

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim menjadi tantangan global yang memerlukan mitigasi segera untuk mencegah dampak negatif yang luas. Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 13 tentang *Climate Change* yang menekankan pentingnya upaya mitigasi perubahan iklim, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) dan pelestarian ekosistem penyerap karbon. Salah satu penyebab utama perubahan iklim adalah peningkatan emisi GRK akibat aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil serta deforestasi dan degradasi hutan untuk pertanian skala besar, urbanisasi, dan industri. Deforestasi dan degradasi hutan menyumbang sekitar 20% emisi GRK global akibat pelepasan karbon dari biomassa vegetasi. Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023) mencatat bahwa temperatur global telah meningkat sekitar 1,1°C sejak era industri, yang berdampak pada munculnya berbagai fenomena cuaca ekstrem.

Perubahan penggunaan lahan, seperti alih fungsi hutan menjadi perkebunan atau permukiman, juga berdampak signifikan terhadap ekosistem. Penurunan tutupan hutan mengurangi kapasitas ekosistem dalam menyerap karbon dan meningkatkan fragmentasi habitat (Zhen *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pemantauan perubahan lahan menjadi penting dalam memahami dinamika penggunaan lahan dan kondisi ekosistem secara keseluruhan. Salah satu cara untuk memahami kapasitas ekosistem dalam menyerap karbon adalah dengan

mengukur cadangan karbon yang tersimpan dalam vegetasi (Novita *et al.*, 2021).

Estimasi cadangan karbon dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu *sampling lapangan* dan *penginderaan jauh*. *Sampling lapangan* dilakukan melalui pengukuran biomassa vegetasi secara langsung dengan metode *destructive sampling*, yaitu pemanenan biomassa untuk ditimbang, atau *non-destructive sampling*, yaitu pengukuran diameter, tinggi pohon, dan parameter lainnya yang dihitung menggunakan persamaan allometrik. Pendekatan *non-destructive sampling* lebih umum digunakan dalam ekosistem hutan dan agroforestri karena lebih ramah lingkungan serta tidak merusak vegetasi (Sutaryo, 2009).

Metode penginderaan jauh semakin berkembang dan telah digunakan dalam estimasi karbon karena memiliki beberapa keuntungan dibandingkan metode konvensional. Penginderaan jauh memungkinkan pemetaan cadangan karbon secara lebih efektif dan dengan cakupan yang lebih luas dibandingkan pengukuran lapangan yang hanya dilakukan pada sampel terbatas. Teknologi ini menawarkan cakupan wilayah yang besar, waktu proses yang lebih cepat, dan biaya lebih efisien, meskipun tantangan seperti variabilitas data dan hambatan lingkungan tetap perlu diperhatikan (Xu *et al.*, 2025). Ketersediaan data historis dari citra satelit juga memungkinkan pemantauan perubahan stok karbon dari waktu ke waktu (Sudarma *et al.*, 2024). Selain itu, metode ini dapat dikombinasikan dengan faktor lingkungan seperti NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk menduga stok karbon berdasarkan tingkat

kehijauan vegetasi (Tucker, 1978), serta data topografi dan curah hujan yang membantu memahami distribusi karbon dalam suatu lanskap (Farr *et al.*, 2007). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas metode ini, seperti halnya Forestriko & Hartono (2016) yang memanfaatkan citra satelit Landsat 8 untuk estimasi cadangan karbon hutan mangrove di Cilacap, selanjutnya penelitian Mustofa (2022) yang menggunakan citra satelit Sentinel-2 untuk mengetahui jumlah karbon tanaman di Hutan Kemasyarakatan Desa Tribudisyukur, Lampung serta penelitian oleh Mardiyatmoko (2017) mengenai cadangan karbon di wilayah perkotaan Tenggarong.

