

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mengkhawatirkan, fenomena ini disebabkan karena meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Berdasarkan laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2021, konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer telah meningkat secara signifikan, dari sekitar 280 ppm pada era pra-industri menjadi lebih dari 410 ppm pada tahun 2020. Gas rumah kaca (GRK) meliputi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O) yang berkontribusi dalam meningkatkan efek rumah kaca dengan menjebak radiasi inframerah yang seharusnya dipancarkan kembali ke luar angkasa (Lal, 2016). Akumulasi GRK di atmosfer menyebabkan peningkatan suhu global sebesar 1,1°C dibandingkan dengan rata-rata suhu global sebelum era industri (IPCC, 2021). Salah satu ekosistem yang memiliki peran penting dalam penurunan gas rumah kaca di atmosfer adalah hutan mangrove.

Hutan mangrove menyimpan sekitar 10% dari total karbon yang tersimpan dalam ekosistem pesisir, meskipun luas hutan mangrove hanya mencakup 0,7% dari total luas hutan dunia (Donato *et al.*, 2011). Hutan mangrove tidak hanya berfungsi sebagai penyerap karbon melalui proses fotosintesis, tetapi juga sebagai penyimpan karbon dalam biomassa dan sedimen (McLeod *et al.*, 2011). Penelitian Donato *et al.* (2011) menunjukkan bahwa kapasitas penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove berkisar antara 800 hingga 1.200 ton/ha. Oleh

karena itu, keberadaan hutan mangrove sangat penting dalam mendukung upaya penurunan gas rumah kaca di atmosfer.

Kawasan Taman Nasional Karimunjawa merupakan salah satu kawasan pelestarian alam di Jawa Tengah yang mempunyai ekosistem yang beragam. Kawasan Taman Nasional Karimunjawa mempunyai luas sebesar 111.625 hektar yang di dalamnya terdapat lima tipe ekosistem yaitu ekosistem terumbu karang, padang lamun dan rumput laut, vegetasi pantai, hutan hujan tropis dataran rendah serta hutan mangrove (BTNKJ, 2024). Pulau Kemujan merupakan bagian dari gugusan Kawasan Taman Nasional Karimunjawa yang memiliki ekosistem hutan mangrove cukup luas di kawasan tersebut, yaitu seluas 222,20 hektar. Pulau kemujan memilih 25 jenis mangrove sejati dan 27 jenis mangrove ikutan. Mangrove di wilayah ini berfungsi sebagai habitat bagi berbagai biota pesisir, menjaga stabilitas garis pantai, meningkatkan kualitas perairan dengan menyaring sedimen dan polutan, serta menyimpan karbon (Al Kareem, 2021). Namun, dalam beberapa tahun terakhir tekanan dari aktivitas manusia yang telah menyebabkan perubahan tata guna lahan yang berdampak pada degradasi ekosistem hutan mangrove. Menurut Suryanti *et al.* (2010) faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penyusutan ekosistem hutan mangrove adalah meningkatnya area permukiman, bertambahnya luas tambak dan kegiatan budidaya, serta pembuatan jalur wisata di dalam hutan mangrove. Alih fungsi lahan berpotensi mengurangi luas hutan mangrove yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi serta sebagai penyerap karbon alami (Hickmah *et al*, 2021)

Untuk memahami dampak alih fungsi lahan terhadap kapasitas penyimpanan karbon ekosistem hutan mangrove di Pulau Kemujan, diperlukan kajian ilmiah yang komprehensif. Estimasi cadangan karbon dalam sedimen mangrove menjadi aspek yang penting, mengingat karbon dalam sedimen memiliki stabilitas jangka panjang. Menurut Donato *et al.* (2011) lebih dari 50% total karbon dalam ekosistem mangrove tersimpan dalam sedimen, menjadikannya indikator utama dalam perhitungan karbon.

Distribusi cadangan karbon dalam sedimen mangrove dipengaruhi secara signifikan oleh variasi zona intertidal serta kedalaman sedimen. Zona seaward umumnya menunjukkan nilai densitas tanah yang lebih tinggi, yang berkaitan dengan dominasi fraksi mineral serta pengaruh dinamika pasang surut. Sebaliknya, zona middle dan landward cenderung memiliki kandungan karbon organik lebih tinggi akibat akumulasi serasah dan kontribusi sistem perakaran mangrove yang lebih melimpah. Variasi kedalaman sedimen juga berperan dalam menentukan stabilitas karbon. Lapisan permukaan (0–30 cm) relatif lebih kaya bahan organik segar hasil deposisi serasah, sedangkan lapisan bawah (30–100 cm) didominasi oleh karbon yang lebih stabil akibat kondisi anaerob dan asosiasinya dengan fraksi mineral halus (Siringoringo, 2014; Cooray *et al.*, 2021).

