga yang ada dipinggir mangrove seperti *Barringtonia* dan formasi *Pes – carpae* (Yus, 2006). Tingkat adaptasi tumbuhan mangrove dengan kondisi lingkungan pesisir yang tidak menentu seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar salinitas tinggi, hingga kondisi tanah yang tidak terlalu stabil membuat ekosistem ini unik. Secara morfologi mangrove memiliki sistem perakaran yang tidak beraturan (*pneumatofora*) misal seperti jangkar, berbentuk pensil pendek dan melebar, dan akar tunjang yang tumbuh dari batang dan dahan untuk memperkokoh batang. Kandungan air tinggi yang ada pada daun. Jaringan internal mangrove juga dapat menyimpan air dengan kadar salinitas tinggi sehingga terjaga keseimbangan osmotik (LPP Mangrove, 2009).

Keanekaragaman mangrove Indonesia lebih bervariasi bila dibandingkan wilayah lain. Tercatat jenis mangrove yang tumbuh di Indoenesia setidaknya ada 202 jenis, 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit, dan satu jenis paku. Sebanyak 33 jenis dari total keselurahan, adalah jenis pohon mangrove sejati (*true mangrove*) sedangkan sisanya dikenal berjenis mangrove ikutan (*Associate* associate). Bentuk struktural mangrove umumnya akan ditemukan tegakan *Avicennia marina* dengan tinggi 1 – 2 meter pada kawasan pantai yang tergenang air laut. Selanjutnya tegakan campuran seperti *Bruguiera – Rhizopora – Ceriops* yang tingginya mencapai 30 meter. Wilayah perairan terbuka akan dijumpai jenis *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*, dan pada wilayah sungai hingga muara yang bersalinitas rendah dapat ditemukan jenis *Nypa frutican* dan *Sonneratia casiolaris*. Bebrapa jenis mangrove jarang ditemukan rendah kecuali mangrove pada tingkat anakan dan jenis semak seperti *Acanthus ilicifolius* dan *Acrostichum aerum* (Yus, 2006).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Faktor pertumbuhan mangrove tergantung dari kondisi paramater fisik dan parameter lingkungan yang ada. Sehingga komunitas tumbuhan mangrove akan terzonasi mengikuti pola terkait faktor lingkungan seperti tipe tanah (lumpur, pasir, atau gambut), salinitas, keterbukaan dari hempasan gelombang, dan kondisi pasang surut. Tomlinson (1994) berpendapat bahwa tingginya nilai variatif faktor lingkungan mangrove menyulitkan pengamat dalam menganalisa keterkaitan antara spesies vegetasi dengan kondisi ekoligisnya. Berikut faktor – faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap penyebaran mangrove :

1) Suhu / Temperatur

   Fluktuasi suhu maksimum bagi pertumbuhan mangrove tidak lebih dari 5^0C hingga 40^0C, dalam kisaran suhu daerah tropis (Kennish, 1990). Limpahan spesies tumbuhan mangrove akan menurun pada daerah subtropis dan seterusnya (Tomlinson, 1994).

2) Salinitas

   Kadar salinitas bagi pertumbuhan optimum mangrove berkisar dari 10 – 60 $^0/_{00}$, sedangkan untuk jenis mangrove *Nypa fruticans* pada kisaran 2 – 22 $^0/_{00}$ (payau) sehingga tidak dapat tumbuhan pada kondisi *hypersaline*. Mangrove maksimal tumbuh dimana sungai memberikan air tawar cukup untuk mencegah *hypersaline* sehingga konstan pada nilai 28 $^0/_{00}$ (Nyabakken, 1992).

3) Sedimentasi / substrat

   Ekosistem mangrove akan tumbuh pada daerah intertidal dengan jenis tanah berlumpur, lempung, atau pasir. Kandungan bahan organik yang terkandung pada endapan lanau, dan lempung halus sangat dibutuhkan untuk perkembangan *seedling* (Hogart, 1999).

Bentang lebar zonasi mangrove jarang melebihi 4 kilometer, kecuali pada kawasan estuari serta teluk yang dangkal atau tertutup. Daerah seperti Sungai Sembilang Sumatera Selatan lebar mangrove yang tumbuh mencapai 18 kilometer. Hal seperti ini juga terjadi di sepanjang sungai Barito, Kalimantan Selatan, panjang bentang zona mangrove mencapai puluhan kilometer. Adapaun kawasan yang tererosi dan curam, lebar zona mangrove jarang mencapai 50 kilometer. Sehingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

zonasi tumbuh mangrove terbagi menjadi zona mangrove terbuka, zona mangrove tengah, zona mangrove payau, dan zona mangrove darat.

a) Zona Mangrove Terbuka

Komposisi flora yang terdapa pada zona ini dipengaruhi oleh substratnya. Jenis mangove *Sonnerati alba* cenderung mendominasi subtrat berpasir, sedangkan jenis *Avicennia marina* dan *Rhizopora mucronata* sering dijumpai pada substrat berlumpur.

b) Zona Mangrove Tengah

Zona yang ini didoominansi oleh jenis *Rhizopora*. Zona mangrove tengah terletak setelah zona mangrove terbuka. Dominansi lain yang ditemukan oleh Samingan (1980) di karang Agung adalah *Bruguiera gymnorhiza, Excoecaria agallocha, Rhizopora mucronata, xylocarpus granatum, dan xylocarpus moluccensis.*

c) Zona Mangrove Payau

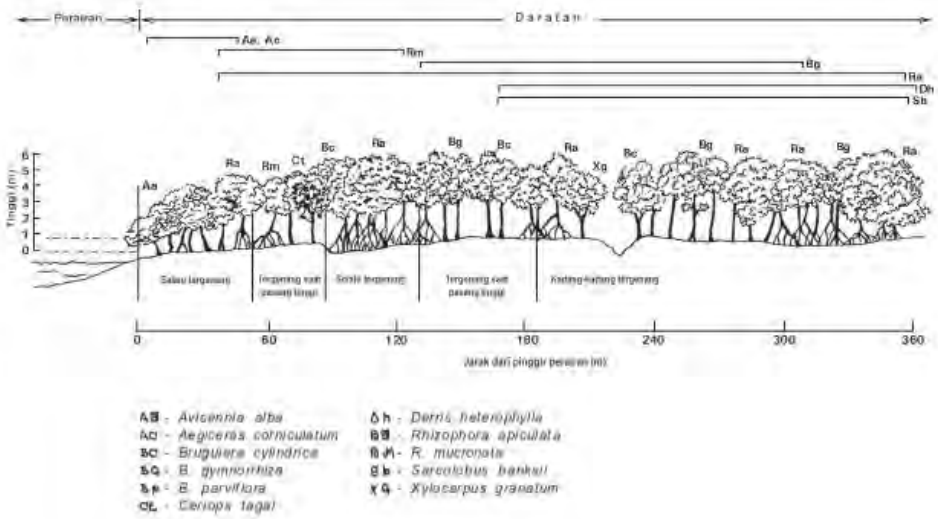
Sebaran zona ini terteletak di sepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Jalur – jalur tersebut seringkali ditemukan tegakan *Nypa frutican* yang bersambung dengan vegetasi *Xylocarpus granatum, Gluta renghas*. Sedangkan jalur kearah pantai akan lebih banyak tegakan jenis *Sonneratia – Nypa*.

d) Zona Mangrove Daratan

Persebaran zona ini berada di belakang zona jalur hijau mangrove sebenarnya dengan kondisi perairan payau atau hampir tawar. Jenis yang umum ditemukan termasuk *Lumnitzera racemosa, Pandanus sp, Xylocarpus moluccensis* (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1993).

Menurut penjelasan diatas dapat di ilustrasikan bentang zonasi ekositem mangrove dari yang terdekat dengan wilayah laut hingga yang terjauh hingga darat seperti pada gambar 2.1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2. 1 Zonasi Ekosistem Mangrove

Sumber : Yus, 2006

Bentuk zonasi yang ada pada kenyataannya tidaklah sesederhana itu. Banyak zonasi yang tumpang tindih dan bercampur serta struktur masing – masing daerah akan berbeda. Hal ini menyebabkan korelasi setiap daerah akan tidak selalu sama. Sehingga dirasa perlu pengukuran mandiri untuk setiap kawasan ekosistem mangrove yang ada di Indonesia. Inventarisasi hutan mandiri umunya ditentukan secara puposive sampling dengan tetap melibatkan keterwakilan kawasan penelitian menggunakan petak contoh. Berikut persamaan hitung keterwakilan dari petak ukur :

$$\text{luas yang diamati} = \text{IS} \times \text{luas areal hutan}$$

$$\text{Jumlah Plot} = \frac{\text{luas yang diamati}}{\text{luas petak ukur}} \text{ (Indriyatno, 2006)}$$

Penilaian kondisi ekosistem mangrove melalui data aktual terkait lingkar batang utama sehingga dapat ditinjau kondisi terkait kerapatan jenis (Di), kerapatan relatif jenis (RDi), frekuensi jenis (Fi), frekuensi relatif jenis (FRi), dominansi jenis (Ci), dan dominansi relatif jenis (DRi), dan Indeks Nilai Penting (INP) (Muhamad, 2017).

1. Jumlah tegakan jenis *i* dalam suatu luasan area plot adalah kerapat jenis (Di). Hasil perbandingan antara jumlah tegakan jenis i (*ni*) dengan jumlah total seluruh tegakan adalah kerapatan relatif (RDi), dihitung dengan rumus :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$D = \frac{\text{total individu}}{\text{total luas plot}}$$ ..... (Persamaan 1)

$$D = \frac{ni}{A}$$ ..... (Persamaan 2)

$$RDi = \left(\frac{ni}{\Sigma n}\right) \times 100$$ ..... (Persamaan 3)

Keterangan :

D : Kerapatan (ind/ha)

ni : jumlah tegakan jenis ke-i

A : luas plot ukut

Σn : jumlah total tegakan jenis ke-i

RDi : Kerapatan Relatif

2. Peluang ditemukan jenis *i* dalam cakupan plot yang diamati adalah frekuensi jenis (Fi). Perbandingan antara frekuensi jenis *i* (Fi) dengan jumlah seluruh frekuensi jenis yang ditemui (ΣF) adalah frekuensi relatif (RFi), dihitung dengan rumus :

$$Fi = \frac{pi}{\Sigma p}$$ ..... (Persamaan 4)

$$RFi = \left(\frac{Fi}{\Sigma F}\right) \times 100$$ ..... (Persamaan 5)

Keterangan :

Fi : Frekuensi jenis-i

Pi : jumlah plot ditemukan jenis-i

Σpi : jumlah plot yang diamati

RFi : Frekuensi Relatif

3. Luasan tutupan dasar jenis *i* dalam satuan area pengamatan (plot) adalah dominansi jenis (Ci). Perbandingan antara luasan tutupan dasar jenis (Ci) dengan total luasan area tutupan seluruh jenis (ΣC) adalah dominansi relatif jenis (RCi), dihitung dengan rumus :

$$Ci = \frac{\Sigma BA}{A}$$ ..... (Persamaan 6)

$$RCi = \left(\frac{Ci}{\Sigma C}\right) \times 100$$ ..... (Persamaan 7)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$BA = \frac{\pi \times d\hat{}2}{4}$$ .....(Persamaan 8)

Keterangan :

Ci : tutupan basal jenis dalam plot i

A : luas total plot

RCi : Penutupan basal relatif jenis (%)

DBH : diamater batang setinggi dada

CBH : lingkar batang setinggi dada

BA : Basal Area (cm^2/m^2)

4. Metode analisa untuk mengetahui kondisi ekosistem mangrove dengan menggunakan Indeks Nilai Penting (INP). INP adalah jumlah dari nilai kerapat relatif jenis (RDi), nilai frekuensi relatif jenis (RFi), dan nilai dominansi relatif jenis (RDi), sehinga dapat dituliskan dalam persamaan seperti berikut :

$$INP = RDi + RFi + RCi$$ .....(Persamaan 9)

Kriteria hasil penilaian kondisi mangrove mengacu pada KEPMEN – LH No 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove. Penggolongan kondisi ekosistem mangrove yang diamati berdasarkan kerapatan dan nilai tutupan (%) sesuai tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kriteria Kerapatan Mangrove

Kriteria	Penutupan (%)	Kerapatan (Pohon/ha)
Sangat padat	≥ 75	≥ 1500
Sedang	≥ 50 - < 75	≥ 1000 - < 1500
Jarang	< 50	< 1000

Sumber : KEPMEN – LH No 201 Tahun 2004

2.2 Fungsi Ekologis Ekosistem Mangrove

Keberadaan ekosistem mangrove sepanjang pantai, dan muara sungai bagi wilayah pesisir sangatlah penting. Peran dan fungsi masing – masing ekosistem akan saling mendukung, apabila terjadi kerusakan salah satu komponen akan berpengaruh terhadap keseimbangan ekoistem secara keseluruhan. Sarmila (2012) bependapat bahwa mangrove memiliki fungsi fisik, fungsi biologis, dan fungsi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ekonomi. Fungsi fisik dan biologi atau juga sering disebut fungsi ekologis mangrove yang melibatkan kegiatan antropogenik dalam pemanfaatan langsung atau tidak langsung. Secara biologis fungsi mangrove sebagai :

1. Tempat bertelur dan memijah beberapa komunitas ikan dan pertumbuhan pasca larva (*spawning and nursery ground*),
2. Habitat satwa liar seperti beberapa jenis primata, biawak, buaya, dan burung,
3. Penyedia unsur hara yang berasal dari daun atau searasah yang diurai oleh biota dekomposer seperti cacing dan kepiting, juga sumber makanan bagi biota konsumen kelas kedua dan lanjutan,
4. Penghasil oksigen untuk menjaga kualitas lingkungan hidup dalam ekosistem.

Meninjau aspek fisik mangrove sendiri berfungsi untuk :

a. Sedimen trap atau penahan ednapan sedimen terlarut yang dapat memperluas daratan.
b. Sabuk hijau penahan abrasi pantai dari gelombang, arus, dan banjir, serta terpaan angin.
c. Instrusi alami air laut ke daratan.
d. Perangakap zat – zat pencemar (*pollutan sink*) baik udara ataupun CO_2.

Ekosistem mangrove dapat mereduksi CO_2 melalui mekanisme *sekuestrasi* atau karbon bebas akan tererap dan tersimpan dalam beberapa bagian seperti tumbuhan, serasah, dan materi organik tanah (Hairiah dan Rahayu, 2007). Jasa ekologis biomassa dan *carbon sink* pada ekosistem mangrove tidak termasuk potensi biofisik. Pemanfaatan langsung dari pengolahan hasil mangrove berupa hasil kayu hanya 4,1% sedangkan fungsi optimal mangrove dalam menyerap karbon bisa mencapai 77,9% (Darusman, 2006).

