

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove atau yang biasa dikenal sebagai hutan bakau sangat penting untuk ekosistem pesisir, karena hutan mangrove dikenal sebagai indikator kesehatan perairan pesisir. Menurut peta mangrove Indonesia tahun 2024 yang diterbitkan oleh Kementerian Kehutanan Republik Indonesia No. 594 tahun 2025, luas total hutan mangrove di Indonesia tercatat seluas 3.440.464 hektare. Vegetasi mangrove berfungsi sebagai habitat berbagai biota laut, dan juga dapat menahan abrasi di wilayah pantai. Mangrove juga berperan sebagai penyaring zat tercemar dari daratan dan menahan sedimen untuk menjaga kualitas perairan. Tidak hanya berfungsi untuk ekologis, ekosistem mangrove juga memberikan manfaat sosial dan ekonomi bagi masyarakat pesisir yang hidupnya bergantung pada sumber daya alam di sekitarnya. Selain sebagai habitat berbagai biota dan bermanfaat bagi masyarakat pesisir, mangrove juga berfungsi sebagai penyerap karbon yang efektif, sehingga ekosistem ini berkontribusi terhadap perubahan iklim (Hidayah et al., 2023).

Stok karbon yang tersimpan di dalam ekosistem mangrove berperan penting dalam menekan peningkatan efek gas rumah kaca di atmosfer. Stok karbon yang tersimpan di ekosistem mangrove mencakup biomassa tegakan, akar, dan pada sedimen. Total karbon yang tersimpan dapat bervariasi tergantung pada jenis vegetasi dan tingkat kerapatan vegetasi (Trettin et al., 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Donato et al., 2011) bahwa stok karbon mangrove tertinggi didapatkan di wilayah tropis dengan nilai rata-rata sekitar 1.023 Mg C/ha. Hasil temuan tersebut memperjelas bahwa peran ekosistem mangrove dalam menyimpan dan menyerap karbon sangat efektif dan dalam jangka waktu yang lama. Pengukuran stok karbon dilakukan dengan menggunakan pengambilan data lapang untuk mengukur *Girth at Breast Height* (GBH) atau lingkaran batang setinggi dada dan pengukuran menggunakan metode analisis spasial penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit (Hilmi et al., 2022).

Penginderaan jauh merupakan metode yang memanfaatkan citra satelit untuk memperoleh informasi mengenai kondisi permukaan bumi secara spasial maupun temporal. Dalam penelitian ini, data lapangan digunakan sebagai dasar dari model karbon mangrove pada wilayah penelitian. Sementara itu, data

penginderaan jauh yang digunakan merupakan data citra satelit Sentinel level 2. Proses pengolahan data citra dilakukan menggunakan *software* ArcGis Pro versi 3.5.1 dengan memanfaatkan fitur *Model Builder*. *Model builder* berfungsi untuk menggabungkan pemrosesan data citra satelit dengan data lapang secara otomatis (Pratiwi et al., 2025). Penggunaan metode ini dalam penelitian dilakukan karena penginderaan jauh mampu memberikan data yang praktis, efisien, serta dapat mencakup area yang luas. Melalui pendekatan ini, hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan peta sebaran dan kondisi mangrove yang bermanfaat sebagai dasar mitigasi dan pemantauan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh juga diikuti dengan berkembangnya algoritma indeks vegetasi yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan dalam menggambarkan karakteristik vegetasi. Berbagai indeks vegetasi dikembangkan dengan pendekatan algoritma yang berbeda, seperti indeks yang berbasis perbedaan (*difference based index*), berbasis rasio (*ratio based index*), indeks yang sensitif terhadap kandungan klorofil, serta indeks yang dirancang untuk mengurangi pantulan latar belakang tanah (*soil background*) (A. R. Huete, 1988; Novanda et al., 2025; Tran et al., 2022). Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan setiap indeks vegetasi memiliki sensitivitas yang berbeda dalam menggambarkan kondisi vegetasi, seperti tingkat kehijauan, kerapatan tajuk, hingga kandungan klorofil. Tran et al., (2022) menyatakan bahwa hingga saat ini belum terdapat satu indeks vegetasi yang benar-benar mampu dan konsisten memberikan hasil terbaik pada seluruh kondisi mangrove, karena tingkat akurasi dipengaruhi oleh karakteristik vegetasi, kondisi lingkungan, serta sensor satelit yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap beberapa indeks secara bersamaan untuk menentukan indeks yang memiliki tingkat akurasi paling baik dalam memodelkan stok karbon pada kawasan mangrove Pamurbaya.

