

Skripsi

ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN MANGROVE

***Avicennia alba* Blume DI PANTAI DESA BULU CINDEA**

KECAMATAN BUNGORO - KABUPATEN PANGKEP



Oleh

INDAH KHAERUNNISA

H041171511

DEPARTEMEN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN MANGROVE

Avicennia alba Blume DI PANTAI DESA BULU CINDEA

KECAMATAN BUNGORO - KABUPATEN PANGKEP

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada program studi strata satu (S1) pada Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

HALAMAN JUDUL

INDAH KHAERUNNISA

H041171511

DEPARTEMEN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN MANGROVE
Avicennia alba Blume DI PANTAI DESA BULU CINDEA
KECAMATAN BUNGORO - KABUPATEN PANGKEP**

Disusun dan diajukan oleh

INDAH KHAERUNNISA

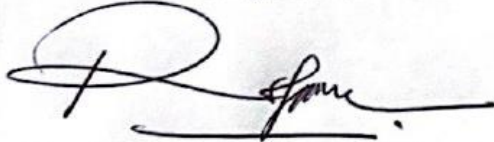
H041171511

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada :

Tanggal 14 Desember 2022

Menyetujui:

Pembimbing Utama




Drs. Muh. Ruslan Umar, M.Si.
NIP. 196302221989031003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ambeng, M.Si.
NIP. 196507041992031004

Ketua Program Studi




Dr. Magdalena Litaay, M.Sc
NIP. 196409291989032002


PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Khaerunnisa
NIM : H041171511
Program Studi : Biologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Analisis Simpanan Karbon Tegakan Mangrove *Avicennia Alba* Blume Di Pantai Desa Bulu Cindea Kecamatan Bungoro - Kabupaten Pangkep adalah karya ilmiah saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 Desember 2022
Yang Menyatakan


Indah Khaerunnisa

KATA PENGANTAR

Laksana oase di tengah sahara yang menghilangkan dahaga, setiap pujian dan ucapan syukur penulis akan selalu teriring dalam setiap karunia dan rahmat Tuhan Yang Maha Kuasa dengan naungannya penulis dapat menghembuskan nafas, mengayunkan tangan, melangkahkahi kaki dan menggerakkan tubuh dalam setiap usaha dalam mencari keridhoan-Nya. Salah satu bentuk kesyukuran penulis dalam menjalani kehidupan ini, dituangkan dalam bentuk penelitian dengan judul “Analisis Simpanan Karbon Tegakan Mangrove *Avicennia Alba* Blume di Pantai Desa Bulu Cindea Kecamatan Bungoro - Kabupaten Pangkep”. Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains S1 pada Departemen Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanudin.

Segala usaha dan upaya telah dilakukan penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan sebaik mungkin, namun penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan karena keterbatasan kemampuan penulis. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas adanya dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan material, waktu, tenaga, pikiran sejak persiapan sampai dengan selesainya skripsi ini, terimakasih kepada :

1. Keluarga cemara terkhusus Ayahanda Jayadi dan Ibunda Asma yang selalu memberikan dorongan dan motivasi serta berkorban demi kesuksesan dan kebahagiaan anak-anaknya. Selaku orang tua hebat atas doanyalah yang

mengringi langkah penulis untuk dapat berproses sejak awal perkuliahan sampai saat ini, juga untuk Adinda Widya Ayu Asyadi dan Al-Father M. Asyadi yang selalu menjadi saudara yang suportif lahir dan batin.

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin, Bapak Dr. Eng Amiruddin, M.Si., beserta seluruh staf.
3. Ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc., beserta bapak ibu dosen yang telah mencurahkan ilmunya dan menjadi orang tua selama penulis berada di perkuliahan.
4. Bapak Drs. Muhammad Ruslan Umar, M.Si dan Bapak Dr. Ambeng, M.Si selaku dosen pembimbing yang penuh perhatian dan kesabaran dalam membimbing penulis serta atas masukan saran dan bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Dr. Hj. Zohra Hasyim, M.Si selaku dosen penasihat akademik yang telah membimbing akademik penulis selama proses perkuliahan.
6. Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc dan Bapak Andi Arfan Sabran, S.Si., M.Kes., selaku dosen penguji atas saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
7. Tim lapangan yaitu Salman Al Farisi, S.Si., Islah Madjid, Syaifullah Abd Rasyid, Siti Aras Ainun Basri S.Si., Dicky Nistya Dwiangga, Khalis Giffary, S.Si., Muh Sabran, Mega Karunia Sari, S.Si., Abdul Hayat, Adelya Rezky Prajawati, S.Si., terimakasih atas waktu tenaga dan kerja kerasnya, serta seluruh pihak yang membantu penulis dalam pengambilan data dan penyelesaian skripsi ini.

8. Teman-teman seperjuangan Biovergent (Biologi 2017) atas kebersamaannya selama proses perkuliahan dan telah menjadi keluarga bagi penulis.
9. Teman-teman MIPA 2017 “Kami Satu Kami Bersaudara” atas pengalaman berharga yang mengesankan selama perkuliahan terutama kepada teman-teman Himafi-HMGF 2017.
10. Himpunan Mahasiswa Biologi dan KM FMIPA Unhas menjadi wadah untuk tumbuh dan memberikan pengalaman selama berorganisasi.
11. Kepada saudara-saudari tempat menyambung hidup selama diperantauan yang selalu membantu dan mewarnai hari penulis selama di biologi Salman Al Farisi, S.Si., Islah Madjid, Renaldi Rhafiq, S.Si., Awaluddin Tansi, S.Si., Ayu Mita Lestari, S.Si., Siti Aras Ainun Basri, S.Si., Amalia Fauziah, S.Si., Veni Apriliyani, S.Si., Sophia Latcuba, S.Si., Ummu Athira Sakir, S.Si., Aisyanang Deng Ngai, S.Si., Nur Sofiae, S.Si., Siti Talhah, Ainun Amalia, S.Si., Putri Fahrani, Jihan Atsila L, S.Si., Naspira Binti Jabir, S.Si., Siti Nuraini Rahma, S.Si., Ainun Regita, S.Si., Arini Kusuma Wardani, S.Si., Anugrah Prima Dirgahayu S.Si., Dian Ramadhani S.Si., Jesica Bangkaran S.Si., Rinaldi, dan Syaifullah.
12. Sahabat Steering Cantik yaitu Amalia Fauziah, S.Si., Aisyanang Deng Ngai, S.Si., dan Siti Aras Ainun Basri S.Si.
13. Sahabat kampung halaman penulis yaitu M. Aldin Rasidin, S.Tr.Pel., Rika Rahayu Rustam, B.Ed., Nabila Attahira, S.Pd., Indah Saputri, S.Farm., dan terkhusus kepada Apt. Ayu Atika Tallesang, S.Farm., yang telah menjadi keluarga dan kembali kebersamaai penulis di perantauan.

14. Kawan Tampan Maks17 kepada Khalis Giffary S.Si., Angga Sanda Bunga, Muh Sabran, Puat Ary Prasetya, Azhardi Hamzah S.Si., Muh. Zahary S.Si., Syahrul Ramadhana S.Si., Zhafaat Rahimi S.Si., Ramadhan Risky Wahyudi S.Si., Rifnaldo Karang S.Si., terimakasih telah kebersamai dalam waktu luang yang tidak penting sebenarnya. Serta terkhusus kepada Dicky Nistya Dwiangga yang telah kebersamai berbagi suka duka dari awal perkuliahan hingga saat ini.

Kepada seluruh pihak yang terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis sangat berterima kasih atas segala bantuan, saran, serta masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan menjadi sumber informasi dalam upaya pelestarian lingkungan dimasa yang akan datang.

Makassar, Desember 2022

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan konsentrasi karbondioksida (CO₂) di udara disebabkan oleh hasil aktifitas manusia. Upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi dampak peningkatan CO₂ adalah dengan mengoptimalkan peran mangrove dalam penyerapan dan penyimpanan karbon. Daerah di Sulawesi Selatan yang terkenal dengan sektor laut dan pesisirnya adalah Kabupaten Pangkep terkhusus hutan mangrove yang terletak di Desa Bulu Cindea. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan diameter, biomassa dengan simpanan karbon tegakan mangrove Api-api *Avicennia alba* Blume di Pantai Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep. Pengambilan data di lapangan ini menggunakan metode tanpa pemanenan (non-destruktif), pengumpulan data vegetasi mangrove pada kriteria pohon, yaitu tumbuhan berkayu dengan diameter setinggi dada (1,3 m) \geq 10 cm yang terdapat pada plot 10 x 10 m. Sampling dilapangan dilakukan dengan metode *line transek plot*. Data diameter mangrove kemudian diolah menggunakan persamaan alometrik untuk mengetahui biomassa tegakan. Analisis hubungan diameter dengan biomassa, simpanan karbon, dan serapan CO₂ tegakan *Avicennia alba* Blume, dihitung dengan uji regresi linear sederhana. Dengan rata-rata simpanan karbon pada Stasiun I (alami) $2,743 \pm 0,981$ ton/ha lebih rendah dibandingkan Stasiun II (rehabilitasi) $6,305 \pm 1,599$ ton/ha, hubungan antara rata-rata diameter, biomassa tegakan *Avicennia alba* Blume dengan simpanan karbon berkorelasi positif (+) dengan nilai $r = 0,9970$ pada Stasiun I dan $r = 0,9826$ pada Stasiun II. Sedangkan nilai koefisien determinasi diatas 0,900 yang berarti memiliki hubungan yang kuat sekali. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan diameter batang dan biomassa maka akan diikuti penambahan simpanan karbon dan serapan CO₂.

Kata Kunci : Karbon, *Avicennia alba*, Allometrik, Regresi linier, Bulu Cindea

ABSTRACT

The increase in the concentration of carbon dioxide (CO₂) in the air is caused by the results of human activities. Efforts can be made to cope with the impact of increasing CO₂ is to optimize the role of mangroves in the absorption and storage of carbon. The area in South Sulawesi that is famous for its marine and coastal sectors is Pangkep Regency, especially mangrove forests located in the village of Bulu Cindea. This study aims to determine the relationship between diameter, biomass and carbon storage of mangrove stands of *Avicennia alba* Blume fires on the beach of Bulu Cindea Village, Bungoro District, Pangkep Regency. Data collection in this field using the method without harvesting (non-destructive), mangrove vegetation data collection on the criteria of trees, namely woody plants with a diameter of chest height (1.3 m) \geq 10 cm contained in the plot 10 x 10 m. Field Sampling was done by line transect plot method. Mangrove diameter Data were then processed using allometric equations to determine the biomass of the stand. Analysis of the relationship of diameter to biomass, carbon storage, and CO₂ uptake of *Avicennia alba* Blume stands, calculated by a simple linear regression test. With the average carbon storage at Station I (natural) 2.743 ± 0.981 ton/ha lower than Station II (rehabilitation) 6.305 ± 1.599 ton/ha, the relationship between the average diameter, biomass stands *Avicennia alba* Blume with carbon storage positively correlated (+) with the value of $r = 0.9970$ at Station I and $r = 0.9826$ at Station II. While the value of the coefficient of determination above 0.900 which means it has a very strong relationship. This shows that each increase in stem diameter and biomass will be followed by an increase in carbon storage and absorption of CO₂.

Keywords: *Carbon, Avicennia alba, Allometric, Linear regression, Bulu Cindea*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Ekosistem Mangrove	4
II.2 Peranan dan Fungsi Vegetasi Mangrove	4
II.3 Zonasi Mangrove	6
II.4 Mangrove Api-api <i>Avicenia alba</i> Blume	7
II.5 Karbon dioksida dan Fungsinya	9
II.6 Sumber Karbon dan Siklus Karbon	10
II.7 Penyerapan Karbon.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
III.1 Waktu dan Tempat	16
III.2 Alat dan Bahan	16
III.3 Tahapan Penelitian	17
III.3.1 Survei Lokasi.....	17
III.3.2 Penentuan Lokasi dan Titik Penelitian	17
III.3.3 Pengambilan Data.....	17

III.3.4 Pengolahan dan Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
IV.1 Deskripsi Umum Lokasi Penelitian	24
IV.2 Hasil Penelitian Diameter, Biomassa, Simpanan Karbon, dan Serapan CO ₂ Tegakan <i>Avicennia alba</i> Blume Di Desa Bulu Cindea	25
IV.3 Hubungan Rata-Rata Diameter (DBH) Dengan Biomassa	29
IV.4 Hubungan Diameter (DBH) Simpanan Karbon	32
IV.5 Hubungan Diameter (DBH) Serapan Karbondioksida.....	34
IV.6 Kerapatan Jenis Mangrove	37
IV.7 Parameter Kualitas Perairan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
V.1 Kesimpulan.....	42
V.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis mangrove Familia Avicenniaceae	7
Tabel 3.1	Kriteria baku status kerusakan mangrove	20
Tabel 3.2	Rumus allometrik untuk estimasi biomassa tegakan mangrove genus <i>Avicennia</i>	20
Tabel 4.1	Perbandingan rata-rata diameter, biomassa, simpanan karbon, dan serapan CO ₂ tegakan <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun penelitian di Desa Bulu Cindea.....	27
Tabel 4.2	Hasil uji korelasi hubungan rata-rata diameter dengan biomassa pada tegakan <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun penelitian di Desa Bulu Cindea.....	31
Tabel 4.3	Hasil uji korelasi hubungan rata-rata diameter dengan simpanan karbon pada tegakan <i>Avicennia alba</i> Blume pada setiap stasiun penelitian di Desa Bulu Cindea.....	34
Tabel 4.4	Hasil uji korelasi hubungan rata-rata diameter dengan serapan CO ₂ tegak-an <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun penelitian di Desa Bulu Cindea.....	37
Tabel 4.5	Kerapatan tegakan (pohon) <i>Avicenni alba</i> Blume pada stasiun penelitian	38
Tabel 4.6	Parameter kualitas lingkungan pada lokasi penelitian	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi mangrove Avicenniaceae	7
Gambar 2.2 Skema siklus gas CO ₂ di atmosfer	10
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Skema model plot	18
Gambar 3.3 Teknis Pengukuran Diameter Batang Mangrove.....	19
Gambar 4.1 Grafik rata-rata diameter tegakan, biomassa, simpanan karbon, dan serapan CO ₂ pada stasiun I penelitian perplot	25
Gambar 4.2 Grafik rata-rata diameter, biomassa, simpanan karbon, dan serapan CO ₂ pada stasiun penelitian II perplot.....	26
Gambar 4.3 Garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter tegakan dengan biomassa <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun I.....	29
Gambar 4.4 Garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter tegakan dengan biomassa <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun II.....	30
Gambar 4.5 Garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter tegakan de-ngan simpanan karbon <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun I	32
Gambar 4.6 Garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter tegakan dengan simpanan karbon <i>Avicennia alba</i> Blume pada stasiun II	33
Gambar 4.7 Garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter tegakan dengan serapan karbondioksida karbon <i>Avicennia alba</i> Blume Pada Stasiun I.....	35
Gambar 4.8 Garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter tegakan dengan serapan karbondioksida karbon <i>Avicennia alba</i> Blume Pada Stasiun II	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Pengambilan Data	48
Lampiran 2. Sampel di lokasi penelitian.....	48
Lampiran 3. Lampiran Data Lapangan	49
Lampiran 4. Lampiran Hasil Olah Data.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu molekul gas yang sangat penting bagi kehidupan, konsentrasi karbon dioksida di atmosfer normalnya berkisar 0,0314% dari komposisi gas-gas di udara. Karbon dioksida tersebut dihasilkan dari berbagai sumber baik secara alami maupun dari hasil kegiatan manusia (antropogenik). Namun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dunia dan usaha pemenuhan kebutuhannya maka telah terjadi eksploitasi sumber daya alam yang semakin lama semakin meningkat, yang tentunya akan menghasilkan salah satu jenis limbah gas berupa karbon dioksida.

Aktivitas manusia merupakan salah satu penyebab utama peningkatan konsentrasi karbon di atmosfer melalui pembakaran bahan bakar fosil yang melepaskan karbon dioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya ke atmosfer. Hal ini menurut Bachdim dkk (2018) dan Windarni dkk (2018), bahwa peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) di udara terutama disebabkan oleh hasil aktivitas manusia dan hilangnya hutan sebagai penyerap karbon dioksida dari atmosfer, gas ini menjadi gas-gas efek rumah kaca (GRK) yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu atmosfer bumi.

Peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca (GRK) di atmosfer bumi khususnya karbon dioksida (CO_2) berdampak pada perubahan terhadap iklim, peningkatan permukaan air laut, intensitas kebakaran hutan, meningkatkan intensitas El-nino dan El-nina serta gangguan lainnya terhadap berbagai ekosistem yang dapat menyebabkan bencana (Nedhisa & Tjahjaningrum, 2019).

Dampak yang disebabkan karena pemanasan global tersebut akan bermacam dan menjadi bencana bagi daerah-daerah pesisir. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi dampak tersebut adalah dengan mengoptimalkan peran mangrove dalam penyerapan karbondioksida dan penyimpanan karbon dalam bentuk biomassa. Lebih lanjut menurut Azzahra dkk (2020), vegetasi mangrove memiliki kemampuan dapat menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah yang besar dan dalam kurun waktu yang lama, sehingga berperan dalam upaya mereduksi CO₂ di atmosfer.

Tumbuhan mangrove merupakan tumbuhan wilayah pesisir yang khas, selalu hijau sepanjang tahun untuk melakukan proses fotosintesis sehingga memiliki potensi besar dalam penyerapan karbon dari atmosfer, sehingga mangrove sangat berpotensi dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam mereduksi konsentrasi emisi karbondioksida di udara, dalam upaya mengatasi permasalahan pemanasan global (Senoaji & Hidayat, 2016; Windarni dkk, 2018)

Salah satu daerah di Sulawesi Selatan yang terkenal dengan kekayaannya terutama dari sektor laut dan pesisirnya adalah Kabupaten Pangkep. Wilayah laut yang lebih mendominasi menjadikan Kabupaten Pangkep kaya akan vegetasi mangrove. Kawasan mangrove yang terkenal di Pangkep adalah kawasan hutan mangrove yang terletak di Desa Bulu Cindea (Hazar & Hasriyanti, 2020). Berdasarkan ulasan tersebut maka dilakukan penelitian pada kawasan mangrove di Desa Bulu Cindea Biringkassi, Kabupaten Pangkep, untuk mengetahui simpanan karbon tegakan mangrove api-api *Avecennia* alba Blume yang tumbuh di desa tersebut.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan diameter, biomassa dengan simpanan karbon tegakan mangrove Api-api *Avicennia alba* Blume di Pantai Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep.

I.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi para pemangku kepentingan mengenai kemampuan *Avicennia* sp dalam menyerap karbon pada vegetasi mangrove Biringkassi, Kabupaten Pangkep, sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam pengelolaan vegetasi mangrove untuk mengatasi meningkatnya kadar karbon di atmosfer.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove termasuk jenis maupun komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah pasang surut. Mangrove mempunyai kecenderungan membentuk kerapatan dan keragaman struktur tegakan yang berperan sebagai perangkap endapan. Sedimen dan biomassa tumbuhan mempunyai kaitan erat dalam memelihara efisiensi dan berperan sebagai penyangga antara laut dan daratan (Imran & Efendi, 2016). Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem pesisir yang tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut sesuai toleransinya terhadap salinitas, lama penggenangan, substrat dan morfologi pantainya (Nanlohy dkk, 2017).

Hutan mangrove merupakan formasi dari tumbuhan spesifik, yang tumbuh dan berkembang pada kawasan pesisir. Terkait dengan hal tersebut, jenis tumbuhan mangrove mampu tumbuh dan berkembang pada lingkungan pesisir yang berkadar garam sangat ekstrim, jenuh air, kondisi tanah yang kurang stabil dan anaerob, sehingga dengan demikian tumbuhan mangrove mampu tumbuh berkembang, dan memiliki daya adaptasi untuk hidup pada substrat yang anaerobik (Pramudji, 2001).

II.2 Peranan dan Fungsi Vegetasi Mangrove

Peranan hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon sangat penting dalam rangka mengatasi masalah efek gas rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global. Pengembangan hutan yang difungsikan dalam menyerap karbon melalui proses fotosintesis, merupakan upaya alternatif mengatasi permasalahan pemanasan global (Windarni dkk, 2018). Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim yang

dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan peran mangrove dalam upaya memanfaatkan CO₂ untuk proses fotosintesis dan menyimpannya dalam stok biomassa (Nedhisa & Tjahjaningrum, 2019). Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap CO₂. Hutan mangrove menjadi ekosistem pesisir perairan tropis yang memiliki berbagai manfaat potensial baik bagi lingkungan serta manusia.

Hutan mangrove dapat menyimpan lebih dari tiga kali rata-rata penyimpanan karbon per hektar oleh hutan tropis daratan. Fungsi optimal penyerapan karbon oleh mangrove mencapai hingga 77,9 %, dimana karbon yang diserap tersebut disimpan dalam biomassa mangrove. Stok karbon global rata-rata yang dimiliki oleh ekosistem mangrove diperkirakan mencapai 956 Mg C ha⁻¹, yang jauh lebih tinggi daripada hutan hujan tropis, rawa gambut, rawa asin, dan padang lamun. Simpanan karbon di hutan mangrove terbesar terdapat pada sedimen mangrove. Daun dan ranting pohon mangrove yang gugur akan terdekomposisi, yang menjadi salah satu sumber bahan organik pada sedimen mangrove (Azzahra dkk, 2020).

Menurut (Rahim & Wahyuni, 2017), hutan mangrove memiliki fungsi sebagai berikut:

- Fungsi fisik; menjaga garis pantai agar tetap stabil, melindungi pantai dari erosi (abrasi) dan intrusi air laut, peredam gelombang dan badai, penahan lumpur, penangkap sedimen, pengendali banjir, mengolah bahan limbah, penghasil detritus, memelihara kualitas air, penyerap CO₂ dan penghasil O₂ serta mengurangi resiko terhadap bahaya tsunami.
- Fungsi biologis; merupakan daerah asuhan (nursery ground), daerah untuk mencari makan (feeding ground) dan daerah pemijahan (spawning ground) dari ber-

bagai biota laut, tempat bersarangnya burung, habitat alami bagi berbagai jenis biota (hewan, tumbuhan dan mikroorganisme) yang menjadi sumber plasma nutfah dan pengontrol penyakit malaria.

- Fungsi sosial ekonomi; sumber mata pencarian, produksi berbagai hasil hutan (kayu, arang, obat-obatan dan makanan), sumber bahan bangunan dan kerajinan, tempat wisata alam, objek pendidikan dan penelitian, areal pertambakan dan pembuatan garam serta areal perkebunan

II.3 Zonasi Mangrove

Mangrove pada umumnya tumbuh kedalam 4 zona, yaitu pada daerah terbuka, daerah tengah, daerah sungai dengan air payau sampai hampir tawar, serta daerah ke arah daratan yang memiliki air tawar (Noor dkk, 2012).

- a) Mangrove terbuka merupakan mangrove yang berada pada bagian berhadapan dengan laut. Zona ini didominasi oleh *Sonneratia alba*, *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Tumbuh pada areal yang dipengaruhi oleh air laut, pada areal pantai yang sangat tergenang, dan sangat bergantung pada substratnya.
- b) Mangrove tengah merupakan mangrove yang terletak dibelakang mangrove zona terbuka. Di zona ini biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Excoecaria*, dan *Xylocarpus*.
- c) Mangrove payau merupakan mangrove berada disepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Pada zona ini didominasi komunitas *Nypa* ataupun pedada *Sonneratia*. Tumbuh pada jalur yang sempit di sepanjang sebagian besar sungai yang bersambung dengan vegetasi yang terdiri dari *Cerbera sp*, *Gluta renghas*, *Stenochlaena palustris* dan *Xylocarpus granatum*.

d) Mangrove daratan merupakan mangrove yang berada di zona perairan payau atau hampir tawar. Zona ini memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya. Jenis-jenis yang umum ditemukan pada zona ini termasuk *Ficus microcarpus* (*F.retusa*), *Intsia bijuga*, *N. fruticans*, *Lumnitzera racemosa*, *Pandanus sp.* dan *Xylocarpus moluccensis* (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1993).

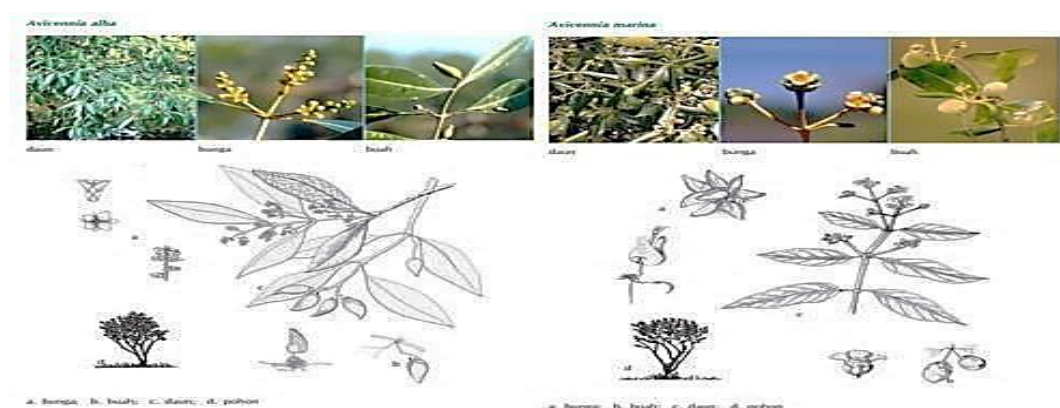
Zonasi dalam vegetasi mangrove pada kenyataan di lapangan tidaklah sederhana itu. Terdapat formasi serta zona vegetasi yang tumpang tindih dan bercampur serta seringkali struktur dan korelasi yang nampak di suatu daerah tidak selalu dapat diaplikasikan di daerah yang lain (Noor dkk, 2012).

II.4 Mangrove Api-api *Avicennia alba* Blume

Berdasarkan dari sumber Wikipedia (2022), diketahui bahwa terdapat beberapa spesies dari familia Avicenniaceae, yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1. Jenis mangrove Familia Avicenniaceae

<i>Avicenniaceae</i>	<i>Avicennia</i>	<i>Avicennia alba</i> , <i>Avicennia balanophora</i> , <i>Avicennia bicolor</i> , <i>Avicennia integra</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Avicennia officinalis</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Avicennia schaueriana</i> , dan <i>Avicennia tonduzii</i>
----------------------	------------------	---



Gambar 2.1. Morfologi mangrove Avicenniaceae
(Sumber : (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2012)

Klasifikasi mangrove jenis Api-api *Avicennia alba* Blume menurut Tim peneliti Undana, 2019 dalam Danong dkk, 2019 adalah sebagai berikut :

Klasifikasi

Regnum : Plantae (Tumbuhan)
Divisio : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Classis : Magnoliopsida (Berkeping dua / dikotil)
Ordo : Lamiales
Familia : Avicenniaceae
Genus : *Avicennia*
Species : *Avicennia alba*

Salah satu jenis mangrove familia Avicenniaceae yang banyak dijumpai di Indonesia adalah *Avicennia alba* Blume. Deskripsi morfologi dari mangrove *A. alba* Blume adalah biasa disebut sebagai mangrove api-api, mangi-mangi putih, boak, koak, sia-sia. Dapat tumbuh menjadi pohon dengan ketinggian mencapai 25m. Akar nafas biasanya tipis, berbentuk jari (seperti asparagus) yang ditutupi lentisel. Kulit kayu luar berwarna keabu-abuan atau gelap kecoklatan, beberapa ditumbuhi tonjolan kecil, sementara yang lain kadang-kadang memiliki permukaan yang halus. Pada bagian batang yang tua terkadang memiliki serbuk tipis. Permukaan daun halus, bagian atas hijau mengkilap, bawahnya pucat, bentuk daun lanset kadang elips, ujung daun meruncing, berukuran 16 x 5 cm. Memiliki bunga seperti trisula, gerombolan bunga (kuning) hampir disepanjang ruas tandan. Letak bunga di ujung atau pada tangkai bunga, dengan formasi bunga bulir (ada 10-30 bunga per tandan). Daun mahkota 4, berwarna kuning cerah, berukuran 3-4 mm. Kelopak bunga 5, dan 4 be-

nanang sari. Memiliki buah seperti kerucut/cabe/mente, berwarna hijau muda kekuningan, berukuran 4 x 2 cm. Secara ekologi *Avicennia alba* merupakan jenis pionir pada habitat rawa mangrove di lokasi pantai yang terlindung, juga di bagian yang lebih asin di sepanjang pinggiran sungai yang dipengaruhi pasang surut, serta sepanjang garis pantai. Akarnya dapat membantu pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan daratan. Genus ini terkadang bersifat vivipar, dimana sebagian buah berbiak ketika masih menempel di pohon. Penyebarannya ditemukan di seluruh Indonesia, India sampai Indo Cina, ke Filipina, PNG dan Australia tropis (Noor dkk, 2012)

II.5 Karbon dioksida dan Fungsinya

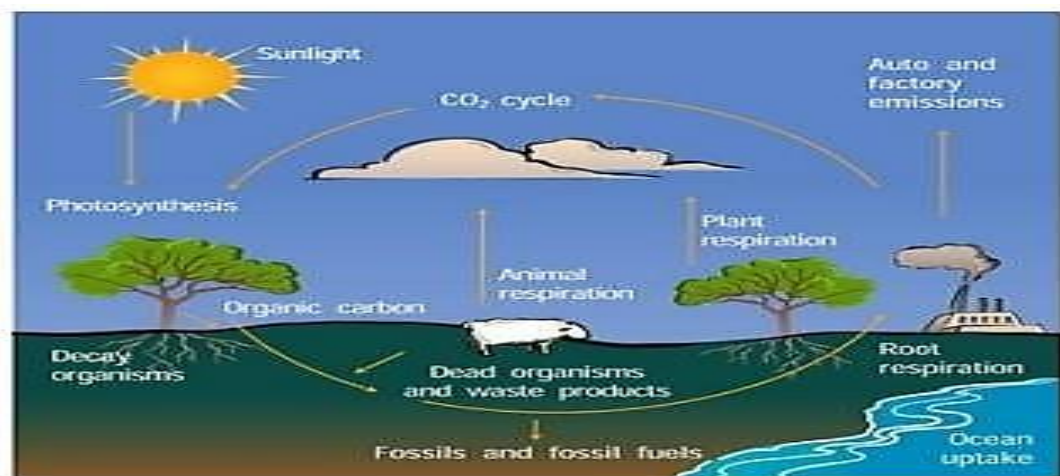
Karbon dioksida atau zat asam arang adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. CO₂ berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Konsentrasi karbon dioksida (CO₂) pada atmosfer telah meningkat sejak dimulainya revolusi industri karena pertumbuhan pesat dari aktivitas manusia. Saat ini peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer menjadi penyebab pemanasan global (Astuti & Firdaus, 2017).

Karbon dioksida (CO₂) mempunyai peranan yang sangat besar bagi kehidupan organisme. Keberadaan karbon dioksida dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis. Adapun CO₂ yang terlarut akan digunakan dalam proses dekomposisi (oksidasi) zat organik oleh mikroorganisme. Keberadaan karbon dioksida diperairan sangat dibutuhkan semisal, kandungan CO₂ diperairan digunakan untuk melarutkan kapur, yaitu untuk mengubah senyawa menjadi kalsium bikarbonat Ca(HCO₃⁻), yang dapat memperbaiki dan mempertahankan kalsium (Idrus, 2018).

II.6 Sumber Karbon dan Siklus Karbon

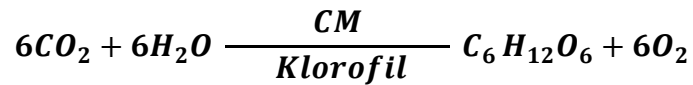
Atmosfir merupakan sumber utama karbon dilingkungan. Atmosfir setidaknya menyimpan karbon sebanyak 720 gigaton. Konsentrasi karbon dalam CO₂ sekitar 0,4% basis molar, manusia menyumbang penambahan gas CO₂ ke atmosfer sebesar 8.0×10^{15} gram (gigaton atau Pg) karbon, yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil sekitar 6,4 PgC/tahun, pembukaan lahan daerah tropis sebesar 1,6 PgC/tahun. Sedangkan gas CO₂ yang diserap lautan sebesar 28%, terabsorpsi oleh tanah sebesar 32%, dan sisanya sekitar 40% menyebar di atmosfer (Sarwono, 2016).

Terdapat beberapa siklus keluar masuknya karbon dari dan ke atmosfer yang berlangsung secara alami, yang bisa membuat konsentrasi gas CO₂ di atmosfer berubah-ubah. Perpindahan karbon diantaranya adalah (Sarwono, 2016) :

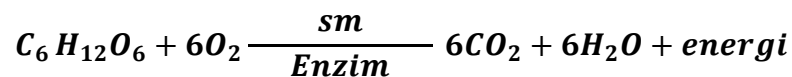


Gambar 2.2 Skema siklus gas CO₂ di atmosfer
Sumber : (Sarwono, 2016)

- a. Perpindahan karbon dari atmosfer ke tumbuhan : karbon dalam bentuk karbon dioksida yang ada di atmosfer diserap oleh tumbuhan dan bereaksi dengan air menjadi gula dalam proses fotosintesis untuk pertumbuhannya. Reaksi fotosintesis seperti dibawah ini.



- b. Perpindahan unsur karbon dari tumbuhan ke binatang : tumbuhan dimakan oleh hewan herbivora yang akan menjadi massa tubuh hewan, kemudian akan terjadi perpindahan karbon dari spesies ke spesies melalui rantai makanan.
- c. Perpindahan karbon dari tumbuhan dan hewan ke tanah : terjadi ketika tumbuhan dan hewan mati, kemudian mengalami proses penguraian, atau terkubur dalam lapisan tanah dan menjadi fosil dalam jangka waktu yang lama.
- d. Perpindahan karbon dari makhluk hidup ke atmosfer : setiap yang hidup melakukan respirasi, yang mengeluarkan gas CO₂ ke atmosfer, dengan reaksi adalah :



- e. Perpindahan karbon dari fosil ke atmosfer : material fosil ditambang untuk bahan bakar, yang mengeluarkan gas hasil pembakaran berupa CO₂ dan menyebar ke atmosfer. Pembakaran bahan bakar fosil ini ditengarai menyumbang gas CO₂ terbesar dibandingkan dengan sumber-sumber GRK lainnya.
- f. Perpindahan karbon dari atmosfer ke lautan atau badan air lainnya yang menyerap gas CO₂ dari udara menjadi CO₂ terlarut.
- g. Perpindahan karbon dari senyawa karbonat seperti batuan CaCO₃ yang terurai menjadi oksida dan gas CO₂, sebagai contoh penguraian karbonat dari pabrik semen dan pengolahan kapur.
- h. Gunung berapi mengeluarkan asap yang mengandung gas CO₂.
- i. Permukaan laut yang airnya makin panas akan mengakibatkan sebagian gas CO₂ yang terlarut dalam air laut akan lepas ke atmosfer.

Siklus karbon (siklus C) menjadi pergerakan karbon yaitu aktifitas biologi yang memiliki peranan penting dengan melibatkan proses fotosintesis dan respirasi organisme. Pelepasan karbon dioksida akan dilakukan secara terus menerus ke atmosfer sebagai hasil metabolisme oleh organisme heterotrof. Namun organisme autotrof seperti tanaman, mikroba baik itu fotoautotrof maupun kemoautotrof akan memfiksasi karbon dioksida untuk proses fotosintesis. Sebagian karbon kemudian akan dikembalikan ke atmosfer melalui proses respirasi, dan sisanya menjadi biomassa (Utomo, 2016).

Karbon dioksida akan diserap oleh tanaman maupun mikroba dalam bentuk karbon organik. Jika telah masuk kedalam tanah karbon organik yang dihasilkan oleh tanaman dan mikroba autotrof tersebut akan dikonsumsi dan di dekomposisi oleh organisme tanah. Bahan organik tanah berhubungan langsung dengan kandungan karbon organik tanah yang merupakan hasil interaksi dari proses fotosintesis, respirasi, dan dekomposisi oleh biomassa akar tanaman dan sampah organik tanaman (Utomo, 2016).

Bahan organik tanah selain dari tanaman juga didekomposisi dan dimineralisasi menjadi CO₂ oleh mikroba heterotrof dan hewan, yang dilepaskan dalam bentuk organik stabil yaitu humus. Humus merupakan bahan yang tahan terhadap dekomposisi sehingga bertahan lama di tanah. Adapun sisa tanaman tertentu kurang tahan terhadap dekomposisi sehingga bertahan dalam waktu pendek di tanah. Dekomposisi mikroba terhadap bahan organik tanah mempengaruhi kualitas tanah tersebut (Utomo, 2016).

Pemanasan global yang terjadi saat ini disebabkan oleh adanya gas rumah kaca, terutama sisa pembakaran yang mengudara yaitu CO₂. Peningkatan CO₂ di

atmosfer, antara lain disebabkan oleh kurangnya penyerap karbon dioksida di permukaan bumi, sehingga jumlah CO₂ di atmosfer meningkat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (Windarni dkk, 2018). Atmosfir menjadi tempat penyimpanan gas CO₂ di bumi. Kadar karbon di bumi memiliki peran dalam perubahan temperature pada atmosfer, sehingga penyerapan panas yang terjadi memberikan dampak paling besar terhadap terjadinya pemanasan global karena terakumulasinya gas-gas rumah kaca. (Sarwono, 2016).

Konsentrasi gas CO₂ di atmosfer akan selalu meningkat karena lebih banyak gas CO₂ yang dihasilkan dibandingkan dengan yang diserap. Hal ini membuat terjadinya peningkatan konsentrasi gas CO₂ di atmosfer yang akan mengakibatkan naiknya temperatur atmosfer bumi, yang menyebabkan terjadinya pemanasan global. Pemanasan global akan terus meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi GRK di atmosfer (Sarwono, 2016).

Meningkatnya emisi gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu udara. Kenaikan suhu udara ini membuat bumi semakin panas sehingga terjadinya pemanasan global. Perubahan iklim global sebagai implikasi dari pemanasan global telah mengakibatkan ketidakstabilan atmosfer di lapisan bawah terutama yang dekat dengan permukaan bumi (Yuliana, 2017). Perubahan iklim merupakan perubahan yang terjadi pada sistem iklim global akibat langsung atau tidak langsung akibat dari aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer secara global dan variabilitas iklim yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan (Sinthiya & Kusnadi, 2018).

II.7 Penyerapan Karbon

Berkaitan dengan fenomena perubahan iklim ini, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pemanasan global adalah melalui pengembangan karbon sink, yang mana karbon organik sebagai hasil fotosintesis akan disimpan dalam biomassa tegakan pohon berkayu, melalui mekanisme sekuestrasi. (Sarwono, 2016). Proses penyimpanan karbon oleh tumbuhan dapat melalui proses sebagai berikut :

- a) **Biomassa** merupakan total jumlah materi hidup di atas permukaan suatu pohon (ton/luas). Biomassa pohon dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu biomassa pada bagian atas tanah (batang, ranting, daun, bunga dan buah) dan biomassa yang berada di dalam tanah (akar). Simpanan karbon terbesar ada di bagian batang pohon. Besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi, dan berat jenis pohon/kayu. Kandungan karbon pada tumbuhan menggambarkan seberapa banyak tumbuhan tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Sebagian karbon akan menjadi energi untuk proses fisiologi tumbuhan dan sebagian masuk dalam struktur tumbuhan dan menjadi bagian dari tumbuhan, misalnya selulosa yang tersimpan pada batang, akar, ranting dan daun (Bachdim dkk, 2018)
- b) **Karbon sequestration** merupakan proses penangkapan gas CO₂ dari atmosfer dan kemudian dalam kurun waktu yang lama disimpan di dalam bumi agar konsentrasi gas CO₂ di atmosfer tidak cepat meningkat (Sarwono, 2016).
- c) **Blue carbon** menjadi salah satu upaya mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer adalah dengan konsep dimana terdapat 3 ekosistem utama yang memiliki peranan dalam menyimpan karbon baik pada ja-

ringan maupun di dalam sedimen antara lain ekosistem padang lamun, rawa asin dan mangrove (Azzahra dkk, 2020)

- d) *Carbon sink* adalah penyimpanan karbon (C) dari atmosfer oleh hutan dan ekosistem laut dalam mengurangi emisi karbon (C) di alam secara berkesinambungan seperti halnya siklus karbon (C) (Donato, et al. 2011 dalam Bachdim dkk, 2018).