2.3 Biomassa Tumbuhan

Jumlah bahan organik total yang terdapat pada pohon baik daun, ranting, cabang utama, maupun akar merupakan biomassa tumbuhan. Perbandingan jumlah biomassa atas permukaan tanah (*above ground biomassa*) lebih besar bila dibandingkan dengan biomassa bawah permukaan (*bellow ground biomassa*)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

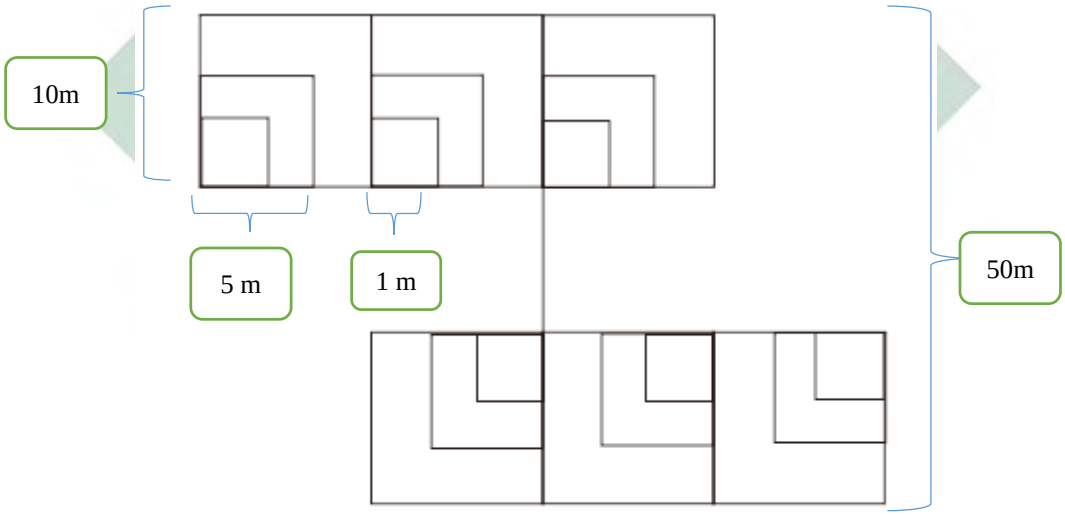
sehingga terkadang mewakili pendugaan biomassa secara keseluruhan. Hal ini berdasarkan pendapat dari Brown (1997) bahwa biomassa adalah total jumlah total materi hidup diatas permukaan pada suatu pohon dengan satuan berta kering ton per satuan luas. Faktor yang mempengaruhi besarnya biomassa yaitu kerapatan individu dan tergantung dari jarak antar tegakan (Tresna dan Upik, 2002). Berikut beberapa istilah yang disebutkan oleh Clark (1979), terkait penelitian tentang biomassa :

a. Biomassa hutan (*Forest biomass*) adalah volume total makhluk hidup dari semua spesies pada waktu tertentu dan dibagi dalam 3 kelompok utama yaitu pohon, semak, dan vegetasi lain
b. Pohon lengkap (*Complete tree*) komponen kesluruha dari pohon termasuk aka, tunggul/tunggak, batang, cabang, dan daun – daun.
c. Tunggul dan akar (*Stump and roots*) mengacu kepada tunggul, dengan ketinggian tertentu yang ditetapkan oleh praktek – praktek setempat dan keseluruhan akar. Pertimbangan yang diperhatikan dengan mengesampingkan diamater akar yang lebih kecil dari diameter minimum yang ditetapkan.
d. Batang diatas tunggul (*Tree above stump*) merupakan seluruh komponen pohon kecuali akar dan tunggul atau biasa disebut biomassa pohonlengkap.
e. Batang (*Stem*) adalah komponen pohon mulai dari atas tunggul hingga pucuk dengan mengecualikan cabang dan daun
f. Batang komersial adalah bagian pohon diatas tunggul dengan diameter tertentu.
g. Tajuk pohon (*Stem topwood*) adalah bagian dari batang terntentu hingga ke pucuk.
h. Cabang (*branches*) semua dahan dan ranting kecuali daun
i. Dedaunan (*foliage*) semua duri, daun bunga dan buah

Nilai biomassa juga dipengaruhi oleh besarnya diameter tegakan itu sendiri, hal seperti ini dikarenakan semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomassanya juga akan semakin besar. Sebanding dengan pengaruh diameter, tinggi tegakan juga akan menambah nilai biomassa suatu tegakan. Seiring

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pertumbuhannya suatu tegakan mangrove maka akan menghasilkan nilai biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula. Fenomena ini disebabkan oleh proses fotosintesis yang menyerap CO_2 dari atmosfer akan dialokasikan ke daun, ranting, batang, dan akar sebagi penunjang pertumbuhan (Syukri, 2017). Bentuk petak contoh (*plot*) yang digunakan adalah bentuk bujur sangkar, kelebihan dari plot ini memudahkan pengamat berpindah tempat saat pengamatan tegakan dalam plot serta memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Kekurangan dari bentuk plot ini ialah praktikan akan susah membentuk bujur sangkar pada kondisi hutan yang tidak menentu. Luasan sub-plot yang digunakan sesuai SNI teknis pendugaan cadangan karbon kategori pohon minimal 100 m^2, untuk kategori pancang 25 m^2, dan untuk kategori semai ,dan sampling serasah 1 m^2. Berikut gambaran bentuk plot pengukuran tegakan ekosistem mangrove.

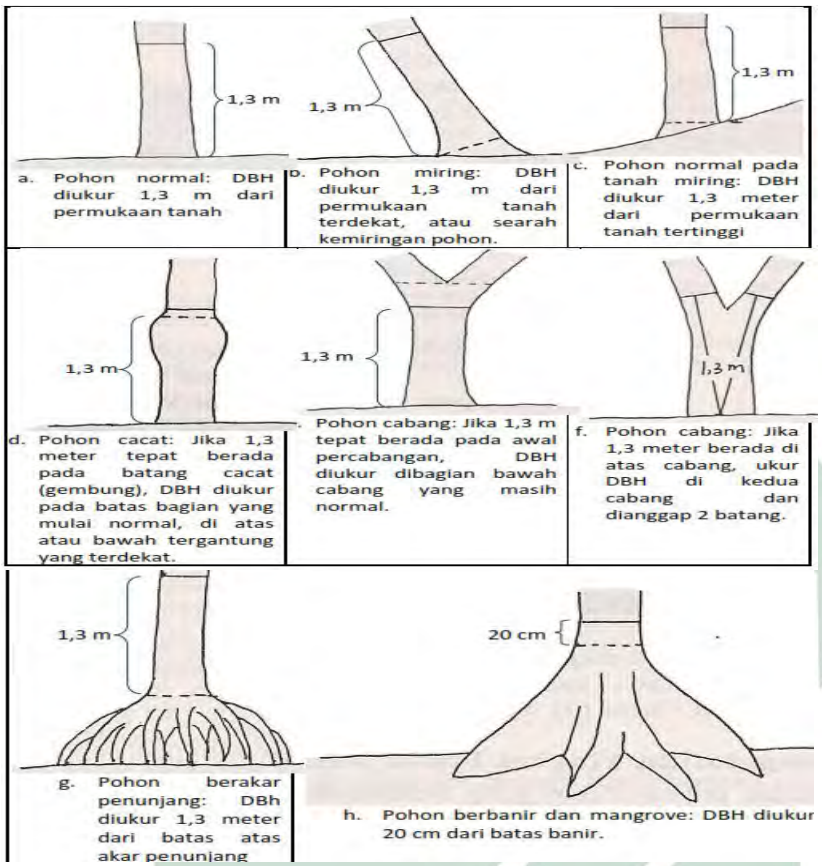


Gambar 2. 2 Bentuk Plot Ukuran Survey Inventaris Hutan

Kandungan biomassa pada kantong karbon menjadi estimasi data awal untuk menduga cadangan karbon. Pengukuran lingkar batang utama setiap tegakan pohon, tiang, pancang, sesuai pada masing-masing plot pengamatan. Pengukuran batang pohon dilakukan setinggi dada orang dewasa (*DBH = Diameter at Breast High = 1,37* m dari permukaan tanah). Identifikasi jenis tegakan dan kelompokkan sesuai kategori lingkar batang utama masing – masing. Lingkar batang untuk kategori

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

semai < 5 cm, kategori pancang lingkar batang <16 cm dan tinggi ≤ 1 meter, sedangkan kategori pohon lingkar batang utama > 16 cm. Data sampling pada setiap plot pengamatan tercatat mengenai waktu sampling, kordinat lokasi, lingkar utama batang, tinggi tegakan, jenis tegakan, dan kategori tegakan. Berikut ketentuan dalam pengukuran lingkar batang utama sesuai pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Ketentuan Pengukuran DBH

Sumber : Manuri, 2011

2.4 Emisi Karbon

Emisi dalah hasil kegiatan antropogenik yang meningkatkan konsentrasi gas – gas *Greenhouse effect* seperti Carbon dioxide, Methane, Chlorofluoro carbon, dan Nitron oxide. Meningkatnya konsentrasi gas – gas diatas akan menaikkan efek penambahan panas suhu permukaan bumi. Pertukaran oksigen saat kita hirup akan dikembalikan dalam bentuk CO_2 ke udara. Bentuk interaksi lainnya yaitu pembakaran bahan bakar pabrik dan kendaraan bermotor mengeluarkan karbon dioksida dalam jumlah besar (Ramlan, 2002).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Emisi karbon berdasarkan sifat pelepasan sumber pencemarnya terbagi menjadi dua jenis :

1. Emisi karbon primer bersifat langsung dari hasil pembakaran bahan bakar fosil untuk produksi indsutri dan transportasi.
2. Emisi karbon sekunder bersifat tidak langsung dari hasil daur hidup organik.

Persamaan hitung tingkat emsisi pada suatu area dan tinggi pencemaran menggunakan metoda *Box model*. Metode *Box model* adalah Asumsi untuk menduga konsentrasi polutan merata tersebar dalam kotak. Kontribusi inputan emisi daerah yang ditinjau menjadi komponen hitung dalam perhitungan ini adalah data emisi dari IKLHD Probolinggo 2018, dan luasan administratif penelitian. Berikut persamaan hitung yang digunakan.

$$\text{Volume Box} = \text{L(m)} \times \text{H} \quad \text{(Persamaan 10)}$$

$$t = \frac{\text{L(m)}}{\text{U(s)}} \quad \text{(Persamaan 11)}$$

$$\text{q} = \frac{\text{total emisi } (\mu\text{g/m}^3)}{\text{L (m)}} \quad \text{(Persamaan 12)}$$

$$\text{c} = \frac{\text{q} \times \text{L}}{\text{U} \times \text{H}} \quad \text{(Persamaan 13)}$$

$$\text{E} = \frac{\text{volume} \times \text{C} \times (1 \times 10^{-6})}{\text{t}} \quad \text{(Persamaan 14)}$$

Keterangan : L = luasan penelitian (m^2)
H = tinggi inversi (m)
t = waktu tempuh (m/s)
u = kecepatan angin (m/s)
q = Rata - rata emisi pencemar ($\mu g/m^2/sec$)
C = konsentrasi pencemar ($\mu g/m^3$)
E = Emisi CO (ton/tahun)

Kualitas udara diwilayah Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo menurut hasil uji sampel Badan Lingkungan Hidup pada Rest area Tongas tercatat nilai CO adalah 3795 $\mu g/Nm^3$ (IKPLHD, 2018). Beban emisi daerah Kecamatan Tongas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selanjutnya dihitung menggunakan metoda Box Model sehinga diperoleh nilai 8,43333E^{-15} ton CO per hari. Nilai ini digunakan untuk mengetahui beban emisi udara yang terjadi pada daerah penelitian.

2.5 Karbon Hutan

Hutan, tanah, laut dan atmosfer semuanya menyiman karbon dengan perpindahan dinamis yang berbeda – beda sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini disebut juga dengan kantong karbon aktif (*active carbon pool*). Sehingga perubahan hutan dapat merubah kesetimbangan karbon dengan penambahan karbon terlepas ke atmosfer saat terjadinya pengurangan karbon pada hutan. Defisit karbon lainnya terdapat pada bahan bakar fosil yang tertimbuna jauh dalam tanah. Terjadinya pelepasan karbon dari bahan bakar fosil akan mempengaruhi simpanan karbon yang sebelumnya tidak berinteraksi dengan atmosfer menjadi bertambah. Menurut Dandun (2009) karbon dapat dikembalikan dengan beberapa cara :

1. Pengikatan karbon melalui proses fotosintesis tumbuhan, yang membutuhkan karbondioksida untuk mengubah karbohidrat dan pelepasan oksigen ke atmosfer. Percepatan proses ini akan meningkat pada tanaman hutan yang baru saja tumbuh.
2. Pemanfaatan karbon oleh organisme dekat permukaan air laut. Drah dengantingkat produsen tinggi ini akan menggunakan karbon untuk membentuk cangkang yang keras. Proses ini menyebabkan aliran karbon ke lapisan air.
3. Pelarutan kadar karbondioksida di wilayah kutub dengan temperatur yang lebih rendah. Selanjutnya CO_2 terlarut akan terbawa oleh sirkulasi termohalin yang membawa massa air permukaan kedalam lapisan air yang lebih dalam.

Kegiatan pengukuran biomassa dalam penelitian ini memakai metode tanpa pemanenan (*Non – destructive*) dengan pendataan hutan secara *in situ*. Keunggulan metode ini lebih efisien dalam hal waktu dan biaya, sedangkan kekurangannya beresiko terjadinya galat (error), dan ketersedian data alometrik yang bervariasi untuk masing – masing lokasi dan spesies (Dandun, 2009). Melalui inventarisasi karbon hutan maka dilakukan penghitungan pada 4 kantong karbon yang meliputi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati, dan karbon organik tanah. Berikut penjelasan dari 4 kantong karbon tersebut :

a) Biomassa atas permukaan adalah semua material hidup di atas permukaan tanah. Bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari tingkatan pohon atau tingkat tumbuhan bawah di lantai hutan. Berikut persamaan pendugaan karbon atas permukaan kategori pohon.

Tabel 2. 2 Persamaan Alometrik Pendugaan Karbon Mangrove dari DBH

No	**Spesies**	**Nama lokal**	**Persamaan alometrik**
1	*Aegiceras floridum*	Teruntun	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)
2	*Avicennia sp*	Api - api	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)
3	*Avicennia marina*	Api - api jambu	$B = 0{,}1848\ (D)^{2,3624}$ (Dharmawan & Siregar, 2008)
4	*Bruguiera cylindrica*	Tanjang putih	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)
5	*Bruguiera gymnorhiza*	Tanjang merah	$B = 0{,}0754\ (D)^{2,505} * \rho$ (Kauffman & Donato, 2012)
6	*Ceriops tagal*	Tangar	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)
7	*Lumnitzera littorea*	Teruntun merah	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)
8	*Lumnitzera racemosa*	Api - api balah	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)
9	*Rhizopora apiculata*	Bakau minyak	$B = 0{,}43\ (D)^{2,63}$ (Kauffman & Donato, 2012)
10	*Rhizopora mucronata*	Bakau kurap	$B = 0{,}128(D)^{2,60}$ (Fromard, 1998)
11	*Sonneratia alba*	Bogem	$B = 0{,}3841(D)^{2,101} * \rho$ (Kauffman & Donato, 2012)
12	*Sonneratia sp*	Bogem	$B = 0{,}184\ (D)^{2,3524} * \rho$ (Dharmawan & Siregar, 2008)
13	*Xylocarpus granatum*	Nyirih laut	$B = 0{,}0832(D)^{2,21}$ (Dharmawan & Siregar, 2008)
14	*Excoecaria agallocha*	Buta-buta	$B = 0{,}251\ \rho\ (D)^{2,46}$ (Komiyama, 2005)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan :

D = diameter tegakan (cm)

ρ = berat jenis tegakan (gram/cm^3)

B = biomassa tegakan (kg/m^2, Ton/ha)

Nilai berat jenis kayu dari masing – masing jenis mangrove menurut penelitian Komiyama et. al (2005) Kauffman and Donato (2012) terlampir pada **tabel 2.3** seperti berikut.