Penelitian ini dilakukan di wilayah Pamurbaya, Surabaya Timur karena wilayah tersebut merupakan habitat alami mangrove dengan luas sekitar 753.48 pada tahun 2020 (Hidayah et al., 2022). Terdapat sekitar 19 jenis pohon mangrove sejati dan 14 jenis mangrove ikutan. Jenis mangrove sejati yang paling banyak adalah jenis *Avicennia alba* (Api-Api), *Avicennia marina* (Api-api daun lebar), dan *Avicennia officinallis* (Api-api putih). Sedangkan jenis mangrove ikutan yang paling banyak di wilayah mangrove Pamurbaya adalah *Cerbera manghas* (Bintaro) yang

terdapat di daerah Kecamatan Gununganyar, Rungkut, Kenjeran, dan Sukolilo (Syamsu et al., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh (Hidayah et al., 2022) yang melakukan perhitungan stok karbon atas dengan model alometrik dan pendugaan biomassa menggunakan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) di wilayah mangrove Pamurbaya pada tahun 2020, terdapat sekitar 46.35 ha stok karbon yang tersimpan pada wilayah mangrove Pamurbaya. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan penelitian terdahulu dengan membandingkan sepuluh indeks vegetasi yang mewakili berbagai karakteristik. Indeks-indeks tersebut yaitu NDVI, DVI, EVI, RDVI, RVI, MSRVI, TRVI, IPVI, GNDVI, SAVI, yang digunakan untuk mengidentifikasi indeks vegetasi yang memiliki performa terbaik dalam memodelkan stok karbon di wilayah mangrove Pamurbaya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model pendugaan stok karbon yang lebih akurat serta dapat memberikan informasi spasial yang mendukung pemantauan dan pengelolaan ekosistem mangrove.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan luasan hutan mangrove Pamurbaya?
2. Berapa estimasi karbon atas dalam satuan TonC/Ha di wilayah Surabaya Timur?
3. Index vegetasi apa yang sesuai digunakan untuk model karbon pada penelitian ini?
4. Bagaimana hasil model karbon mangrove di wilayah Surabaya Timur?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan di hutan mangrove yang masih dalam wilayah administrasi Surabaya.
2. Penelitian menggunakan data lapang yang diambil menggunakan MonMang 2.0, sertagg data citra satelit Sentinel-2 yang diambil pada tanggal yang berdekatan dengan waktu pengambilan data lapang.
3. Penelitian hanya menggunakan 10 indeks vegetasi sebagai *model* dari karbon mangrove.
4. Penelitian hanya mengukur *Above Ground Biomass* (AGB) atau hanya mengukur simpanan karbon yang terdapat pada bagian pohon mangrove dan tidak mengukur karbon bagian tanah.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis perubahan luas hutan mangrove Pamurbaya.
2. Menghitung jumlah karbon permukaan di dalam hutan mangrove Pamurbaya.
3. Melakukan uji akurasi hasil model pendugaan stok karbon dari indeks vegetasi dengan hasil pengukuran lapang.
4. Menentukan indeks vegetasi yang paling sesuai untuk menduga kandungan karbon mangrove di wilayah Pamurbaya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah maupun instansi terkait khususnya pemerintah daerah Surabaya untuk melakukan perencanaan berkelanjutan. Informasi mengenai stok karbon pada mangrove dapat dijadikan acuan untuk mitigasi bencana yang kemungkinan akan terjadi di wilayah Surabaya.

2. Keilmuan

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi sebagai acuan penelitian selanjutnya, dengan mengembangkan metode yang telah dilakukan. Diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan metode spasial stok karbon di ekosistem mangrove.

3. Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya ekosistem mangrove. Penelitian ini juga diharapkan dapat dimanfaatkan oleh kelompok masyarakat pengelola ekowisata untuk mendukung kegiatan konservasi, edukasi lingkungan, dan pengembangan ekonomi dengan memanfaatkan ekosistem mangrove.