

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas manusia di sektor industri, transportasi, pembangkit listrik, dan bidang lainnya menyebabkan peningkatan kadar karbondioksida (CO₂) yang terlepas ke udara, dan menyebabkan perubahan iklim di seluruh dunia (Triana, 2008). Dengan meningkatkan peran hutan sebagai penyerap CO₂ melalui pengelolaan hutan, salah satunya adalah hutan mangrove, salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak tersebut (Forestriko, 2016). Hutan mangrove mempunyai ekosistem yang beda dari jenis hutan lainnya. Ekosistem hutan yang memiliki komponen fisik yang tidak biasa, seperti habitat yang tergenang udara, tanah berlumpur, dan tingkat salinitas yang tinggi (Gunawan dan Anwar, 2014).

Hutan mangrove adalah jenis hutan yang vegetasinya terdapat di kawasan pesisir pantai dengan substrat berlumpur dan air payau. Ekosistem mangrove berperan penting dalam mitigasi pemanasan global dengan cara mengurangi konsentrasi CO₂ yang disimpan sebagai cadangan karbon (Sondak, 2015). Hutan mangrove dapat menyimpan sampai lima kali lebih banyak karbon per hektar daripada hutan hujan tropis di seluruh dunia (Nellemann *et al.*, 2009; Donato *et al.*, 2011; Fitrah, 2019). Melalui mekanisme fotosintesis, mangrove dapat menyerap CO₂ dari atmosfer. CO₂ yang diserap akan disimpan dalam bentuk biomassa atas, biomassa bawah, dan terakumulasi di dalam sedimen (Kauffman *et al.*, 2011). Proses penyimpanan karbon pada tumbuhan yang sedang tumbuh disebut sekuestrasi karbon (carbon sequestration). Menurut Paembonan (2012), ada dua tahap di mana volume serapan

karbon meningkat. Pada tahap semai hingga sapihan, volume serapan karbon meningkat secara perlahan. Pada tahap sapihan hingga fase tiang dan pohon, volume serapan karbon meningkat dengan cepat. Hal ini menunjukkan bahwa nilai karbon yang tersimpan pada pohon berbanding lurus dengan naiknya biomassa. Nilai-nilai ini termasuk peningkatan tinggi, diameter, umur, dan kondisi pohon yang stabil ketika pohon mencapai umur yang cukup untuk ditebang.

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis, biologis, dan sosial-ekonomi yang signifikan bagi pembangunan, terutama di daerah pesisir. Hutan mangrove berperan penting dalam menjaga kehidupan pantai, termasuk mencegah abrasi, mengurangi kekuatan arus pasang, menahan gelombang laut, dan akarnya mampu menyerap logam berat. Secara biologis, mangrove menyediakan unsur hara bagi kehidupan laut serta menjadi sumber makanan bagi burung, mamalia, dan reptil. Dari segi ekonomi, mangrove dimanfaatkan untuk bahan obat-obatan, plastik, perekat, tinta, serta menjadi tujuan wisata pesisir (Zakaria *et al*, 2015).

Indonesia memiliki potensi kekayaan alam yang besar, keanekaragaman hayati yang luar biasa, dan wilayah tropis yang luas. Indonesia memiliki 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km, dan pesisirnya memiliki berbagai flora, salah satunya adalah flora hutan mangrove (Mahfudz et al., 2012). Menurut data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, total luas hutan mangrove di dunia mencapai 16.530.000 hektar, dengan Indonesia memiliki 3.490.000 hektar atau sekitar 21% dari total mangrove dunia. Pada tahun 2021, luas mangrove di Indonesia mengalami penurunan, dengan data dari peta mangrove mencatatkan luas sebesar 3.311.208 hektar. Dari luas tersebut, 637.624 hektar (19,26%) berada dalam kondisi kritis, yaitu

dengan penutupan tajuk kurang dari 60%, sementara 2.673.548 hektar (80,74%) berada dalam kondisi baik (Jabalnur *et al.*, 2023). Namun luas hutan mangrove secara bertahap berkurang setiap tahunnya (FAO, 2007). Di antara berbagai penyebab degradasi mangrove di Indonesia adalah penggunaan mangrove untuk berbagai proyek, seperti pengadaan pembukaan pelabuhan, pembukaan kawasan pertanian dan perkebunan, dan eksplorasi minyak dan gas yang berlebihan (Kordi, 2012).

Diperlukan metode yang lebih efektif dan efisien dalam mendeteksi kondisi mangrove seperti estimasi karbon dan jenis tutupan lahan mangrove. Salah satu metode yang banyak digunakan saat ini yaitu dengan pendekatan teknologi penginderaan jauh melalui pemanfaatan citra UAV atau drone. Penelitian oleh Iryanthony *et al.* (2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan UAV beresolusi tinggi dengan pendekatan *Geographic Object-Based Image Analysis* (GEOBIA) mampu mengidentifikasi hingga enam spesies mangrove di Rembang, Jawa Tengah, secara akurat dengan tingkat akurasi klasifikasi sebesar 84,5%. Metode ini terbukti lebih efisien dibandingkan survei lapangan konvensional, serta dapat menghasilkan informasi spasial yang rinci hingga tingkat spesies untuk mendukung konservasi mangrove secara lokal.

