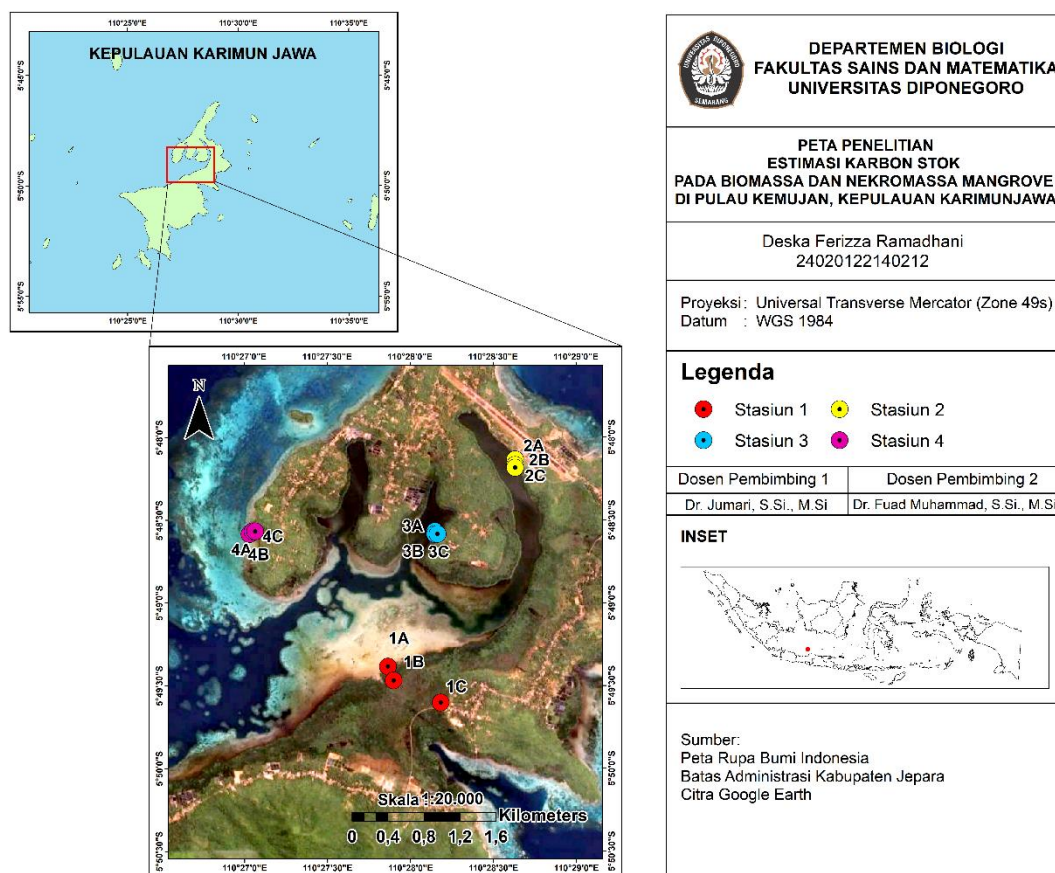


III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Lokasi penelitian berada di Pulau Kemujan, Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian dilakukan pada bulan Juni – Oktober 2025.



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Arcgis, 2026)

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Global Positioning System (GPS), pita meter, plot kuadrat, pedoman identifikasi mangrove, patok, kamera *handphone*, alat tulis, dan lembar pengamatan.

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1. Penentuan Stasiun Penelitian

Penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan metode purposive sampling, yaitu pemilihan lokasi secara sengaja berdasarkan hasil pra-survei. Pertimbangan yang digunakan meliputi arah sebaran lokasi berdasarkan mata angin, keberadaan vegetasi mangrove, posisi mangrove terhadap garis pantai atau badan air, karakter umum tegakan mangrove, kondisi substrat yang diamati secara visual, serta adanya aktivitas antropogenik di sekitar lokasi. Pemilihan stasiun dilakukan untuk mewakili variasi kondisi mangrove di Pulau Kemujan. Pada setiap stasiun, pengamatan dibagi menjadi tiga zona berdasarkan posisi tegakan dari arah perairan menuju daratan, yaitu zona A sebagai zona depan dekat dengan perairan pantai, zona B sebagai zona tengah, dan zona C sebagai zona belakang dekat dengan daratan. Pembagian zona ini digunakan untuk menggambarkan perubahan kondisi vegetasi mangrove secara bertahap dari bagian yang dekat dengan perairan hingga bagian yang lebih dekat dengan daratan. Berdasarkan hasil pra-survei, ditetapkan empat stasiun sebagai lokasi pengambilan sampel. Stasiun tersebut sesuai dengan **Tabel 1**.

Tabel 1. Koordinat Titik Lokasi Pengamatan di Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa

Nama Lokasi	Titik Koordinat	Deskripsi Lokasi
1	5°49'27"S 110°27'54"E	Bagian tengah Pulau Kemujan, kawasan Menara Pandang Hutan Mangrove Karimunjawa. Lokasi berada pada area mangrove dekat jalur wisata, sehingga terdapat pengaruh aktivitas antropogenik. Vegetasi mangrove tumbuh pada area yang relatif terlindung dengan substrat berlumpur.
2	5°48'31"S 110°28'49"E	Bagian utara Pulau Kemujan. Lokasi mewakili kawasan mangrove yang relatif alami dengan aktivitas antropogenik rendah. Vegetasi mangrove tumbuh cukup rapat pada area pesisir dan berada dekat badan air dengan substrat berlumpur.
3	5°48'52"S 110°28'12"E	Bagian timur laut Pulau Kemujan, dekat area laguna. Lokasi berada pada perairan yang relatif terlindung. Vegetasi mangrove tumbuh di sekitar badan air dengan substrat berlumpur.
4	5°48'56"S 110°27'09"E	Bagian barat laut Pulau Kemujan. Lokasi mewakili area mangrove yang lebih terbuka ke arah laut. Substrat terlihat lebih berpasir dan bercampur pecahan karang. Vegetasi mangrove berbatasan dengan perairan dangkal dan vegetasi daratan.

Stasiun 1 berada di sekitar kawasan wisata Menara Pandang Hutan Mangrove Karimunjawa. Lokasi ini mewakili area mangrove yang berada dekat dengan jalur wisata, sehingga terdapat pengaruh aktivitas antropogenik. Vegetasi mangrove tumbuh pada area yang relatif terlindung dengan substrat berlumpur. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa stasiun 1 memiliki karakter lokasi yang berbeda dibandingkan stasiun lain karena berada pada kawasan yang lebih mudah diakses oleh pengunjung.

Stasiun 2 terletak di bagian utara Pulau Kemujan. Lokasi ini mewakili kawasan mangrove yang relatif alami dengan aktivitas antropogenik yang lebih

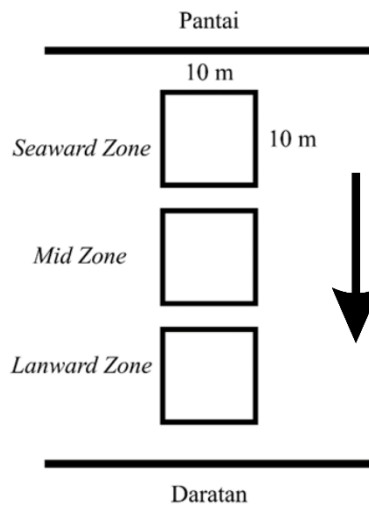
rendah. Vegetasi mangrove tumbuh cukup rapat pada area pesisir dan berada dekat dengan badan air. Substrat pada stasiun ini didominasi lumpur, sehingga mendukung pertumbuhan tegakan mangrove. Kondisi tersebut menjadikan stasiun 2 sebagai lokasi yang mewakili mangrove dengan karakter vegetasi yang lebih berkembang.