Tabel 2. 3 Persamaan Hitung Biomassa Jenis

No	Jenis Mangrove	Nama Lokal	Berat Jenis Kayu (g/cm^3)
1	*Rhizopora apiculata*	Bakau Minyak	0.77 (Komiyama, 2005)
2	*Bruguiera gymnorrhiza*	Tanjang Merah	0.699 (Komiyama, 2005)
3	*Avicennia alba*	Api-api putih	0.506 (Kauffman & Donato, 2012)
4	*Xylocarpus granatum*	Nyiri laut	0.528 (Komiyama, 2005)
5	*Avicennia marina*	Api-api jambu	0.67 (Kauffman & Donato, 2012)
6	*Avicennia officinalis*	Api-api ludat	0.67 (Kauffman & Donato, 2012)
7	*Excoecaria agallocha*	Buta-buta	0.45 (Krisdiyanto, 2012)
8	*Sonneratia alba*	Bogem	0.475 (Komiyama, 2005)
9	*Sonneratia caseolaris*	Pedada	0.34 (Kauffman & Donato, 2012)

Pendugaan biomassa tumbuhan dengan persamaan umum untuk tegakan vegetasi tingkat pancang dihitung seperti berikut (Solichin, 2011):

$$\text{AGBs} = \exp[-3{,}068 + 0{,}957 \ln(D^2 \times H)] \text{ ..... (Persamaan 15)}$$

Keterangan :

AGBs = biomassa atas permukaan tingkat pancang (kg)

D = diameter (m)

H = tinggi (m)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengukuran biomassa pada tingkat semai dilakukan dengan penghitungan berat jenis kayu.

Csm= $47\% \times Wsm$ ..... (Persamaan 16)

Keterangan :

Csm : estimasi kandungan karbon tingkat semai

Wsm : berat kering tingkat semai

b) Biomassa bawah permukaan adalah semua biomassa dari akar yang hidup. Pengukuran ini tergolog sulit sehingga digunakan persamaan hitung seperti berikut :

RBD = $\exp(-1{,}0587 + 0{,}8836 \times \ln AGB)$ ..... (Persamaan 17)

Keterangan :

RBD : biomassa akar (Mg/ha)

AGB : biomassa permukaan (Mg/ha)

c) Bahan organik mati meliputi serasah. Ukuran diameter serasah dinyatakan lebih kecil dari diameter yang ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Berikut perhitungan biomassa bahan organik mati.

NS= $RBKB \times BB \times 1000$..... (Persamaan 18)

Keterangan :

NS : Nekromasa Serasah (kg)

RBKB : Rasio Berat Kering Basah Serasah

BB : Berat Basah serasah (gr) dalam sub plot A

Akumulasi karbon dalam biomassa atas permukaan dan bawah permukaan akan kembali ke atmosfer melalui proses respirasi dan dekomposisi. Karbon organik tersimpan dalam tanah akan terbawa ke perairan berupa karbon organik terlarut (*Dissolved Organic Carbon*) atau partikel terlarut (*Particulate Organic Carbon*) (Ulumuddin dan Kiswara, 2010). Estimasi biomassa dapat menggunakan metode allometrik. Persamaan tersebut menghubungkan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan ukuran keseluruhan organisme. Studi biomassa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hutan/pohon digunakan untuk mengetahui hubungan antara volume tumbuhan dengan berat kering secara keseluruhan (Sutaryo, 2009). Biomassa pada setiap plot pengukuran akan dikonversi dalam satuan ton per hektar, sehingga untuk menghitung total biomassa dalam sebuah plot dapat menggunakan rumus :

$$\text{BP plot} = \left((\Sigma\text{BPpohon}) * \frac{10}{\text{plotP}}\right) + \left((\Sigma\text{BPpancang}) * \frac{10}{\text{plotC}}\right) + \left((\Sigma\text{BPsemai}) * \frac{10}{\text{plotS}}\right) \text{ ..... (Persamaan 19)}$$

Keterangan :

BP plot : Total biomassa dalam plot (ton/ha)

BP plot P : Total biomassa pohon (kg)

BP plot C : Total biomassa pancang (kg)

BP plot S : Total biomassa semai (kg)

plot P : luas plot Pohon (m^2)

plot C : luas plot Pancang (m^2)

Plot S : luas plot Semai (m^2)

Namun tidak semua kolam karbon masuk dalam perhitungan sebelumnya melainkan hanya untuk kategori tegakan saja. Nilai biomasa lain yang tersimpan dalam setiap bagian seperti serasah dan biomassa bawah permukaan pada masing plot juga dihitung dalam setiap stasiun pengamatan dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{BStasiun} = \frac{\Sigma\text{BPplot}+\Sigma\text{BAplot}+\Sigma\text{NSplot}}{\text{Nplot stasiun}} \text{ .....(Persamaan 20)}$$

Keterangan :

ΣBPplot : Jumlah biomassa atas permukaan

ΣBAplot : Jumlah biomassa akar

ΣNSplot : Jumlah biomassa serasah

N plot stasiun : jumlah plot dalam stasiun

Sehingga estimasi nilai karbon tersimpan dalam vegetasi mangrove diukur dengan persamaan yang umum digunakan yaitu mengkalikan faktor konversi kadar karbon senilai 0,47 (Solichin, 2011), terhitung seperti berikut :

$$\text{Cstock} = \Sigma\text{biomassa} \times \text{CF} \text{ ..... (Persamaan 21)}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan :

C stock : total karbon pada plot (ton/ha)

Σbiomassa : jumlah total biomassa hutan mangrove (ton/ha)

Cf : Carbon Fraktion (senilai 0,47) (SNI 7724: 2011)

Serapan CO_2 oleh vegetasi mangrove dapat dihitung dengan mengkonversi dalam bentuk CO_2 dengan persamaan berikut:

$$CO2 = \frac{Mr\ CO2}{Ar\ C} \times CO \text{ .....(Persamaan 22)}$$

Keterangan :

CO_2	: Daya Serap CO_2
Mr CO_2	: Berat Molekul Relatif Senyawa CO_2 (44)
Ar C	: Berat Molekul Relatif Atom C (12)
C	: Stock Karbon Hutan (ton/ha)

2.6 Wilayah Pesisir Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo

Karakteristik wilayah pesisir Probolinggo terbagi menjadi wilayah pesisir Kabupaten dan wilayah pesisir Kota Madya. Secara umum baik wilayah pesisir Kabupaten Probolinggo dan Kota Madya Probolingo memiliki daerah yang cukup luas. Tercatat kabupaten Probolinggo memiliki 24 kecamatan namun yang masuk kedalam kawasan pesisir hanya 7 kecamatan yang terbagi lagi menjadi 39 Desa pesisir. Garis pantai keseluruhan Kabupaten Probolinggo adalah 72, 110 Km. Bentang wilayah menurut kordinat antara 112^0 51’ – 113^0 30’ BT dan 7^0 40’ – 8^0 10’ LS. Kecamatan Tongas terdiri dari 7 Desa pesisir yang terdiri dari desa Bayeman, Dungun, Curahdringu, Tongas Wetan, Tongas Kulon, Curahtulis, Tambakrejo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.7 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tujuan	Parameter/Data	Metode	Hasil
1	Perhitungan Stok Karbon Hutan Mangrove Probolinggo (*Estimating Carbon Stock of Mangrove Forest In Probolinggo*)	Iif Miftahul Ihsan, Joko Prayitno dan Arif Dwi Santoso (2016).	Memperkirakan jumlah stok kabon berdasarkan kandungan biomassa.	Data kerapatan mangrove, Data diamater tegakan mangrove, Data curah hujan, Data kandungan karbon tanah	Purposive sampling	Stok karbon hutan mangrove perairan Pilang Kota Probolinggo dapat disimpulkan bahwa masing – masing plot sebesar 28,89 Mg / ha, 51, 07 Mg/ha, dan 35,61 Mg / ha dimana tanah memiliki stok karbon terbesar pada masing-masing plot 25,03 Mg / ha, 48,04 Mg / ha, dan 35,46 Mg / ha.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2	Analisis Simpanan Karbon Dioksida pada Mangrove *Rhizopora apiculata* (Blume) di Kawasan mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling kabupaten pasuruan jawa Timur	Ana Alifiyah Rahayu (2018)	Mengetahui cadangan karbon dalam mangrove jenis *Rhizopora apiculata*	Data Kerapatan Mangrove jenis *Rhizopora apiculata*. Parameter ligkungan.	Purposive sampling	Estimasi karbon tersimpan pada ekosistem mangrove mencapai 2405,07 ton/ha. Hubungan antar cadangan karbon dengan persen tutupan benilai koefisien determinasi (R^2) sebesr 0,094. Artinya berkorelasi positif tetapi tidak kuat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3	Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi Mangrove Hubungannya Dengan Tutupan Kanopi di Ampallas, Kelurahan Bebanga, Kecamatan Kaluku Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat	Muhammad Syukri (2017)	Mengetahui Cadangan Karbon pada Vegetasi Mangrove dan Korelasi dengan Tutupan Kanopi	Data Kerapatan Mangrove, Data Estimasi Cadangan Karbon, Data Tutupan Kanopi Mangrove	Random Sampling	Hasil rata – rata karbon organik daun sebesar 19,37 g/m^2, akar 18,35 g/m^2. Kulit batang 19,52 g/m^2.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4	Ragam Spesies Mangrove dan Estimasi Stock Karbon yang Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Labuhan Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamonga	Surono Edi Saputro (2018)	Megidentifikasi ragam jenis mangrove yang ada di hutan dan estimasi biomassa dan stock karbon tersimpan dalam mangrove Desa Labuhan Kec, Brondong Kab, Lamongan	Data diamater tegakan mangrove, Data persamaan allometrik, Data identifikasi jenis mangrove	Random sampling (24 titik)	Data inventarisasi jenis mangrove yang ditemukan, Data estimasi karbon tersimpan dalam vegetasi hutan mangrove

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5	Analisa Perbandingan Stok Karbon pada Kawasan Mangrove Alami dan Rehabilitasi di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara	Yusuf (2016)	Mengetahui perbandingan stok karbon pada hutan mangrove alami dengan kawasan mangrove rehabilitasi	Data kerapatan mangrove kategori pohon, data perhitungan dugaan karbon	Purpoive sampling	Hasil rata-rata karbon tersimpan pada mangrove alami lebih besar dibanding pada kawasan mangrove rehabilitasi

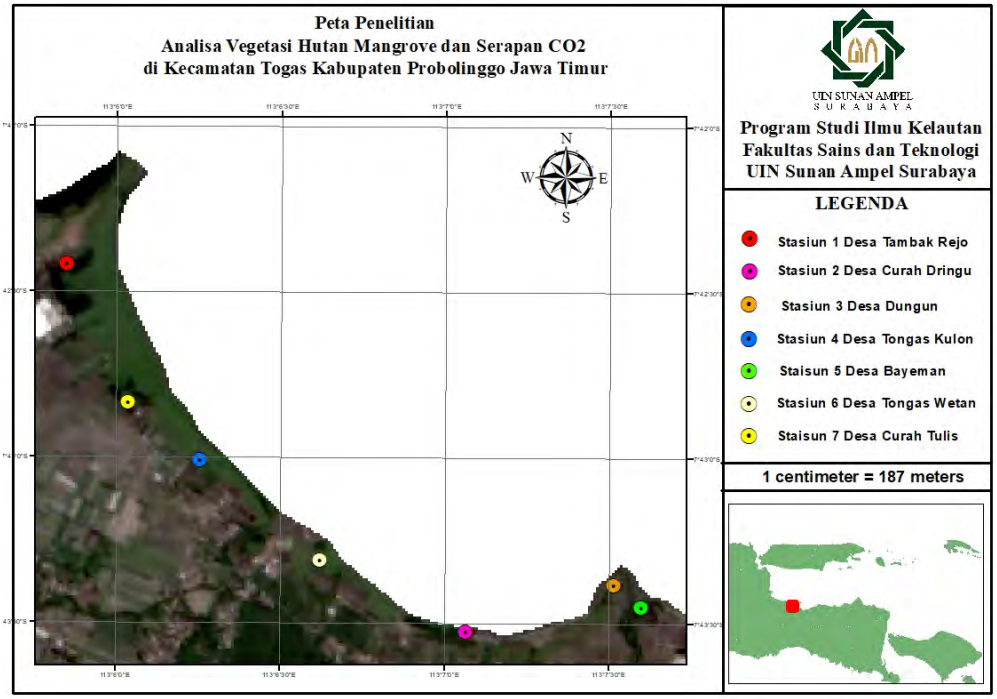
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2019. Pengambilan data lapangan dilakukan di kawasan ekosistem mangrove Kecamatan Tongas, dengan luas daerah 7,726053 LS – 113,128359 BT sampai 7,707959 LS – 113, 096535 BT Kabupaten Probolinggo Jawa timur gambar 3.1. Pengolahan data dan analisa dilakukan di laboratorium integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.



Gambar 3. 1 Peta Penelitian

Sumber : Citra Digital 2019

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian mulai dari kegiatan sampling data lapang, hingga pengolahan data meliputi beberapa hal terlampir pada tabel 3.2 berikut :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

No	Alat	Fungsi
1	Alat tulis	Mencatat hasil pengukuran
2	*Global Positioning System* (GPS)	Menandai lokasi pengambilan data
3	Lensa kamera *fish-eye*	Pengukur kanopi tegakan
4	Parang	Alat bantu pengambilan sampel semai
5	Roll Meter	Mengukur petak pengamatan
6	Pita Ukur	Alat bantu ukur lingkar batang
7	Tali Rafia	Pembatas setiap plot pengamatan
8	*Laser Distance Meter*	Alat pengukur ketinggian tegakan vegetasi
9	Oven	Mengeringkan sampel

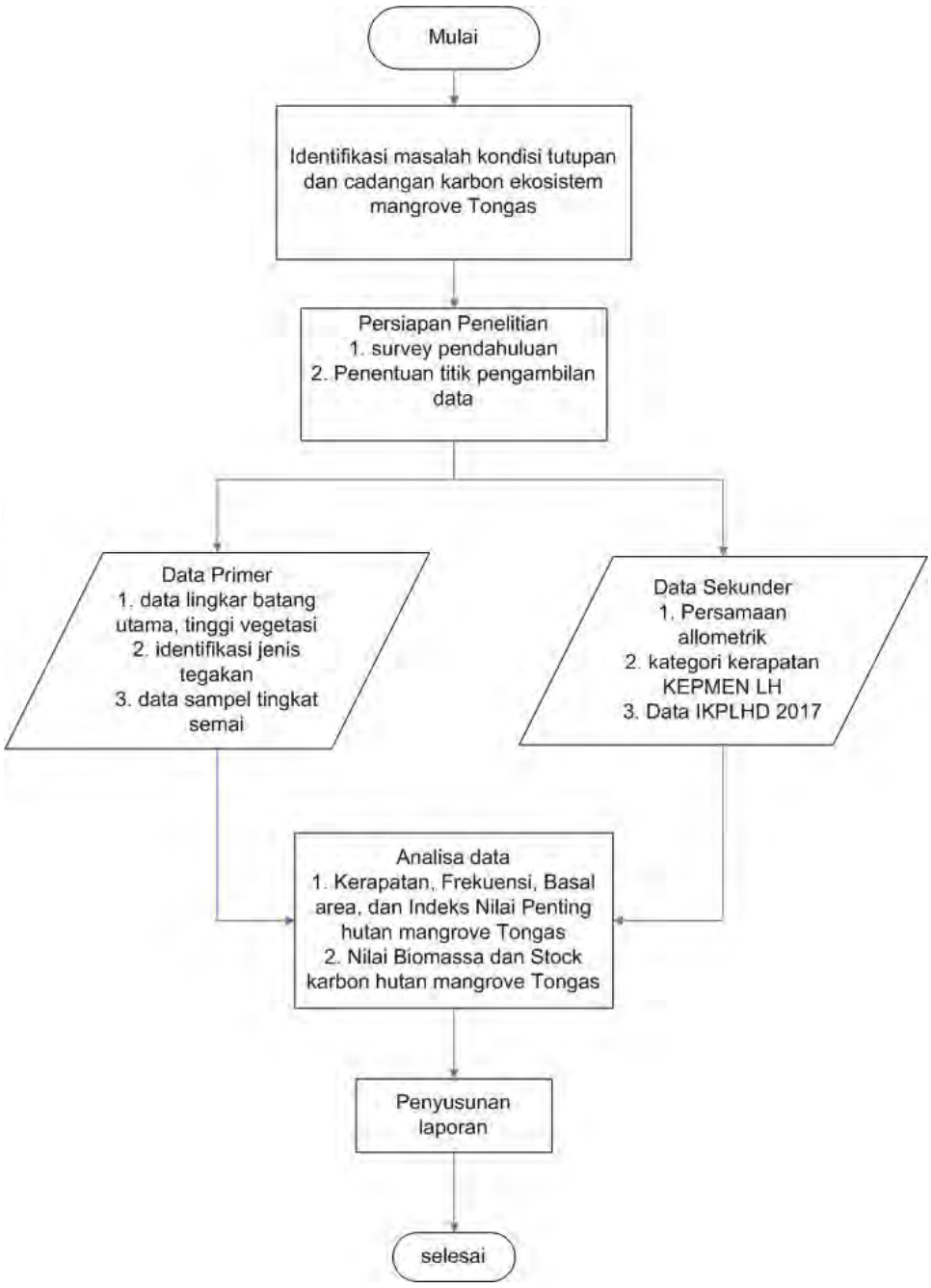
Tabel 3. 2 Bahan

No	Bahan	Fungsi
1	Sampel serasah	Sampel biomassa bahan organik mati
2	Sampel tingkat semai	Sampel biomassa atas tingkat semai
3	Kertas Label	Penanda sampel lapangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Alur Penelitian

