

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Mangrove merupakan ekosistem pesisir tropis yang memiliki peran ekologis dan klimatologis yang sangat strategis. Berdasarkan pemetaan mangrove nasional tahun 2024, luas mangrove di Indonesia mencapai $\pm 3.440.464$ ha (KLHK, 2024), menjadikan Indonesia sebagai negara dengan luasan mangrove terbesar di dunia. Namun demikian, ekosistem ini tergolong sangat rentan terhadap tekanan antropogenik maupun perubahan iklim global. Hal ini tercermin dari data global yang menunjukkan penurunan luas mangrove sebesar 30–50% dalam 50 tahun terakhir akibat konversi lahan, degradasi, dan abrasi pantai (Ilman et al., 2016). Di sepanjang pantai utara Jawa, penurunan luas mangrove telah mencapai ± 50.000 ha yang sebagian besar dikonversi menjadi tambak sejak akhir tahun 1900-an (Ilman et al., 2016). Hilangnya ekosistem mangrove tidak hanya berdampak pada kemunduran fungsi ekologis pesisir, tetapi juga berimplikasi langsung pada peningkatan emisi karbon ke atmosfer, mengingat mangrove merupakan salah satu ekosistem dengan kapasitas penyimpanan karbon tertinggi di antara seluruh ekosistem hutan tropis di dunia.

Donato et al. (2012) menegaskan bahwa mangrove merupakan ekosistem hutan dengan kemampuan terbaik dalam penyerapan karbon, yakni lima kali lebih efektif dibandingkan rata-rata hutan tropis. Kemampuan ini bersumber dari proses fotosintesis yang mengubah CO_2 atmosfer menjadi bahan organik yang tersimpan dalam tegakan mangrove, baik pada komponen atas permukaan (*aboveground biomass*/AGB) maupun bawah permukaan (*belowground biomass*/BGB), hingga terakumulasi dalam sedimen dalam jangka panjang (Kauffman et al., 2012 dalam Suryono et al., 2018). Oleh karena itu, ekosistem mangrove bersama padang

lamun dikaitkan dengan konsep *blue carbon*, yakni kemampuan menyimpan karbon alami dalam jumlah besar dan jangka panjang (Murdiyarso et al., 2015 dalam Kristiyanti et al., 2021). Mangrove secara spesifik memiliki kemampuan menyerap karbon hingga 77,9% dari total biomasnya (Bachmid et al., 2018), sehingga pemantauan dan estimasi stok karbon mangrove memiliki relevansi yang sangat tinggi dalam konteks mitigasi perubahan iklim global.

Kabupaten Indramayu merupakan salah satu kawasan pesisir di Jawa Barat yang memiliki luas mangrove terbesar ketiga di Provinsi Jawa Barat (Dishut Jawa Barat, 2015). Meskipun demikian, tekanan konversi lahan telah menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hutan mangrove secara signifikan. Pada era tahun 1980-an, perkembangan tambak di Kabupaten Indramayu terus mengalami peningkatan pesat (Ditjen Perikanan, 1991), dengan banyak kawasan mangrove yang terkonversi menjadi lahan budidaya tambak, pemukiman, dan persawahan. Konversi hutan mangrove yang terus meningkat ini semata-mata berlandaskan kepentingan ekonomi jangka pendek tanpa memperhatikan keberlanjutan fungsi ekologi dan sosialnya (Surayya et al., 2020). Panjang garis pantai Kabupaten Indramayu mencapai 114,1 km, dan lebih dari 2.153 ha kawasan mangrove telah hilang akibat abrasi (Al Haq Gunawan et al., 2025). Dampak yang ditimbulkan tidak hanya berupa degradasi ekosistem, tetapi juga mencakup kerusakan habitat biota laut, kepunahan spesies, erosi pantai, serta penurunan kualitas kehidupan ekonomi masyarakat pesisir (Sodikin, 2018; Surayya et al., 2020).

Dalam merespons degradasi tersebut, berbagai upaya rehabilitasi mangrove telah dilaksanakan di Kabupaten Indramayu. Data historis menunjukkan bahwa kegiatan rehabilitasi berpusat di Pantai Karangsong, Kecamatan Indramayu, yang diinisiasi oleh Kelompok Pantai Lestari (KPL) sejak tahun 2004. Proses rehabilitasi ini berlangsung secara bertahap, diawali dengan pembentukan KPL Karangsong pada tahun 2004, penetapan kawasan sebagai pusat restorasi dan pembelajaran mangrove Kabupaten

