

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan utama dalam perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan suhu global adalah naiknya konsentrasi gas karbon dioksida (CO₂) di atmosfer. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko pemanasan global (*global warming*) akibat kenaikan efek rumah kaca yang dipicu oleh meningkatnya emisi CO₂ (Alviana et al., 2023). Aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan aktivitas industri telah meningkatkan emisi CO₂ secara signifikan yang menjadi faktor utama peningkatan suhu global. Secara bersamaan, kapasitas penyerapan CO₂ dari hutan atau pohon mengalami penurunan akibat penebangan liar (*illegal logging*) serta alih fungsi lahan. Kondisi ini menyebabkan peningkatan signifikan konsentrasi CO₂ di atmosfer (Husna et al., 2018). Hal ini dapat menyebabkan perubahan pola iklim yang ekstrem, seperti peningkatan frekuensi dan intensitas badai, gelombang panas, kekeringan, dan kenaikan curah hujan yang tidak menentu.

Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan potensi sekuestrasi CO₂ dari berbagai ekosistem di seluruh dunia. Beragam jenis ekosistem memiliki peran penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim karena vegetasi yang terdapat di dalamnya mampu menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis (Munir, 2017). Salah satu solusi berbasis alam yang sangat efektif untuk mitigasi perubahan iklim adalah restorasi mangrove (Amalo et al., 2025). Mangrove mampu menyerap CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis. CO₂ yang terserap tersebut akan disimpan dalam bentuk biomassa di atas permukaan tanah (*Above Ground Biomass/AGB*), biomassa di bawah permukaan tanah (*Below Ground Biomass/BGB*), serta terakumulasi di dalam lapisan sedimen (Marzuki et al., 2023; Malik et al., 2023).

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem paling produktif di dunia. Mangrove adalah hutan yang didominasi oleh vegetasi halofit dan umumnya ditemukan di wilayah pesisir, khususnya di daerah muara sungai serta laguna di kawasan tropis dan subtropis (Malik et al., 2015; Husna et al., 2018). Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang penting bagi wilayah pesisir. Selain itu, fungsi lainnya adalah sebagai penyerap dan penyimpan karbon dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Kandungan karbon yang tersimpan pada mangrove diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan tipe hutan lainnya. Sebagian besar cadangan karbon tersebut berada pada lapisan sedimen mangrove yang menjadi komponen utama dalam penyimpanan karbon jangka panjang (Suryono et al., 2018; Malik et al., 2020; 2023).

Penelitian tentang estimasi biomassa dan stok karbon mangrove sangat penting dilakukan untuk mengetahui perubahan cadangan karbon dan kemampuan vegetasi dalam penyerapan CO₂. Selain itu, data biomassa dan stok karbon di Kabupaten Jeneponto juga penting dimiliki untuk mendukung upaya konservasi habitat pesisir. Jumlah biomassa dalam suatu wilayah dan kemampuannya dalam menyerap karbon dari atmosfer merupakan salah satu komponen lingkungan yang sangat penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim (Malik et al., 2020; 2023).

Pemilihan lokasi di Desa Balang Baru, Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto, didasarkan pada keberadaan ekosistem mangrove yang masih cukup luas namun mulai menghadapi tekanan dari aktivitas manusia seperti konversi lahan menjadi tambak dan penebangan pohon mangrove. Kawasan ini juga memiliki potensi ekologis dan ekonomis yang tinggi, namun belum banyak diteliti secara kuantitatif terkait cadangan karbonnya. Selain itu, kawasan ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai lokasi ekowisata berbasis mangrove, yang dapat memberikan manfaat ekonomi berkelanjutan bagi masyarakat setempat. Oleh karena itu, Desa Balang Baru menjadi lokasi yang tepat untuk dilakukan studi estimasi biomassa dan stok karbon sebagai langkah awal mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir.

1.2 Tujuan dan Manfaat

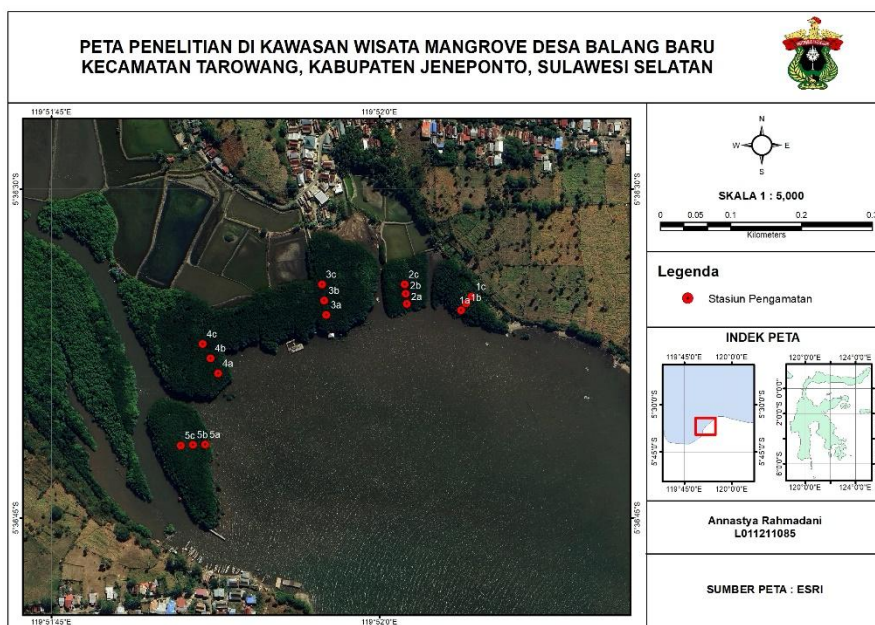
Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi, menganalisis, dan mengetahui biomassa dan stok karbon yang terdapat di Kawasan Mangrove Desa Balang Baru, Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto.

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai informasi ilmiah mengenai potensi biomassa dan stok karbon, serta sebagai acuan dalam mitigasi dampak perubahan iklim pada Kawasan Mangrove di Desa Balang Baru, Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Sabtu – Minggu, 26 – 27 April 2025 di Kawasan Mangrove Desa Balang Baru, Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada peta lokasi penelitian yang digambarkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai penunjang dan pendukung dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Alat Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Roll meter	Mengukur luasan plot serta jarak antar plot
2	Meteran kain	Mengukur diameter pohon mangrove
3	<i>Hand counter</i>	Menghitung jumlah pohon mangrove
4	<i>Clinometer</i>	Menghitung ketinggian pohon mangrove
5	Termometer	Mengukur parameter suhu
6	<i>Handrefractometer</i>	Mengukur kadar salinitas
7	pH Meter	Mengukur pH air dan pH tanah
8	ATK	Mencatat data-data di lapangan
9	GPS	Menentukan titik koordinat pengambilan data

Lanjutan Tabel 1.

No	Alat	Kegunaan
10	Kamera	Dokumentasi kegiatan penelitian
11	Drone	Melakukan foto udara lokasi penelitian

Tabel 2. Bahan Penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1	Aquades	Mengkalibrasi alat
2	Tali rafia	Membuat plot
3	Tisu	Mengeringkan alat

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Tahap persiapan

Tahap persiapan awal adalah dengan menganalisis masalah, pencarian referensi untuk studi literatur mengenai judul penelitian yang diambil, konsultasi dengan dosen pembimbing, dan survei lokasi untuk mengamati kondisi di lapangan. Dalam penelitian ini, data yang digunakan antara lain salinitas, suhu, pH tanah, pH air, komposisi, struktur, dan keanekaragaman vegetasi mangrove.

2.3.2 Penentuan lokasi stasiun

Penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan variasi nilai parameter lingkungan dan karakteristik vegetasi. Lokasi pengambilan sampel ditetapkan dengan mempertimbangkan perbedaan salinitas, suhu, pH air, pH tanah, yang menjadi indikator penting dalam menentukan kondisi ekologis dan daya dukung habitat mangrove. Selain itu, komposisi, struktur dan keanekaragaman jenis mangrove di masing-masing lokasi juga diamati untuk memastikan keterwakilan berbagai tingkat tegakan dan dominansi spesies. Terdapat lima titik lokasi pengambilan sampel dengan tiga plot disetiap lokasi. Karakteristik masing-masing setiap stasiun dapat dilihat pada **Tabel 3**.

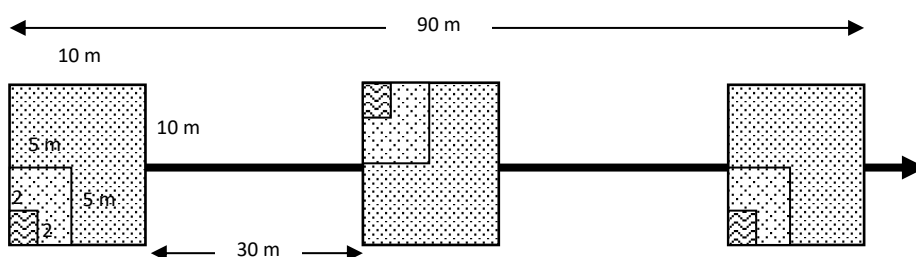
Tabel 3. Karakteristik Tiap Stasiun

Stasiun	Posisi		Karakteristik
	Lintang	Bujur	
1	5° 36' 35.010" S	119° 52' 4.133" E	Memiliki substrat berlumpur dan akar tunjang
2	5° 36' 34.776" S	119° 52' 1.199" E	Memiliki substrat berlumpur dan akar tunjang
3	5° 36' 35.076" S	119° 51' 57.478" E	Memiliki substrat berlumpur dan akar tunjang
4	5° 36' 37.706" S	119° 51' 52.286" E	Memiliki substrat berlumpur serta akar tunjang dan akar napas
5	5° 36' 41.663" S	119° 51' 51.467" E	Memiliki substrat berlumpur serta akar tunjang dan akar napas