Kegiatan penelitian tentang cadangan karbon pada ekosistem mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo dilaksanakan melalui beberapa tahapan penelitian seperti identifikasi masalah, persiapan penelitian pengumpulan data, analisa data, penyusunan laporan. Semua kegiatan penilitian ini dilakukan dengan urut dan terstruktur seperti dalam diagram alir gambar 3.2



Gambar 3. 2 Alur Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4 Persiapan Penelitian

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah mencari literatur sesuai dengan topik penelitian melalui berbagai sumber kepenulisan seperti jurnal dan buku referensi ilmiah lainnya, serta dengan konsultasi dosen pembimbing mengenai arah dari penelitian ini. Hasil kajian studi literasi ini menjadi penentu penelitian ini perlu dilakukan atau tidak. Penghitungan keterwakilan data menurut hasil digitasi citra satelit. Berikut hasil perhitungan

Luas mangrove Tongas = 90,2 ha (Digitasi Citra Satelit)

Luas plot = 10 x 10 m = 100 m^2 sebanyak 6 plot sehingga total menjadi = 0,06 ha

Intensitas sampling = 2,7% jumlah petak contoh

$$\text{Luas yang diamati} = 2{,}7\% \times 90{,}2\ ha = 2{,}4354$$

$$\text{Jumlah Plot} = \frac{\text{luas yang diamati}}{\text{luas petak ukur}} = \frac{2{,}4354}{0{,}06} = 40{,}59 \text{ plot}$$

3.5 Pengumpulan Data

Teknik penentuan titik sampling menggunakan purposive sampling dengan tujuan memudahkan penelitian yang dilakukan terfokuskan pada satu populasi target yang spesifik. Kelebihan teknik ini memudahkan para peneliti dalam mengakses lokasi penelitian seperti contoh dekat dengan jalan, sungai, atau kanal sehingga menghindarkan dari biaya yang besar. Purposive sampling ini mengambil sampel pada 7 desa pesisir dengan 2 plot ukur pada masing – masing desa dengan 3 perulangan, total data terukur 42 sampel.

3.5.1 Data Primer

Data primer yang diperoleh dari pengukuran secara *in – situ* di lokasi pengamatan dengan memperhatikan beberapa ketentuan seperti *Diameter Breast Hight* (DBH). Berikut data primer yang akan diukur:

1. Data inventarisasi hutan

   Pengambilan data untuk inventarisasi hutan mangrove dilakukan seperti berikut :

   a. Tentukan peletakkan petak contoh.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Menghitung diamater pohon dilakukan dengan pengukuran lingkar batang utama catat pada sheet.
c. Pencatatan tinggi tegakan menggunakan alat bantu pengukur tinggi vegetasi, lalu dicatat ketinggiannya dalam sheet.
d. Kelompokkan sesuai kategori tegakan pohon, pancang, dan semai.
e. Selanjutnya identifikasi jenis tiap tegakan yang ditemukan.

2. Data biomassa tingat semai

Penghitungan berat jenis kayu dilakuakan untuk mengetahui biomassa kategori semai. Sampel dilakukan dengan destructive seperti berikut.

a. Ambil seluruh bagian tumbuhan semai mangrove.
b. Bersihkan dari lumpur.
c. Oven pada suhu 60^0 selama 2 hari.
d. Timbang dan catat berat kering sebgai kandungan biomassa semai.

3. Data sampel serasah

Langkah pengambilan sampel serasah adalah sebagai berikut :

a. Letakkan plot ukuran 1 x 1 meter.
b. Kumpulkan serasah yang ada dalam plot.
c. Timbang berat basah serasah.
d. Ambil sub sampel 100 g yang berupa campuran dan timbang berat basahnya.
e. Keringkan sub sampel dalam oven pada suhu 80^0 C selama 24 jam dan timbang berat keringnya.

4. Foto tutupan kanopi

Estimasi kanopi dengan metode *Hemispherical Photography* dengan bantuan pengamatan kamera seperti berikut :

a. Ambil gambar tutupan kanopi dalam plot dalam 4 titik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Pengambilan gambar dengan lensa kamera mengahadap ke atas setinggi dada.
c. Hindari sinar matahari langsung.
d. Simpan hasil foto untuk analisa dengan software *ImageJ*.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder acuan meliputi data spasial dan data atribut. Data aribut merupakan data berbentuk tulisan maupun angka-angka, seperti persamaan alometrik untuk jenis pohon tertentu, panduan identikasi jenis manrove, dan ketentuan kondisi hutan terbitan KEPMENLHK. Data spasial terdiri dari letak geografis, dan peta administratif wilayah kecamatan Tongas kabupaten probolinggo.

3.6 Analisa Data

Analisa data dan perlakuan pengeringan sampel lapang menggunakan oven dilakukan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Beberapa data dari kegiatan sampling lapangan dianalisa dengan metode analisis alometrk dengan bantuan software Microsoft Excel berdasarkan persamaaan hitung yang ada (persamaan 1 – 21). Data tutupan kanopi diolah dengan menggunakan software ImageJ yang berprinsip pada pixel hasil foto. Penyusunan laporan hasil penelitian menggunakan software Microsft Word.

3.6.1 Data Inventarisasi Hutan Mangrove

Data pengamatan *in – situ* tegakan mangrove dari masing – masing plot pengamatan akan diolah menggunakan perhitungan untuk mengetahui nilai kerapatan, frekuensi, dominansi, dan Indeks Nilai Penting. Rumus yang digunakan adalah persamaan 1 – persamaan 9, maka akan diketahui nilai kerapatan, frekuensi, dominansi, hingga INP.

3.6.2 Data Biomassa Atas Permukaan (*Above Ground Biomass*)

Pengukuran biomassa tumbuhan dengan persamaan alometrik pada tabel 2.2 untuk kategori pohon. Biomassa kategori pancang dihitung dengan rumus persamaan 10, dan untuk kategori semai dengan persamaan 11. Bahan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

organik mati atau yang disebut dengan nekromasa juga menyimpan karbon. Biomassa pada serasah dihitung dengan persamaan 13.

(Persamaan 13) $$\mathrm{NS} = \mathrm{RBKB} \times \mathrm{BB} \times 1000$$

Keterangan :

NS : Nekromasa Serasah (kg)

RBKB : Rasio Berat Kering Basah Serasah

BB : Berat Basah serasah (gr) dalam sub plot A

3.6.3 Data Biomassa Bawah Permukaan (*Bellow Ground Biomass*)

Ukuran biomassa bawah permukaan sulit diperkirakan menggunakan teksnis manual, seperti pencabutan akar keseluruhan (*destructive*). Sehingga perhitungannya menggunakan persamaan yang telah dikembangkan. Rumus hitung untuk biomassa bawah permukaan sesuai persamaan 12.

$$\mathrm{RBD} = \exp(-1{,}0587 + 0{,}8836 \times \ln AGB) \text{ ..... (Persamaan 17)}$$

Keterangan :

RBD : biomassa akar (Mg/ha)

AGB : biomassa permukaan (Mg/ha)

3.6.4 Data Pendugaan Karbon Mangrove

Nilai total biomassa ekosistem mangrove diperloeh dari penjumlahan seluruh nilai biomassa atas permukaan dan biomassa bawah permukaan. Perhitungan biomassa total ekosistem mangrove menggunakan persamaan 14 dan 15, selanjutnya diperoleh biomassa total ekosistem mangrove terukur. Biomassa mangrove terukur ini akan diektraploasi menggunakan rumus persamaan 16 untuk mengetahui nilai duga karbon (ton/ha).

$$\mathrm{BP\ plot} = \left((\Sigma\mathrm{BPpohon}) * \frac{10}{\mathrm{plotP}}\right) + \left((\Sigma\mathrm{BPpancang}) * \frac{10}{\mathrm{plotC}}\right) + \left((\Sigma\mathrm{BPsemai}) * \frac{10}{\mathrm{plotS}}\right) \text{ ..... (Persamaan 19)}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan :

BP plot : Total biomassa dalam plot (ton/ha)

BP plot P : Total biomassa pohon (kg)

BP plot C : Total biomassa pancang (kg)

BP plot S : Total biomassa semai (kg)

plot P : luas plot Pohon (m^2)

plot C : luas plot Pancang (m^2)

Plot S : luas plot Semai (m^2)

$$\text{BStasiun} = \frac{\Sigma\text{BPplot}+\Sigma\text{BAplot}+\Sigma\text{NSplot}}{\text{Nplot stasiun}} \quad \text{.....(Persamaan 20)}$$

Keterangan :

ΣBPplot : Jumlah biomassa atas permukaan

ΣBAplot : Jumlah biomassa akar

ΣNSplot : Jumlah biomassa tanaman rendah

N plot stasiun : jumlah plot dalam stasiun

$$\text{Cstock} = \Sigma\text{biomassa} \times \text{CF} \quad \text{.....(Persamaan 21)}$$

Keterangan :

C terserap : rata – rata karbon pada plot (ton/ha)

Σbiomassa : jumlah total biomassa hutan mangrove (ton/ha)

Cf : Carbon Fraktion (senilai 0,47) (SNI 7724: 2011)

3.6.5 Data Tutupan Kanopi

Foto tutupan mangrove yang diambil secara *in – situ* diolah dalam software *ImageJ*. Pertama buka file hasil foto lapangan dan pastikan jumlah pixel awal dan ukuran gambar awal (MB). Ubah ukuran foto menjadi 8 – bit, sehingga tampilan foto menjadi abu – abu / *grayscale*. Pastikan ukuran foto berubah menjadi lebih kecil (MB). Pisahkan pixel langit dan tutupan dengan klik image – adjust – Threshold. Selanjutnya sesuaikan komposisi cahaya untuk memperoleh ratio dua tipe digital pixel tersebut, lalu tekan *apply*. Hitung banyaknya pixel yang bernilai 255 sebagai interpretasi tutupan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mangrove dengn mengklik Analyze – histogram. Persentase tutupan mangrove merupakan perbandingan dari jumlah pixel 255 dengan jumlah seluruh pixel (Σp) dikali 100%.

(Persamaan 17) $\text{persentase tutupan mangrove} = \left(\frac{P255}{\Sigma p}\right) \times 100\%$

Keterangan :

P255 : pixel 8 – bit

Σp : total jumlah pixel kamera

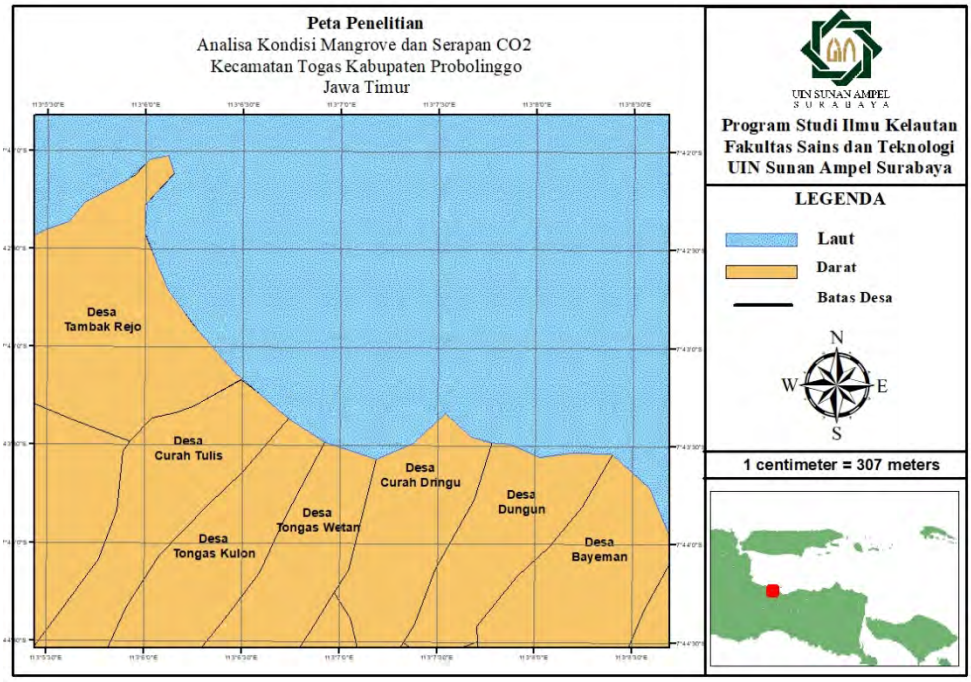
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Struktur Komunitas Mangrove Tongas

Penutupan mangrove kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo terbagi pada masing-masing desa pesisir yaitu desa Tambak Rejo, desa Curah Dringu, desa Tongas Kulon, desa Bayeman, desa Tongas Wetan, dan Curah Tulis. Berikut peta kawasan Desa Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo terlampir pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Peta Desa Pesisir Kecamatan Tongas

Komposisi jenis yang ditemukan terdiri 5 mangrove mayor seperti jenis *Rhizopora apiculata, Avicennia marina, Sonneratia alba, Excoecaria agallocha, Acanthus illosovius.* Mangrove minor yang ditemukan ada 2 jenis yaitu *Sesovium portulacastrum, Cyperus rotundus*. Sebaran mangrove pada setiap stasiun dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Jenis Mangrove Tongas

Jenis	Nama Lokal	Stasiun						
		1	2	3	4	5	6	7
Rhizopora apiculata	Bakau	√	√	√	√	√	√	√

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jenis	Nama Lokal	1	2	3	4	5	6	7
Avicennia marina	Api-api	-	√	√	√	√	√	√
Soneretia alba	Bogem	-	-	√	-	√	√	-
Excoecaria agaloca	Buta-buta	-	-	-	√	√	√	√
Acanthus illicofolius	Jeruju	-	-	-	√	-	-	-
Sesuvium portulacastrum	Krokot	-	-	-	√	√	-	√
Cyperus rotundus	Rumput teki	-	-	-	√	-	-	√

Sumber : Pengolahan Data Mangrove

Stasiun 1 berlokasi di Desa Tambak Rejo di daerah daratan terluar dari mangrove, dimana terdapat satu jenis mengarove yang ditemukan yaitu *Rhizopora apiculata*. Lingkar batang yang terhitung rata-rata 20 cm hingga 62 cm yang menunjukkan jika vegetasi ini sudah berumur tua. Beberapa tegakan mangrove diluar petak pengamatan ditemukan jenis mangrove *Avicennia marina* dan *Sesuvium portulacastrum* yang tumbuh mengelilingi struktur komunitas mangrove *Rhizopora apiculata*. Berikut gambaran tutupan mangrove Tambak Rejo pada gambar 4.2.

