

SKRIPSI

**ESTIMASI KARBON TERSIMPAN PADA KAWASAN HUTAN
MANGROVE LANTEBUNG KOTA MAKASSAR**

Disusun dan Diajukan Oleh

**RUSTI
L11116523**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

ESTIMASI KARBON TERSIMPAN PADA KAWASAN HUTAN MANGROVE LANTEBUNG KOTA MAKASSAR

**RUSTI
L11116523**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Estimasi Karbon Tersimpan Pada Kawasan Hutan Mangrove Lantebung Kota Makassar

Disusun dan diajukan oleh

RUSTI
L11116523

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 04 Februari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Supriadi, ST, M.Si.

NIP: 19691201 199503 1 002

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si.

NIP: 19671231 199202 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.

NIP: 19690706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rusti
NIM : L11116523
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

Estimasi Karbon Tersimpan Pada Kawasan Hutan Mangrove
Lantebung Kota Makassar

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 5 Februari 2022
Yang Menyatakan,



Rusti

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rusti

NIM : L11116523

Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 5 Februari 2022

Mengetahui



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud
NIP: 19690706 199512 1 002

Penulis

Rusti
NIM: L11116523

ABSTRAK

Rusti. L11116523. “Estimasi Karbon Tersimpan Pada Kawasan Hutan Mangrove Lantebung Kota Makassar”. Dibimbing oleh **Supriadi** sebagai Pembimbing Utama dan **Muh. Hatta** sebagai Pembimbing Anggota.

Hutan mangrove merupakan suatu ekosistem pesisir yang memiliki berbagai macam manfaat baik itu untuk manusia maupun bagi lingkungan disekitarnya, salah satu fungsi mangrove yaitu sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui struktur komunitas dan stok karbon mangrove. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli tahun 2020 di kawasan mangrove Lantebung, Kota Makassar. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah metode *purposive sampling* di 3 stasiun dan masing-masing stasiun memiliki 4 substasiun. Analisis karbon menggunakan persamaan allometrik untuk menghitung simpanan karbon pada tegakan, Hasil yang diperoleh yaitu ditemukan 4 jenis mangrove pada lokasi penelitian yaitu *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia officinalis*, dan *Excoecaria agallocha*. Nilai kerapatan jenis pada mangrove kategori pohon berkisar antara 1022 sampai 2512 ind/ha, sedangkan pada kategori anakan nilai kerapatan berkisar antara 555 sampai 7832 ind/ha. Persentase penutupan kanopi rata-rata sebesar 81,0 %. Stok karbon pada biomassa mangrove di Lantebung menunjukkan adanya Variasi dengan pola yang konsisten, dimana semakin keluar maka stok karbon semakin rendah, berbeda dengan pola yang ditemukan pada kerapatan yang semakin tinggi pada bagian luar.

Kata kunci : Mangrove, kawasan mangrove lantebung, biomassa, stok karbon

ABSTRACT

Rusti. L11116523. "Carbon stored estimation in the Lantebung mangrove area, Makassar City". Supervised by **Supriadi** as principal supervisor and **Muh. Hatta** as co-supervisor.

Mangrove forest is a coastal ecosystem that has various benefits both for humans and for the surrounding environment. One of the functions of mangroves is as an absorbent and store of carbon. The aim of the study was to find out the community structure and carbon stocks of mangroves. The research was conducted in July 2020 in the mangrove area of Lantebung, Makassar City. The method used in sampling is the purposive sampling method at 3 stations and each station has 4 substations. Carbon analysis uses allometric equations to calculate carbon stores on stands, the results obtained are found 4 types of mangroves at the research site ; *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia officinalis*, and *Excoecaria agallocha*. The density value of the type in the mangrove category of trees ranges from 1022 to 2512 individual / ha, while in sapling category the density value ranges from 555 to 7832 individual / ha. The average canopy closure percentage is 81.0%. Carbon stocks in Lantebung mangrove biomass show variations with a consistent pattern, where the more outgoing the carbon stock is lower, in contrast to the pattern found at the higher density on the outside.

Keywords : mangrove, Lantebung mangrove areas, biomass, carbon stocks.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Estimasi Karbon Tersimpan Pada Kawasan Hutan Mangrove Lantebung Kota Makassar”** dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Tuhan membalas dengan segala hal baik.