Indramayu melalui Surat Keputusan Bupati pada tahun 2014, hingga dimulainya kegiatan penanaman aktif pada tahun 2017 hingga saat ini (Oni et al., 2019). KPL berhasil mengubah kawasan pantai yang sebelumnya mengalami erosi parah menjadi ekosistem mangrove yang produktif dan berfungsi baik. Pada tahun 2020, KPL bahkan telah mencapai tingkatan partisipasi masyarakat yang hampir sempurna sebagai fasilitator dan penyebar informasi kepada berbagai pemangku kepentingan (Fatimatuazzahroh et al., 2021). Selanjutnya, KPL memperluas jangkauan rehabilitasinya ke Pantai Tiris, Kecamatan Pasekan, yang kemudian mendapat dukungan dari PT Kilang Pertamina Internasional melalui penanaman 55.000 bibit *Rhizophora mucronata* pada 15 ha lahan dalam kerangka *Biodiversity Action Plan* (BAP) pada tahun 2023. Upaya rehabilitasi berbasis komunitas dan korporasi ini mencerminkan semakin kuatnya kesadaran masyarakat terhadap urgensi pelestarian mangrove sebagai bentuk nyata mitigasi perubahan iklim menuju masyarakat rendah karbon dan lingkungan berkelanjutan (Fatimatuazzahroh et al., 2021). Kedua model rehabilitasi yang berjalan secara bersamaan ini berbasis komunitas di Karangsong dan berbasis korporasi di Pantai Tiris merepresentasikan pendekatan pengelolaan yang berbeda, sehingga diperlukan sistem pemantauan dan evaluasi yang terukur untuk menilai efektivitas serta akuntabilitas capaian keduanya (Nurhati & Murdiyarso, 2022).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan data (*data gap*) terkait dinamika stok karbon AGB mangrove di Kabupaten Indramayu, yang selama ini belum tersedia secara terukur dan terpetakan secara spasial. Data awal ini diharapkan dapat menjadi fondasi bagi penelitian lanjutan yang turut mencakup pengukuran komponen *belowground biomass* (BGB) dan *soil organic carbon* (SOC), sehingga estimasi stok karbon total ekosistem mangrove di kawasan ini dapat lebih representatif dan relevan sebagai kontribusi bagi pelaporan karbon biru nasional di masa mendatang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi berbagai masalah pada penelitian ini, yaitu:

- a. Degradasi dan konversi ekosistem mangrove di Kabupaten Indramayu yang berlangsung secara masif sejak tahun 1980-an.
- b. Belum tersedia data kuantitatif stok karbon mangrove yang terukur secara spasial dan temporal di Kawasan Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris
- c. Pendekatan konvensional pengukuran stok karbon berbasis pengukuran lapangan memiliki keterbatasan cakupan spasial, biaya, waktu pelaksanaan, sehingga tidak mampu memantai dinamika stok karbon secara menyeluruh pada skala kawasan.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat pembatasan masalah dengan maksud peneliti dapat terfokus pada tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Periode analisis dibatasi pada dua titik waktu, yaitu tahun 2020 dan tahun 2024, yang dipilih untuk merepresentasikan kondisi sebelum dan sesudah intensifikasi program rehabilitasi mangrove di kedua kawasan tersebut, dengan menggunakan citra komposit Sentinel-2A bebas awan (*cloud-free composite*) pada masing-masing periode.
2. Komponen karbon yang dianalisis dibatasi hanya pada komponen *Aboveground Biomass* (AGB), mencakup seluruh bagian tanaman mangrove di atas permukaan tanah (batang, cabang, ranting, dan daun). Komponen *belowground biomass* (BGB) dan *soil organic carbon* (SOC) tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini.
3. Variabel penelitian menggunakan 2 jenis variabel:
 - a. Variabel independen: Nilai indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang diekstraksi

dari citra satelit Sentinel-2A sebagai prediktor utama dalam model regresi spasial stok karbon.

- b. Variabel dependen: Estimasi stok karbon biomassa atas permukaan (AGB) mangrove dalam satuan tC/ha, yang dihitung berdasarkan pengukuran DBH (*Diameter at Breast Height*) lapangan menggunakan persamaan alometrik spesifik spesies (*Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina*) dan dikalikan dengan faktor konversi karbon sebesar 0,47 (SNI 7724:2019).

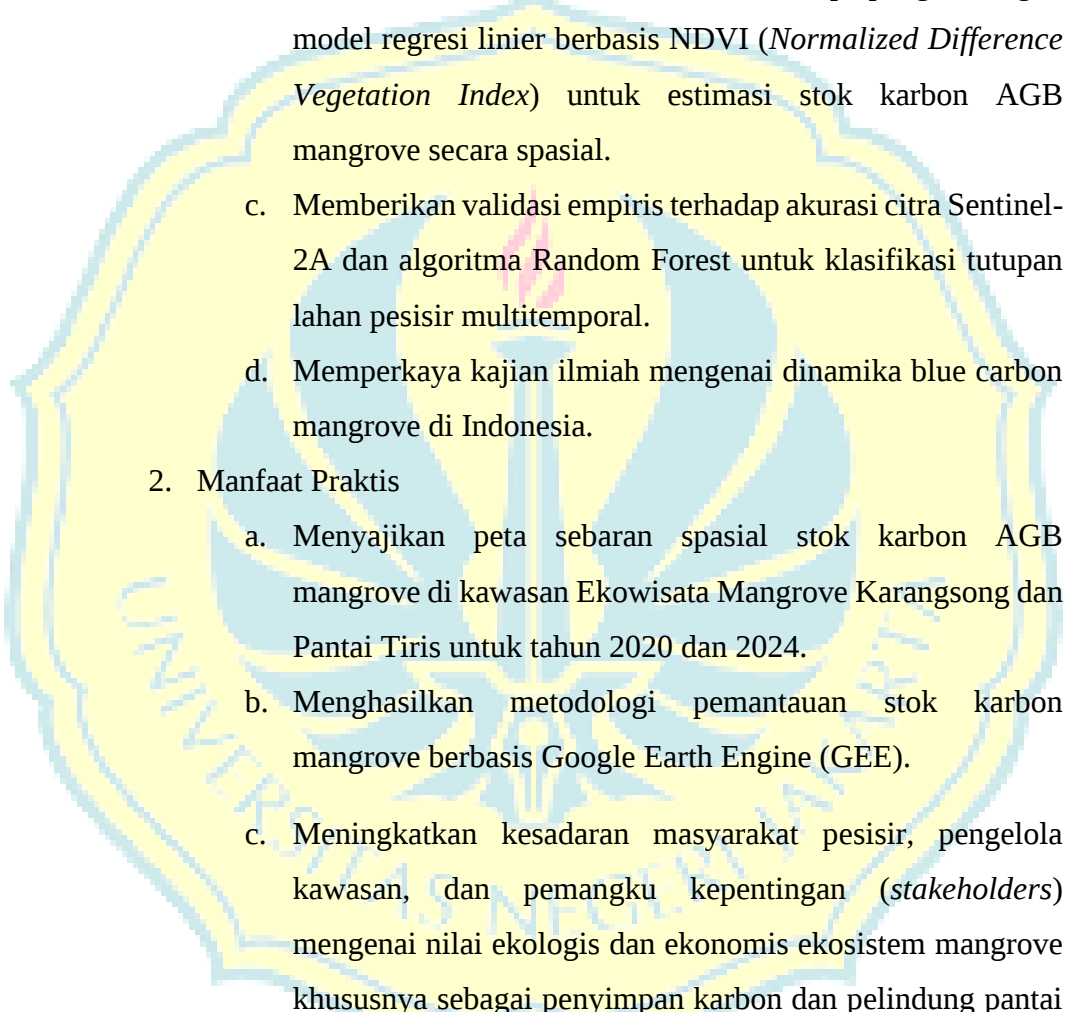
1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang terlampir, maka dapat ditentukan rumusan masalah pada penelitian ini “Bagaimana dinamika spasial-temporal stok karbon komponen *Aboveground Biomass* (AGB) ekosistem mangrove di kawasan Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris, Pesisir Kecamatan Pasekan dan Kecamatan Indramayu, antara tahun 2020 dan 2024 berdasarkan pendekatan integrasi pengukuran lapangan dan pemodelan penginderaan jauh berbasis citra Sentinel-2A?”

1.5 Kegunaan Penelitian

Urgensi penelitian ini terletak pada belum adanya bukti terukur mengenai efektivitas dua model rehabilitasi mangrove yang berbeda dan tengah berjalan secara bersamaan di Kabupaten Indramayu, sehingga estimasi stok karbon di kedua kawasan ini penting untuk segera dilakukan sebagai dasar evaluasi capaian rehabilitasi yang sudah berjalan maupun perencanaan perluasannya ke depan. Dengan dibuatnya penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- 
- a. Mengembangkan metodologi estimasi stok karbon mangrove yang terintegrasi antara pengukuran lapangan berbasis persamaan alometrik spesifik spesies (*Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina*) dengan analisis spasial-temporal berbasis penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG).
 - b. Memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan model regresi linier berbasis NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk estimasi stok karbon AGB mangrove secara spasial.
 - c. Memberikan validasi empiris terhadap akurasi citra Sentinel-2A dan algoritma Random Forest untuk klasifikasi tutupan lahan pesisir multitemporal.
 - d. Memperkaya kajian ilmiah mengenai dinamika blue carbon mangrove di Indonesia.

2. Manfaat Praktis

- a. Menyajikan peta sebaran spasial stok karbon AGB mangrove di kawasan Ekowisata Mangrove Karangsang dan Pantai Tiris untuk tahun 2020 dan 2024.
- b. Menghasilkan metodologi pemantauan stok karbon mangrove berbasis Google Earth Engine (GEE).
- c. Meningkatkan kesadaran masyarakat pesisir, pengelola kawasan, dan pemangku kepentingan (*stakeholders*) mengenai nilai ekologis dan ekonomis ekosistem mangrove khususnya sebagai penyimpan karbon dan pelindung pantai melalui diseminasi hasil penelitian dalam bentuk peta tematik visual dan laporan ilmiah yang dapat diakses secara luas.
- d. Menyediakan bukti komparatif antara model rehabilitasi berbasis komunitas (Karangsang) dan model rehabilitasi berbasis korporasi (Pantai Tiris), sebagai dasar pertimbangan Pemerintah Kabupaten Indramayu dan

pemangku kepentingan terkait dalam menentukan prioritas serta strategi perluasan program rehabilitasi mangrove di wilayah pesisir Indramayu yang masih mengalami degradasi.