2.3.3 Tahap pengambilan data

a. Identifikasi vegetasi mangrove

Proses pengambilan data komposisi, struktur dan keanekaragaman vegetasi mangrove menggunakan metode *Line Transcet* dengan petak berukuran bertingkat. Dalam desain ini, setiap stasiun pengamatan dilengkapi dengan plot utama berukuran 10 m x 10 m yang digunakan untuk pencatatan pohon dewasa. Di dalam plot utama tersebut, terdapat subplot berukuran 5 m x 5 m untuk pengamatan pancang dan subplot 2 m x 2 m untuk semai, contoh transek sampel dapat dilihat pada **Gambar 2**. Kategori tersebut masing-masing mewakili tingkatan pertumbuhan vegetasi mangrove: semai (tinggi < 1,5 m), pancang (tinggi ≥ 1,5 m dan DBH < 10 cm), dan pohon (tinggi ≥ 1,5 m dan DBH ≥ 10 cm). Plot-plot ini ditempatkan sepanjang transek garis tegak lurus pantai dengan jarak antar plot disesuaikan berdasarkan kondisi lingkungan, biasanya antara 30 hingga 90 meter. Penempatan semacam ini memungkinkan pengambilan data yang representatif terhadap zonasi ekologi mangrove dari laut ke daratan (Malik et al., 2015).



Gambar 2. Contoh Transek Sampel (Malik et al., 2015).

b. Metode estimasi biomassa dan stok karbon mangrove

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengetahui estimasi biomassa dan stok karbon pada mangrove digunakan metode tanpa pemanenan (*non-destructive*). Metode tanpa pemanenan dipilih karena mempertimbangkan kondisi hutan mangrove di Desa Balang Baru kawasan wisata mangrove, selain itu metode tanpa pemanenan merupakan metode yang cukup mudah digunakan dan tidak memerlukan waktu yang sangat lama. Metode tanpa pemanenan untuk pendugaan biomassa dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi jenis mangrove yang ditemukan dengan cara mengamati bentuk daun, bentuk akar, buah dan bunga. Melakukan pengukuran pohon yang memiliki diameter pohon sebesar 10 cm, pengukuran diameter pohon dilakukan setinggi dada (*diameter breast height/DBH*) (Rahardani, 2019).

c. Pengukuran parameter lingkungan

Pengambilan data parameter lingkungan dilakukan secara langsung di lapangan pada setiap plot pengamatan vegetasi mangrove untuk memahami keterkaitannya dengan struktur dan komposisi vegetasi. Parameter yang diukur meliputi salinitas, pH air dan pH tanah, suhu, serta jenis substrat. Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan *hand refractometer*, dengan cara meneteskan air laut pada prisma alat dan mengarahkan ke cahaya hingga angka salinitas terbaca. pH air dan pH tanah diukur menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi sebelumnya, dengan mencelupkan elektroda ke dalam sampel air atau tanah hingga pembacaan stabil. Suhu air diukur menggunakan

termometer celup, dengan mencelupkan alat ke dalam air selama beberapa menit sampai suhu stabil. Sementara itu, jenis substrat (seperti lumpur, pasir, lempung, atau campuran) diamati secara visual di sekitar akar permukaan pohon. Data lingkungan ini penting untuk dianalisis karena sangat memengaruhi distribusi spesies, regenerasi alami, dan dominansi vegetasi mangrove.

2.3.4 Pengolahan dan analisis data

a. Analisis stuktur vegetasi mangrove

Analisa struktur vegetasi mangrove digunakan untuk mengetahui kondisi ekosistem mangrove pada Kawasan Mangrove di Desa Balang Baru.

1. Kerapatan

a) Kerapatan jenis

Kerapatan jenis merupakan jumlah tegakan suatu spesies dalam suatu unit area. Untuk menghitung kerapatan jenis menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$Di = \frac{Ni}{A}$$

Keterangan:

Di = Kerapatan jenis suatu spesies

Ni = Jumlah tegakan suatu spesies

A = Luas area pengambilan sampel

b) Kerapatan relatif jenis

Kerapatan relatif jenis merupakan perbandingan antara jumlah tegakan suatu spesies dan jumlah total tegakan semua spesies. Untuk menghitung kerapatan relatif jenis menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$RDi = \frac{Ni}{\sum A} \times 100\%$$

Keterangan:

Rdi = Kerapatan relatif jenis suatu spesies

Ni = Jumlah tegakan jenis suatu spesies

$\sum A$ = Jumlah total tegakan semua spesies

2. Frekuensi

a) Frekuensi jenis

Frekuensi jenis merupakan peluang ditemukannya suatu spesies dalam area penelitian. Untuk menghitung frekuensi jenis menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$Fi = \frac{Pi}{\sum P}$$

Keterangan:

F_i = Frekuensi jenis suatu spesies

P_i = Jumlah stasiun ditemukannya suatu spesies

$\sum P$ = Jumlah total stasiun

b) Frekuensi relatif jenis

Frekuensi relatif jenis merupakan perbandingan antara frekuensi jenis suatu spesies dengan jumlah total frekuensi semua spesies. Untuk menghitung frekuensi relatif jenis menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$RF_i = \frac{F_i}{\sum F} \times 100\%$$

Keterangan:

RF_i = Frekuensi relatif jenis suatu spesies

F_i = Frekuensi jenis suatu spesies

$\sum F$ = Jumlah total frekuensi semua spesies

3. Penutupan

a) Penutupan jenis

Penutupan jenis merupakan penutupan suatu jenis spesies dalam suatu unit area. Untuk menghitung dominasi jenis menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$C_i = \frac{\sum BA}{A}$$

Keterangan:

C_i = Penutupan jenis suatu spesies

BA = Luas penutupan area

A = Luas total area pengambilan sampel

b) Penutupan relatif jenis

Penutupan relatif jenis merupakan perbandingan antara penutupan jenis suatu spesies dengan jumlah total semua spesies. Untuk menghitung penutupan relatif jenis menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum C} \times 100\%$$

Keterangan:

RC_i = Penutupan relatif jenis suatu spesies

C_i = Penutupan jenis suatu spesies

$\sum C$ = Jumlah total penutupan suatu spesies

4. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting dapat memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh atau peranan suatu jenis spesies dalam suatu komunitas. Untuk menghitung indeks nilai penting menggunakan rumus (Agustini et al., 2016):

$$INP_i = RDi + RFi + RCi$$

Keterangan:

INP = Indeks nilai penting

RDi = Kerapatan relatif jenis

RFi = Frekuensi relatif jenis

RCi = Penutupan relatif jenis

b. Analisis estimasi biomassa mangrove

Analisa untuk estimasi biomassa dan stok karbon mangrove yang dilakukan dengan metode *non-destructive* menggunakan pendekatan allometrik. Persamaan allometrik merupakan suatu metode yang digunakan dalam mengukur biomassa dan karbon pohon mangrove yang dilakukan dengan mengukur diameter pohon mangrove sehingga tidak perlu melakukan pemanenan/pemotongan pohon mangrove (Asadi, 2017; Rahardani, 2019). Biomassa untuk pengukuran menggunakan persamaan allometrik dibedakan menjadi dua yaitu biomassa yang berada di atas permukaan tanah (*Above Ground Biomass/AGB*) dan biomassa yang berada di bawah permukaan tanah (*Below Ground Biomass/BGB*).

Analisa menggunakan metode *non-destructive* dilakukan dengan memasukkan nilai diameter pohon setinggi dada (DBH) pada rumus persamaan allometrik untuk mendapatkan nilai biomassa suatu spesies pohon mangrove yang kemudian dapat dikonversikan untuk memperoleh nilai stok karbon. Persamaan allometrik secara umum untuk AGB pada seluruh jenis mangrove yang telah dikembangkan oleh Komiyama et al (2005):

$$B = 0,251\rho D^{2,46}$$

untuk BGB pada seluruh jenis mangrove dapat dihitung dengan persamaan:

$$B = 0,199\rho^{0,899}D^{2,22}$$

Keterangan:

B : Biomassa

D : *Diameter at breast height* (cm)

ρ : *wood density* (g cm^{-3})

Pada penelitian ini juga tidak dilakukan penimbangan untuk *wood density* pada mangrove, sehingga data *wood density* yang digunakan menggunakan acuan pada hasil pengukuran berbagai sumber yang ada. Data *wood density* disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. *Wood Density Spesies Mangrove* (Malik et al., 2022).

Spesies	Wood density (g cm ⁻³)
<i>Avecenia marina</i>	0,67
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,83

c. Analisis simpanan stok karbon

Menurut Howard et al (2014) analisa simpanan stok karbon dapat diperoleh dari estimasi biomasanya. Estimasi jumlah karbon yang tersimpan untuk biomassa yang berada diatas permukaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari Kauffman & Donato (2012); Malik et al., (2020):

$$\text{Above Ground Biomass Stock} = \text{Biomass} \times 0,48$$

sementara estimasi jumlah karbon yang tersimpan di bawah permukaan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Below Ground Biomass Stock} = \text{Biomass} \times 0,39$$