Melalui Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi. Ucapan ini penulis berikan untuk:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, Petrus Kadang dan Marianti S.Pd yang telah mendoakan kebaikan, kemudahan dan kelancaran. Serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis agar menyelesaikan perkuliahan.
2. Kepada saudariku Restin, Resianti Tandi Raba, dan Rezky Tandi Raba yang telah menyemangati penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan.
3. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Supriadi, ST, M.Si. selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si selaku pembimbing kedua yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Muh.Lukman ST. M.Mar.Sc selaku dosen penasehat akademik pada semester satu hingga semester tujuh dan Dr. Wasir Samad, S.Si, M.Si. selaku dosen penasehat akademik pada semester delapan hingga penulis menyelesaikan perkuliahan yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. Amran Saru, ST. M.Si dan Bapak Dr. Ir. Abd. Rasyid J, M.Si Selaku penguji yang selalu memberi saran dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Kepada Para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta ilmu pengetahuan sejak menjadi mahasiswa

baru hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Kepada Kak Iqbal dan Pak Odin selaku staf Administasi Program Studi Ilmu Kelautan serta Staf kasubag Pendidikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah memberi bantuan demi kelancaran pengurusan berkas selama menempuh pendidikan.
8. Teman teman-teman yang membantu pengambilan data dilapangan Kak Rafiudin,S.Kel, Gurka Parlindungan Gurning S.Kel, Ardianto, Ciki, Fatin, Indra, dan Debby Penulis sangat berterima kasih atas bantuannya.
9. Kepada sahabat Priska Bungaran Patandianan S,Kel, dan Mahjati Zatil Ilmi S.Pi yang senantiasa memberikan semangat, bantuan, motivasi, dan arahan kepada Penulis.
10. Teman suka dan duka di Asrama Aslinda Sara dan Delvia Datu Padang, S.E yang selalu memberikan semangat, dan motivasi kepada penulis.
11. Kepada Teman-teman Se-Angkatan ATHENA 16 yang selalu memberikan motivasi, bantuan, dan semangat kepada penulis.
12. Teman TGB'16 Priska Bungaran Patandianan S.Kel, Gurka Parlindungan Gurning S.Kel, David Rantetana S.Kel, Erna Kartika Sari S.Kel, Leonny Mustika Rahayu S.Kel, Ardin Pratama Patimang S.Kel, Ardianto, Triyono Rosevel Jimmy, Reski Pagau S.Kel, Meggy Yolanda Matasik, Meifani Berelaku dan Suriani Tiranda S.Kel yang selalu memberikan bantuan Semangat dan Motivasi kepada Penulis.
13. Persekutuan Mahasiswa Kristen Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin (PERMAKRIS IK-UH) dan Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH) yang senantiasa memberikan semangat dan masukan yang membangun selama penulis menjadi mahasiswa
14. Teman-teman KKN Tematik PU-PR Sanitasi dan Persampahan, Kabupaten Gowa Gelombang 102 yang senantiasa memberi semangat kepada Penulis.
15. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

Semoga Tuhan selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Makassar, 5 Februari 2022

Penulis

Rusti

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Wasuponda pada tanggal 6 April 1998. Penulis merupakan anak Pertama dari Empat bersaudara dari pasangan Petrus Kadang dan Ibu Marianti S.Pd. Tahun 2010 penulis lulus dari SDN 250 Wasuponda, Kecamatan Wasuponda, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Tahun 2013 lulus di SMP Negeri 1 Wasuponda, Kecamatan Wasuponda, Kabupaten Wasuponda, Sulawesi Selatan. Tahun 2016 lulus di SMA Frater Palopo, Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Pada bulan Agustus 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur Non Subsidi.

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis merupakan Anggota Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin (KEMA JIK FIKP-UH) dan dan Persekutuan Mahasiswa Kristen Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin (PERMAKRIS IK-UH). Selain itu, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik PUPR Sanitasi dan Persampahan di Desa Bontoala, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 102 pada bulan Juli-Agustus 2019.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Estimasi Karbon Tersimpan Pada Kawasan Hutan Mangrove Lantebung Kota Makassar” pada tahun 2021 yang dibimbing oleh Dr. Supriadi, ST, M.Si. selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si selaku pembimbing pendamping.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Ekosistem Mangrove	3
B. Fungsi dan Peran Mangrove.....	4
C. Biomassa.....	5
D. Karbon.....	6
E. Simpanan Karbon	7
F. Parameter yang Berpengaruh Terhadap Simpanan Karbon	8
G. Tutupan Kanopi	8
III. METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat Penelitian	10
B. Alat dan Bahan	11
1. Alat	11
2. Bahan	11
C. Prosedur Penelitian	11
1. Tahap Persiapan.....	11
2. Tahap Penentuan Stasiun.....	12
3. Tahap Pengambilan Data Lapangan.....	12
D. Tutupan Kanopi	14
E. Estimasi Biomassa dan Karbon Tersimpan.....	15
F. Faktor Lingkungan	16
G. Analisa Data	16
	xi

IV. HASIL	17
A. Gambaran Umum Lokasi.....	17
B. Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove	17
C. Tutupan Kanopi	20
D. Stok Karbon Mangrove	20
E. Parameter Lingkungan	23
V. PEMBAHASAN	24
A. Struktur Komunitas Mangrove.....	24
B. Tutupan Kanopi	27
C. Stok Karbon Mangrove	27
D. Parameter Lingkungan	29
VI. SIMPULAN DAN SARAN	30
A. Simpulan	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

1. Alat dan Fungsinya	11
2. Bahan dan Fungsinya	11
3. Tinggi Pohon Tiap Stasiun	12
4. Kriteria Baku Kerusakan Mangrove	15
5. Persamaan Allometrik Untuk Beberapa Spesies Mangrove untuk karbon atas.....	15
6. Persamaan Allometrik Untuk Beberapa Spesies Mangrove untuk karbon bawah.....	16
7. Komposisi Jenis Mangrove Yang Ditemukan Di Tiap Stasiun	17
8. Persentase tutupan kanopi	20
9. Tipe Sedimen Tiap Stasiun.....	.23

DAFTAR GAMBAR

1.	Canopy Cover (a) dan Canopy Closure (b), (Jennings <i>et al.</i> , 1999 dalam Korhonen <i>et al.</i> , 2006).....	9
2.	Peta Lokasi Penelitian	10
3.	Sketsa penempatan plot pada stasiun	12
4.	Peta Ukuran Plot Sampling Mangrove (English <i>et al.</i> , 1994)	13
5.	Letak Titik Pengambilan Gambar Kanopi (Dharmawan dan Pramudji, 2017).....	14
6.	Kerapatan Jenis Kategori Pohon	18
7.	Kerapatan Jenis Kategori Anakan di Tiap Stasiun	19
8.	Penutupan basal jenis pada tiap stasiun	19
9.	Total Stok Karbon Bagian Atas dan Bawah Pada Kategori Pohon.....	20
10.	Stok karbon pohon atas berdasarkan jenis	21
11.	Stok karbon pohon bawah berdasarkan jenis	21
12.	Total Stok Karbon Bagian Atas dan Bawah Pada Kategori Anakan	22
13.	Stok karbon anakan atas berdasarkan jenis	22
14.	Stok karbon anakan bawah berdasarkan jenis	23

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Struktur Komunitas Mangrove Kategori Pohon	37
2.	Struktur Komunitas Mangrove Kategori Anakan	38
3.	Persen Tutupan Kanopi	39
4.	Stok Karbon Atas Kategori Pohon Pada Tiap Stasiun	43
5.	Stok Karbon Bawah Kategori Pohon Pada Tiap Stasiun	45
6.	Stok Karbon Atas Kategori Anakan pada Tiap Stasiun	47
7.	Stok Karbon Bawah Kategori Anakan pada Tiap Stasiun	49
8.	Estimasi Stok Karbon Total tiap Stasiun kategori Pohon	51
9.	Estimasi Stok Karbon Total tiap Stasiun kategori Anakan	52
10.	Rasio Karbon atas dan Karbon Bawah.....	53
11.	Besar Butir Sedimen.....	54
12.	Analisis Data.....	55

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Vegetasi mangrove yang terdapat di kepulauan Indonesia lebih kompleks dan kaya akan jenis dibandingkan dengan negara-negara lain di dunia, Luas hutan mangrove di Indonesia mencapai 4,25 juta ha dan tersusun oleh lebih dari 45 jenis dari 20 suku mangrove (Purnobasuki, 2005). Hutan mangrove merupakan suatu ekosistem pesisir yang memiliki berbagai macam manfaat baik itu untuk manusia maupun bagi lingkungan disekitarnya. Secara ekologis mangrove berfungsi sebagai tempat mencari makan, pemijahan serta daerah pembesaran berbagai biota, selain fungsi tersebut secara fisik mangrove juga memiliki fungsi sebagai tumbuhan pesisir yang mampu menahan erosi, penahan amukan angin topan, gelombang tsunami serta sebagai penyerap limbah dan pencegah intrusi air laut, fungsi ekonomis penting mangrove seperti, penyedia bahan bakar kayu, bahan baku obat-obatan, dan lain-lain (Dahuri, 1996). Selain fungsi-fungsi diatas ekosistem mangrove juga memiliki peranan penting sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

Hutan mangrove dapat menyimpan lebih dari tiga kali rata-rata penyimpanan karbon per hektar oleh hutan tropis daratan (Donato, *et al.* 2011). Hal ini didukung oleh penelitian Darusman (2006) dalam Bismark, *et al.* (2008), bahwa fungsi optimal penyerapan karbon oleh mangrove mencapai 77,9 %, dimana karbon yang diserap tersebut disimpan dalam biomassa mangrove yaitu pada beberapa bagian seperti pada batang, daun, dan akar. Peranan hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon sangat penting dalam rangka mengatasi masalah efek gas rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global (Yuniawati, *et al.*, 2011). Pelestarian hutan mangrove sangat penting dilakukan dalam mitigasi perubahan iklim global (Kordi, 2012), karena tumbuhan mangrove menyerap karbon dioksida dan mengubahnya menjadi karbon organik yang disimpan dalam *biomassa* tubuhnya, (Hairiah dan Rahayu, 2007). Ekosistem mangrove di Lantebung merupakan perpaduan antara mangrove alami dan hasil rehabilitasi. Kawasan mangrove Lantebung merupakan sisa jalur hijau yang kini ditetapkan sebagai kawasan konservasi dan perlindungan ekosistem pesisir berupa kawasan mangrove (BPPD, 2015). Sejak tahun 2010 pemerintah Makassar dan masyarakat telah melakukan kegiatan penanaman mangrove di sepanjang pesisir Lantebung. Sehingga banyak anakan mangrove ditemukan di bagian bibir pantai.

Berdasarkan ketetapan Pemerintah tentang Ekosistem Pantai tentang Green Belt (Sabuk Hijau) yaitu berjarak 400 meter dari garis pantai dan 10 meter dari muara sungai. Salah satu kawasan hutan mangrove yang dikonversi menjadi lahan non hutan adalah kawasan hutan mangrove di Lantebung. Lantebung termasuk kawasan pantai Utara Kota Makassar. Lantebung memiliki hutan mangrove seluas 25 ha. Luas sebelah utara kurang lebih 1.000 x 250 m dan luas sebelah selatan kurang lebih 700 x 50 m. Jumlah individu mangrove di kawasan mangrove Lantebung ini setiap tahun bertambah karena adanya penanaman. Penelitian ini penting untuk dilakukan mengingat data dan referensi mengenai cadangan karbon pada ekosistem mangrove di kawasan mangrove Lantebung masih kurang. Selain itu dengan penelitian ini kita akan lebih memahami manfaat ekologi mangrove yaitu sebagai penyerap karbon sehingga usaha konservasi mangrove semakin giat dilakukan.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian yaitu;

1. Mengetahui kondisi dan struktur komunitas mangrove pada Kawasan Mangrove Lantebung Kota Makassar.
2. Mengetahui stok karbon mangrove pada Kawasan Mangrove Lantebung Kota Makassar.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebagai sumber informasi mengenai potensi karbon yang terdapat pada vegetasi mangrove, yang bermanfaat dalam mempertimbangkan sistem pengelolaan dan pemanfaatan kawasan hutan mangrove secara lestari dan berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekosistem Mangrove

Mangrove merupakan pohon yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (*intertidal trees*), ditemukan di sepanjang pantai tropis di seluruh dunia. Pohon mangrove memiliki adaptasi fisiologis secara khusus untuk menyesuaikan diri dengan garam yang ada di dalam jaringannya. Mangrove juga memiliki adaptasi melalui sistem perakaran untuk menyokong dirinya di sedimen lumpur yang halus dan mentransportasikan oksigen dari atmosfer ke akar. Sebagian besar mangrove memiliki benih terapung yang diproduksi setiap tahun dalam jumlah besar dan terapung hingga berpindah ke tempat baru untuk berkelompok (Kusmana, 1997).

Hutan mangrove merupakan sumber daya alam tropis yang mempunyai manfaat ganda, baik dari aspek sosial, ekonomi, maupun ekologi. Berbeda dengan hutan daratan, hutan mangrove memiliki habitat yang lebih spesifik karena adanya interaksi antara komponen penyusun ekosistem yang kompleks dan rumit. Komponen penyusun ekosistem tersebut saling berinteraksi membentuk suatu kesatuan yang utuh dan tidak dapat berdiri sendiri. Hutan mangrove termasuk tipe ekosistem yang tidak terpengaruh oleh iklim, tetapi faktor edafis sangat dominan dalam pembentukan ekosistem ini (Indriyanto 2006).

Ekosistem mangrove adalah kelompok jenis tumbuhan yang tumbuh di sepanjang garis pantai tropis sampai sub-tropis yang memiliki fungsi istimewa di suatu lingkungan yang mengandung garam dan bentuk lahan berupa pantai dengan reaksi tanah anaerob. Secara ringkas hutan mangrove dapat didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pasang dan bebas dari genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam (Santoso, 2004).

Menurut Bengen (2001), terdapat 38 jenis mangrove yang tumbuh di Indonesia, diantaranya yaitu marga *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Avicennia*, *Sonneratia*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera* dan *Ceriops*. Sedangkan untuk wilayah Sulawesi Selatan umumnya dijumpai 19 jenis mangrove, yaitu *Avicennia alba*, *A. marina*, *A. officinalis*, *Lumnitzera littorea*, *L. racemosa*, *Excoecaria agallocha*, *Xylocarpus granatum*, *X. mullocensis*, *Rhizophora mucronata*, *R. apiculata*, *R. stylosa*, *Bruguiera cylindrical*, *B. gymnorrhiza*, *B. farviflora*, *B. sexangula*, *Ceriops tagal*, *C. decandra* (Whitten, 1988).

B. Fungsi dan Peran Ekosistem Mangrove

Ekosistem hutan mangrove merupakan salah satu sumberdaya alam wilayah pesisir yang mempunyai peranan penting ditinjau dari sudut sosial, ekonomi, dan ekologis. Fungsi utama sebagai penyeimbang ekosistem dan penyedia berbagai kebutuhan hidup bagi manusia dan makhluk hidup lainnya (Suzana, 2011). Menurut Malik *et al.*, (2019) hutan mangrove merupakan ekosistem yang memiliki peranan penting di wilayah pesisir Indonesia. Murdiyarso *et al.* (2010) menyatakan mangrove menyimpan karbon lebih besar dari tumbuhan ekosistem pada umumnya, bahkan mampu menyimpan karbon sepuluh kali lebih banyak dari ekosistem lainnya.

Hutan mangrove mempunyai tiga fungsi utama bagi kelestarian sumber daya, yakni : (1) Fungsi fisik, hutan mangrove secara fisik menjaga dan menstabilkan garis pantai serta tepian sungai, pelindung terhadap hempasan gelombang dan arus, mempercepat pembentukan lahan baru serta melindungi pantai dari erosi laut/abrasi (green belt). (2) Fungsi biologis adalah sebagai tempat asuhan (*nursery ground*), tempat mencari makanan (*feeding ground*) untuk berbagai organisme yang bernilai ekonomis khususnya ikan dan udang, tempat berkembang biak (*spawning ground*), sebagai penghasil serasah/ zat hara yang cukup tinggi produktivitasnya, habitat berbagai satwa liar antara lain, reptilia, mamalia, burung dan lainnya. Selain itu, hutan mangrove juga merupakan sumber plasma nutfah. (3) Fungsi ekonomi yakni kawasan hutan mangrove berpotensi sebagai tempat rekreasi dan edukasi, lahan pertambakan, dan penghasil devisa dengan produk bahan baku industri (Saparinto, 2007). disamping itu salah satu contoh dari fungsi ekonomi mangrove sebagai tempat rekreasi dan edukasi seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Saru *et al.*, (2019) ditambahkan pendidikan Universitas Hasanuddin, ditemukan 7 jenis mangrove, dari segi keanekaragaman tentunya hal ini menarik bagi pengunjung yang ingin menambah pengetahuan mengenai jenis-jenis mangrove (eduwisata), atau sekedar rekreasi semakin banyaknya pengunjung tentu berpengaruh terhadap nilai ekonomi. manfaat tidak langsung ekosistem mangrove memang tidak dirasakan secara langsung oleh masyarakat namun eksistensi atau keberadaan hutan mangrove secara tidak langsung memberikan kontribusi terhadap kelestarian lingkungan, baik secara fisik maupun ekobiologi (Saru, 2014).