Karbon organik yang terakumulasi dalam lapisan tanah berasal dari dekomposisi materi organik, termasuk sisa-sisa organisme seperti hewan dan tumbuhan di permukaan tanah. Vegetasi permukaan berperan sebagai salah satu sumber utama cadangan karbon dalam tanah. Karbon organik ini tersimpan

dalam pori-pori atau celah tanah, berfungsi sebagai cadangan karbon tanah. Kapasitas penyimpanan karbon dalam tanah dipengaruhi oleh ukuran butir tanah yang menentukan densitas serta struktur pori-porinya (Siringoringo, 2014). Densitas tanah memiliki peran penting dalam berbagai aspek siklus karbon, termasuk proses dekomposisi bahan organik, akumulasi karbon dalam tanah, serta pertukaran karbon antara tanah dan atmosfer. Tanah dengan densitas tinggi umumnya memiliki tingkat porositas yang lebih rendah dan aerasi yang terbatas, sehingga dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dalam tanah serta memperlambat laju dekomposisi bahan organik. Meskipun demikian, perubahan densitas tanah juga berkontribusi terhadap kapasitas penyimpanan karbon organik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanah dengan struktur agregat yang stabil mampu meningkatkan akumulasi karbon organik secara lebih efektif.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengestimasi cadangan karbon dalam ekosistem hutan mangrove, termasuk di Pulau Kemujan dan sekitarnya. Hickmah *et al.* (2021) mengukur cadangan karbon organik dalam sedimen mangrove di Karimunjawa yang menunjukkan bahwa cadangan karbon organik di area dekat aliran memiliki nilai rata-rata sebesar 172,72 ton/ha, sedangkan di area yang lebih jauh dari aliran hanya mencapai 76,17 ton/ha. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti jenis sedimen, kerapatan vegetasi, dan dinamika pasang surut. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam cakupan wilayah pengambilan sampel serta tidak mempertimbangkan variasi tempat yang dapat memengaruhi akumulasi karbon

dalam sedimen. Penelitian lain oleh Marbun *et al.* (2020) di Desa Baturapa, Kecamatan Lolak, Kabupaten Bolaang Mongondow, mengungkapkan bahwa cadangan karbon dalam sedimen mangrove sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah serta struktur vegetasi yang tumbuh di atasnya. Namun, penelitian tersebut tidak secara khusus berfokus dan belum mempertimbangkan dampak lahan terhadap kapasitas penyimpanan karbon di wilayah pesisir. Astuti *et al.* (2023) membuktikan bahwasannya perubahan tata guna lahan berpengaruh signifikan terhadap cadangan karbon tanah dan biomassa di kawasan wisata Gili Trawangan. Kebun campuran memiliki cadangan karbon tertinggi (840,27 ton/ha), diikuti oleh hutan (83,76 ton/ha), semak belukar (15,76 ton/ha), dan pemukiman memiliki cadangan karbon terendah (3,01 ton/ha).

Penelitian mengenai cadangan karbon dalam sedimen mangrove di Pulau Kemujan masih terbatas, terutama dalam kaitannya akibat tekanan aktivitas manusia, seperti peningkatan aktivitas wisata dan konversi lahan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan dalam rentang tahun 2014–2021 belum memberikan pembaharuan data terkini mengenai cadangan karbon di kawasan ini, padahal alih fungsi lahan terus berlangsung dan berpotensi memengaruhi kapasitas penyimpanan karbon dalam sedimen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pembaharuan data mengenai cadangan karbon sedimen mangrove di Pulau Kemujan dengan pendekatan yang lebih komprehensif serta mempertimbangkan dinamika perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana estimasi cadangan karbon dalam sedimen mangrove di Pulau Kemujan, Karimunjawa, Jepara?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Mengestimasi cadangan karbon dalam sedimen mangrove di Pulau Kemujan, Karimunjawa, Jepara

1.4 Manfaat

- 1.4.1 Penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman komprehensif tentang peran sedimen mangrove Pulau Kemujan dalam penyimpanan karbon, sebagai dasar ilmiah untuk pengelolaan, konservasi, dan penguatan fungsi ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim.