

SKRIPSI

**STOK KARBON DAN SERAPAN CO₂ MANGROVE DI LOKASI
WISATA TANARAJAE DESA BONTOMANAI KECAMATAN
LABBAKKANG KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**

Disusun dan diajukan oleh

**JUHARDIANA
L111 16 308**



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

**STOK KARBON DAN SERAPAN CO₂ MANGROVE DI LOKASI
WISATA TANARAJAE DESA BONTOMANAI KECAMATAN
LABBAKKANG KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**

**JUHARDIANA
L111 16 308**

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

STOK KARBON DAN SERAPAN CO₂ MANGROVE DI LOKASI WISATA
TANARAJAE DESA BONTOMANAI KECAMATAN LABBAKKANG
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

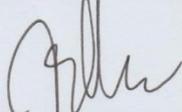
Disusun dan diajukan oleh

JUHARDIANA
L111 16 308

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 03 Februari 2022 dan telah memenuhi syarat kelulusan.

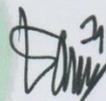
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Supriadi, ST, M.Si
NIP. 19691201 199503 1 002

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si
NIP. 19650810 199103 1 006

Ketua Program Studi,



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Juhardiana
Nim : L111 16 308
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Stok Karbon dan Serapan CO_2 Mangrove di Lokasi Wisata Tanarajae Desa
Bontomanai Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

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, 25 Februari 2022

Yang Menyatakan



JUHARDIANA

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Juhardiana

NIM : L111 16 308

Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi 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 mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 25 Februari 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi,



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

Penulis



Juhardiana
L111 16 308

ABSTRAK

Juhardiana. L111 16 308. “Stok Karbon dan Serapan CO₂ Mangrove di Lokasi Wisata Tanarajae Desa Bontomanai Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan” dibimbing oleh **Supriadi** sebagai Pembimbing Utama dan **Muh. Farid Samawi** sebagai Pembimbing Anggota.

Kerusakan hutan mangrove merupakan salah satu masalah yang cukup serius, ekosistem ini akan menjadi salah satu penyumbang sumber gas karbon dioksida saat mengalami degradasi. Perlu adanya upaya pengelolaan dalam rangka mengurangi dampak pemanasan global melalui penurunan emisi gas karbon dioksida dengan mengestimasi stok karbon dan serapan CO₂ khususnya di lokasi wisata Tanarajae. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas, stok karbon dan serapan CO₂ di lokasi wisata Tanarajae dengan melakukan pembuatan plot kuadrat berukuran 10 m x 10 m² untuk pohon, pada setiap plot dibuat plot yang lebih kecil di dalamnya dengan ukuran 5 x 5 m² untuk anakan, kemudian di dalam plot tersebut dibuat plot untuk semaian berukuran 1 x 1 m². Data biomassa diperoleh dengan melakukan pengukuran lingkaran batang mangrove dan dimasukkan ke dalam rumus allometrik masing-masing jenis mangrove. Dilakukan pula pengambilan gambar tutupan kanopi menggunakan kamera. Hasil dari penelitian menunjukkan stok karbon tertinggi di lokasi wisata Tanarajae terdapat pada stasiun III yang didominasi oleh jenis *Avicennia marina* dengan kandungan stok karbon sebesar 290,26 ton C/ha yang setara dengan jumlah serapan CO₂ sebesar 1064,28 ton/ha, sedangkan stasiun dengan kandungan stok karbon terendah yaitu pada stasiun I dengan total kandungan stok karbon sebesar 189,63 ton C/ha atau setara dengan jumlah serapan CO₂ sebesar 695,29 ton/ha yang didominasi oleh dua jenis mangrove yaitu *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*.

Kata kunci: Tanarajae, Mangrove, Biomassa, Stok karbon, Serapan CO₂

ABSTRACT

Juhardiana. L111 16 308. "Carbon stock and absorption CO₂ mangrove trees at tourism location Tanarajae, Bontomanai village, Labakkang sub-district, Pangkajene dan Kepulauan district" supervised by **Supriadi** as the Principal supervisor and **Muh. Farid Samawi** as the co-supervisor.

