

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem padang lamun memiliki peran krusial sebagai penyimpan karbon biru di wilayah pesisir (Saputra *et al.*, 2024). Kemampuan ekosistem ini dalam menyerap karbon dioksida dari atmosfer bahkan melampaui efektivitas hutan terestrial untuk luasan yang sama (Wahyudi *et al.*, 2018). Karbon yang diserap kemudian disimpan dalam biomassa dan terakumulasi di sedimen dasar laut untuk periode yang sangat panjang (Wahyudi *et al.*, 2018). Struktur perakaran yang padat serta kondisi sedimen yang minim oksigen membuat karbon dapat terperangkap secara stabil selama ribuan tahun (Wahyudi *et al.*, 2018). Ekosistem lamun yang sehat juga menyediakan jasa ekologis vital lainnya, termasuk sebagai area asuhan biota laut dan pelindung garis pantai (Hisamuddin *et al.*, 2021).

Perairan Indonesia, yang menjadi rumah bagi padang lamun yang luas, kini menghadapi tekanan antropogenik yang signifikan (Ilyas *et al.*, 2020). Aktivitas seperti pembangunan pesisir, pencemaran, dan metode penangkapan ikan yang merusak menjadi penyebab utama degradasi habitat penting ini (Ilyas *et al.*, 2020). Kerusakan tersebut tidak hanya mengancam keanekaragaman hayati tetapi juga berpotensi melepaskan kembali simpanan karbon ke atmosfer (Sirait *et al.*, 2022). Pulau Poteran di Sumenep diketahui memiliki ekosistem lamun yang berpotensi menyimpan karbon dalam jumlah besar (Hisamuddin *et al.*, 2021). Namun, data kuantitatif mengenai total stok karbon di lokasi ini masih sangat terbatas dan terdapat inkonsistensi laporan mengenai komposisi spesiesnya (Sirait *et al.*, 2022).

Penilaian stok karbon ekosistem lamun sangat krusial dilakukan untuk mengevaluasi seberapa besar kapasitas nyata perairan dalam memitigasi dampak perubahan iklim. Kapasitas penyimpanan karbon ini memiliki hubungan timbal balik yang sangat erat dengan keanekaragaman dan struktur komunitas penyusunnya. Vegetasi lamun yang padat dan kaya akan ragam spesies cenderung memiliki perluasan biomassa perakaran yang masif sehingga mampu mengunci lebih banyak emisi karbon di dalam substrat sedimen (Tupan, 2019). Hilangnya tutupan vegetasi akibat tekanan lingkungan berisiko besar mengubah status ekosistem yang awalnya menjadi penyerap karbon (*carbon sink*) menjadi penyumbang emisi karbon (*carbon source*). Penelitian mengenai ekosistem lamun di Indonesia telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada pemetaan tutupan dan dinamika spasial tanpa mengintegrasikan estimasi stok

karbon secara kuantitatif. Informasi mengenai stok karbon lamun yang memiliki resolusi spasial dan temporal yang baik masih terbatas, khususnya di wilayah dengan karakteristik perairan kompleks seperti Indonesia (Alongi, 2020; Serrano *et al.*, 2021). Pendekatan penginderaan jauh berbasis citra Sentinel-2 telah terbukti efektif dalam pemetaan lamun dan habitat bentik, tetapi penerapannya dalam estimasi karbon masih memerlukan validasi lapangan yang kuat (Traganos & Reinartz, 2018; Caballero *et al.*, 2022). Ketiadaan studi yang secara simultan mengombinasikan pengukuran laboratorium dan pemodelan spasial serta membandingkan akurasi keduanya menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang signifikan dalam penyediaan data karbon lamun yang akurat dan representatif.

Kuantifikasi stok karbon lamun melibatkan survei lapangan melalui pengambilan sampel biomassa dan sedimen untuk analisis laboratorium yang akurat (Maulidiyah, 2019). Analisis laboratorium seperti *Loss on Ignition* (LOI) digunakan untuk menentukan kandungan karbon organik secara presisi (Hertyastuti *et al.*, 2020). Teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit memungkinkan pemetaan skala luas dengan akurasi yang bergantung pada validasi data lapangan (Rais *et al.*, 2023). Ketersediaan data stok karbon yang andal menjadi prasyarat penting untuk mendukung kebijakan mitigasi perubahan iklim nasional (Wahyudi *et al.*, 2018). Pengujian dilakukan pada kondisi perairan keruh yang dikenal sebagai salah satu tantangan utama dalam aplikasi penginderaan jauh di wilayah pesisir tropis (Hossain *et al.*, 2023). Penelitian ini membandingkan tingkat akurasi metode laboratorium *Loss on Ignition* (LOI) dengan pemodelan algoritma citra *Sentinel-2* di Pulau Poteran. Studi ini diharapkan menyediakan basis data ilmiah yang solid untuk mendukung upaya pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana struktur komunitas lamun (kerapatan, frekuensi, penutupan, dan keanekaragaman) di perairan Pulau Poteran, Kabupaten Sumenep?
2. Berapa besar estimasi total stok karbon (*Above Ground Carbon* dan *Below Ground Carbon*) pada ekosistem lamun di Pulau Poteran berdasarkan analisis data lapangan menggunakan metode *Loss on Ignition* (LOI)?

3. Bagaimana sebaran spasial dan estimasi stok karbon (*Above-ground Carbon* - AGC) ekosistem lamun di Pulau Poteran berdasarkan hasil analisis citra satelit Sentinel-2?
4. Bagaimana perbandingan antara hasil estimasi stok karbon dari pendekatan data lapangan dengan pendekatan data citra satelit (Sentinel-2)?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis struktur komunitas lamun (kerapatan, frekuensi, penutupan, dan keanekaragaman) di perairan Pulau Poteran, Kabupaten Sumenep.
2. Menghitung estimasi total stok karbon ((*Above Ground Carbon* dan *Below Ground Carbon*) pada ekosistem lamun di Pulau Poteran melalui analisis data lapangan dengan metode LOI.
3. Memetakan sebaran spasial dan mengestimasi stok karbon (AGC) ekosistem lamun di Pulau Poteran menggunakan data citra satelit Sentinel-2.
4. Menganalisis perbandingan dan mengevaluasi akurasi hasil estimasi stok karbon antara metode survei lapangan dan metode penginderaan jauh.

1.4 Manfaat

- 1) Manfaat Akademis:
 - a) Memberikan kontribusi data ilmiah dasar mengenai struktur komunitas dan total stok karbon ekosistem lamun di Pulau Poteran, yang datanya masih terbatas.
 - b) Menyediakan evaluasi metodologis mengenai efektivitas dan kelemahan perbandingan antara metode lapangan (LOI) dan penginderaan jauh (Sentinel-2) untuk estimasi karbon di perairan tropis.
 - c) Dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya yang akan melakukan kajian serupa mengenai *blue carbon* atau pemetaan lamun.
- 2) Manfaat Praktis:
 - a) Menyediakan basis data ilmiah yang solid bagi pemangku kepentingan untuk mendukung upaya pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan.

- b) Menjadi data masukan penting untuk mendukung kebijakan mitigasi perubahan iklim nasional, khususnya terkait inventarisasi karbon biru (*blue carbon*)