

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Karbon dioksida (CO₂) sebagai salah satu gas rumah kaca terbesar di atmosfer bumi telah mengalami peningkatan konsentrasi akibat aktivitas manusia dalam beberapa dekade terakhir. Peningkatan ini memperkuat efek rumah kaca dan menuntut penurunan emisi gas rumah kaca alami sebagai upaya dan mitigasi untuk mengatasi tantangan perubahan iklim global (Malihah, 2022). Proses pertukaran gas yang berlangsung terus-menerus antara udara dan air laut diperkirakan akan terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ di permukaan laut, yang pada gilirannya dapat menyulitkan pernapasan spesies air akibat tingginya konsentrasi karbon dioksida (Al Idrus, 2018). Oleh karena itu, penyerapan karbon atmosfer di daratan dan permukaan laut menjadi sangat krusial dalam menghadapi perubahan iklim.

Hutan tropis diakui sebagai gudang penyerap karbon di daratan, khususnya mangrove yang tersebar mulai dari wilayah tropis dan subtropis. Mangrove berbeda dengan ekosistem lainnya dan merupakan ekosistem yang sangat produktif dari segi penyerapan karbon (Ahmed dan Kamruzzaman, 2021). Meskipun memiliki wilayah jelajah yang terbatas, mangrove mempunyai peran penting dalam menurunkan kadar karbon karena banyaknya volume bahan organik yang terakumulasi di substrat dan akarnya yang sangat menonjol di bawah tanah (Komiyama et al., 2000). Indonesia memiliki hutan mangrove yang tersebar di lingkungan muara dan sebagian besar pesisir. Menurut data dari Peta Mangrove Nasional yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2021, luas total mangrove di Indonesia saat ini mencapai 3.364.076 hektar. Besarnya luas tersebut membuat Indonesia menjadi negara dengan cakupan hutan mangrove terbesar di dunia (KLHK, 2021).

Hutan mangrove di Paluh Kurau merupakan satu-satunya kawasan mangrove di Kecamatan Hamparan Perak yang berhadapan langsung dengan perairan timur Sumatera Utara. Sebagian wilayah hutan masuk kedalam kawasan suaka margasatwa Karang Gading yang dikelola oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Utara (Dirjen PHKA, 2015). Kawasan tersebut merupakan salah

satu lokasi proyek kerjasama *Protection of Mangrove Forest* yang dilakukan antara pemerintah Indonesia dengan salah satu bank pembangunan asal Jerman yaitu *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) sejak akhir tahun 2020 (KLHK, 2021).

Meningkatnya laju perubahan iklim, evaluasi simpanan karbon di hutan mangrove menjadi semakin penting dalam dekade ini. Dinamika spasial ekosistem mangrove yang dipengaruhi oleh faktor manusia dan alam menambah urgensi untuk mendeteksi perubahan dalam perhitungan karbon. Pendekatan konvensional dengan pengumpulan data lapangan dan interpretasi visual dari foto udara terbukti mahal, memakan waktu, dan memerlukan tenaga kerja yang intensif. Selain itu, pendekatan ini hanya dapat memperhatikan sebagian kecil wilayah penelitian. Penggunaan teknologi penginderaan jauh digital digunakan untuk pemantauan wilayah mangrove memberikan alternatif yang lebih cepat, berulang, obyektif, dan efisien di tingkat lanskap.

Perkembangan penelitian tentang estimasi karbon mangrove telah mengalami kemajuan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Penelitian-penelitian sebelumnya cenderung memanfaatkan data citra satelit dan model pemodelan spasial untuk menghitung cadangan karbon mangrove secara lebih efisien dan luas (Cahyaningrum dan Hartoko, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Bindu et al. (2020) di Kannur India menggunakan data citra untuk mengidentifikasi tutupan lahan mangrove dan mengestimasi kandungan karbonnya. Para peneliti mengadopsi pendekatan klasifikasi citra dan pemodelan regresi untuk menentukan persamaan yang dapat memperkirakan biomassa mangrove dan kandungan karbonnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data spasial yang diolah dapat menghasilkan persamaan regresi yang efektif untuk menghasilkan estimasi yang dapat dipercaya tentang stok karbon mangrove.

Basis data citra satelit yang terus berkembang, penggunaan teknik penginderaan jauh memungkinkan pemetaan wilayah yang lebih luas. Teknik indeks spektral kini menjadi standar industri untuk pemantauan biomassa (Wang et al, 2021). Mengingat karbon menyumbang setengah dari berat kering biomassa tanaman, perubahan jumlah karbon yang terakumulasi di hutan mangrove juga dapat diukur dengan menggunakan teknik ini (Hanafi, 2019). Salah satu indikator spektral yang paling sering digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation*

Index (NDVI), yang didasarkan pada data reflektansi merah dan inframerah dekat. NDVI yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada pita merah dan inframerah dekat dari citra Landsat 9 OLI. Landsat 9 Operational Land Imager (OLI) menawarkan beberapa keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan data spasial lainnya dalam konteks bidang lingkungan: Resolusi Spektral yang Luas; Resolusi Temporal yang Tinggi; Kualitas Radiometrik yang Tinggi; Ketersediaan Gratis dan Terbuka (USGS, 2018).