Stasiun 3 berada di wilayah timur laut Pulau Kemujan, dekat dengan area laguna. Lokasi ini berada pada perairan yang relatif terlindung dengan vegetasi mangrove yang tumbuh di sekitar badan air. Substrat pada stasiun ini didominasi lumpur. Posisi stasiun yang berdekatan dengan laguna menunjukkan adanya karakter habitat yang berbeda, terutama karena mangrove tumbuh pada area sekitar perairan dangkal.

Stasiun 4 terletak di bagian barat laut Pulau Kemujan. Lokasi ini mewakili area mangrove yang lebih terbuka ke arah laut. Substrat pada stasiun ini terlihat lebih berpasir dan bercampur pecahan karang. Vegetasi mangrove berada pada batas antara perairan dangkal dan vegetasi daratan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa stasiun 4 memiliki karakter habitat yang lebih terbuka dibandingkan stasiun lain.

3.3.2. Desain Peletakan Plot Kuadrat

Penentuan plot kuadrat mengacu pada Asadi et al. (2024). Pada setiap stasiun dibuat satu garis transek imajiner dari tepi pantai ke arah daratan. Berdasarkan posisi pada transek tersebut, ditetapkan tiga zona pengamatan, yaitu seaward zone dekat dengan perairan pantai, mid zone di bagian tengah, dan landward zone dekat dengan daratan. Desain dan tata letak plot disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Desain Plot Penelitian

Pada masing-masing zona ditempatkan satu plot kuadrat berukuran 10 m × 10 m sebagai unit sampling. Dengan demikian, setiap stasiun memiliki tiga plot pengamatan sebagai ulangan. Zona diwakili oleh empat plot sebagai ulangan. satu.

3.3.3. Pengumpulan Data

a. Pengumpulan Data Komposisi Jenis Mangrove

Pengumpulan data komposisi jenis mangrove dilakukan pada setiap plot pengamatan melalui identifikasi seluruh jenis mangrove yang terdapat di dalam batas plot. Setiap individu mangrove yang dijumpai dicatat berdasarkan jenisnya, kemudian dikelompokkan menurut jenis mangrove. Identifikasi jenis dilakukan berdasarkan karakter morfologi utama yang dapat diamati secara langsung, meliputi bentuk akar, batang, daun, bunga, dan buah. Data hasil identifikasi dan pencatatan selanjutnya digunakan untuk mengetahui susunan jenis mangrove pada setiap plot, stasiun, dan zona penelitian.

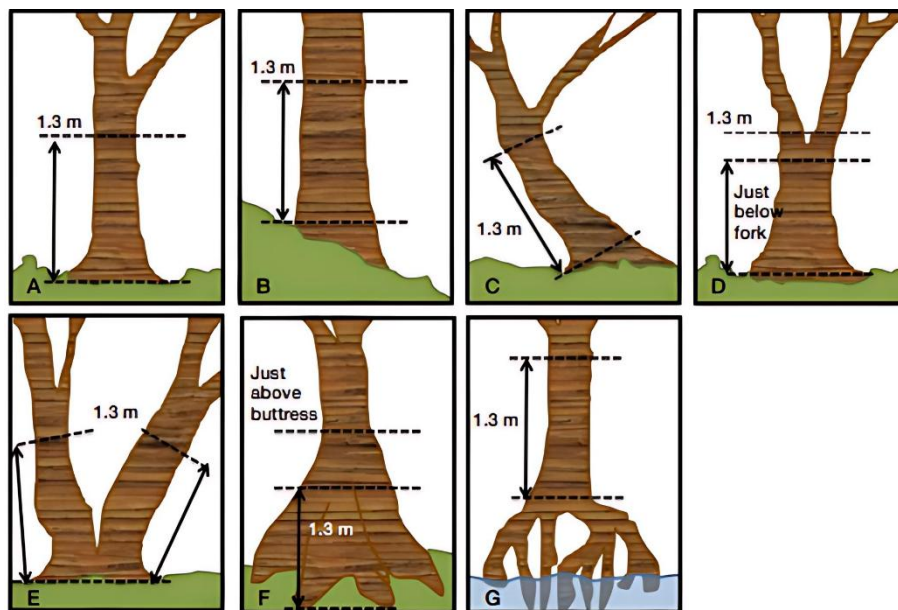
b. Pengumpulan Data Biomassa

Pengukuran karbon biomassa dilakukan dengan metode non destruktif mengacu pada SNI 7724:2011 (BSN, 2011). Pengamatan difokuskan pada biomassa pohon karena komponen ini menyimpan porsi terbesar karbon di atas permukaan tanah pada ekosistem mangrove, memiliki ukuran dan struktur yang relatif stabil dibandingkan komponen bawah tegakan, serta dapat diestimasi secara akurat melalui pengukuran diameter tanpa merusak tegakan. Pemusatan pengukuran pada pohon juga memudahkan standardisasi antarplot karena parameter DBH umumnya tersedia pada hampir semua individu pohon dan menjadi variabel utama dalam persamaan alometrik untuk menghitung biomassa dan cadangan karbon.

Pengukuran dilakukan pada setiap plot kuadrat. Identifikasi jenis mangrove dilakukan melalui pengamatan ciri morfologi. Pengukuran diameter dilakukan dengan mengukur keliling batang pada ketinggian 1,3 meter dari permukaan tanah untuk memperoleh diameter setinggi dada (DBH) dengan rumus $DBH = \text{keliling}/\pi$. Pencatatan hanya dilakukan pada individu pohon dengan DBH lebih dari 4 cm agar data mewakili fase pohon dan mengurangi bias dari individu berukuran sangat kecil.

Pada pohon tegak, DBH diukur tepat pada ketinggian 1,3 meter. Pada pohon miring, pengukuran dilakukan pada titik 1,3 meter dari tanah mengikuti arah kemiringan. Jika pohon tumbuh di lereng, pengukuran diambil dari sisi tanah yang lebih tinggi. Bila terdapat pembengkakan atau cacat pada ketinggian 1,3 meter, pengukuran dilakukan pada bagian batang normal terdekat di atas atau di bawah titik tersebut.

Untuk pohon bercabang, bila percabangan terjadi di bawah 1,3 meter, DBH diukur pada batang utama sebelum percabangan. Jika percabangan terjadi di atas 1,3 meter, masing-masing cabang diukur terpisah dan dianggap sebagai individu. Pada pohon dengan akar penunjang, pengukuran dilakukan 1,3 meter di atas batas akar penunjang. Pengambilan data diameter pohon mengacu pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Teknis Pengukuran Diameter Setinggi Dada(Howard *et al.*, 2014)

c. Pengumpulan Data Nekromassa

Pengumpulan data nekromassa dilakukan dengan mengamati pohon mati dan kayu mati di dalam plot. Pohon dikategorikan mati apabila seluruh jaringan hidup seperti kambium, xilem, dan floem telah tidak aktif, ditandai dengan daun yang gugur, batang kering, warna kayu yang menggelap atau keabu-abuan, serta tidak adanya aliran getah saat diamati (Kusuma *et al.*, 2022).

Pengukuran dilakukan pada pohon mati yang masih berdiri maupun yang telah tumbang. Untuk pohon berdiri, diameter batang diukur pada ketinggian 1,3 meter

dari permukaan tanah. Pada pohon tumbang, dilakukan pengukuran panjang total dari pangkal hingga ujung batang. Kayu mati didefinisikan sebagai potongan batang atau cabang yang telah terlepas dari pohon dan berada di permukaan tanah, dengan pengukuran meliputi diameter dan panjang setiap potongan (Hairiah & Rahayu, 2007).

3.3.4. Analisis Data

a. Komposisi Jenis Mangrove

Analisis komposisi jenis merupakan salah satu komponen penting dalam kajian struktur vegetasi mangrove karena dapat memberikan gambaran mengenai sebaran jenis, tingkat dominansi, serta perbedaan karakter komunitas pada setiap lokasi pengamatan. Pendekatan ini telah banyak digunakan dalam penelitian vegetasi mangrove dengan metode plot dan transek untuk menilai struktur dan komposisi tegakan mangrove (Hidayatullah dan Pujiono, 2014).

Kerapatan tegakan dihitung pada tiap zona dengan menghitung jumlah individu pohon yang memenuhi kriteria DBH lebih dari 4 cm di dalam batas plot. Setiap individu yang masuk kriteria dicatat sebagai satu pohon. Untuk pohon bercabang yang diukur sebagai individu terpisah, setiap batang yang memenuhi kriteria juga dihitung sebagai satu individu. Perhitungan ini dilakukan pada dua tingkat analisis, yaitu per stasiun dan per zona. Kerapatan jenis per stasiun diperoleh dari jumlah individu masing-masing jenis yang ditemukan pada seluruh zona yang diwakili plot dalam satu stasiun, kemudian dibagi dengan luas total plot pada stasiun tersebut. Kerapatan jenis per zona diperoleh dari jumlah individu masing-masing jenis yang ditemukan pada plot yang mewakili zona yang sama di seluruh stasiun, kemudian

dibagi dengan luas total plot pada zona tersebut. Hasil perhitungan jumlah individu per plot kemudian dikonversi menjadi kerapatan per hektar dengan membagi jumlah individu dengan luas plot dalam satuan hektar. Nilai kerapatan dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$\mathbf{Kerapatan (K) = \frac{Jumlah\ individu\ suatu\ jenis}{Luas\ plot} \dots (1)}$$

b. Biomassa

Pendugaan biomassa mangrove atas sedimen (*above ground biomass*, AGB) diperoleh dengan memperhitungkan persamaan alometrik (Komiyama *et al.*, 2008). Persamaan alometrik mengacu pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Persamaan Alometrik Biomassa Mangrove

Jenis Mangrove	Persamaan Alometrik	Sumber
<i>Bruguiera cylindrica</i>	$B = 0.251\rho(\text{DBH})^{2.46}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Cerriops tagal</i>	$B = 0.168\rho(\text{DBH})^{2.68}$	(BPPH P.01/VIII-P3KR, 2012)
<i>Excoecaria agallocha</i>	$B = 0.251\rho(\text{DBH})^{2.46}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Heritiera littoralis</i>	$B = 0.251\rho(\text{DBH})^{2.46}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Lanea coromandelica</i>	$B = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \times \ln(\text{DBH}) + 0.207 \times (\ln(\text{DBH}))^2 - 0.0281 \times (\ln(\text{DBH}))^3)$	(Chave <i>et al.</i> , 2005)
<i>Lumnitzera racemosa</i>	$B = 0.251\rho(\text{DBH})^{2.46}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Pandanus tectorius</i>	$B = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \times \ln(\text{DBH}) + 0.207 \times (\ln(\text{DBH}))^2 - 0.0281 \times (\ln(\text{DBH}))^3)$	(Chave <i>et al.</i> , 2005)
<i>Pongamia pinnata</i>	$B = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \times \ln(\text{DBH}) + 0.207 \times (\ln(\text{DBH}))^2 - 0.0281 \times (\ln(\text{DBH}))^3)$	(Chave <i>et al.</i> , 2005)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0.128 (\text{DBH})^{2.60}$	(BPPH P.01/VIII-P3KR, 2012)
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0.043 (\text{DBH})^{2.63}$	(BPPH P.01/VIII-P3KR, 2012)
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0.3841\rho(\text{DBH})^{2.101}$	(BPPH P.01/VIII-P3KR, 2012)
<i>Sonneratia ovata</i>	$B = 0.251\rho(\text{DBH})^{2.46}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Thespesia populnea</i>	$B = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \times \ln(\text{DBH}) + 0.207 \times (\ln(\text{DBH}))^2 - 0.0281 \times (\ln(\text{DBH}))^3)$	(Chave <i>et al.</i> , 2005)
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0.1832 (\text{DBH})^{2.21}$	(BPPH P.01/VIII-P3KR, 2012)
<i>Xylocarpus molucensis</i>	$B = 0.1832 (\text{DBH})^{2.21}$	(BPPH P.01/VIII-P3KR, 2012)

Keterangan:

B = Biomassa,

DBH = Diameter Breast High, dan

ρ = Densitas Kayu

Kemudian perhitungan diawali dengan menjumlahkan biomassa seluruh

individu mangrove yang terdapat pada masing-masing zona, sehingga diperoleh total biomassa zona dalam satuan kilogram. Nilai tersebut kemudian dibagi dengan luas plot untuk mendapatkan biomassa per satuan luas dalam kg/m². Selanjutnya, nilai biomassa per satuan luas dikonversi ke satuan ton/ha agar hasil perhitungan dapat digunakan untuk membandingkan biomassa antar stasiun dan zona.

$$\mathbf{Biomassa\ per\ Zona\ (kg/m^2) = \frac{Biomassa\ (kg)}{Luas\ Plot\ (m^2)} \dots (2)}$$

$$\mathbf{Biomassa\ (ton/ha) = Biomassa\ per\ Zona\ (kg/m^2) \times 10 \dots (3)}$$

c. Nekromassa

1. Volume Pohon Mati dan Kayu Mati

Berdasarkan referensi dari Kusuma *et al.*, (2022)

$$\mathbf{Vpm = \frac{1}{4}\pi(DBH)^2 \times t \times f \dots (4)}$$

Keterangan:

Vpm = Volume pohon mati (cm³);

$\pi = \frac{22}{7}$ atau 3,14;

DBH = Diameter pohon pada ketinggian dada (1,3 m);

t = Tinggi total pohon mati (cm);

f = Faktor bentuk (0,6)

2. Berat Jenis Pohon Mati dan Kayu Mati

Berdasarkan referensi Irawan dan Purwanto (2020) mengenai klasifikasi berat jenis pohon mati dan kayu mati.

a. Pohon Mati

Tingkat 1: Semua dahan dan cabang masih lengkap. Bagian atas tajuk masih terjaga dengan baik, kulit kayu masih utuh, dan kayu gubal relatif tidak mengalami pembusukan. Kayu teras masih keras dan kokoh. Berat jenis sekitar 0,4 gram/cm³ atau 400 kg/m³.

Tingkat 2: Hanya sedikit dahan yang tersisa dan cabang halus hilang. Bagian atas mungkin patah dan kulit kayu mulai menipis. Kayu gubal mulai mengelupas dengan pembusukan sedang, sedangkan kayu teras masih utuh di pangkal tapi mulai membusuk di bagian atas batang. Berat jenis sekitar 0,38 gram/cm³ atau 380 kg/m³.

Tingkat 3: Hanya tinggal tunggul dahan, bagian atas patah, dan kulit kayu yang tersisa bervariasi. Kayu gubal mengelupas, dengan pembusukan lebih jelas pada kayu teras terutama di batang atas dan mulai membusuk di pangkal. Berat jenis sekitar 0,35 gram/cm³ atau 350 kg/m³.

Tingkat 4: Sedikit atau tidak ada tunggul dahan yang tersisa, bagian atas patah, kulit kayu tipis. Kayu gubal mengelupas dan kayu teras mulai membusuk dengan parah terutama di pangkal dan mengelupas di batang atas. Berat jenis turun menjadi 0,25 gram/cm³ atau 250 kg/m³.

