

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanasan global terus menjadi perhatian strategis secara global dalam beberapa dekade terakhir. Fenomena ini ditandai oleh peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi yang berkaitan erat dengan akumulasi gas rumah kaca hasil dari berbagai aktivitas manusia. Salah satu dampak signifikan dari pemanasan global adalah perubahan iklim, yang dapat menyebabkan mencairnya es di wilayah kutub dan berujung pada naiknya permukaan laut. Kenaikan ini menjadi ancaman serius terhadap wilayah pesisir, termasuk ekosistem mangrove. Riani (2013) menyebutkan bahwa beberapa peneliti mengidentifikasi penyebab utama pemanasan global berasal dari gas karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4) yang bersifat antropogenik, dihasilkan dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, kegiatan industri, penebangan hutan, serta degradasi dan alih fungsi hutan melalui proses pembakaran. Menurut Sutaryo (2009), keberadaan suatu ekosistem sangat penting sebagai vegetasi yang mampu menyerap gas sebelum terlepas ke udara. Proses penyerapan gas ini oleh tumbuhan berlangsung melalui mekanisme fotosintesis.

Stok karbon mengacu pada total karbon yang tersimpan dalam vegetasi mangrove (Hazmi *et al.*, 2017). Tumbuhan mangrove menyerap (CO_2) dari atmosfer dan melalui proses fotosintesis mengubahnya menjadi senyawa organik seperti karbohidrat. Windardi (2014) menyatakan bahwa hasil fotosintesis ini kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman dalam bentuk biomassa. Biomassa inilah yang merepresentasikan jumlah karbon yang berhasil diserap dari atmosfer, sehingga dapat dijadikan indikator kontribusi ekosistem mangrove dalam menyerap karbon. Estimasi stok karbon pada mangrove memberikan gambaran sejauh mana peran vegetasi ini dalam mereduksi kandungan karbon atmosfer. Menurut Rachmawati *et al.* (2014), kandungan karbon dalam vegetasi mangrove mencerminkan potensi mangrove dalam menyimpan karbon dalam bentuk biomassa. Melalui perhitungan stok karbon dalam ekosistem mangrove, dapat dipahami seberapa besar kapasitas penyerapannya terhadap gas-gas rumah kaca penyebab pemanasan global.

Perubahan iklim global, yang ditandai dengan meningkatnya suhu bumi dan naiknya konsentrasi gas rumah kaca seperti (CO_2), kini menjadi ancaman lingkungan yang sangat serius. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak tersebut adalah melalui pengelolaan ekosistem berbasis alam, termasuk pelestarian hutan mangrove. Ekosistem mangrove memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar, baik yang tersimpan pada biomassa di atas tanah (*Above Ground Biomass/AGB*) maupun di bawah tanah (*Below Ground Biomass/BGB*).

Meningkatnya emisi (CO_2) telah memperparah dampak perubahan iklim, Oleh karena itu, strategi yang efektif dan efisien dalam pengelolaan ekosistem yang mampu menyerap karbon sangat diperlukan. Salah satu ekosistem yang memiliki kemampuan tersebut adalah hutan mangrove. Struktur kanopi pada hutan mangrove memiliki peranan penting dalam menentukan besarnya stok karbon di atas permukaan (*aboveground carbon stock/AGC*), karena kanopi yang lebih lebat dan menjulang tinggi umumnya mencerminkan tegakan yang lebih tua serta produktif dalam menyimpan biomassa. Hubungan antara struktur kanopi dan stok karbon ini telah terbukti konsisten di berbagai penelitian, di mana peningkatan kerapatan serta luas tutupan kanopi berkaitan dengan meningkatnya akumulasi karbon akibat besarnya biomassa pohon (Alongi, 2020). Adame *et al.* (2017) karakteristik kanopi seperti tinggi pohon dan tingkat penutupan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variasi AGC di ekosistem mangrove, Donato *et al.* (2011) kanopi yang rapat memiliki korelasi positif terhadap peningkatan biomassa di wilayah tropis. Fatoyinbo *et al.* (2018) menggunakan teknologi penginderaan jauh menunjukkan bahwa perbedaan struktur kanopi menjadi indikator kuat dalam menentukan distribusi stok karbon di berbagai zona mangrove. Oleh karena itu, pemahaman mengenai keterkaitan antara struktur kanopi dan stok karbon di atas permukaan sangat penting dalam mendukung kegiatan konservasi serta pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan, termasuk di kawasan pesisir Sagulung, Kota Batam.