Estimasi stok karbon sering kali bersifat statis dan tidak mempertimbangkan perubahan spasial dan temporal dalam penggunaan lahan dan tutupan lahan (Rahim dan Baderan, 2017). Mengeksplorasi cara-cara untuk menguji keakuratan model-model tersebut menggunakan data lapangan yang lebih luas dan beragam dapat menjadi gap penelitian yang penting. Pembaruan dan peningkatan metodologi sangat diperlukan dalam memperkirakan stok karbon di Indonesia dapat menjadi gap penelitian yang signifikan meliputi integrasi teknologi pemantauan terbaru seperti citra satelit, sensor udara, atau teknik pemodelan yang lebih canggih. Banyak penelitian telah menggunakan model untuk memperkirakan stok karbon di Indonesia, namun validasi terhadap hasil model tersebut masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian yang dilakukan mengangkat judul Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Paluh Kurau, Deli Serdang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan tinjauan kontekstual sebelumnya, penulis mengajukan banyak persoalan, seperti:

1. Bagaimana kondisi fisik ekosistem hutan mangrove di Desa Paluh Kurau Kabupaten Deli Serdang;
2. Bagaimana kerapatan dan tutupan lahan hutan mangrove Desa Paluh Kurau Kabupaten Deli Serdang menggunakan metode penginderaan jauh dan GIS;
3. Berapa estimasi stok simpanan karbon pada hutan mangrove di Desa Paluh Kurau Kabupaten Deli Serdang menggunakan metode penginderaan jauh dan GIS.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan bagaimana topik penelitian ini dirumuskan, berikut adalah tujuan penelitian:

1. Memantau kondisi fisik ekosistem hutan mangrove di Desa Paluh Kurau Kabupaten Deli Serdang;
2. Menganalisis kondisi kerapatan dan tutupan lahan hutan mangrove Desa Paluh Kurau Kabupaten Deli Serdang; dan
3. Mengevaluasi estimasi jumlah simpanan karbon dari hutan mangrove yang ada di Desa Paluh Kurau Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara.

D. Manfaat Penelitian

Selain tujuan yang sebelumnya dijelaskan penulis, manfaat penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Acuan dan pedoman serta membantu pihak-pihak terkait khususnya dalam mengambil keputusan yang bisa berdampak pada lingkungan sekitar.
2. Mendapatkan pendekatan yang praktis dan efisien untuk menghitung penyimpanan karbon di hutan mangrove Paluh Kurau.
3. Menggunakan citra Landsat 9 OLI sebagai pengganti pengukuran lapangan yang lebih rumit, mahal, dan terbatas. Metode berbasis fotogrametri dan melacak evolusi penyimpanan karbon di hutan mangrove Paluh Kurau.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian tentang Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Paluh Kurau, Deli Serdang menggunakan penginderaan jauh melibatkan serangkaian parameter yang penting untuk dipertimbangkan guna memastikan keakuratan dan keandalan hasil estimasi. Salah satu parameter utama adalah resolusi spasial citra satelit yang digunakan. Resolusi spasial yang tinggi diperlukan untuk mendeteksi perbedaan kepadatan mangrove yang kecil sehingga dapat menghasilkan estimasi karbon yang lebih akurat (Gaol dan Susilo, 2018). Selain itu, jenis sensor dan spektral band yang digunakan juga mempengaruhi hasil estimasi karena setiap jenis mangrove memiliki karakteristik spektral yang berbeda (Ahmad, 2020). Selanjutnya, parameter pendukung seperti kondisi atmosfer, penutupan awan, dan tingkat pasang-surut perlu dipertimbangkan untuk

menghilangkan gangguan atmosfer dan memperbaiki kualitas citra (Lukiawan et al, 2019). Validasi data lapangan berupa penghitungan biomassa menjadi parameter kunci lainnya dalam penelitian ini, di mana pengukuran langsung di lapangan digunakan untuk memverifikasi hasil estimasi yang diperoleh dari penginderaan jauh. Pertimbangan parameter dengan cermat terkait penelitian tentang estimasi karbon mangrove menggunakan penginderaan jauh dapat menghasilkan kontribusi yang signifikan dalam pemantauan dan konservasi ekosistem mangrove serta dalam mitigasi perubahan iklim secara global (Simarmata et al, 2020).