Tingkat 5: Tidak ada sisa cabang, bagian atas patah, kulit kayu tersisa kurang dari 20%, kayu gubal hilang, dan kayu teras sudah mengelupas sepenuhnya.

b. Kayu Mati

Tingkat 1: Kayu masih utuh dan segar, baru tumbang tanpa tanda-tanda pembusukan atau retakan. Warna kayu asli tetap lestari, tidak ada akar yang menyerbu, dan ranting-ranting halus masih terpasang erat dengan kulit kayu yang rapat. Berat jenis kayu sekitar 0,4 gram/cm³ atau 400 kg/m.

Tingkat 2: Bagian gubal kayu batang masih sehat, meski ada kelembutan terbatas dan tidak mudah terlepas jika disentuh. Warna kayu masih seperti aslinya, akar belum menyerbu, namun banyak ranting halus yang hilang, sementara yang tersisa memiliki kulit kayu yang mulai mengelupas. Berat jenis sekitar $0,33 \text{ gram/cm}^3$ atau 330 kg/m^3 .

Tingkat 3: Kayu teras relatif utuh dan masih bisa menopang beratnya sendiri. Gubal kayu mulai terlepas atau hilang jika ditarik dengan tangan. Warna kayu berubah menjadi merah kecokelatan atau tetap seperti asli. Akar mungkin mulai menyerbu gubal, dan hanya tinggal sisa tunggul cabang yang sulit dicabut dari batang kayu. Berat jenis $0,26 \text{ gram/cm}^3$ atau 260 kg/m^3 .

Tingkat 4: Kayu teras mengalami lapuk lanjut sehingga bagian yang rusak tidak mampu menopang beratnya sendiri. Kayu yang membusuk terasa lunak dan bertekstur seperti balok, dimana logam kecil dapat ditancapkan ke dalamnya. Warna kayu menjadi kemerahan atau coklat muda, akar yang tumbuh menjalar banyak ditemukan di batang, dan tunggul cabang mulai bisa dicabut. Berat jenis menurun menjadi $0,15 \text{ gram/cm}^3$ atau 150 kg/m^3 .

Tingkat 5: Kayu kehilangan seluruh integritas struktural, dengan bentuk melingkar hilang akibat pembusukan merata hingga menyentuh tanah. Tekstur kayu sangat lunak hingga mudah hancur menjadi bubuk saat kering. Warna kayu berubah menjadi merah-coklat hingga coklat tua, di seluruh bagian sudah banyak akar yang menyerbu, dan tunggul cabang serta kantong getah biasanya sudah lapuk habis. Berat jenis terendah yaitu sekitar $0,11 \text{ gram/cm}^3$ atau 110 kg/m^3 .

3. Kandungan Bahan Organik Pohon Mati dan Kayu Mati

Berdasarkan referensi dari Kusuma et al., (2022)

$$B_{pm} = V_{pm} \times BJ_{pm} \dots (5)$$

Keterangan:

B_{pm} = Bahan organik pohon mati (g);

V_{pm} = Volume pohon mati (cm³);

BJ_{pm} = Berat jenis kayu paohon mati (g/cm³)

Nilai nekromassa dinyatakan dalam satuan ton/ha. Analisis nekromassa dilakukan dengan menghitung total nekromassa pada setiap plot pengamatan, yang berasal dari penjumlahan nekromassa kayu mati dan nekromassa pohon mati. Total nekromassa yang diperoleh dalam satuan kilogram selanjutnya dibagi dengan luas plot untuk mendapatkan nekromassa per satuan luas dalam kg/m². Nilai tersebut kemudian dikonversi ke satuan ton/ha agar dapat digunakan untuk membandingkan nekromassa antar plot, stasiun, dan zona.

$$\text{Nekromassa per Zona (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Nekromassa (kg)}}{\text{Luas Plot (m}^2\text{)}} \dots (6)$$

$$\text{Nekromassa (ton/ha)} = \text{Nekromassa per Zona (kg/m}^2\text{)} \times 10 \dots (7)$$

d. Perhitungan Stok Karbon Mangrove Biomassa dan Nekromassa

Menurut Dharmawan (2014), kandungan karbon dalam pohon mencapai 47% dari total biomassa. Untuk menghitung kadar karbon pada pohon, biomassa perlu dikonversi menjadi bentuk karbon. Dengan demikian, estimasi karbon dapat diperoleh dengan mengalikan total biomassa dengan faktor 0,47, sesuai dengan standar Badan Standarisasi Nasional (2011) yang menyebutkan bahwa sekitar 47% dari biomassa terdiri dari karbon. Perhitungan karbon biomassa dilakukan dengan

merujuk pada standar yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (2011).

$$C_b = B \times \% C \text{ organik} \dots (8)$$

Keterangan:

C_b = Kandungan karbon (Kg)

B = Biomassa per satuan luas (Kg)

% C organik = nilai presentase kandungan karbon sebesar 0,47

Berdasarkan data tersebut, karbon per hektar pada masing-masing objek dapat dihitung dengan rumus berikut (BSN, 2011):

$$\text{Karbon/ha} = \frac{\text{kandungan karbon}}{1000} \times \frac{10000}{\text{luas plot}} \dots (9)$$

Data yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan aplikasi Excel melalui tahap input, pengecekan, dan perhitungan nilai cadangan karbon biomassa dan nekromassa. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk tabel dan diagram untuk mempermudah pembacaan serta perbandingan antar lokasi pengamatan. Data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan nilai total dan perbandingan cadangan karbon biomassa dan nekromassa pada ekosistem mangrove di setiap zona dan stasiun.

3.3.5. Analisis Uji Statistika

Data cadangan biomassa dan nekromassa dianalisis untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antarstasiun dan antarzona pengamatan. Sebelum dilakukan uji perbedaan, data terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah sampel pada setiap kelompok kurang dari 50. Uji ini dipilih karena lebih sesuai dan lebih kuat untuk mendeteksi

penyimpangan distribusi normal pada ukuran sampel kecil. Menurut Ghasemi dan Zahediasl (2012), uji Shapiro-Wilk memiliki daya uji untuk menilai normalitas data. Setelah itu, dilakukan uji homogenitas varians menggunakan uji Levene untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok sebagai salah satu syarat analisis parametrik. Menurut Levene (1960), uji homogenitas digunakan untuk menilai kesamaan varians antar kelompok sebelum dilakukan analisis ragam.

Uji perbedaan dilakukan dengan dua pendekatan. Pendekatan pertama berdasarkan stasiun, dengan zona sebagai ulangan. Hal tersebut dilakukan untuk menguji perbedaan nilai cadangan karbon antarstasiun. Pendekatan kedua berdasarkan zona, dengan stasiun sebagai ulangan. Hal tersebut dilakukan untuk menguji perbedaan nilai cadangan karbon antarzona. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, maka analisis dilanjutkan menggunakan ANOVA satu arah. Namun apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilakukan menggunakan uji Friedman sebagai alternatif nonparametrik. Uji Friedman digunakan karena sesuai untuk membandingkan lebih dari dua kelompok yang saling berhubungan atau berpasangan, dan dikenal sebagai padanan nonparametrik dari ANOVA satu arah. Menurut Nikita (2017), uji Friedman merupakan alternatif nonparametrik dari ANOVA satu arah yang digunakan ketika asumsi pada uji parametrik belum terpenuhi. Oleh karena itu, uji Friedman dipilih dalam penelitian ini karena data tersusun dalam kelompok berpasangan dan jumlah sampel relatif kecil.

Apabila hasil uji menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 95% atau nilai signifikansi kurang dari 0,05 analisis dilanjutkan dengan

uji lanjut untuk mengetahui pasangan kelompok yang berbeda nyata. Pada data yang memenuhi asumsi parametrik, uji lanjut dilakukan dengan Tukey. Pada data yang tidak memenuhi asumsi parametrik, uji lanjut dilakukan dengan Wilcoxon Signed Rank Test untuk perbandingan berpasangan. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan program SPSS.