Menurut Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Barat (2021), luas hutan mangrove di wilayah Sumatera Barat mencapai sekitar 43.186,71 hektar yang tersebar di berbagai kawasan pesisir. Di antaranya, Kabupaten Mentawai memiliki 32.600 hektar, Kabupaten Pasaman Barat 6.273 hektar, Kabupaten Pesisir Selatan 2.549,55 hektar, Kabupaten Agam 313,5 hektar, Kabupaten Padang Pariaman 190 hektar, dan Kota Padang 1.250 hektar.

Kawasan Mandeh terletak di pesisir barat Sumatera, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat, mencakup enam desa dan seluas 18.000 hektar dengan vegetasi mangrove yang meliputi hampir seluruh pantainya. Kawasan Mandeh memiliki hutan mangrove seluas 896,73 hektar yang berpotensi dikembangkan menjadi destinasi ekowisata, mendukung pelestarian lingkungan, dan memberikan manfaat ekonomi berkelanjutan bagi masyarakat lokal (Rahmi, 2017). Pemerintah daerah Sumatera Barat berencana menjadikan wilayah ini menjadi kawasan wisata terpadu yang akan digabungkan dengan kawasan pengembangan pariwisata nasional (Bappeda Sumbar, 2018).

Beberapa penelitian telah dilakukan di wilayah kawasan Mandeh. Mukhtar (2017) menemukan bahwa potensi cadangan karbon Kawasan Mandeh adalah 39.616 ton karbon per ha dari tiga pengamatan stasiun. Mukhtar (2021) memetakan stok karbon di Teluk Mandeh, Sumatera Barat, menggunakan indeks diskriminasi mangrove sebagai variabel dalam model biomassa. Hasil analisis menunjukkan indeks mangrove memiliki korelasi tertinggi dan kesalahan terendah, dengan estimasi stok karbon sebesar $8,32 \pm 0,08 \text{ Mg ha}^{-1}$. Temuan ini dapat membantu menentukan area mangrove berpotensi lindung untuk mendukung konservasi ekosistem pesisir. Yanti (2018) menyatakan bahwa analisis citra udara di Kawasan Mandeh menemukan kerusakan 4.074 ha vegetasi mangrove akibat penebangan hutan serta pembangunan jalan dan dermaga di dua titik pengamatan. Raynaldo (2020) mengatakan bahwa meskipun wilayah mangrove di Kawasan Mandeh mengalami perluasan, namun banyak juga di beberapa daerah mengalami kerusakan. Irianto (2024) menemukan

bahwa cadangan karbon di Nagari Mandeh sebesar 22,66 ton/ha, lebih rendah dibandingkan Carocok Tarusan yang mencapai 40,58 ton/ha. Perlindungan mangrove sangat penting untuk keanekaragaman hayati dan keberlanjutan ekosistem pesisir. Penelitian Farza (2024) menggunakan UAV menunjukkan cadangan karbon di Carocok Tarusan sebesar 37,61 ton/ha dan di Nagari Mandeh sebesar 18,41 ton/ha, dengan selisih 19,2 ton/ha yang lebih tinggi di Carocok Tarusan. Irawan *et al.* (2025) menunjukkan bahwa rata-rata tutupan kanopi mangrove di Kawasan Wisata Carocok sebesar 69,19%, tergolong kategori sedang. Penelitian tersebut juga menyoroti pengaruh faktor lingkungan terhadap tutupan kanopi, serta pentingnya pemanfaatan teknologi seperti aplikasi MonMang v2.0 dalam pemantauan ekosistem. Oleh karena itu, penggunaan metode berbasis teknologi modern seperti UAV dan model digital sangat relevan untuk mendukung konservasi dan pengelolaan mangrove secara berkelanjutan.

Seiring waktu, teknologi terus mengalami kemajuan, memungkinkan manusia untuk menyelesaikan tugas dengan lebih efisien, cepat, dan mudah, serta mengurangi kebutuhan energi yang besar. Untuk memperoleh informasi mengenai estimasi cadangan biomassa karbon, ada dua pendekatan yang dapat digunakan, yaitu perhitungan manual dan penerapan teknologi penginderaan jauh. Dalam proses perhitungan cadangan karbon, penggunaan teknologi penginderaan jauh membantu menghindari metode pengukuran karbon yang destruktif yang melibatkan penebangan pohon bakau. Namun karena akurasinya yang rendah, metode penginderaan jauh masih jarang digunakan dalam penelitian cadangan karbon. Hal ini karena analisis pengukuran karbon berkaitan dengan karbon yang disimpan oleh biomassa di atas

permukaan dan di bawah permukaan, sedangkan teknologi penginderaan jauh hanya dapat merekam objek yang ada di permukaan bumi (Husna *et al.*, 2018).

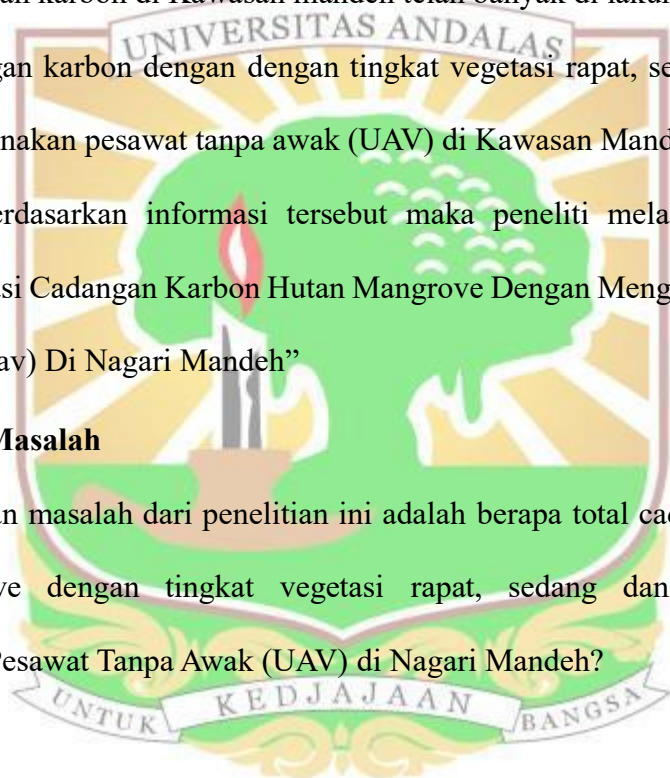
Dalam bidang biologi, terutama penelitian ekologi, penginderaan jauh sangat bermanfaat. Beberapa teknologi penginderaan jauh termasuk gambar Satelit Landsat, LIDAR, dan Pesawat Tanpa Awak atau drone. Setiap teknologi memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan data penginderaan jauh telah banyak dimanfaatkan untuk memperoleh parameter biofisik hutan seperti biomassa. Tiga jenis sensor citra penginderaan jauh radar, sensor optik, dan LIDAR dapat digunakan untuk mengumpulkan data biofisik biomassa. Pendekatan berbasis spektral yang digunakan oleh sensor optik paling sering digunakan untuk penilaian biomassa (Sharma *et al.*, 2013; Rahadian 2019). Pendekatan dengan teknologi penginderaan jauh dinilai lebih efisien dan efektif dari segi biaya, waktu, dan ketepatan estimasi, terutama untuk wilayah yang luas. Hal ini karena ketersediaan data sensor optik yang berlimpah dan gratis sangat potensial untuk digunakan seperti gambar Landsat.

Pesawat tanpa awak adalah jenis mesin terbang yang dapat dikendalikan secara mandiri oleh hukum aerodinamika atau oleh pilot dari jarak jauh. Gambar udara yang dihasilkan dari pengambilan gambar dengan drone diproses untuk digunakan dalam pemetaan dan analisis tambahan (Fotogrametri) (Purwanto, 2017). Menurut Maulana dan Wulan (2015), penting untuk mempertimbangkan resolusi spasial dari sumber data yang akan dianalisis, yaitu gambar dan foto. Penggunaan drone memfasilitasi proses pengumpulan data dan memberikan tingkat detail data yang jauh lebih tinggi (Zarco *et al.*, 2014). Menurut Wijaya (2018), penginderaan jauh dengan drone dapat menghasilkan gambar udara dengan resolusi detail spasial kurang dari 10 cm.

Penelitian tentang estimasi cadangan karbon di hutan mangrove dengan tingkat vegetasi tinggi, sedang dan rendah dengan menggunakan pesawat tanpa awak (UAV) di Nagari mandeh, Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat sangat perlu dilakukan. Mengingat metode dengan menggunakan pesawat tanpa awak dapat dengan mudah memperoleh data dan menghemat dalam pengeluaran biaya dalam memonitoring suatu kawasan mangrove. Survei tentang estimasi cadangan karbon di Kawasan mandeh telah banyak di lakukan, namun untuk estimasi cadangan karbon dengan dengan tingkat vegetasi rapat, sedang dan jarang. dengan menggunakan pesawat tanpa awak (UAV) di Kawasan Mandeh belum banyak di lakukan. Berdasarkan informasi tersebut maka peneliti melakukan penelitian tentang “Estimasi Cadangan Karbon Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Pesawat Tanpa Awak (Uav) Di Nagari Mandeh”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapa total cadangan karbon di hutan mangrove dengan tingkat vegetasi rapat, sedang dan jarang dengan menggunakan Pesawat Tanpa Awak (UAV) di Nagari Mandeh?



1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui total cadangan karbon di hutan mangrove dengan tingkat vegetasi **Rapat, Sedang** dan **Jarang** dengan menggunakan Pesawat Tanpa Awak (UAV) di Nagari Mandeh.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun penelitian ini dapat memberikan informasi tentang cadangan karbon di kawasan hutan mangrove Nagari Mandeh. Ini juga dapat berfungsi sebagai dasar untuk mempertimbangkan bagaimana membangun ekowisata dan mendorong pariwisata di wilayah ini berdasarkan nilai-nilai konservasi lingkung