Selain dari fungsi di atas, mangrove juga memiliki peranan penting dalam hal penyimpanan karbon. Dalam Darmawan dan Chairil (2008) menyebutkan bahwa hutan mangrove memiliki potensi kandungan biomassa Total sebanyak 364,9 ton per hektarnya. Namun sekarang ini banyak hutan mangrove yang dialihfungsikan lahannya menjadi tambak, pemukiman dan lain sebagainya sehingga karbon dioksida di udara masih banyak yang tidak terserap. Ekosistem mangrove berperan dalam mitigasi

perubahan iklim akibat pemanasan global karena mampu mereduksi CO₂ melalui mekanisme “sekuestrasi”, yaitu penyerapan karbon dari atmosfer dan penyimpanannya dalam beberapa kompartemen seperti tumbuhan, serasah dan materi organik tanah (Hairiah dan Rahayu. 2007). Oleh karena itu sangat penting melindungi dan merehabilitasi Kawasan mangrove karena dapat meningkatkan stok karbon dalam biomassa tanaman dan berguna untuk mitigasi perubahan iklim (Malik dkk, 2020).

Dalam proses fotosintesis, CO₂ dari atmosfer diikat oleh vegetasi dan disimpan dalam bentuk biomassa. Karbon yang diserap tumbuhan selama fotosintesis, bersamasama dengan nutrisi yang diambil dari tanah, menghasilkan bahan baku untuk pertumbuhan (Setyawan *et al.* 2002). “Carbon sink berhubungan erat dengan biomassa tegakan. Jumlah biomassa suatu kawasan diperoleh dari produksi dan kerapatan biomassa yang diduga dari pengukuran diameter, tinggi, dan berat jenis pohon. Biomassa dan carbon sink pada hutan tropis merupakan jasa hutan diluar potensi biofisik lainnya, dimana potensi biomassa hutan yang besar adalah menyerap dan menyimpan karbon guna pengurangan CO di udara. Manfaat langsung dari pengolahan hutan berupa hasil kayu hanya 4,1%, sedangkan fungsi optimal hutan dalam penyerapan karbon mencapai 77,9% (Darusman, 2006).

C. Biomassa

Menurut Sutaryo (2009) biomassa adalah materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah, seperti pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan, serta sisa kotoran hewan.

Dalam suatu penelitian biomassa terdapat banyak istilah yang terkait dengan penelitian tersebut, beberapa istilah tersebut menurut Sutaryo (2009), sebagai berikut :

1. Biomassa hutan (*Forest biomass*) adalah keseluruhan volume makhluk hidup dari semua species pada suatu waktu tertentu dan dapat dibagi ke dalam 3 kelompok utama yaitu pohon, semak dan vegetasi yang lain.
2. Pohon secara lengkap (*Complete tree*) berisikan keseluruhan komponen dari suatu pohon termasuk akar, tunggul /tunggak, batang, cabang dan daun-daun.
3. Tunggul dan akar (*Stump and roots*) mengacu kepada tunggul, dengan ketinggian tertentu yang ditetapkan oleh praktek-praktek setempat dan keseluruhan akar. Untuk pertimbangan kepraktisan, akar dengan diameter yang lebih kecil dari diameter minimum yang ditetapkan sering dikesampingkan.
4. Batang di atas tunggul (*Tree above stump*) merupakan seluruh komponen pohon kecuali akar dan tunggul. (Dalam kegiatan *forest biomass inventories*, pengukuran sering dikatakan bahwa biomassa di atas tunggul/tunggak ditetapkan sebagai

biomassa pohon secara lengkap.

5. Batang (stem) adalah komponen pohon mulai di atas tunggul hingga ke pucuk dengan mengecualikan cabang dan daun.
6. Batang komersial adalah komponen pohon di atas tunggul dengan diameter minimal tertentu.
7. Tajuk pohon (*Stem topwood*) adalah bagian dari batang dari diameter ujung minimal tertentu hingga ke pucuk, bagian ini sering merupakan komponen utama dari sisa pembalakan.
8. Cabang (*branches*) semua dahan dan ranting kecuali daun.
9. Dedaunan (*foliage*) semua duri-duri, daun, bunga dan buah.

Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa mangrove memberi sumbangan sangat potensial untuk mengurangi emisi karbon dibanding hutan hujan tropis. Hutan mangrove mempunyai peranan kunci dalam strategi mitigasi perubahan iklim. Masalahnya, mangrove terus mengalami kerusakan dengan cepat di sepanjang garis pantai, sejalan dengan persoalan emisi gas rumah kaca. Para ahli dari *Center for International Forestry Research* (CIFOR) dan *USDA Forest Service* menekankan perlunya hutan mangrove dilindungi sebagai bagian dari upaya global dalam melawan perubahan iklim (Purnobasuki, 2011).

Nilai biomassa selain dipengaruhi oleh kerapatan pohon juga dipengaruhi oleh besarnya diameter pohon itu sendiri, hal ini dikarenakan semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomasanya juga akan semakin besar. Pengaruh dari tingginya nilai diameter batang terhadap nilai biomassa suatu tegakan pohon sangat besar dibanding dengan kerapatan. Adinugroho (2001) menyebutkan bahwa terdapat hubungan erat antara dimensi pohon (diameter dan tinggi) dengan biomasanya terutama dengan diameter pohon. Seiring pertumbuhan suatu tegakan pohon maka akan menghasilkan nilai biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula karena terjadi penyerapan CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis menghasilkan biomassa yang kemudian dialokasikan ke daun, ranting, batang dan akar yang mengakibatkan penambahan diameter serta tinggi pohon.

D. Karbon

Karbon adalah salah satu unsur yang utama dalam pembentukan bahan organik termasuk makhluk hidup. Hampir sebagian dari organisme hidup merupakan karbon, karena secara alami karbon banyak tersimpan di bumi (darat dan laut) daripada di atmosfer. Karbon merupakan salah satu unsur alam yang memiliki lambang "C" dengan nilai atom sebesar 12 (Munari, 2011).

Menurut Kauffman *et al.*(2012) simpanan karbon di hutan mangrove lebih tinggi dibandingkan simpanan karbon pada tipe hutan lainnya, dimana simpanan karbon terbesar terdapat pada sedimen mangrove. Daun dan ranting pohon mangrove yang gugur didekomposisi oleh mikroorganisme, dan menjadi salah satu sumber bahan organik pada sedimen mangrove (Susiana, 2011).

Aktivitas manusia berperan penting dalam hal peningkatan atau penurunan kandungan karbon tersimpan pada ekosistem mangrove. Kegiatan penanaman mangrove akan meningkatkan kandungan karbon tersimpan, sedangkan penebangan mangrove akan mengurangi kandungan karbon tersimpan (Senoaji, 2016).

kandungan karbon untuk setiap jenis vegetasi mangrove akan berbeda satu dengan yang lainnya, tergantung kepada massa jenis kayu. Semakin tinggi massa jenis kayu, semakin banyak kandungan biomassa. Semakin besar kandungan biomassa, maka kandungan karbon tersimpan juga akan semakin besar. Selama pohon atau tegakan itu hidup, maka proses penyerapan karbon dioksida dari atmosfer terus berlangsung. Kegiatan penebangan pohon atau matinya pohon secara alami akan menghentikan proses penyerapan karbon dioksida (Senoaji, 2016).

E. Simpanan Karbon Mangrove

Simpanan Karbon mangrove merupakan besar karbon tersimpan pada biomassa mangrove yang didapat melalui proses fotosintesis. Menurut Sutaryo (2009) dalam inventarisasi hutan terdapat empat kantong karbon yaitu sebagai berikut:

1. Biomasa Atas Permukaan

Biomasa atas permukaan adalah suatu material hidup atas permukaan termasuk bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan di bawah lantai.

2. Biomasa Bawah Permukaan

Biomasa bawah permukaan adalah semua biomasa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.

3. Bahan Organik Mati

Bahan organik mati meliputi kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai semua bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari 17 diameter yang telah ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak berdiri maupun yang telah roboh/tumbang di tanah, akar mati, dan tanggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan.

4. Karbon Organik Tanah

Bagian yang mencakup karbon organik tanah yaitu karbon pada tanah mineral dan tanah organik yang termasuk gambut didalamnya.

F. Parameter Lingkungan yang Berpengaruh Terhadap Simpanan Karbon

Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), jumlah Karbon tersimpan antar lahan berbeda-beda, tergantung pada keragaman dan kepadatan tumbuhan yang ada, jenis tanahnya serta cara pengelolaannya.

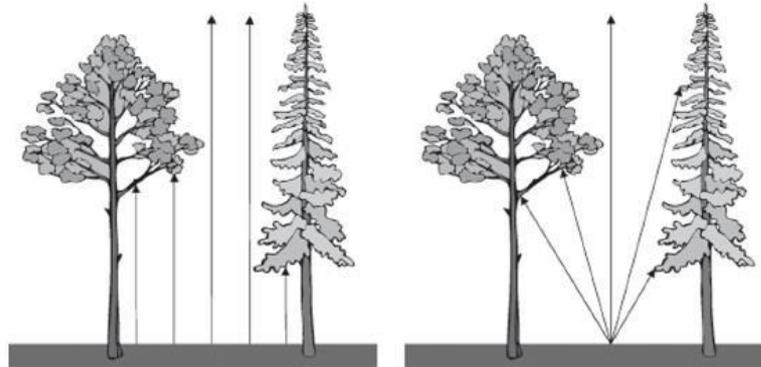
Karbon merupakan suatu unsur yang diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk biomassa. Tingkat penyerapan karbon di hutan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antarlain iklim, topografi, karakteristik lahan, umur dan kepadatan vegetasi, komposisi jenis serta kualitas tempat tumbuh. Tempat penyimpanan utama karbon adalah terdapat dalam biomasnya (termasuk bagian atas yang meliputi batang, cabang, ranting, daun, bunga, dan buah serta bagian bawah yang meliputi akar), bahan organik mati, tanah dan yang tersimpan dalam produk kayu yang nantinya dapat diemisikan untuk produk jangka panjang (Widyasari, 2010).

G. Tutupan Kanopi

Tutupan Kanopi atau yang dalam bahasa Inggris biasa disebut *canopy cover* merupakan suatu areal permukaan tanah yang dilindungi oleh vegetasi. Struktur dari tutupan kanopi berfungsi sebagai pengendali besarnya energi kinetik hujan yang akan mengenai tanah dimana luasan dan bentuk strata dari tutupan kanopi akan mempengaruhi besarnya intersepsi butiran hujan dan jumlah percikan air hujan (FAO dan CIFOR, 2005). Sedangkan menurut Sadono (2018) kanopi atau sering disebut juga dengan istilah tajuk pohon adalah suatu kondisi yang terbentuk oleh cabang – cabang dan daun pohon saling tumpang tindih. Peran kanopi mangrove dapat mempengaruhi proses fotosintesis adalah dari bentuk dan kepadatan tajuk, semakin rapat tajuk maka akan semakin sulit cahaya matahari menembus kanopi pohon sehingga mangrove dengan kategori anakandan semai kurang dalam mendapatkan kebutuhan sinar matahari.

Menurut Jennings *et al.* 1999 dalam Korhonen *et al.* 2006) Terdapat dua konsep tentang tutupan kanopi berkaitan dengan teknik pengukuran yang digunakan, yaitu *canopy cover* dan *canopy closure*. Definisi *canopy cover* telah disebutkan di atas, sedangkan definisi *canopy closure* adalah proporsi bidang langit (*open sky*) yang ditutupi tumbuhan jika dilihat dari suatu titik. Perbedaan antara *canopy cover* dan *canopy closure* dapat dilihat pada Gambar 1. Kerancuan lain berkaitan dengan

konsepisi tutupan kanopi adalah pertimbangan celah diantara mahkota tanaman sebagai bagian dari kanopi atau tidak. Hal ini penting karena akan berpengaruh terhadap hasil akhir estimasi.



Gambar 1. Canopy Cover (a) dan Canopy Closure ((Jennings al., 1999 dalam Korhonen et al., 2006)

Tutupan tajuk atau tutupan kanopi dapat diketahui dengan menggunakan metode hemispherical photography (Pretzsch *et al.* 2015). Hemispherical photography merupakan suatu metode fotografi yang digunakan untuk melihat tutupan kanopi mangrove atau tutupan kanopi hutan darat melalui foto dengan kamera. Dalam hal ini yang digunakan adalah kamera depan Handphone (HP) dikarenakan memiliki keunggulan secara in heren dengan waktu, tutupan awan dan tahun. Metode hemispherical photography menggunakan kamera HP adalah metode tidak langsung untuk mengukur transmisi cahaya. Metode fotografi lainnya untuk menghitung tutupan kanopi pohon adalah menggunakan metode fotografi tertutup tidak menggunakan lensa mata ikan dan lebih fokus pada analisis parameter kanopi seperti indeks luasan daun (Bianchi *et al.* 2017). Metode *hemispherical photography* ini cukup baru digunakan di Indonesia pada ekosistem mangrove karena di Indonesia dalam menentukan tutupan kanopi biasanya menggunakan metode dengan batuan citra satelit akan tetapi metode ini banyak kekurangan seperti hasil didapatkan kurang akurat karena dalam perhitungan mencakup wilayah yang luas. Metode *hemispherical photography* perlu dikembangkan di Indonesia karena penerapannya mudah dengan biaya lebih murah dan hasil lebih akurat dibanding dengan metode citra satelit untuk mengetahui suatu kondisi ekosistem mangrove di suatu daerah selain menghitung nilai kanopi pohon juga diperlukan menghitung nilai dari struktur dan komposisinya (Baksir *et al.*, 2018).