Desa Lerep, terletak di Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, merupakan salah satu desa dengan kekayaan sumber daya alam dan budaya yang signifikan. Desa Lerep memiliki luas wilayah sekitar 682,32 ha yang terdiri dari 8 dusun, termasuk Dusun Indrokilo yang dikenal memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Keanekaragaman hayati dan kearifan lokal di desa ini telah menjadi objek berbagai penelitian ilmiah. Dusun Indrokilo yang merupakan salah satu dusun di Desa Lerep juga pernah menjadi lokasi studi etnobotani. Penelitian oleh Trimedianugrah (2022) menunjukkan bagaimana masyarakat memanfaatkan tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) untuk berbagai kebutuhan, mulai dari produksi gula aren hingga bahan bangunan, serta adanya upaya pelestarian secara lokal. Selanjutnya, berkaitan dengan aspek pengembangan wilayah, Desa Lerep telah ditetapkan sebagai desa wisata sejak tahun 2015 dan terus mengembangkan potensi wisata alam, edukasi, dan budaya berbasis masyarakat (Esariti *et al.*, 2023).

Tidak hanya itu, Desa Lerep juga merupakan penerima penghargaan Program Kampung Iklim (ProKlim) dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) karena keberhasilannya dalam menerapkan aksi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di tingkat tapak. Program ini mencakup kegiatan seperti pelestarian mata air, penanaman pohon, pengelolaan sampah, pertanian ramah lingkungan, dan konservasi energi. Desa Lerep menjadi salah satu contoh desa yang aktif dalam mewujudkan pembangunan rendah emisi berbasis masyarakat lokal (Savitri & Yuliasuti, 2022).

Keberhasilan Desa Lerep dalam mengintegrasikan pelestarian lingkungan dengan pengembangan ekonomi berbasis wisata menjadikannya sebagai lokasi yang relevan untuk penelitian mengenai estimasi cadangan karbon berbasis vegetasi. Meskipun telah banyak penelitian terkait pengembangan pariwisata dan pemberdayaan masyarakat di Desa Lerep, studi mengenai aspek ekologi, khususnya estimasi cadangan karbon masih terbatas, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dan memberikan kontribusi dalam upaya mitigasi perubahan iklim di tingkat lokal.

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam menerapkan model prediksi cadangan karbon berbasis tren perubahan penggunaan lahan dan mengaitkannya dengan siklus agroforestri lokal di Desa Lerep yang sekaligus merupakan desa wisata dan desa aktif ProKlim. Kebaruan ini memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan metode estimasi karbon berbasis penginderaan jauh di tingkat lokal.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi cadangan karbon di Desa Lerep menggunakan pendekatan penginderaan jauh dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan karakteristik vegetasi setempat. Selain itu, dilakukan pula prediksi cadangan karbon untuk beberapa tahun mendatang berdasarkan tren perubahan lahan, sebagai bagian dari uji coba model estimasi spasial. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi cadangan karbon terkini serta proyeksi cadangan karbon masa depan di Desa Lerep yang berguna untuk mendukung strategi mitigasi perubahan iklim.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Bagaimana perubahan kondisi lahan di Desa Lerep dari tahun 2000 – 2024 melalui penginderaan jauh?
- 1.2.2. Bagaimana estimasi cadangan karbon di Desa Lerep melalui pengambilan data lapangan, penginderaan jauh dan pengaplikasian model estimasi?
- 1.2.3. Bagaimana prediksi cadangan karbon di Desa Lerep dalam kurun waktu 100 tahun mendatang?

1.3. Tujuan

- 1.3.1. Menganalisis perubahan lahan Desa Lerep dari tahun 2000 – 2024 menggunakan penginderaan jauh.
- 1.3.2. Mengestimasi cadangan karbon di Desa Lerep berdasarkan pengambilan data lapangan, penginderaan jauh dan pengaplikasian model estimasi

1.3.3. Memprediksi cadangan karbon di Desa Lerep dalam kurung waktu 100 tahun mendatang.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data mengenai perubahan kondisi lahan serta estimasi cadangan karbon di Desa Lerep. Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan mitigasi perubahan iklim dan cadangan karbon. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi sumber informasi bagi pihak terkait dalam perencanaan pengelolaan lingkungan dan pemanfaatan lahan secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini juga mendukung pencapaian SDGs, khususnya nomor 13 (Penanganan Perubahan Iklim) melalui penyediaan data untuk aksi iklim serta nomor 15 (Menjaga Ekosistem Daratan) dalam upaya konservasi dan rehabilitasi lahan. Secara tidak langsung juga berkontribusi pada SDGs nomor 11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan) dengan menyediakan data atau dasar ilmiah dalam perencanaan tata guna lahan yang ramah lingkungan.