Gambar 4. 2 Desa Tambak Rejo

Pengamatan didesa Curah Dringu menunjukkan kondisi mangrove yang terbuka sehingga struktur komunitas mangrove yang tumbuh terdampak langsung oleh pasang surut air laut. Sehingga jenis mangrove yang ditemukan adalah *Rhizopora apiculata* dan jenis *Avicennia marina* sesuai dengan pernyataan Noor dkk (2012) bahwa mangrove ini mendominasi pada kawasan pesisir berlumpur. Jenis vegetasi lainnya yang ditemukan adalah *Casuarina equisitofolia* atau nama lokal cemara laut, dan jenis mangrove minor *Sesuvium portulacastrum* atau krokot dan vegetasi rendah *Spinifex littoreus* atau rumput lari-lari yang tidak masuk dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

plot pengamatan. Vegetasi ini tumbuh pada zona yang lebih tertutup dan tidak langsung terdampak oleh pasang surut air laut. Berikut gambaran kondisi mangrove desa Curah Dringu pada gambar 4.3.

Gambar 4. 3 Mangrove Curah Dringu

Kondisi pengamatan pada stasiun 3 bertempat di Desa Dungun dengan struktur mangrove terbuka, dekat dengan tambak dan termasuk daerah yang menjorok ke laut atau tanjung, bersedimen pasir halus hingga kasar. Mangrove yang tumbuh memiliki lingkar batang rata-rata 30 cm hingga 80 cm yang menunjukkan vegetasi ini termasuk berumur tua. Jenis yang ditemukan antara lain *Sonneratia alba* atau bernama lokal bogem berada pada zona terluar, selanjutnya dikuti jenis *Rhizopora apiculata* atau bakau, dan pada zona tengah kedarat terdapat *Avicennia marina* atau api – api.

Lokasi pengamatan mangrove Desa Tongas Kulon berdekatan dengan tambak udang, sungai , dan juga tempat bersandar kapal para nelayan setempat. Kawasan ini termasuk zonasi mangrove tertutup yang tidak terdampak langsung oleh pasang surut air laut. Jenis mangrove mayor yang tumbuh termasuk *Rhizopora apiculata*, *Excoecaria agallocha*, *Avicennia marina*, sedangkan untuk mangrove minor yaitu jenis *Sesuvium portulacastrum* atau krokot, dan *Acanthus illicofolius* atau jeruju dan *Cyperus rotundus* atau rumput teki. Vegetasi lainnya yang ditemukan adalah mangrove jenis *Nypa frutican* atau nipah yang tidak masuk dalam petak ukur yang dibuat. Berikut gambaran kondisi mangrove desa Tongas Kulon pada gambar 4.4.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4. 4 Desa Tongas Kulon

Pengukuran mangrove stasiun 5 berada di Desa Bayeman yang berdekatan dengan muara sungai dan tambak ikan milik warga. Jenis mangrove yang ditemukan hampir sama dengan stasiun 4 dengan lingkar batang rata – rata lebih kecil yaitu 15 cm – 54 cm yang menunjukkan umur yang lebih muda, dengan subrat dasar pasir berlumpur. Jenis mangrove minor yang tumbu hanya jenis *Sesuvium portulacastrum* atau krokot. Berikut gambaran kondisi mangrove desa Bayeman pada gambar 4.5.

Gambar 4. 5 Desa Bayeman

Selanjutnya stasiun 6 pengamatan mangrove di Desa Tongas Wetan. Jenis mangrove yang ditemukan adalah bakau atau *Rhizopora apiculata*, Bogem atau *Sonneratia alba*, Buta-buta atau *Excoecaria agallocha*, dan Api – api atau *Avicennia marina*, dengan lingkar batang rata – rata 17 cm hingga 37 cm. Tutupan mangrove di lokasi ini tumbuh di dalam petak bekas tambak sepanjnag garis pantai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dengan tingkat pertumbuhan yang rapat dan bersubtrat lumpur. Berikut gambaran lokasi sampling stasiun 6, pada gambar 4.6.

Gambar 4. 6 Desa Tongas Wetan

Lokasi terakhir yaitu pengamatan mangrove Desa Curah Tulis. Lokasi plot pengukuran dimulai dari mangrove terluar hingga 50 meter tegak lurus ke arah laut. Kondisi yang teramati mangrove tumbuh dalam zona tertutup, dekat dengan tambak udang dan petak sawah warga sekitar. Subtrat yang ditemui adalah pasir berlumpur dengan padatan mangrove *Avicennia marina, Rhizopora apiculata, Excoecaria agallocha,* yang relatif rendah dalam petak ukur. Lingkar batang yang terukur untuk jenis mangrove Bakau pada lokasi mulai dari 8 cm hingga 30 cm , sedangkan untuk jenis mangrove Api – api mulai dari 10 – 20 cm. Berikut gambaran kondisi mangrove desa Curah Tulis pada gambar 4.7.

Gambar 4. 7 Desa Curah Tulis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Bentuk zonasi yang mangrove Kecamatan Tongas pada kenyataannya tumpang tindih dan bercampur serta struktur masing – masing daerah akan berbeda. Sehingga menyebabkan penilaian untuk setiap daerah akan tidak selalu sama. Sehingga dirasa perlu pengukuran mandiri untuk setiap kawasan ekosistem mangrove yang ada. Sesuai data pengamatan yang telah dilakukan struktur zonasi pertumbuhan mangrove yang ditemukan berbeda – beda. Stasiun 1 dan stasiun 2 berlokasi pada Desa Tambak Rejo dan Curah Dringu termasuk dalam zona mangrove tengah dengan struktur komunitas jenis mangrove terbanyak adalah *Rhizopora apiculata*. Zona mangrove tengah menurut Noor (2006) terletak dibelakang zona mangrove terbuka dengan kondisi yang akan tergenang oleh pasang sedang.

Kategori zona mangrove terbuka ada pada stasiun 3 desa Dungun dengan vegetasi mangrove yang ditemukan adalah jenis *Sonneratia alba, Avicennia marina* tumbuh berhadapan langsung dengan laut. Mangrove yang tumbuh pada zona ini tergenang air laut secara langsung setiap harinya. Menurut Noor (2006) zona ini selalu tergenang walau pada saat pasang rendah. Sedangkan menurut Tri (2013) menyatakan jenis *Sonneratia alba* banyak ditemukan pada tepian yang menjorok kelaut dengan kadar salinitas tinggi. Hal ini diduga karena *Sonneratia spp* ialah mangrove pionir yang intoleran terhadap genangan air tawar dalam periode lama.

Tongas Kulon yang menjadi lokasi pengambilan data ke-empat menunjukkan formasi vegetasi yang juga berbeda. Mangrove yang teridentifikasi adalah jenis *Rhizopora apiculata, Avicennia marina, Excoecaria agallocha,* dan untuk kategori semai ditemukan jenis *Acanthus illicofolius, dan Cyperus rotundus.* Area disekitar pengambilan data dekat dengan aliran sungai juga muara. Hal ini mengindikasikan jika terdapat pemasokan air tawar yang cukup bagi petumbuhan famili Rhizoporaceae, Aviceniae, dan Excocecariae. Sesuai dengan pernyataan Noor (2006) bila jenis *Avicennia marina* dan *Excoecaria agallocha* banyak ditemukan sekitar daratan rawa dan sepanjang sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut karena pertumbuhan optimum terjadi pada kadar salinitas yang relatif lebih rendah dibanding jenis lain. Sedangkan untuk jenis *Rhizopora* spp menurut Sosia (2014) menyukai perairan pasang surut dengan pengaruh masuakan air tawar yang kuat dan permanen. Titik pengambilan sampel stasiun 5 berlokasi dekat dengan muara

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sungai Bayeman. Pencatatan jenis mengindikasikan ada kesamaan mangrove yang ditemukan karena pada lokasi stasiun 4 & 5 termasuk zonasi mangrove payau.

Stasiun pengamatan 6 dan 7 berlokasi di Desa Tongas Wetan dan Curah Tulis. Pada titik pengamatan 6 ditemukan mangrove jenis Bogem, Api – api , Bakau, dan Buta – buta. Sedangkan untuk stasiun 7 tidak ditemukan jenis *Sonneratia alba*. Hal terrsebut dimungkinkan pada stasiun 6 zona mangrove yang tumbuh terdampak langsung oleh pasang surut air laut. Formasi tegakan yang ditemukan pada titik 6 dari yang terluar adalah jenis *Sonneratia alba* dan *Avicennia marina* dan untuk tegakan yag lebih kearah darat adalah *Rhizopora apiculata* dan *Excoecaria agallocha*.

4.2 Kerapatan Jenis Mangrove

Data hasil pengukuran mangrove di lokasi pengamatan menggunakan petak ukur 100 meter per segi untuk kategori pohon, dan 25 meter per segi untuk kategori pancang, dan 1 meter persegi untuk kategori semai. Terdapat 7 stasiun pengamatan yang masing – masing dibuat 2 petak ukur dengan 3 kali perulangan, total seluruh petak pengukuran adalah 42 petak. Berikut hasil perhitungan kerapatan jenis kategori pohon Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo dilihat pada tabel 4.2.

$$\text{Kerapatan Pohon} = \frac{Total\ individu}{Total\ Luas\ Plot}$$

$$\text{Kerapatan Pohon} = \frac{225}{0{,}06} = 3750\ (ind\ per\ hektar)$$

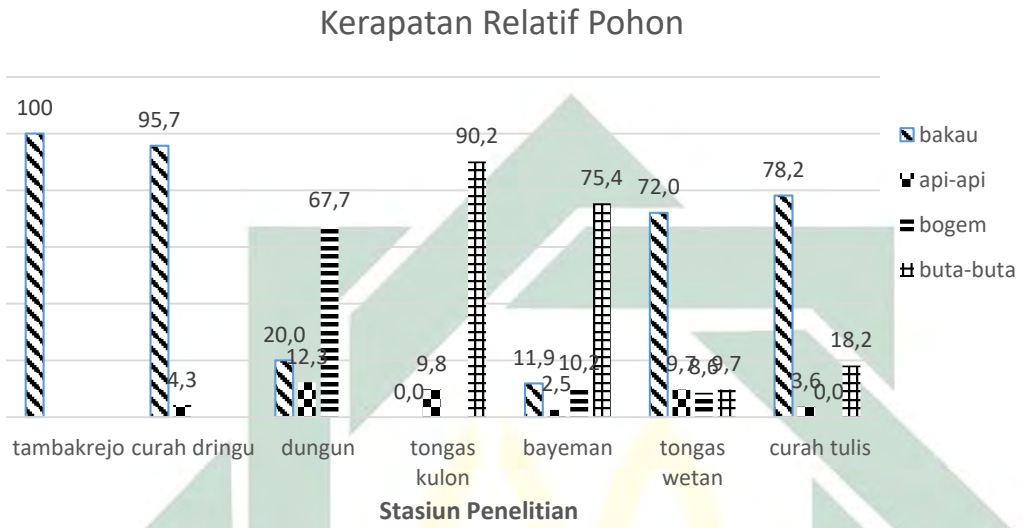
Tabel 4. 2 Kerapatan Jenis Mangrove Kategori Pohon

Stasiun/ Kerapatan	Tambak Rejo (ind/ha)	Curah Dringu (ind/ha)	Dungun (ind/ha)	Tongas Kulon (ind/ha)	Bayeman (ind/ha)	Tongas Wetan (ind/ha)	Curah Tulis (ind/ha)
Rhizopora apiculata	3750	1116.6	317	0	233.3	1117	716.7
Avicennia marina	0	133. 3	167	100	50	167	33.33
Sonneratia alba	0	0	733	0	200	133	0
Excoecaria agallocha	0	0	0	917	1483	150	116.7
Total Kategori	3750 Rapat	1250 Sedang	1217 Sedang	1017 Sedang	1967 Rapat	1567 Rapat	867 Jarang

Hasil pengolahan data menunjukan ketegori kerapatan yang beragam. Perhitungan nilai kerapatan jenis untuk kategori pohon, Desa Tambak Rejo memiliki nilai kerapatan paling tinggi hingga 3750 individu/hektar. Sedangkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada pengamatan mangrove Desa Curah Tulis nilai kerapatan mangrove terhitung 867 individu per hektar, sehingga kerpatan mangrove yang ada tergolong jarang. Kerapatan terukur sedang menurut standar baku KEPMEN LHK No 201 Tahun 2004 jika kurang dari 1500 individu per hektar (<1000 ind/ha). Berikut grafik sebaran kerapatan jenis mangrove terukur pada Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Kerapatan Relatif Jenis Mangrove

Kerapatan relatif jenis tertinggi kategori pohon pada masing – masing stasiun pengamatan adalah jenis *Rhizopora apiculata*, sedangkan jenis mangrove yang memiliki nilai kerapatan rendah adalah *Sonneratia alba*. Kondisi ini disebabkan subtrat dasar kebanyakan stasiun pengamatan adalah lempung, kecuali stasiun 3 Desa Dungun yang bersubtrat lumpur berpasir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Edi (2018) bahwa jenis *Sonneratia alba* toleran terhadap subtrat yang lebih keras dibanding jenis *Rhizopora spp*. Adaptasi yang mangrove bakau ini dengan bentuk akar tunjang untuk menyerap udara pada kondisi miskin oksigen saat tergenang pasang surut (Dandun, 2009).