Ekosistem mangrove di Indonesia memegang peran vital dalam mendukung sektor perikanan, mengingat Indonesia termasuk salah satu negara dengan cakupan hutan mangrove terluas di dunia. Mangrove menyediakan habitat

yang kaya akan keanekaragaman hayati, berfungsi sebagai tempat berlindung dan sebagai tempat berkembang biak bagi berbagai macam spesies ikan, udang, dan organisme laut lainnya yang bernilai ekonomi tinggi. Struktur akar mangrove yang kompleks menciptakan lingkungan yang aman bagi larva ikan, sehingga meningkatkan produktivitas perikanan di kawasan pesisir. Selain itu, mangrove juga berfungsi sebagai penyaring alami yang membantu menjaga kualitas air dan mengurangi polusi, yang sangat penting untuk kesehatan ekosistem perairan. (Kusmana *et al.*, 2018; Sari *et al.*, 2020). Sebagian besar penelitian blue carbon di mangrove berfokus pada total cadangan karbon (di atas dan bawah permukaan), tanpa menelaah keterkaitan struktur vegetasi (misalnya tutupan kanopi, NDVI, tinggi pohon) terhadap stok karbon di atas permukaan. Hubungan fungsional antara canopy closure dan stok karbon di ekosistem mangrove tropis seringkali diasumsikan linier, padahal kemungkinan bersifat non-linier dan bervariasi tergantung umur tegakan, spesies dominan, dan gangguan antropogenik. Hal ini menyebabkan masih terbatasnya pemahaman mengenai hubungan spasial dan struktural antara tutupan kanopi mangrove dengan stok karbon di atas permukaan pada ekosistem mangrove tropis, khususnya di kawasan pesisir urban seperti Sagulung, Batam

Keberadaan mangrove di Kota Batam, merupakan salah satu pusat industri dan perdagangan di Indonesia, memiliki kontribusi yang sangat penting dalam mitigasi perubahan iklim. Ekosistem mangrove di Batam berfungsi sebagai penyerap karbon yang efektif, dengan kemampuan untuk menyimpan karbon dalam biomassa dan tanah, sehingga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Selain itu, mangrove juga berperan dalam melindungi garis pantai dari abrasi dan meningkatkan kualitas air dengan menyaring polutan, yang sangat penting bagi kesehatan ekosistem perairan di sekitarnya. (Murdiyarsa *et al.*, 2015).

Batam merupakan salah satu kota di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia, yang telah menunjukkan perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Sebagai salah satu pusat perdagangan dan industri, Batam memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional (BPS Kota Batam). Namun, pertumbuhan ini juga membawa tantangan, terutama dalam hal pelestarian

lingkungan. Salah satu ekosistem yang memiliki peran penting di wilayah pesisir Batam adalah ekosistem mangrove. Mangrove merupakan jenis hutan yang tumbuh di kawasan pesisir yang tergenang air laut, dengan kemampuan khas untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem.

Aplikasi MonMang 2.0 adalah sebuah inovasi teknologi yang dikembangkan untuk membantu dalam pengelolaan dan pemantauan ekosistem mangrove, terutama dalam analisis tutupan kanopi. Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan peran penting mangrove dalam mengatasi perubahan iklim, melindungi keanekaragaman hayati, dan mengelola sumber daya alam, aplikasi ini menjadi alat yang efektif dan praktis bagi para peneliti, pengelola lingkungan, serta masyarakat luas. Untuk mengukur tutupan kanopi suatu hutan, dapat digunakan metode Hemispherical Photography. Metode ini adalah teknik fotografi yang memungkinkan pengamatan tutupan kanopi mangrove atau hutan darat melalui gambar yang diambil dengan kamera. Dalam konteks ini, kamera depan smartphone dipilih karena memiliki ukuran lensa yang lebih kecil, serta memudahkan dalam proses pengambilan gambar dan peninjauan hasil foto.

1.2 Rumusan Masalah

Ekosistem mangrove Kota Batam merupakan salah satu ekosistem yang sangat penting bagi wilayah pesisir Kota Batam, mangrove Kota Batam memiliki potensi sebagai penyerap karbon alami. Namun, sejauh ini, penelitian yang mengkaji estimasi stok karbon pada ekosistem mangrove di Kota Batam masih terbatas. Keterbatasan data ini yang mendorong peneliti untuk mengkaji estimasi stok dan serapan karbon vegetasi mangrove di Sagulung Kota Batam. Adapun beberapa rumusan masalah yang diperoleh yaitu:

1. Bagaimana tutupan kanopi mangrove di kawasan pesisir Sagulung Kota Batam?
2. Berapa estimasi nilai biomassa, estimasi stok dan serapan karbon di permukaan pada mangrove?
3. Bagaimana hubungan stok karbon dan serapan mangrove di permukaan dengan tutupan kanopi mangrove di kawasan pesisir Sagulung Kota Batam?

1.3 Tujuan

Berdasarkan masalah yang sudah dirumuskan penelitian ini memiliki

tujuan sebagai berikut:

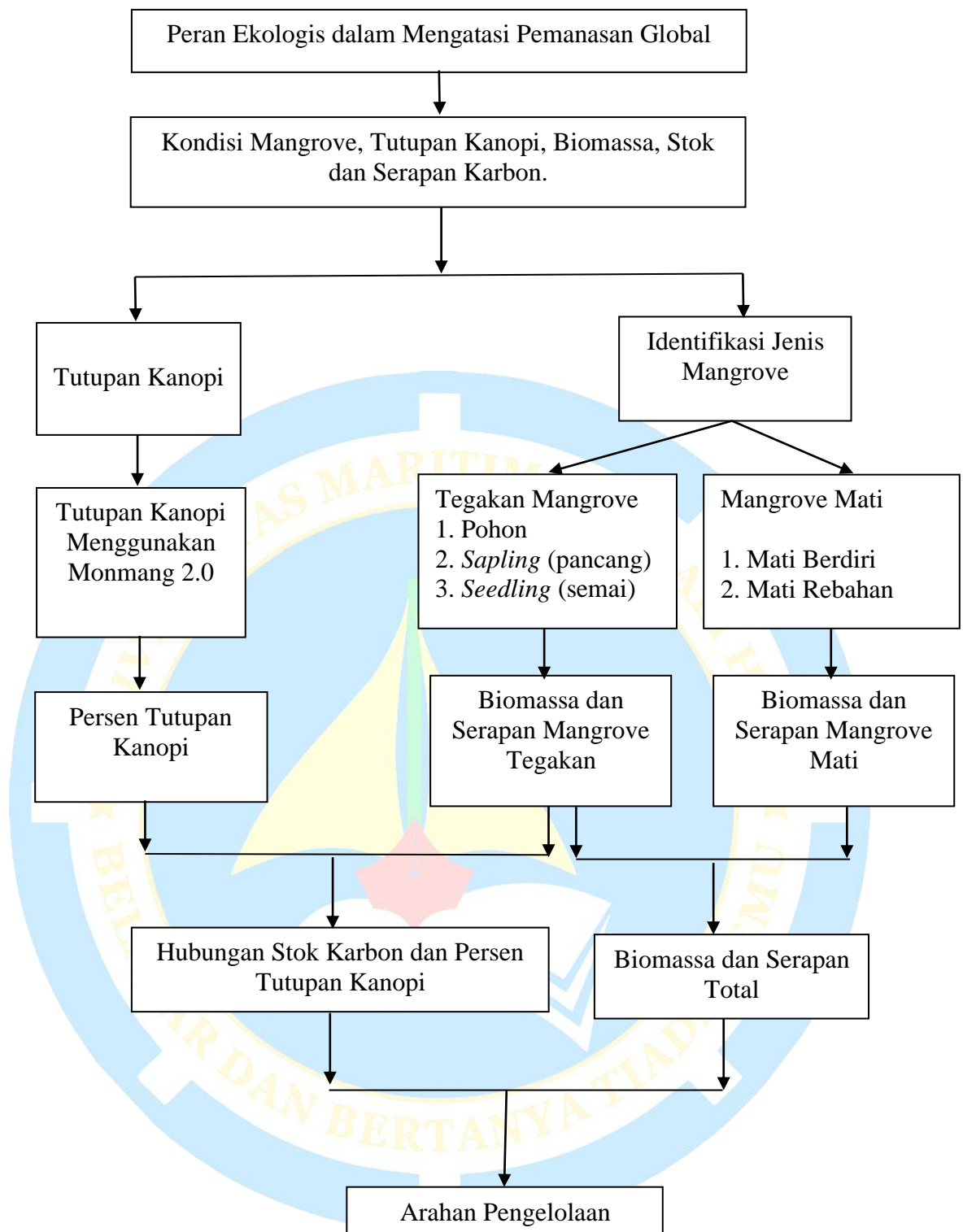
1. Mengetahui tutupan kanopi mangrove di kawasan pesisir Sagulung Kota Batam.
2. Mengetahui estimasi nilai biomassa, estimasi stok dan serapan karbon di permukaan pada mangrove di kawasan pesisir Sagulung Kota Batam.
3. Mengetahui hubungan stok dan serapan karbon mangrove di permukaan dengan tutupan kanopi di kawasan pesisir Sagulung Kota Batam.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat penelitian bagi peneliti lainnya
 - a) Sebagai sumber penelitian lanjutan tentang eksplorasi mangrove seperti menjadi data validasi pemodelan karbon menggunakan penginderaan jarak jauh.
 - b) Tersedianya informasi dasar penelitian karbon dan kanopi mangrove di kawasan pesisir Sagulung, Kota Batam.
2. Manfaat penelitian bagi pemerintah
 - a) Sebagai informasi rujukan pengelolaan mangrove di kawasan pesisir Sagulung, Kota Batam.
 - b) Landasan memetakan kawasan potensial tracking karbon di kawasan pesisir Sagulung, Kota Batam.
3. Manfaat penelitian bagi masyarakat
 - a) Untuk memberikan informasi potensi stok dan serapan karbon.
 - b) Untuk memberikan informasi terkait pengelolaan lebih lanjut seperti membuka lapangan pekerjaan untuk aktivitas sosial ekonomi.

Kerangka pikir usulan penelitian disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir