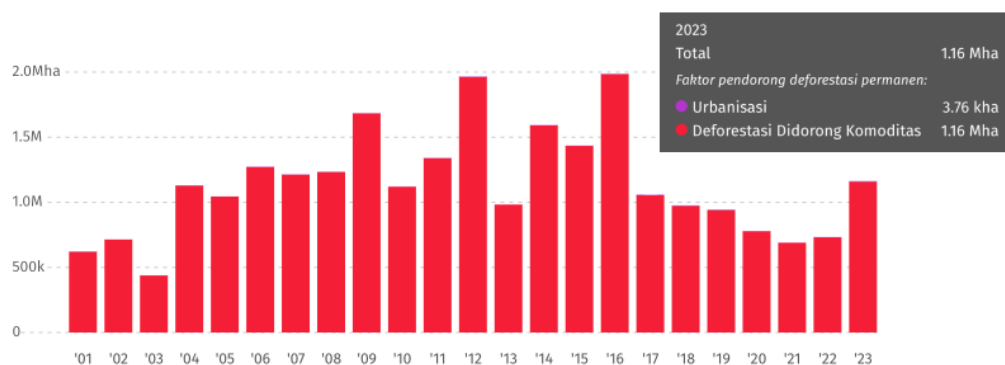


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perubahan penggunaan lahan atau konversi lahan menjadi salah satu isu yang signifikan dalam pengelolaan lingkungan di Indonesia, khususnya di kawasan pesisir. Kawasan pesisir memiliki fungsi ekologis penting, seperti menyimpan karbon, mengurangi risiko abrasi, serta mendukung keanekaragaman hayati. Namun, peningkatan kebutuhan akan lahan untuk pembangunan infrastruktur, tambak, dan pariwisata sering kali dilakukan dengan mengorbankan ekosistem alami. Dampak dari konversi ini meliputi penurunan tutupan vegetasi, pelepasan karbon yang tersimpan ke atmosfer, hingga kerusakan habitat yang mengancam keseimbangan ekosistem.

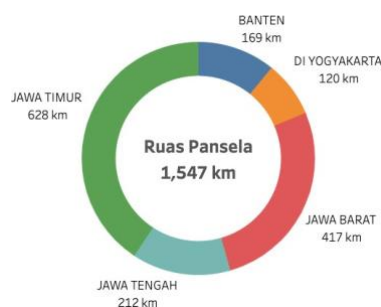
Berdasarkan data dari Global Forest Watch pada Gambar I.1, laju deforestasi di Indonesia dalam dua dekade terakhir menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Puncak deforestasi terjadi pada tahun 2012 dan 2016, dengan luas lahan yang hilang mencapai lebih dari 2 juta hektare per tahun. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, tren deforestasi cenderung menurun, meskipun angka kehilangan tutupan hutan masih cukup tinggi. Pada tahun 2023, Indonesia kehilangan sekitar 1,16 juta hektare hutan, dengan mayoritas deforestasi didorong oleh ekspansi komoditas. Urbanisasi hanya menyumbang sekitar 3,76 ribu hektare, jauh lebih kecil dibandingkan dampak dari aktivitas industri dan pertanian skala besar. Fenomena ini juga terlihat di kawasan pesisir selatan Malang, di mana pembangunan infrastruktur, termasuk Jalur Lintas Selatan (JLS), telah menyebabkan perubahan signifikan dalam penggunaan lahan. Pembukaan jalur ini tidak hanya mempercepat urbanisasi, tetapi juga berkontribusi terhadap hilangnya tutupan vegetasi yang berperan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem pesisir.



Gambar I.1 Laju Kehilangan Hutan Akibat Deforestasi di Indonesia

Sumber (Global Forest Watch, 2024)

Di kawasan pesisir selatan Kabupaten Malang, konversi lahan telah berdampak signifikan, terutama akibat pembukaan Jalur Lintas Selatan (JLS) yang menghubungkan daerah-daerah pesisir di Jawa Timur. JLS, yang membentang sejauh 1.547,78 km dari Banten hingga Jawa Timur, melewati delapan kabupaten/kota, termasuk Malang. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Bina Marga (2021) pada Gambar I.2, Jawa Timur memiliki proporsi jalur terpanjang, yakni sekitar 628 km. Sebanyak 39% dari jalur ini melewati wilayah hutan, menunjukkan tingginya potensi konversi lahan di provinsi tersebut.



Gambar I.2 Persentase Luas Provinsi Jalur Lintas Selatan

Sumber (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021)

Tujuan utama pembangunan JLS adalah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, khususnya di daerah pesisir yang selama ini memiliki kesenjangan dibandingkan wilayah utara. Namun, aksesibilitas yang lebih mudah ke kawasan pesisir mendorong terjadinya konversi lahan menjadi fasilitas publik seperti tempat wisata dan tambak. Misalnya, di Pantai Kondang Merak, pembangunan fasilitas

pariwisata telah mengubah tutupan vegetasi alami menjadi lahan terbuka, yang berdampak pada kerusakan ekosistem lamun di kawasan tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa tutupan lamun di Pantai Kondang Merak telah menurun menjadi kurang dari 29,9%, yang masuk dalam kategori kerusakan berat (Isdianto dkk., 2020).

Vegetasi pesisir, termasuk mangrove, memainkan peran penting dalam siklus karbon global. Mangrove mampu menyerap karbon dioksida (CO₂) dalam jumlah besar dan menyimpannya dalam bentuk *Aboveground Biomass* (AGB) dan *Belowground Biomass* (BGB). Namun, hilangnya tutupan mangrove akibat konversi lahan telah menurunkan kapasitas penyimpanan karbon ini, sehingga memperburuk dampak perubahan iklim global. Selain itu, mangrove yang rusak tidak lagi mampu memberikan perlindungan terhadap abrasi, mengurangi kualitas habitat bagi biota laut, serta menurunkan produktivitas perikanan yang menjadi sumber penghidupan masyarakat pesisir.

Untuk mengatasi permasalahan ini, pengukuran AGB menjadi langkah penting dalam menilai stok karbon dan menentukan area prioritas konservasi. Pengukuran AGB memberikan gambaran kuantitatif tentang potensi penyimpanan karbon dan dampak dari konversi lahan (Selvaraj & Gallego Pérez, 2023). Namun, metode pengukuran manual, seperti metode allometrik, sering kali tidak efisien untuk skala luas karena membutuhkan waktu dan tenaga yang besar (L. T. H. Pham & Brabyn, 2017).

Kemajuan teknologi *remote sensing* memberikan solusi yang efisien dalam mengestimasi AGB. Data citra dari satelit seperti Sentinel-2, Landsat 8, dan ALOS-2 PALSAR-2 telah banyak digunakan untuk memantau perubahan tutupan vegetasi secara berkala dan mengestimasi AGB dengan akurasi tinggi (T. D. Pham, Yokoya, dkk., 2020a). Misalnya, analisis indeks vegetasi seperti NDVI dan EVI menggunakan data Sentinel-2 dapat memberikan informasi detail tentang kondisi vegetasi di kawasan pesisir. Selain itu, integrasi data radar seperti ALOS-2 PALSAR-2 memungkinkan pengukuran yang lebih akurat, bahkan di area dengan tutupan awan tinggi.

Penggunaan teknologi *remote sensing* semakin diperkuat dengan metode *machine learning*, seperti Random Forest, Support Vector Regression (SVR), dan Extreme

Gradient Boosting Regressor (XGBR). Metode ini mampu memproses data *remote sensing* yang kompleks untuk menghasilkan estimasi AGB dengan tingkat akurasi yang tinggi. Nguyen dkk. (2022) menunjukkan bahwa kombinasi data Sentinel-2 dengan algoritma XGBR dapat menghasilkan prediksi AGB yang akurat di kawasan mangrove Vietnam. Selain itu, Random Forest telah banyak digunakan dalam penelitian lain untuk memproses data AGB pada skala luas dengan efisiensi tinggi.

Di kawasan pesisir selatan Kabupaten Malang, teknologi ini memiliki potensi besar untuk mendukung konservasi dan rehabilitasi vegetasi pesisir. Dengan memanfaatkan data satelit dan algoritma *machine learning*, estimasi AGB dapat memberikan informasi penting untuk menentukan area prioritas pelestarian. Selain mendukung mitigasi perubahan iklim, pendekatan ini juga dapat meningkatkan manfaat ekonomi melalui peluang perdagangan karbon dan ekowisata yang berkelanjutan.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang melatarbelakangi penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model *machine learning* dapat digunakan untuk mengestimasi *Aboveground Biomass* (AGB) pada vegetasi di kawasan selatan Kabupaten Malang?
2. Bagaimana integrasi berbagai data citra satelit, seperti data optik, data radar, *Global Ecosystem Dynamics Investigation* (GEDI), *Digital Elevation Model* (DEM) dapat meningkatkan akurasi estimasi *Aboveground Biomass* (AGB)?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan metode estimasi *Aboveground Biomass* (AGB) pada vegetasi di kawasan selatan Kabupaten Malang dengan menggunakan model *machine learning* sehingga diperoleh model yang efektif dan efisien untuk memprediksi nilai AGB.
2. Menganalisis integrasi data optik, data radar, *Global Ecosystem Dynamics Investigation* (GEDI), dan *Digital Elevation Model* (DEM) dalam

meningkatkan akurasi estimasi *Aboveground Biomass* (AGB), dengan memanfaatkan berbagai jenis data *remote sensing* yang mencakup aspek reflektansi, topografi, dan kerapatan vegetasi.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang dihasilkan melalui penelitian ini:

1. Manfaat untuk Pemerintah Kabupaten Malang dan Instansi Terkait
 - a. Mengetahui kondisi *Aboveground Biomass* (AGB) vegetasi di wilayah selatan Kabupaten Malang sehingga dapat melakukan atau membuat kebijakan yang lebih baik
 - b. Data hasil analisis dapat digunakan oleh Pemerintah Kabupaten Malang dan organisasi terkait untuk dijadikan rujukan dalam pengolahan data lebih lanjut.
2. Manfaat untuk Peneliti
 - a. Mendapatkan pengalaman estimasi AGB vegetasi di kawasan selatan Kabupaten Malang menggunakan metode *remote sensing* dan diolah menggunakan model *machine learning*.
 - b. Turut berkontribusi dalam membantu mengetahui kondisi *Aboveground Biomass* (AGB) vegetasi beberapa wilayah pantai selatan di Kabupaten Malang sehingga dapat dilakukan restorasi dan pencegahan lebih dini.
3. Manfaat untuk Keilmuan
 - a. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya terkait analisis vegetasi.
 - b. Menambah literatur mengenai estimasi *Aboveground Biomass* (AGB) pada pustaka kampus.

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Penelitian ini memiliki batasan yang diperlukan dalam pelaksanaannya agar lebih terfokus. Batasan-batasan tersebut yakni:

1. *Sample* data yang digunakan pada penelitian ini diambil hanya mencakup wilayah selatan di Kabupaten Malang, yaitu dari Pantai Bajulmati hingga

Pantai Sendangbiru yang memungkinkan kondisi vegetasi, topografi, iklim dan tingkat curah hujan yang berbeda dengan wilayah lain.

2. Nilai AGB yang diprediksi hanya untuk tahun 2024 berdasarkan data historis tahun 2020-2022.