Mangrove kategori pancang diamati dalam plot 5 × 5 meter dengan alat bantu ukur untuk mengetahui lingkar utama batang. Kategori anakan atau pancang ditemukan pada setiap lokasi pengamatan dengan jenis yang berbeda – beda. Berikut nilai kerapatan mangrove kategori pancang terlampir pada tabel 4.3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

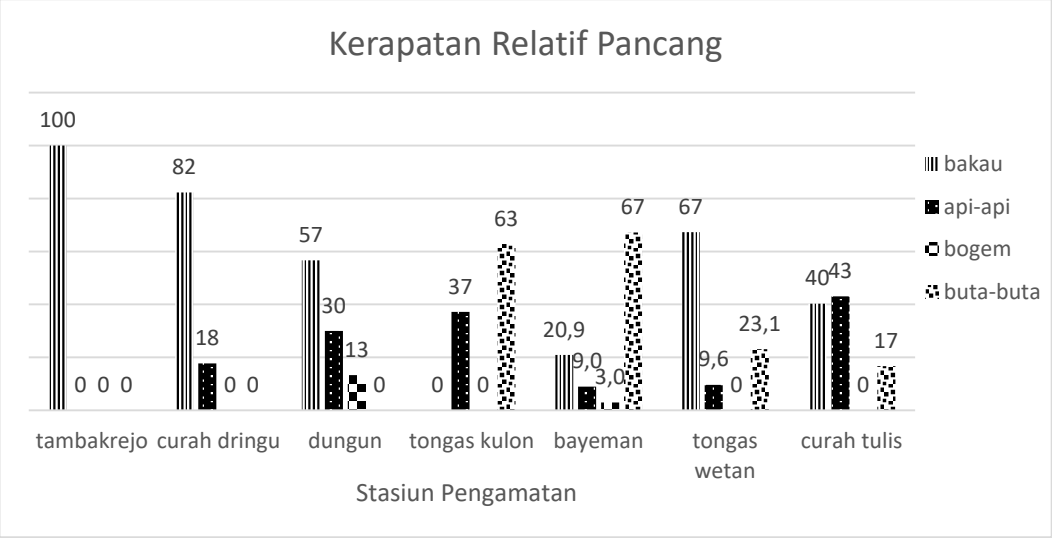
$$\text{Kerapatan Pancang} = \frac{Total\ individu}{Total\ Luas\ Plot}$$

$$\text{Kerapatan Pancang} = \frac{23}{0{,}03} = 1533\ (ind\ per\ hektar)$$

Tabel 4. 3 Kerapatan Jenis Mangrove Kategori Pancang

Stasiun / Kerapatan	Tambak Rejo (ind/ha)	Curah Dringu (ind/ha)	Dungun (ind/ha)	Tongas Kulon (ind/ha)	Bayeman (ind/ha)	Tongas Wetan (ind/ha)	Curah Tulis (ind/ha)
Rhizopora apiculata	1533	11200	1133	0	933	2333	1933
Avicennia marina	0	1533	600	1933	400	333	2067
Sonneratia alba	0	0	2667	0	133	0	0
Excoecaria agallocha	0	0	0	3267	3000	800	800
Total	1533	12733	4400	5200	4467	3466.7	4800
Kategori	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat

Kerapatan kategori pancang tertinggi yang tercatat pada Stasiun 2 Desa Curah Dringu ditemukan 2 jenis mangrove yaitu *Rhizopora apiculata* & *Avicennia marina* dengan nilai kerapatan masing – masing 11200 ind/ha & 1533 ind/ha total 12.733 pancang per hektar. Sedangkan nilai kerapatn pancang terendah ialah 1533 pancang per hektar berada pada Stasiun 1 Desa Tambak Rejo teridentifikasi jenis *Rhizopora apiculata*. Berikut grafik komulatif dari kerapatan relatif paancang pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Grafik Kerapatan Relatif Mangrove Kategori Pancang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tegakan vegetasi pancang dari 7 stasiun termasuk padat dengan nilai kerapatan > 1500 ind/ha. Berdasarkan nilai kerapatan relatif pancang jenis *Rhizopora apiculata* memiliki persentase terbanyak hampir pada semua stasiun kecuali pada Tongas Kulon, Bayeman, dan Curah Tulis. Menurut Setiawan (2013) jika kerapatan mangrove pada suatu daerah tingi, maka cenderung memiliki klas subtrat lempung liat berdebu. Kondisi terjadi karena adanya pengikatan partikel debu dan liat oleh akar vegetasi mangrove dalam kurun waktu yang lama berubah menjadi lumpur. Teori ini membenarkan kondisi stasiun pengamatan ditemukannya jenis mangrove ini dengan subtrat berlumpur dan pada Desa Tambak Rejo bersubtrat lumpur berdebu.

Kerapatan pancang Desa Curah Dringu disusun oleh jenis *Rhizopora apiculata* sebanyak 11.200 ind per hektarnya. Tingginya nilai ini menurut penelitian Masiyah (2015) bahwa *Rhizopora spp* sangat cocok dengan subrat lumpur yang tinggi, bersamaan juga dengan suplai air tawar yang cukup. Kondisi dilapang untuk Desa Curah Dringu sesuia dengan teori tersebut yang mana terdapat 2 muara sungai, sehingga stock air tawar pada kawasan ini tetap ada, sedangkan subtrat tumbuh mangrove yang ditemui adalah lumpur. Kondisi ini berbeda pada stasiun 1 Tambak Rejo yang memiliki kerapatan pancang terendah. Hal ini disebabkan pemasukan air tawar pada lokasi pertumbuhan mangrove tidak mencukupi karena jauhnya dari aliran sungai ataupun muara.

Kategori mangove semaian yaitu vegetasi muda mulai dari percambahan sampai tegakan yang memiliki tinggi 100 cm, dengan diameter batang kurang dari 2 cm. Pengukuran kategori ini dilakukan dalam petak 2 m × 2m dalam petak 5m × 5m (Heriyanto, 2016). Data hasil pengukuran kerapatan vegetasi tingkat semaian tercatat seperti pada tabel 4.4 berikut.

$$\text{Kerapatan Semai} = \frac{2326}{0{,}0006} = 43.333 \text{ (ind per hektar)}$$

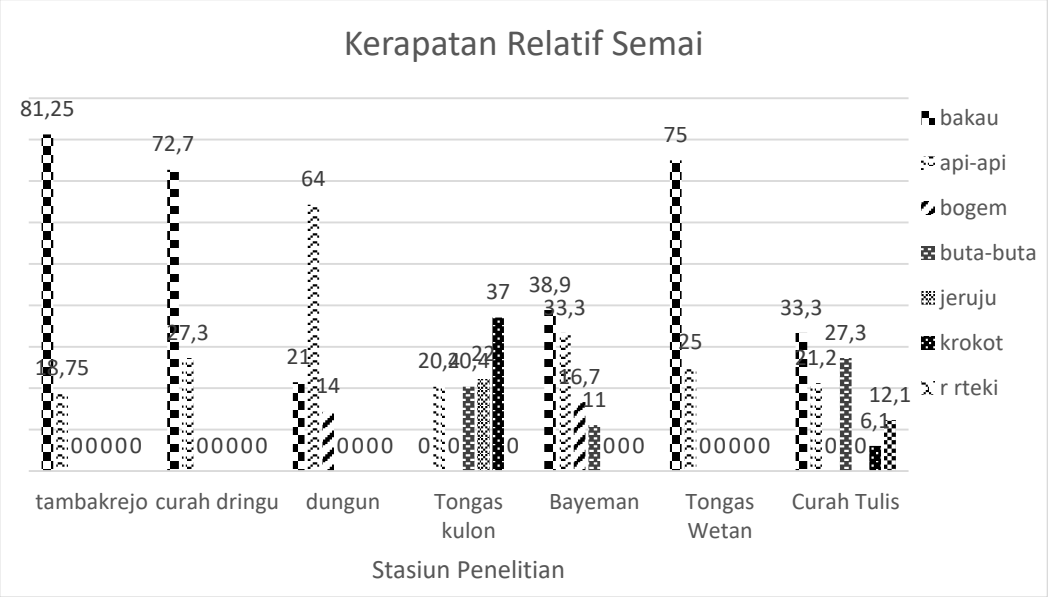
Tabel 4. 4 Kerapatan Mangrove Kategori Semai

Stasiun/ Jenis	Tambak Rejo (ind/ha)	Curah Dringu (ind/ha)	Dungun (ind/ha)	Tongas Kulon (ind/ha)	Bayeman (ind/ha)	Tongas Wetan (ind/ha)	Curah Tulis (ind/ha)
Rhizopora apiculata	43333	1333.3	5000	0	11667	5000	18333
Avicennia marina	10000	5000	15000	18333	10000	1667	11667

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Stasiun/ Jenis	Tambak Rejo (ind/ha)	Curah Dringu (ind/ha)	Dungun (ind/ha)	Tongas Kulon (ind/ha)	Bayeman (ind/ha)	Tongas Wetan (ind/ha)	Curah Tulis (ind/ha)
Sonneratia alba	0	0	3333	0	5000	0	0
Excoecaria agallocha	0	0	0	18333	3333	0	15000
Acanthus illicofolius	0	0	0	20000	0	0	0
Sesuvium portulacastrum	0	0	0	33333	0	0	3333
Cyperus rotundus	0	0	0	0	0	0	6667
Total	53333	6333	23333	90000	30000	6667	55000

Data hasil perhitungan dan pengukuran lapang yang telah diolah memperkirakan kerapatan semai tertinggi ada pada stasiun pengamatan Desa Tongas Kulon stasiun 4 memiliki kerapatan semaian tertinggi dibanding stasiun lain yaitu 90.000 ind/ha. Komposisi struktur jenis yang ditemukan ialah Krokot atau *Sesuvium portulacastrum* 33333 ind/ha, Jeruju atau *Acanthus illocofolius* 20.000 ind/ha, dan untuk jenis Api – api dan Buta – buta adalah 18333 ind/ha. Kerapatan jenis semaian terendah terdapat pada stasiun 2 Desa Curah Dringu, total tegakan 6333 semai per hektar. Komposisi tegakan sebanyak 1.333 ind/ha berjenis *Avicennia marina* atau Api – api , dan 5000 ind/ha jenis *Rhizopora apiculata* atau Bakau. sedangkan perkiraan kerapatan jenis terendah adalah Buta – buta yaitu 3333 ind/ha. Berikut grafik kerapatan relatif untuk kategori pancang pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Kerapatan Relatif Semai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penghitungan kerapatan vegetasi pada masing – masing kategori menyatakan jika jenis *Rhizopora apiculata* tercatat paling tinggi. Hal tersebut membuktikan penelitian Fajar (2014) bahwa jenis *Rhizopora spp* mempunyai tingkat penyebaran yang luas disebabkan rentang salinitas yang dapat ditolerir oleh jenis ini sangat tinggi. Hal tersebut diperkuat oleh Suryono *et al.* (2018) bahwa *Rhizopora spp* dapat tumbuh pada salinitas 32 – 34 ppt.

4.3 Penutupan Basal Jenis Mangrove

Proporsi luas yang tertutupi oleh spesies tumbuhan dengan luas total habitat yang dimaksud adalah pengertian penutupan basal. Hasil perhitungan penutupan jenis ini menggunakan data pengukuran diameter vegetasi terukur dengan perbandingan luasan petak ukur yang dibuat. Nilai tutupan basal jenis mangrove dapat dilihat pada tabel 4.5

$$\mathrm{BA} = \frac{\pi \times d\hat{}2}{4}$$

$$Ci = \frac{10231}{0{,}06} = 339606 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

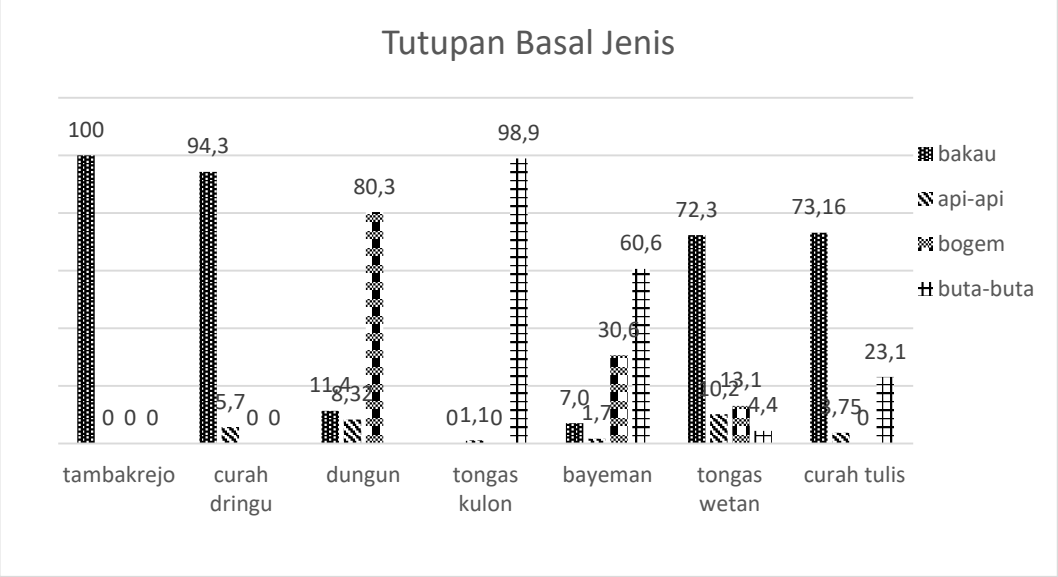
Tabel 4. 5 Tutupan Basal Jenis Mangrove

Stasiun/ Kerapatan	Tambak Rejo (cm^2/m^2)	Curah Dringu (cm^2/m^2)	Dungun (cm^2/m^2)	Tongas Kulon (cm^2/m^2)	Bayeman (cm^2/m^2)	Tongas Wetan (cm^2/m^2)	Curah Tulis (cm^2/m^2)
Rhizopora apiculata	339606	4220	1025.2	0	796.4	2546.0	2188.3
Stasiun/ Kerapatan	Tambak Rejo (cm^2/m^2)	Curah Dringu (cm^2/m^2)	Dungun (cm^2/m^2)	Tongas Kulon (cm^2/m^2)	Bayeman (cm^2/m^2)	Tongas Wetan (cm^2/m^2)	Curah Tulis (cm^2/m^2)
Avicennia marina	0	257	751.1	66.5	191.4	358.6	112.1
Sonneratia alba	0	0	7251.2	0	3468.9	459.7	0
Excoecaria agallocha	0	0	0	5999.8	6862.9	154.9	690.6
	339606	4476.7	9027.5	6066.3	11319.6	3519.3	2991.0

Berdasarkan data tabel tersebut total luas basal jenis tertinggi adalah 339.606 m^2 untuk jenis *Rhizopora apiculata* pada stasiun 1 Desa Tambak Rejo. Hal ini dikarenakan mangrove terukur memiliki diameter yang batang lebih besar dibandingkan lainnya. Tutupan total jenis basal terendah pada lokasi pengamatan 7 Desa Curah Tulis yaitu 2991 m^2. Kondisi ini dimungkinkan karena tutupan vegetasi mangrove kategori pohon relatif rendah. Kategori pohon terukur dalam plot 2 dan perulangannya, sedangkan untuk plot awal hanya ditemukan satu vegetasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berkategori pohon. Sebaran diameter yang bervariasi disebakan oleh kemampuan pohon dalam memanfaatkan energi matahari, unsur hara / mineral dan air, ruang tumbuh pada lingkungan yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya (Heriyanto,2016). Berikut grafik penutupan basal jenis relatif pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Tutupan Basal Jenis Relatif

4.4 Indeks Nilai Penting Mangrove

Tegakan mangrove pada suatu wilayah memiliki peranan terhadap lingkungan sekitarnya, seberapa besar pengaruh tersebut ditentukan dengan INP (Indeks Nilai Penting). Indeks Nilai Penting suatu jenis berkisar pada 0 – 300. Sehingga jenis yang terhitung memiliki nilai INP tertinggi merupakan jenis yang mempengaruhi komunitas tumbuhan pada wilayah tersebut (Saputro, 2018). Berikut dapat dilihat pada tabel 4.6 hasi dari perhitungan indeks nilai penting mangrove Kecamatan Tongas.

Tabel 4. 6 Indeks Nilai Penting Mangrove

Stasiun/ Kerapatan	INP Pohon (%)	INP Pancang (%)	INP Semai (%)	INP Total
Rhizopora apiculata	50.45	49.33	42.33	142.10
Avicennia marina	10.85	22.72	29.68	63.24
Sonneratia alba	13.77	4.25	5.31	23.32
Excoecaria agallocha	24.94	23.70	13.33	61.98
Acanthus illicofolius	0	0	2.61	2.61

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Stasiun/ Jenis	INP Pohon (%)	INP Pancang (%)	INP Semai (%)	INP Total
Sesuvium portulacastrum	0	0	4.99	4.99
Cyperus rotundus	0	0	1.76	1.76
Total	100	100	100	300

Indeks nilai penting untuk kategori pohon tertinggi adalah *Rhizopora apiculata* atau bakau 142,10 %, jenis *Avicennia marina* atau Api – api sebanyak 63,24 %,dan untuk jenis *Excoecaria agallocha* atau Buta – buta yaitu 61,98 %, sedangkan untuk jenis *Sonneratia alba* atau Bogem 23,32 %. Menurut pendapat Heriyanto (2016) bahwa tingkat vegetasi suatu jenis dengan nilai INP > 15% dikategorikan berpengaruh terhadap komunitas jenis mangrove yang tumbuh disekitarnya hingga kestabilan ekosistem pesisir (Osmar, 2016). Hal ini disebabkan pada setiap lokasi pengamatan dapat ditemukan jenis ini dengan intensitas lebih banyak ketimbang jenis lainnya. Fajar (2014) menginformasikan jika jenis *Rhizopora spp* lebih menguasai habitat jenis lainnya karena mempunyai daya adaptasi morfologi yang tinggi dengan lingkungan setempat.

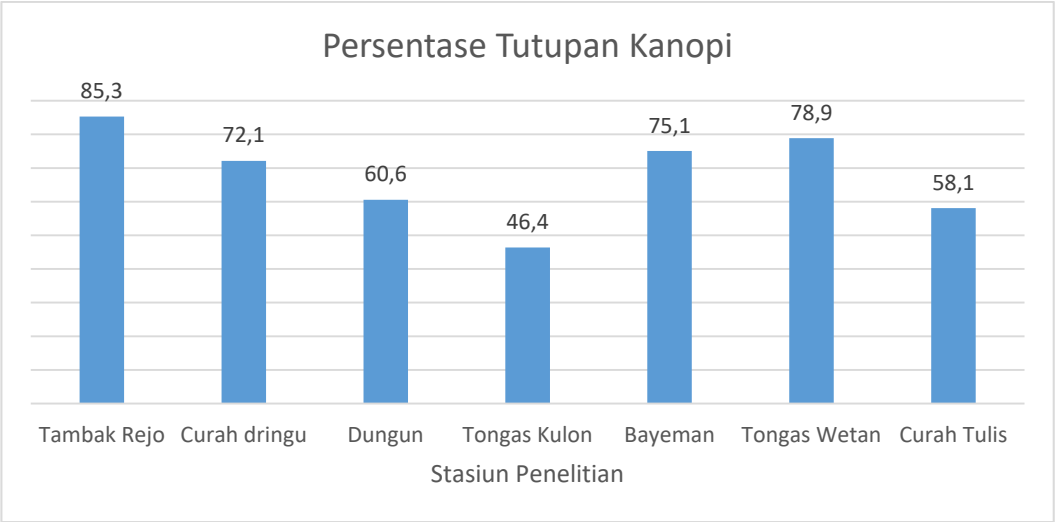
Sedangkan vegetasi yang tergolong rendah indeks nilai pentingnya seperti jenis *Acanthus illocofolius*, *Sesuvium portulacastrum*, *Cyperus rotundus*, karena disusun oleh kerapatan jenis, frekuensi, dan tingkat dominansi yang kecil. Sehingga komulatif indek nilai penting yang diperoleh kurang dari 15 % yang berarti jenis – jenis ini keberadaannya sangat rendah (Osmar, 2016). Faktor lain yang memungkinkan adalah karena jenis ini tergolong sebagai mangrove kategori semaian dan tidak mempunyai nilai tutupan yang tinggi jika dibandingkan dengan kategori pohon.

4.5 Persentase Tutupan Kanopi

Pengukuran kanopi tutupan mangrove dengan menggunakan metode Hemisprichal photography dengan alat bantu kamera berlensah fish eye. Gambar tutupan diambil dengan 4 kali perulangan untuk masing – masing plot untuk mewakili kondisi vegetasi dalam satu plot. Foto diambil dengan posisi kamera tegak lurus menghadap langit sejajar dada peneliti (Dharmawan dan Pramudji, 2014). Hasil pengambilan gambar di analisa dengan konsep memisahkan pixel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

langit dan tutupan vegetasi menggunakan perangkat lunak ImageJ. Berikut hasil pengukuran tutupan kanopi mangrove tercatat dalam gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Grafik Persentase Tutupan Kanopi Mangorove

Secara keseluruhan tutupan rerata kanopi hutan mangrove Kecamatan Tongas adalah 68,1 % dan tergolong pada penuntupan sedang menurut KEPMEN LH No 201 Tahun 2004. Persentase tutupan tertinggi terdapat pada stasiun 1 Desa Tambak Rejo dengan 85,3% yang tergolong sangat padat. Dominansi jenis mangrove yang terdpat pada stasiun 1 adalah *Rhizopora apiculata* yang memiliki dimensi panjang daun 11 cm – 23 cm dan lebar 5cm – 13 cm. Bentuk yang teridentifikasi bulat memanjang dengan bagian ujung meruncing (Noor, 2014). Stasiun pengamatan selanjutnya pada Desa Curah Dringu persentase tutupan kanopi tergolong sedang. Vegetasi mangrove yang ditemukan hampir sama dengan stasiun 1 yaitu *Rhizopora apiculata* dengan jenis lainnya *Avicennia marina*. Kondisi tutupan stasiun 3 tidak lebih tinggi tutupannya dibanding stasiun sebelumnya yaitu 60,6 % dan tergolong tutupan sedang. Jenis mangrove yang ditemukan selain 2 jenis mangrove pioner seperti lokasi pengamatan sebelumnya, ditemukan jenis *Sonneratia alba* atau Bogem. Ukuran dimensi daun jenis ini menurut Noor (2014) yaitu 5 cm – 13 cm untuk panjang daun, dan 2 cm – 5 cm untuk lebar daun. Bentuk daun membulat memanjang dengan ujung membundar.

Berbeda pada kondisi tutupan terendah stasiun 4 Desa Tongas Kulon yang memiliki persentase penutupan senilai 46,4 %, sehingga tergolong penututupan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

jarang. Komposisi jenis mangrove yang ditemukan pada lokasi tersebut ialah *Avicennia marina* dan *Excoecaria agallocha*. Dimensi ukuran panjang daun 12,5 cm × 6 cm untuk jenis *Avicennia marina* menurut Noor (2014), sedangkan untuk jenis *Excoecaria agallocha* memiliki panjang 6,5 cm – 10,5 dan lebar 3,5 cm – 5 cm. Hal ini menyebabkan tutupan kanopi untuk stasiun ini tergolong rendah. Tutupan kanopi stasiun 5 berlokasi Desa Bayeman tercatat lebih tinggi dibanding stasiun pengamatan sebelumnya yaitu 75, 1 % tergolong sangat padat menurut baku mutu kerapatan Kepmen LH tahun 2004 (Syukri, 2017). Mangrove yang ditemukan teridentifikasi jenis *Excocearia agallocha, Sonneratia alba, Rhizopora apiculata*. Sehingga tutupan kanopi pada stasiun ini cenderung lebih tinggi. Sedangkan pada stasiun 6 Desa Tongas Wetan persentase tutupan melebihi nilai stasiun sebelumnya yaitu 78,9 %, sehingga tergolong tutupan yang sangat padat. Beberapa jenis yang ditemukan terbilang lebih sedikit dibanding stasiun pengamatan Desa Bayeman. Banyaknya komposisi jenis *Rhizopora apiculata* dalam luas bidang pertumbuhan magrove menjadikan nilai tutupan kanopi lokasi ini lebih tinggi.

Pengamatan stasiun 7 Desa Curah Tulis diperoleh persentase tutupan kanopi senilai 58,1 % yang tergolong tutupan sedang. Rendahnya nilai tutupan terkait vegetasi yang ada pada stasiun pengamatan relatif terbuka dan tidak rapat, khususnya pada komunitas mangrove jenis *Avicennia marina* yang memiliki dimensi tutupan kanopi lebih rendah dibanding jenis lainnya. Faktor lain yang menyebabkan nilai tutupan kanopi belum sesuai dengan kanopi lapang yang diukur yang disebabkan kesalahan kecil saat pengambilan gambar sehinnga muncul noise cahaya saat pengolahan data pada perangakat lunak ImageJ menyebabkan bias data tutupan kanopi saat dianalisis.

4.6 Biomassa Hutan Mangrove

Pengukuran biomassa tegakan mangrove menggunakan beberapa variabel data hasil pengukuran lapang seperti diamater tegakan dan tinggi pohon terukur. Penelitian seperti ini termasuk dalam metode *Non – destructive* dengan pendekatan parameter terukur, yang selanjutnya dihitung dengan persamaan allometri yang telah ada sebelumnya (Tabel 2.3) . Definisi biomassa ialah berat dari materi hidup yang ada pada atas dan bawa permukaan tanah dinyatakan dalam satuan ton per

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

satauan luas (Sutaryo, 2009). Biomassa sendiri terbagi menjadi dua, yaitu biomassa atas permukaan tanah (*Above Ground Biomass*), dan biomassa bawah permukaan (*Bellow Ground Biomass*). Hasil perhitungan biomassa tercatat pada tabel 4.7 seperti berikut.

$$\text{Bplot} = \left(\Sigma(5208) * \frac{10}{600}\right) + \left(\Sigma(10{,}89) * \frac{10}{150}\right) + \left(\Sigma(\text{BPsemai}) * \frac{10}{1{,}667}\right)$$

$$\text{Bstasiun} = \frac{\Sigma\text{BP} + \Sigma\text{BAplot} + \Sigma\text{NSplot}}{\text{Nplot stasiun}}$$

Tabel 4. 7 Biomassa Hutan Mangrove Tongas

Kategori / Stasiun	Pohon	Pancang	Semai	Akar	BPt	%
Tambak Rejo	86.8	0.7	0.9	0.6	14.9	34.7
Curah Dringu	21.0	3.6	1.1	1.5	4.5	10.6
Dungun	22.4	1.1	2.7	0.9	4.5	10.6
Tongas Kulon	53.5	3.0	3.0	1.3	10.1	23.7
Bayeman	15.3	3.6	2.0	1.4	3.7	8.7
Tongas Wetan	7.0	2.7	2.7	0.4	2.1	5.0
Curah Tulis	9.1	4.3	2.9	0.9	2.9	6.7
Jumlah	215.1	19.2	15.5	7.1	42.8	100

Menurut hasil perhitungan pada tabel tersebut biomassa kategori pohon tertinggi ada di Stasiun 1 Desa Tambak Rejo sebanyak 86.8 ton/ha, pancang 0,7 ton/ha, dan tingkat semai sebanyak 0,9 ton/ ha, dan biomassa akar 0,6 ton/ ha. Persentase biomassa tersimpan yaitu 34,7 %. Nilai ini memberikan gambaran bahwa komposisi pohon berjenis *Rhizopora apiculata* menyumbangkan biomassa terbanyak dalam komunitasnya untuk kategori pohon. Hal ini sesuai dengan pernyataan Azizah (2013), bahwa stasiun yang memiliki kerpatan pohon *Rhizopora apiculata* lebih tinggi, akan memiliki biommasa lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnua dengan kerapatan jenis *Rhizopora apiculata* yang lebih sedikit.

Hal berbeda terjadi pada plot pengamatan 2 Desa Curah Dringu dimana akumulasi biomassa total sebanyak 21 ton/ha untuk kategori pohon, tapi sebanyak 3,6 ton ha untuk kategori pancang, semai tercatat 1,1 ton per hektar, dan akar 1,5 ton per hektar. Persentase biomassa tersimpan ialah 10,6 %. Kondisi ini memiliki

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kerapatan tertinggi tingkat pancang berjenis *Rhizopora apilculata* atau Bakau. Tingginya nilai kerapatan juga akan mempengaruhi jumlah biomassa yang tersimpan secara keseluruhan (Azizah, 2013). Selanjutnya pada stasiun pengamatan 3 Desa Dungun biomassa kategori pohon adalah 22,4 ton/ ha, tingkat pancang sebanyak 1,1 ton/ ha, tingkat semai 2,7 ton/ ha, dan biomassa akar 0,9 ton/ ha. Jumlah biomassa keseluruhan mencapai 27,1 ton/ ha dengan persentase biomassa tersimpan 10,6 % dari satu Kecamatan Tongas. Pengamatan biomassa stasiun 4 Desa Tongas Kulon terhitung biomassa kategori pohon 53,5 ton/ ha. Tingkatan vegetasi lainnya seperti pancang tercatat menyimpan biomassa sebanyak 3 ton/ ha, untuk semai 3 ton/ ha, sedangkan untuk biomassa akar 1,3 ton/ ha. Akumulasi biomassa dalam plot pengamatan stasiun ini adalah 60,9 ton/ ha, dengan persentase 23,7 % dari keseluruhan biomassa mangrove Tongas.

Desa Bayeman stasiun pengamatan mangrove 5 tercatat jumlah biomassa kategori pohon sebanyak 15,3 ton per hektar. Kategori pancang terhitung 3,6 ton/ ha, sedangkan tingkat semai sebanyak 2 ton/ ha, dan biomasaa akar 1,4 ton/ ha. total seluruh jumlah biomassa yang ada sebanyak 22,4 ton/ ha dengan nilai 8,7 % dari biomassa keseluruhan. Dua stasiun terakhir berlokasi di Desa Tongas Wetan dan Desa Curah Tulis tercatat memiliki biomassa rendah dengan nilai berturut – turut 7 ton/ ha dan 9,1 ton/ ha. Sedangkan biomassa untuk kategori pancang lebih tinggi yaitu 2,7 ton/ ha untuk Tongas Wetan dan 4,3 ton/ ha untuk Curah Tulis. Nilai untuk kategori semai sebanyak 2,7 ton/ ha untuk stasiun 6 dan 2,9 ton/ ha untuk stasiun 7. Biomassa akar terhitung untuk Tongas Wetan adalah 0,4 ton/ ha dan 0,9 ton/ ha untuk Curah Tulis. Total akumulasi biomassa yang terhitung untuk stasiun 6 sebanyak 12,8 ton/ ha dengan persentase biomassa 5% ,sedangkan untuk stasiun 7 sebanyak 17,3 ton/ ha dari 6,7 % keseluruhan biomassa hutan mangrove Tongas.

Nilai biomassa selain dipengaruhi oleh kerapatan juga dipengaruhi oleh besaran diameter suatu pohon itu sendiri (Silvi, 2017). Penelitian lainnya juga menyebutkan jika kerapatan tegakan yang rapat jarak tanamnya akan mempengaruhi jumlah biomassa semakin besar, begitupun stock karbon (Tresnan, 2002). Stasiun 6 dan 7 tercatat memiliki nilai kerapatan yang lebih rendah dibanding stasiun lainnya yaitu 1567 ind/ ha dan 867 ind/ ha untuk ketegorri pohon. Potensi stock karbon pada tingkat pertumbuhan pohon lebih besar karena memiliki

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kandungan selulosa dan zat ekstraktif serta senyawa polikarida yang tersimpan pada batang, sehingga terjadi korelasi positif dengan kandungan karbonnya (Fajar, 2014).

4.7 Stock Karbon Hutan Mangrove

Penilaian kandungan karbon pada vegetasi dapat memberikan gambaran terkait serapan CO_2 di udara. Melalui proses fisiologis tanaman berupa fotosintesis karbon ,akan di konversi menjadi energi dan terserap struktur tumbuhan yang tersimpan pada akar, batang, dan ranting (Syukri, 2017). Setiap vegetasi hutan memiliki nilai biomassa yang berbeda. Semakin besar kandungan biomassa, maka stok karbon juga akan semakin besar. Konsentrasi karbon dalam bahan organik 47% dari biomassanya baik itu batang kategori pohon, pancang, semai,.dan simpanan karbon pada akar (Ihsan, 2016). Hal ini sesuai dengan asumsi umum dari Brown (1997) dan IPCC (2003) yang menjelaskan bahwa bahan kering tanaman senilai 45 – 50% merupakan karbon. Berikut hasil perhitungan nila karbon tersimpan dalam hutan mangrove Kecamatan Tongas, Kabupaten Probolinggo pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Nilai Karbon Hutan Mangrove Kecamatan Tongas

Kategori / Stasiun	POHON	PANCANG	SEMAI	AKAR	C total
Tambak Rejo	40.8	0.3	0.4	0.3	41.9
Curah Dringu	9.9	1.7	0.5	0.7	12.8
Dungun	10.5	0.5	1.3	0.4	12.8
Tongas Kulon	25.1	1.4	1.4	0.6	28.6
Bayeman	7.2	1.7	1.0	0.7	10.6
Tongas Wetan	3.3	1.3	1.3	0.2	6.0
Curah Tulis	4.3	2.0	1.4	0.4	8.1
Jumlah	101.1	9.0	7.3	3.3	120.7

Total cadangan karbon hutan mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo sebanyak 120,7 ton/ ha. Nilai tertinggi akumulasi karbon tercatat pada karbon kategori pohon yaitu sebanyak 101,1 ton per hektar. Besarnya cadangan karbon tiap bagian pohon dipengaruhi oleh biomassa (Syukri, 2017). Pendapat lain juga menyatakan bahwa potensi cadangan karbon dapat dilihat dari biomassa tegakan yang ada (Rahayu dan Hairiyah, 2007). Berdasarkan hal tersebut Stasiun 1 Desa Tambak Rejo menyimpan karbon 40,8 ton per hektar lebih banyak dibanding Stasiun lainnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Cadangan karbon total dari vegetasi tingkat pancang ialah sebesar 9 ton per hektar. Tercatat stasiun 7 Desa Curah Tulis menyimpan karbon 2 ton per hektar dalam vegetasi tingkat pancangnya. Nilai stok karbon terendah untuk kategori ini tercatat ada di Stasiun 1 Desa Tambak Rejo sebanyak 0,3 ton per hektar. Penjabaran ini menjelaskan bahwa nilai karbon jenis untuk kategori pancang Desa Curah Tulis tertinggi dibanding 6 lokasi pengamatan lainnya. Menurut pernyataan Hairiah dan Rahayu (2007) menjelaskan jika nilai biomassa dan cadangan karbon berbeda – beda pada berbagai ekosistem, tergantung pada kerapatan dan keragaman tumbuhan yanga ada, serta pengelolaan ekosistem oleh para masyarakat sekitar. Tegakan pancang teridentifikasi pada stasiun ini adalah jenis *Rhizopora apiculata* atau Bakau.

Jumlah stock karbon tingkat semai terhitung sebanyak 7,3 ton per hektar. Stock karbon tingkat semai tertinggi ada pada stasiun 4 Desa Tongas Kulon dan Stasiun 7 Desa Curah Tulis sebesar 1,4 ton/ ha. Akumulasi stock karbon terendah ada pada stasiun 1 Desa Tambak Rejo senilai 0,4 ton/ ha. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui perbedaan nilai stock karbon pada masing – masing kategori. Dimensi untuk masing kategori jelasnya berbeda antara tingkat pohon yang memiliki lingkar batang lebih besar dibandingkan tingkat pancang. Sedangkan untuk kategori semaian beberapa belum memiliki lingkar batang yang lebih besar bila dibandingkan kategori pancang. Menurut pernyataan Edi (2018) bahwa biomassa yang ada dalam vegetasi berbeda – beda tergantung zat organik penyusun pada bagian pohon tersebut. Penjelasan lain dari Farmen (2014) menyatakan jika tumbuhan berkayu atau berkambium lebih besar menyerap karbon dibanding tumbuhan tidak berkayu pada kelas diametere yang sama.

Setiap kategori tegakan vegetasi mulai dari pohon, pancang dan semai termasuk dalam stock karbon atas permukaan tanah. Sedangkan untuk stock karbon bawah permukaan adalah biomassa akar dari vegetasi permukaan tanah. Jumlah keseluruhan stock karbon kategori akar sebesar 3,3 ton/ ha, dengan stock karbon tertinggi ada pada stasiun 5 Desa Bayeman. Stock karbon terhitung rendah yaitu 0.2 ton/ ha terdapat pada stasiun 6 Desa Tongas Wetan. Nilai stock karbon dari biomassa atas permukaan dengan nilai stock karbon biomassa bawah permukaan akan berbeda. Penjelasan hal tersebut dirangkum pada penelitian Farmen (2014)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bahwa penyerapan karbon melalui proses fotosintesis akan didistribusikan ke bagian – bagian lainnya (batang, cabang, dan ranting). Proses ini juga terjadi pada akar, yang berfungsi menyerap unsur hara pada subtrat untuk pertumbuhan, namun hasil nya akan terpindahkan ke bagian lain.

4.8 Daya Serap CO_2 Terhadap Emisi

Ketersedian stock karbon dari vegetasi mangrove timbul sebab daya serap karbon oleh vegetasi melalui proses fotosintesis. Serapan CO_2 oleh pohon dan kategori vegetasi lainnya akan tersimpan dalam bentuk biomassa yang menjadi stock karbon. Berdasarkan hal tersebut semakin tingginya kuantitas hutan maka CO_2 terserap juga akan semakin banyak, dan sebaliknya kegiatan seperti alih fungsi lahan mangrove, dan kebakaran hutan dapat melepaskan CO_2 ke atmosfer dalam bentuk gas rumah kaca yang akhirnya menimbulkan pemanasan global (Hairiah, 2011). Pengukuran daya serap CO_2 di hitung dengan persamaaan berikut.

$$\mathrm{CO2} = \frac{\mathrm{Mr\ CO2}}{\mathrm{Ar\ C}} \times \mathrm{CO}$$

$$= \frac{44}{12} \times 120{,}7$$

$$= 442{,}969 \text{ ton/ha/hari}$$

Perbandingan antara nilai serapan CO_2 yang terdapat pada mangrove Kecamatan Tongas senilai 442,969 ton/ ha dengan beban emisi menurut data IKPLHD (2018) yang diolah berdasarkan perhitungan box model sebanyak $8{,}43333E^{-15}$ ton per hari. Berikut penjabaran hitung beban emisi *Box model*.

Volume Box $= \mathrm{L(m)} \times \mathrm{H}$ ..... (Persamaan 10)

Volume Box $= 19458580000 \times 12$

Volume Box $= 2{,}335E^{+11}$

$t = \frac{\mathrm{L(m)}}{\mathrm{U(s)}}$ ..... (Persamaan 11)

$\mathrm{t} = \frac{19458580000\ \mathrm{m}^2}{5\ \mathrm{m/s}}$

$\mathrm{t} = 3891716000\ m/s$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$q = \frac{\text{total emisi } (\mu g/m^3)}{L\ (m)} \quad \text{.....(Persamaan 12)}$$

$$q = \frac{1{,}054167\ \mu g/m^3}{19.458.580.000\ m^2}$$

$$q = 5{,}41749\ E^{-11} \mu g\ /m^2/s$$

$$c = \frac{q \times L}{U \times H} \quad \text{.....(Persamaan 13)}$$

$$c = \frac{(5{,}41749E^{-11}) \times 19458580000}{5\ m/s \times 12\ m}$$

$$c = 0{,}017569\ mg/m^3$$

$$E = \frac{\text{volume} \times C \times (1 \times 10^{-6})}{t} \quad \text{.....(Persamaan 14)}$$

$$E = \frac{2{,}3350E^{+11} \times 0{,}017569 \times (1 \times 10^{-6})}{3891716000}$$

$$E = 0{,}000012657\ gCO/sec$$

$$E = 3{,}51389\ E^{-9}\ gCO/jam$$

$$E = 8{,}43333\ E^{-15}\ ton\ CO/hari$$

Sehingga beban emisi yang ada pada wilayah tersebut sudah tertutupi oleh daya serap CO_2 oleh vegetasi mangrove. Tahapan selanjutnya diperlukan pengelolaan lebih lanjut oleh masyarakat dan sosialiasi oleh pemerintah terkait untuk menjaga hutan mangrove sebagi tindakan mitigasi karbon. Pentingnya hal ini dijelaskan pada penelitian Heriyanto (2016) bahwa hilangnya ekosistem pesisir salah satunya mangrove menyebabkan 0,15 – 1,02 miliar ton CO_2 dilepas ke atmosfer setiap tahunnya. Keberhasilan pengelolaan mangrove oleh masyarakat dapat terwujud jika masyakat mendapat insentif baik langsung maupun tidak langsung dari kegiatan mereka. Melalui media kelembagaan yang kuat, baik di tingkat masyarakat maupun tingkat daerah. Sehingga timbul kebutuhan mereka untuk melestarikan mangrove dengan mandiri (Sulistiana, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian analisa vegetasi mangrove dan serapan CO_2 yang dilaksanakan di kawasan mangrove Kecamatan Tongas, Kabupaten Probolinggo dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi hutan mangrove di Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo terkait kerapatn dikategorikan rapat untuk semua tingkat vegetasi baik itu pohon, pancang, ataupun semai. Hal ini sesuai degan hasil nilai tutupan kanopi dalam kategori sedang (cukup baik) yaitu sebesar 68,1 % menurut KEPMEN LH No 201 Tahun 2004, sedangkan indeks nilai penting terbesar diperoleh untuk jenis vegetasi *Rhizopora apiculata* yaitu sebesar 142,10%.
2. Hasil analisa jumlah Stock karbon vegetasi hutan mangrove di Kecamatan Tongas adalah 120,7 ton per hektar, sehingga diperoleh Serapan CO_2 pada hutan mangrove sebanyak 442,969 ton/ha, dengan beban emisi karbon berdasarkan hasil hitung *box model* adalah $8{,}43333E^{-15}$ ton/hari.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, dilakukan pengukuran biomassa pada sedimen untuk mengetahui kandungan karbon tanah, sehingga dapat terukur karbon tersimpan pada ekosistem mangrove secara menyeluruh.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikaji perbandingan nilai biomassa yang terdapat pada tumbuhan mangrove Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo. Sehingga dapat diketahui jenis mangrove potensial untuk mitigasi karbon alam.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest: a Primer*. (FAO Forestry Paper – 134). FAO, Rome.

Clark III, A. 1979. *Suggested Procedures for Measuring Tree Biomass anda Reporting free Prediction Equations*. Proc. For. Inventory Workshop, SAF – IUFRO. Ft. Collins, Colorado.

Dama Alik, Tri Santi. Umar, Rusian. Prosambodo, Dody. 2012. *Analisa Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Ma'ra Bombang Kabupaten Pinrang.* Universitas Hasanuddin. Makassar.

Darusman, D. 2006. *Pengembangan Potensi Nilai Ekonomi Hutan dalam Restorasi Ekosistem*. Jakarta

Dharmawan, I Wayan Eka dan Pramudji. *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. PT Sarana Kominikasi Utama. Bogor.

Edi Saputro, Surono. 2018. *Ragam Spesies Mangrove dan Estimasi Stock Karbon yang Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Labuhan Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Farmen, Handi. 2014. *Pendugaan Cadangan Karbon diatas Permukaan Tanah di Areal Kampus Universitas Nusa Bangsa.* Universitas Nusa Bangsa. Bogor. Jawa Barat.

Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L., Cadamuro, L. 1998. *Structure Above Ground Biomassa and Dynamics of Mangrove Ecosystem: new data from French Guiana*. Oecologia 115, 39-53.

Hairiah, K., A. Ekadinata., R.R Sari., Rahayu, S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan*. World Agroforestry Centre ICRAF. Bogor.

Heriyanto, N.M. Subiandone, Endra. 2016. *Peran Biomassa Mangrove dalam Menyimpan Karbon di Kubu Raya, Kalimantan Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ihsan, Iif Miftahul. 2016. *Perhitungan Stok Karbon Hutan Mangrove Probolinggo*. ISBN : 978-602-410-075-9. Pusat Teknologi Lingkungan Tenggerang Selatan. Banten.

Janzen. H. H. 2004. *The Carbon Cycling in Earth System. A Soil Science Perspective*. In Agriculture, ecosystem and enviromental, 104 : 399 – 417.

Kantor Meneteri Negara Lingkungan Hidup. 1993. *Pengelolaan Ekosistem Hutan Mangrove*. Prosiding Lokakarya Pemantapan Strategi Pengelolaan Lingkungan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Pembangunan Jangka Panjang Tahap Kedua. Kapal Kerinci, 11-13 September 1993, 47 hal.

Kauffman, J.B. Donato. 2012. *Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stock in Mangrove Forest*. CIFOR. Bogor.

Komiyama, Akira. Ong, Jin Eong. Poungparn, Sasitorn. 2008. *Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forest*. Aquatic Botany.

Komiyama, Akira. Sasitorn, Poungparn. 2005. *Common allometric equation for estimating the tree weight mangroves*. Journal of Tropicl Ecology. Cambridge University Press.

LPP(Lembaga Pengkajian dan Pengembangan) Mangrove Indonesia. 2008. *Ekosistem Mangrove di Indonesia*. Diambil 2 Agustus 2010, dari situs World wide Web http://www.imred.org/?q=content/ekosistem- mangrove-di-indonesia

Manuri, Solichin. 2011. *Teknik Pendugaan Cadangan Karbon*. Merang REDD Pilot Project. Kantor Dinas Kehutanan. Sumatera Selatan

Masiyah, Siti. 2015. *Komposisi Jenis dan Kerapatan Mangrove di Pesisir Arafura Kabupaten Merauke Provinsi Papua*. Universitas Musamus – Merauke. Ternate

Noor, Yus Rusila. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.

Osmar, Muhammad. 2016. *Studi Analisis Komposisi dan Struktur Tegakan Hutan Mangrove di Desa Tanjung Bunga Kabupaten Konawe Utara*. Skripsi. Fakultas kehutanan dan Ilmu Lingkungan. Universitas Halu Oleo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Oktaviana, Silvi. dkk. 2017. *Estimasi Stock Karbon Tersimpan pada Ekosistem Hutan Mangrove di Jorong Ujuang Labuang Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat*. Universitas Riau. Kepulauan Riau .

Rahayu, Ana Alifah. 2018. *Analisis Simpanan Karbon dioksida pada Mangrove Rhizopora apiculata (Blume) di Kawasan Mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan Jawa Timur*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

Rahma, Fajar. Basri, Hairul. Sufardi. 2014. *Potensi Karbon Tersimpan pada Lahan Mangrove dan Tambak di Kawasan Pesisir Kota Banda Aceh*. Konservasi Sumberdaya Lahan Pascasarjana Unsyiah Darussalam. Banda Aceh

Ramlan, Mohammad. 2002. *Pemanasan Global (Global Warming).* Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3, No. 1. Januari 2002.

Sarmila. 2012. *Persepsi dan Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Kawasan Konservasi Hutan Mangrove di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Pontianak*. Universitas Terbuka. Jakarta.

Sunaryo Purwiyanto, Anna Ida. Agustriani, Fitri. 2017. *Estimation of Mangrove Carbon Stock (Above Ground) In Tanjung Api-api, South Sumatera.* Marine Science Departemen. Universitas Sriwijaya. Palembang

Sulistiani, Susi. 2018. *Potensi Mangrove Sebagai Karbon Biru Indonesia sebagai Pembangunan Berkelanjutan*. Seminar Nasional FMIPA. Universitas Terbuka. Jakarta.

Sutaryo, Dandun. 2009. *Perhitungan Biomassa. Wetlands International Indonesia Programme*. Bogor

Syukri, Muhammad. 2017. *Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi mangrove Hubungannya Dengan Tutupan Kanopi di Ampalas, Kelurahan Bebanga, Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Tresnawan, H dan Upik R. 2002. *Pendugaan Biomassa diatas Tanah di Ekosistem Hutan Primer dan Hutan Bekas Tebangan (Studi kasus hutan Dusun Aro, Jambi)* . Jambi : Angkasa Raya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ulumuddin, Y., W. Kiswara. 2010. *Mangrove dan Lamun dalam Siklus Karbon Global*. Bidang Sumberdaya Laut. P2OLIPI Jakarta.

Yusuf . 2016. *Analisa Perbandingan Stok Karbon Pada Kawasan Mangrove Alami dan Rehabilitasi di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Yuwono, Doddy. M. 2015. *Analisis Neraca Spasial Hutan Mangrove Wilayah Probolinggo*. Badan Informasi Geospasial. Bogor.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id