Mangrove forest degradation is a critical problem; as this ecosystem degrades, it will become one of the big contributors to carbon dioxide emissions. Management measures are needed to limit the impact of global warming by minimizing carbon dioxide gas emissions and measuring carbon stocks and CO₂ uptake at the Tanarajae tourist location. The goal of this study is to figure out the community structure, carbon stock, and CO₂ uptake at Tanarajae, a popular tourist destination. The location was first surveyed to determine the characteristics of the observation location. Mangrove density was determined by creating a square plot for trees measuring 10 m x 10 m², with a smaller plot for saplings measuring 5 x 5 m² inside each plot, then plots are made for seedlings measuring 1 x 1 m². The circumference of the mangrove trunk was measured and the allometric formula for each variety of mangrove was used to calculate biomass. A camera was also used to photograph the canopy cover. The study's findings show that the station with the highest carbon stock at Tanarajae's tourist site is station III, which is dominated by *Avicennia marina* species and has a carbon stock content of 290,26 tons C/ha, equivalent to 1064,28 tons CO₂ absorption, while the station with the lowest carbon stock is station I. Station I, which was dominated by two varieties of mangroves, *Rhizophora apiculata* and *Sonneratia alba*, had the lowest carbon stock content, with a total carbon stock content of 189,63 tons C/ha, or equivalent to 695,29 tons CO₂ absorption.

Keywords: Tanarajae, mangrove, biomass, carbon stock, CO₂ uptake

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkah, rahmat dan hidayah yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dalam bentuk skripsi dengan judul "**Stok Karbon dan Serapan Co₂ Mangrove di Lokasi Wisata Tanarajae Desa Bontomanai Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan**" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tak lepas dari campur tangan berbagai pihak, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya berkat restu, bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari pihak tersebut yang telah membantu penulis mulai dari penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Adapun pihak yang dimaksud adalah:

1. Kepada kedua orang tua **Haedir, S.Pd** dan **Hadawiah, S.Pd** atas do'a dan dukungan yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak **Dr. Supriadi, ST, M.Si**, dan **Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si** selaku pembimbing yang membantu dalam penyusunan skripsi atas waktu yang telah diluangkan untuk memberikan saran dan motivasi dalam penyelesaian skripsi.
3. Bapak **Dr. Ir. M. Rijal Idrus, M.Sc** selaku dosen penguji yang telah memberikan tanggapan dan saran untuk penyempurnaan skripsi.
4. Ibu **Dr. Ir. Shinta Werorilangi, M.Sc** selaku penguji sekaligus dosen penasehat akademik yang telah memberikan banyak masukan dan arahan yang membuat penulis merasa senang dalam menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
5. Segenap **Dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan** Universitas Hasanuddin yang telah membagikan ilmu pengetahuan dan pengalamannya kepada penulis.
6. Tim peneliti: **Sitti Raodah, Ariani Ramlah, Sukmawati, Sarjan, Furqan, Resky dan Jimmy** yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan.
7. **Bapak Kepala Desa Bontomanai** dan masyarakat yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di lokasi wisata mangrove tanarajae.
8. Tim Penyemangat: **Sitti Raodah, Muh. Fernanda, Meifani Berelaku, Ariani Ramlah, Sukmawati, Putri Yuni Rahmani dan Suriani Tiranda**. Terimakasih atas kebersamaan dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini. Terimakasih telah bersedia di repotkan dan terimakasih atas segala kebahagiaan dan senantiasa ada buat penulis.

9. Teman-teman se-angkatan **ATHENA 16** yang telah kebersamai selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
10. Keluarga besar **KEMA JIK FIKP UH**, terimakasih atas pengalaman dan ilmu kelembagaan serta kebersamaan selama penulis menjadi bagian dari kalian.
11. Teman **KKN gelombang 102 DESA BARUA**, terimakasih telah memberikan kebahagiaan, dukungan, dan terimakasih atas segala kebaikan satu bulan selama KKN.
12. Terakhir, semua pihak yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan tinggi di Universitas Hasanuddin.

Semoga Allah SWT membalas semua bentuk kebaikan dan ketulusan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penulisan ini, semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat dan kontribusi kepada semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, 25 Februari 2022



Juhardiana

BIODATA PENULIS



Juhardiana lahir di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan pada tanggal 17 Oktober 1997. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Anak dari pasangan Headir, S.Pd dan Hadawiah, S.Pd. Penulis mengawali Pendidikan dan lulus di SD Negeri 34 BABA pada tahun 2009, kemudian melanjutkan Pendidikan dan lulus di SMP Negeri 3 Enrekang tahun 2012, setelah itu penulis melanjutkan Pendidikan di SMA Negeri 1 CENDANA dan lulus tahun 2015. Pada tahun 2016 penulis diterima di Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama berstatus mahasiswa, penulis pernah mengikuti prosesi OMBAK (Orientasi Mahasiswa Baru Kelautan) agar dapat bergabung dalam organisasi jurusan. Penulis pernah mengikuti kegiatan dalam program kerja Himpunan Mahasiswa Ilmu dan Teknologi Kelautan Indonesia (HIMITEKINDO) Wilayah VII. Pada tahun 2019 Penulis melakukan kegiatan pengabdian masyarakat Kuliah Kerja Nyata (KKN) Gelombang 102. Setelah melakukan pendaftaran dan wawancara lokasi penempatan KKN berada di Desa Barua Kabupaten Bantaeng Sulawesi Selatan. Sebulan lebih mengabdikan dan menjalin relasi dengan para mahasiswa berbeda fakultas.

Adapun untuk memperoleh gelar Sarjana Kelautan, Penulis melaksanakan penelitian skripsi yang berjudul "Stok Karbon dan Serapan CO_2 Mangrove di Lokasi Wisata Tanarajae Desa Bontomanai Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan" pada tahun 2021-2022 dibawah bimbingan Dr. Supriadi, ST, M.Si selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si selaku pembimbing pendamping

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Ekosistem Mangrove	3
B. Emisi karbon	5
C. Peran Mangrove sebagai penyerap dan penyimpan karbon	6
1. Penyerapan Karbon Mangrove	6
2. Penyimpanan Karbon Mangrove	7
III. METODOLOGI PENELITIAN	10
A. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	10
B. Alat dan Bahan	11
C. Prosedur Penelitian.....	11
1. Persiapan.....	11
3. Plot Sampling.....	12
4. Pengumpulan data	13
5. Analisis Data	17
IV. HASIL.....	19
A. Parameter Kualitas Lingkungan	19

B. Struktur Komunitas Mangrove.....	19
C. Persentase Tutupan Kanopi.....	23
D. Stok Karbon dan Serapan CO ₂ Mangrove Antar Stasiun	23
E. Total Stok Karbon dan Serapan CO ₂ Tiap Jenis Mangrove di Tanarajae	24
F. Hubungan Stok Karbon dan Serapan CO ₂ dengan Kerapatan Mangrove	25
V. PEMBAHASAN	26
A. Struktur Komunitas Mangrove.....	26
B. Stok Karbon dan Serapan CO ₂ Mangrove	27
C. Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Stok Karbon dan Serapan CO ₂	29
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Tipe zonasi hutan mangrove yang umum ditemukan di Indonesia.....	4
2. Ilustrasi siklus karbon.....	5
3. Peta lokasi penelitian.....	10
4. Ilustrasi pembuatan plot kuadrat untuk data kepadatan mangrove.....	13
5. Ilustrasi penentuan plot untuk pemantauan komunitas mangrove.....	13
6. Pengukuran lingkaran batang mangrove.....	14
7. Posisi pengambilan foto pada beragam kondisi kanopi mangrove.....	15
8. Kepadatan total pohon mangrove antar stasiun di kawasan wisata Tanarajae.....	20
9. Kepadatan jenis pohon mangrove di kawasan wisata Tanarajae.....	21
10. Kepadatan total anakan mangrove antar stasiun di kawasan wisata Tanarajae.....	21
11. Kepadatan jenis anakan mangrove di kawasan wisata Tanarajae.....	25
12. Kepadatan total semai mangrove di kawasan wisata Tanarajae.....	22
13. Kepadatan jenis semai mangrove di kawasan wisata Tanarajae.....	23
14. Hubungan kepadatan mangrove dengan stok karbon dan serapan CO ₂	23

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Standar baku mutu air laut untuk beberapa ekosistem pesisir.	3
2. Standar Baku kerusakan Hutan Mangrove.	5
3. Alat yang digunakan dalam penelitian	11
4. Bahan yang digunakan dalam penelitian	11
5. Karakteristik lokasi penelitian	12
6. Standar baku kerusakan hutan mangrove.	18
7. Parameter kualitas lingkungan antar stasiun	19
8. Sruktur komunitas mangrove di kawasan wisata Tanarajae	19
9. Persentase tutupan kanopi antar stasiun.....	23
10. Stok karbon dan serapan CO ₂ antar stasiun.....	24
11. Hasil anova karbon antar stasiun.....	24
12. Hasil anova CO ₂ antar stasiun.....	24
13. Total Stok karbon dan serapan CO ₂ Tiap Jenis	24

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis dan fungsi ekonomis cukup tinggi yang tentunya sangat penting terutama bagi kehidupan wilayah pesisir. Secara ekologis ekosistem mangrove berperan sebagai tempat hidup, mencari makan dan memijah berbagai biota laut dan darat, penyaring bahan beracun, pengendap substrat dan sebagainya (Syukri *et al.*, 2018). Selain itu, fungsi mangrove secara ekonomis mempunyai potensi yang memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Manfaat yang dirasakan berupa berbagai produk dan jasa lingkungan yang beragam salah satu contohnya yaitu dapat dijadikan sebagai areal budidaya, penangkapan, objek wisata dan sumber kayu bagi masyarakat pesisir di sekitarnya. Kegiatan tersebut memberikan keuntungan yang lebih besar, sehingga menjadikan ekosistem mangrove mengalami degradasi yang signifikan (Afifudin, 2019).

Secara fisik ekosistem mangrove juga berfungsi sebagai mitigasi banjir dan erosi daratan yaitu dengan melakukan filter intrusi air laut, pengeluaran limbah logam berat serta menjadi penahan dan pelindung daratan terhadap pengaruh gelombang laut (Saru, 2013). Fungsi lain yang tidak kalah penting adalah perannya sebagai salah satu ekosistem yang dapat mengurangi emisi karbon dengan melakukan penyerapan CO₂ dari udara. Mahasani (2016) menyebutkan bahwa penyerapan dan penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove terdapat di atas permukaan tanah (batang, daun dan ranting), di bawah permukaan tanah (akar) dan di dalam tanah itu sendiri (sedimen). Perbedaan simpanan karbon dipengaruhi oleh jumlah pohon dan kerapatan pohon, jenis pohon, serta faktor lingkungan lainnya. Hal inilah yang menjadi salah satu alasan bahwa ekosistem mangrove memiliki potensi dalam menyimpan lebih banyak karbon dibandingkan hutan lainnya.

Kawasan Wisata mangrove Tanarajae yang berada di Desa Bontomanai, Kecamatan Labbakkang, Kabupaten Pangkep dikelilingi oleh tambak produktif. Kerusakan hutan mangrove di kawasan ini masih berlangsung sampai sekarang dan telah mengalami degradasi dari luas ± 6 ha hingga tersisa ± 1 ha (Pratama, 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian Mayudin (2012) yang mengatakan bahwa kondisi ekonomi masyarakat pesisir pasca konversi hutan mangrove menjadi lahan tambak di Kecamatan Mandalle, Segeri dan Labakkang Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan secara umum meningkat hingga 50%. Akan tetapi nilai total manfaat ekonomi mangrove ternyata 1,6 kali lebih besar jika dibandingkan dengan nilai ekonomi tambak.

Saat terdegradasi, ekosistem mangrove akan menjadi salah satu penyumbang sumber gas karbon dioksida yang besar. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu

dilakukan kajian untuk mengestimasi stok karbon dan potensi karbon dioksida (CO₂) yang bisa diserap oleh hutan mangrove di kawasan wisata mangrove Tanarajae. Kurangnya informasi mengenai stok karbon mangrove sebagai salah satu upaya penurunan emisi CO₂ di daerah wisata mangrove Tanarajae menjadi penting dalam kebutuhan aktualisasi data dan referensi. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mendukung terwujudnya kegiatan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*) dalam rangka mengurangi dampak pemanasan global melalui penurunan emisi CO₂.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui struktur komunitas mangrove
- 2) Menganalisis stok karbon dan serapan CO₂ mangrove
- 3) Mengetahui hubungan kerapatan mangrove dengan stok karbon dan serapan CO₂ di lokasi wisata Tanarajae.

Kegunaan penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai data kondisi struktur komunitas, stok karbon dan serapan CO₂ di lokasi wisata Tanarajae. Diharapkan informasi tersebut menjadi data dasar dan data pendukung untuk pengelolaan dan pelestarian hutan mangrove sebagai vegetasi yang sangat potensial dalam pengendalian dampak pemanasan global, penyuplai udara segar dan penyerap CO₂.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove dapat dijumpai pada wilayah yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan memiliki tingkat adaptasi yang cukup ekstrim misalnya pada kadar salinitas yang tinggi membuat ekosistem ini menjadi unik. Mangrove dapat tumbuh optimal pada daerah yang banyak mengandung lumpur dan pasir seperti pada daerah muara sungai yang besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur. Pada wilayah pantai dengan kondisi yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat, pertumbuhan vegetasi mangrove ini akan sulit tumbuh, hal ini karena tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur atau pun pasir yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhan mangrove (Dahuri, 2003).

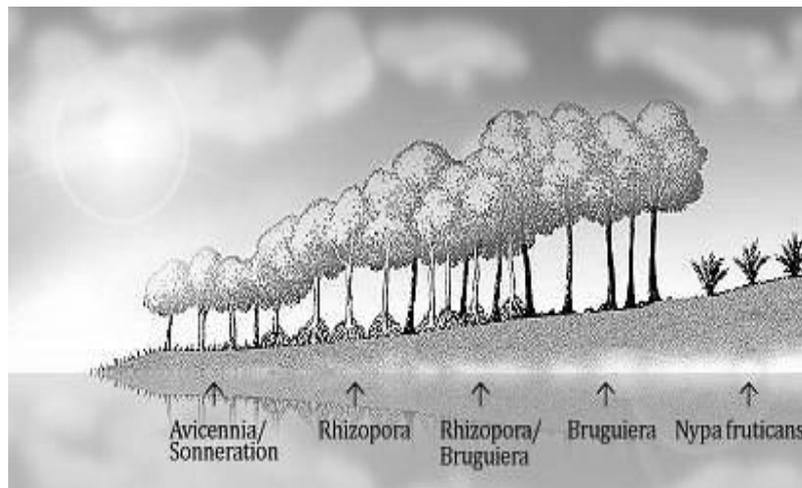
Pola pertumbuhan mangrove sangat dipengaruhi oleh kondisi parameter fisik dan lingkungannya termasuk struktur, fungsi, komposisi dan distribusi jenis yang berasosiasi dengan mangrove tersebut. Sehingga komunitas tumbuhan mangrove akan terzonasi mengikuti pola terkait faktor lingkungan diantaranya: fisiografi pantai, iklim (cahaya, musim dan suhu), pasang surut, gelombang dan arus, salinitas, oksigen terlarut, tanah dan nutrient (Kusumana, 2003). Standar baku mutu air laut untuk beberapa ekosistem pesisir yang mengacu pada KEPMEN LH No 51 tahun 2004 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Standar baku mutu air laut untuk beberapa ekosistem pesisir.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
Fisika			
1	Kecerahan	m	Coral >5 Mangrove - Lamun >3
2	Kebauan	-	Alami
3	Kekeruhan	NTU	<5
4	Padatan tersuspensi total	Mg/l	Coral 20 Mangrove 80 Lamun 20
5	Sampah	-	Nihil
6	Suhu	°C	Alami Coral 28-30 Mangrove 28-32 Lamun 28-30
7	Lapisan minyak	-	Nihil
Kimia			
1	pH	-	7-8,5
2	Salinitas	%0	Alami Coral 33-34 Mangrove s/d 34 Lamun 33-34
3	Oksigen terlarut (DO)	Mg/l	>5

Sumber: KEPMEN LH No 51 tahun 2004.

Nybakken (1988) mengatakan meskipun tidak ada cara universal untuk menentukan zonasi mangrove di suatu kawasan, tetapi untuk daerah Indo – Pasifik skema umum mangrove dapat dipergunakan namun tidak semua hutan mangrove demikian, komposisi komunitas mangrove ditentukan oleh beberapa faktor utama yaitu substrat, kondisi pasang surut, salinitas dan beberapa kasus yang merupakan faktor penting lainnya yaitu derajat keterbukaan terhadap cahaya dan pergerakan air.



Gambar 1. Tipe zonasi hutan mangrove yang umum ditemukan di Indonesia. Sumber: Saru, 2013.

Zonasi ekosistem mangrove berdasarkan jenis pohon di Indonesia, dari arah laut ke darat dapat dikelompokkan atas 4 zona (Ghufran, 2012) sebagai berikut:

- 1) Zona api-api – prepat (*Avicennia – Sonneratia*) letaknya berada paling luar dari arah darat ke laut. Tumbuh pada substrat dengan kondisi tanah berlumpur agak lembek (dangkal), kadar garam cukup tinggi dan sedikit bahan organik.
- 2) Zona bakau (*Rhizophora*) letaknya berada di belakang api-api dan prepat yang di dominansi oleh jenis - jenis bakau (*Rhizophora spp*) dengan kondisi substrat berlumpur lembek (dalam). Beberapa lokasi dijumpai berasosiasi dengan jenis lain seperti tanjang (*Bruguiera spp*), nyirih (*Xilocarpus spp*) dan dungun (*Heritiera spp*).
- 3) Zona tanjang (*Bruguiera spp*) letaknya di belakang zona bakau (*Rhizophora*) kondisi substratnya berlumpur agak keras biasanya dijumpai dekat dengan daratan di beberapa lokasi berasosiasi dengan jenis lain seperti tingi (*Ceriops spp*) dan duduk (*Lumnitzera spp*).
- 4) Zona yang berada paling dekat dengan darat yaitu zona nipah (*Nypa fruticane*) memiliki kondisi substrat dengan tanah yang keras serta mengandung air dengan salinitas yang sangat rendah dibanding dengan zona lainnya, kurang dipengaruhi pasang surut dan umumnya dijumpai pada tepi-tepi sungai dekat laut.

Kondisi penutupan dan kerapatan mangrove mengacu pada KEPMEN – LH No 201 Tahun 2004 (Tabel 2) tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove. Penggolongan kondisi ekosistem mangrove yang diamati berdasarkan kerapatan dan nilai tutupan (%).

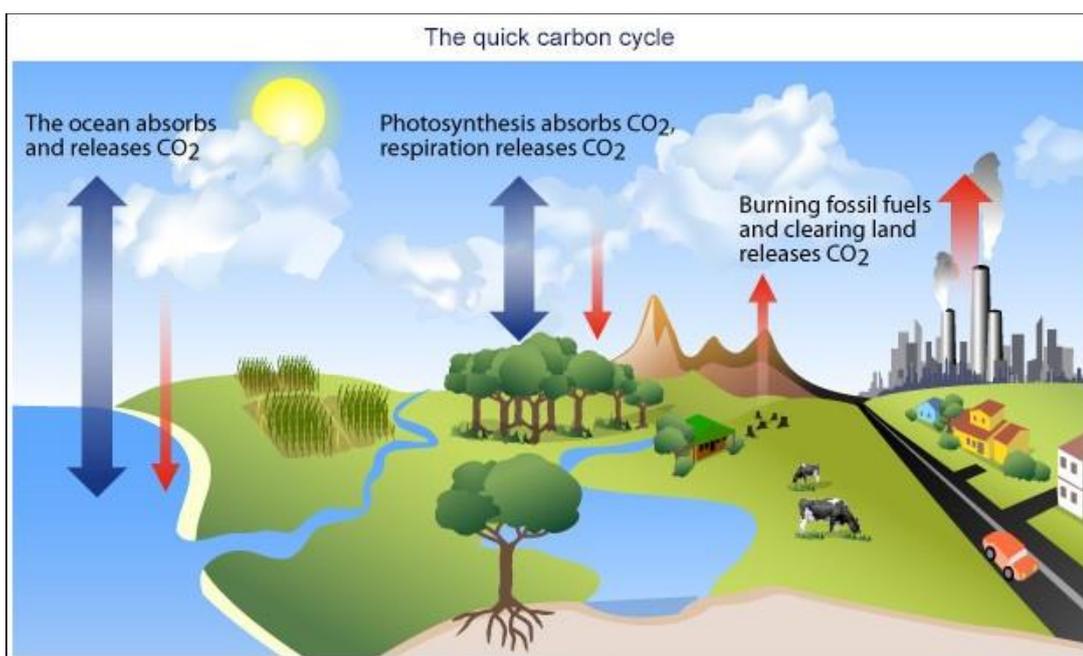
Tabel 2. Standar baku kerusakan hutan mangrove.

Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Padat	≥ 75%	≥1500
	Sedang	50% - 75%	1000 - 1500
Rusak	Jarang	< 50%	< 1000

Sumber: KEPMEN LH No 201 tahun 2004.

B. Emisi karbon

Perubahan iklim yang drastis akibat peningkatan gas rumah kaca kini menjadi perhatian dunia. CO₂ merupakan salah satu komponen gas rumah kaca yang sedang ditimbun di atmosfer dan menjadi kontribusi terbesar pemanasan global. Konsentrasi CO₂ di atmosfer mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Seiring meningkatnya jumlah CO₂ di atmosfer ternyata jumlah vegetasi yang mampu menyerap CO₂ juga semakin berkurang. Akibat aktifitas manusia seperti pembakaran hutan, pembukaan lahan baru dan penggudulan hutan. Meskipun lautan dan proses alam lainnya dapat mengurangi CO₂ di atmosfer tetapi aktifitas manusia jauh lebih cepat dalam melepaskan CO₂ ke udara dibandingkan kemampuan alam untuk menguranginya. (Afdal, 2007).



Gambar 2. Ilustrasi siklus karbon. Sumber: Ikhwanushova, 2018.

Secara alamiah proses alam melepas karbon dalam bentuk respirasi namun dalam prosesnya tidak hanya mengeluarkan CO₂ tetapi dapat menyerapnya kembali melalui proses fotosintesis dan pengikatan oleh senyawa air laut. Namun diketahui lebih banyak CO₂ yang di lepas dari luar siklus alami oleh pembakaran bahan bakar fosil yang telah meningkat sepertiga sejak era perindustrian. Emisi CO₂ yang dihasilkan manusia dapat mengganggu keseimbangan alami dari siklus karbon CO₂ yang semakin meningkat sehingga proses pertukaran karbon alami tidak dapat menyerap semua CO₂ tambahan (Gpwayne, 2013).

Samiaji (2011) berdasarkan hasil penelitiannya mengatakan bahwa emisi dan konsentrasi gas CO₂ di Indonesia mengalami kenaikan setiap tahunnya, namun tidak semua daerah di Indonesia mengalami perubahan iklim akibat kenaikan emisi dan konsentrasi gas CO₂. Dilihat dari sisi kesetimbangan emisi dan penyerapan gas CO₂ pulau Jawa merupakan pulau yang paling banyak mengemisikan gas CO₂ sedangkan yang paling banyak menyerap gas CO₂ adalah pulau Irian.

C. Peran Mangrove sebagai penyerap dan penyimpan karbon

Perubahan tata guna lahan dan deforestasi hutan saat ini memicu peningkatan emisi karbondioksida (CO₂) yang ada di udara. Diperkirakan sekitar 8% – 20% bersumber dari kegiatan manusia di tingkat global. Peran hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon dapat menjadi solusi bagi masalah tersebut (Donato *et al.*, 2011).

Indonesia terdiri dari berbagai jenis hutan, salah satunya yaitu hutan mangrove. Perbandingan luas hutan mangrove di dunia hanya berkisar 0,4% dari luas hutan dunia. Akan tetapi hutan mangrove memiliki peran besar sebagai penyerap dan penyimpan karbon yaitu sekitar lebih dari 4 gigaton C/tahun sampai 112 gigaton C/tahun. Tanaman mangrove mampu menyerap emisi yang terlepas dari lautan dan udara. Penyerapan emisi gas buang menjadi maksimal karena mangrove memiliki sistem akar nafas dan keunikan struktur tumbuhan pantai (Rahim & Dewi, 2017).

1. Penyerapan Karbon Mangrove

Proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (CO₂) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi. Pada sebagian besar ekosistem bahan ini membusuk dan melepaskan karbon kembali ke atmosfer sebagai CO₂. Akan tetapi hutan mangrove justru mengandung sejumlah besar bahan organik yang tidak membusuk, karena itu hutan mangrove lebih berfungsi sebagai penyerap karbon dibandingkan sebagai sumber karbon. Tumbuhan mangrove memiliki banyak daun dibanding tumbuhan ekosistem pesisir lainnya sehingga lebih berpotensi menyerap karbon lebih banyak dari tumbuhan pesisir lainnya (Rahim & Dewi, 2017).

Rahim & Dewi (2017) menyebutkan bahwa Indonesia dengan persentase 75% wilayah hutan mangrove di Asia Tenggara masih belum bisa mengoptimalkan fungsi hutan mangrove. Justru wilayah hutan mangrove banyak mengalami degradasi secara sistematis karena kepentingan manusia, alih fungsi hutan mangrove yang terjadi berdampak pada penurunan kemampuan penyerapan karbon di atmosfer dan terurainya karbon tersimpan melalui proses dekomposisi ke atmosfer. Peran ekosistem mangrove sebagai absorber dan tempat reservoir CO₂ berubah menjadi penyumbang emisi CO₂. Kondisi tersebut turut serta mempengaruhi perubahan iklim di dunia.

Alternatif yang sangat berpotensi untuk dikembangkan sekarang ini adalah mengendalikan konsentrasi karbon yaitu melalui pengembangan penyerapan karbon hutan mangrove melalui rehabilitasi dengan jenis mangrove yang cepat tumbuh. Indonesia sangat berpotensi untuk menjadi tempat penyerap emisi karbon karena memiliki hutan tropis dan mangrove terbesar ketiga dunia (Sutaryo, 2009).

Menurut Sutaryo (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 CO₂ terlarut akan terbawa oleh sirkulasi termohalin yang membawa massa air permukaan kedalam lapisan air yang lebih dalam.

Berdasarkan SNI 7724 (2011) Menghitung total cadangan karbon hutan didasarkan pada kandungan biomasa dan bahan organik pada lima carbon pool (biomassa atas permukaan tanah, biomassa bawah permukaan tanah, kayu mati, serasah dan bahan organik tanah) sesuai dengan IPCC 2003.

2. Penyimpanan Karbon Mangrove

Mangrove menyimpan karbon dalam bentuk biomassa, baik pada bagian atas (*carbon above ground*) dan bagian bawah (*carbon below ground*). Sementara itu, guguran material organik seperti serasah dan batang mangrove yang telah mati pada substrat memberikan sumbangan karbon organik dalam tanah. Sistem perakaran mangrove yang rapat memungkinkan karbon tersebut terperangkap dalam lingkungan mangrove dan meminimalisasi ekspor nutrient keluar kawasan. Potensi mangrove Indonesia adalah salah satu hutan kaya karbon terbesar yang ada di dunia sekaligus

adalah hutan yang mempunyai karbon terpadat yang berada di wilayah tropis. Hal ini dikarenakan hutan mangrove menyimpan lebih dari tiga kali rata-rata karbon per hektar hutan tropis daratan, jumlah ini mencakup sepertiga stok karbon pesisir global. Dengan demikian potensi mangrove sebagai penyimpan mangrove sangatlah bermanfaat dalam menjaga keseimbangan alam, menurunkan pemanasan global dan mencegah perubahan iklim global (Donato *et al.*, 2011).

Mangrove yang dikategorikan sebagai ekosistem lahan basah di hutan, pelepasan emisi ke udara pada hutan mangrove lebih kecil daripada hutan di daratan, hal ini karena pembusukan serasah tanaman akuatik tidak melepaskan karbon ke udara. Adapun tanaman hutan tropis yang mati melepaskan sekitar 50 persen karbonnya ke udara. Dengan kemampuan mangrove dalam menyimpan karbon, maka peningkatan emisi karbon di alam tentu dapat lebih dikurangi (Rahim & Dewi, 2017).

Sulaiman & Lutfi (2019) mengatakan bahwa Mangrove Indonesia menyimpan sekitar 3,14 milyar metrik karbon (PgC). Permukaan bawah ekosistem mangrove Indonesia menyimpan sejumlah besar karbon: 78 % karbon di simpan di dalam tanah, 20% karbon di simpan di pohon hidup, akar atau biomassa, dan 2 % disimpan di pohon mati atau tumbang.

Menurut Sutaryo (2009) proses fotosintesis dapat mengurangi jumlah karbon (CO₂) di atmosfer dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Semua komponen penyusun vegetasi hutan seperti pohon, semak, liana maupun epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Akar tumbuhan juga merupakan penyimpanan karbon termasuk juga tanah itu sendiri. Karbon juga tersimpan dalam bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti kayu.

Berdasarkan Brown (1997) biomassa adalah total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang ada di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah serta bahan organik yang mati meliputi kayu mati dan serasah untuk mendapatkan nilai stok karbon

Biomassa bisa dikelompokkan atas empat bagian yakni (Sutaryo, 2009):

1. Biomassa atas permukaan adalah semua material hidup diatas permukaan, yaitu batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah.
2. Biomassa bawah permukaan adalah semua biomassa dari akar tumbuhanyang hidup.
3. Bahan organik mati seperti kayu mati dan serasah.
4. Karbon organik tanah mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik.

Perbandingan jumlah biomassa atas permukaan tanah (above ground biomass) lebih besar bila dibandingkan dengan biomassa bawah permukaan (below ground biomass) sehingga terkadang mewakili pendugaan biomassa secara keseluruhan (Brown, 1997).

Berdasarkan salah satu penelitian yang dilakukan di beberapa kabupaten Mamuju oleh Syukri *et al.*, (2018). Mengatakan bahwa 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.