

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Hutan Mangrove adalah suatu keanekaragaman hayati yang hidup di sekitar zona pasang-surut, maupun pinggiran pantai, tempat delta yang menyajikan banyak sedimen termasuk pasir dan lumpur (Rahmawati et al., 2022). Hutan mangrove di kawasan tropis pada sepanjang garis pantai merupakan pendukung berbagai jasa ekosistem (Donato et al., 2012). Mangrove menawarkan berbagai barang dan jasa ekosistem yang krusial bagi manusia, kawasan pesisir, dan laut, maka mangrove menjadi salah satu ekosistem paling produktif dan sangat penting secara biologis di dunia (Rahmadi et al., 2021).

Mangrove mempunyai berbagai fungsi ekologis, termasuk dapat menjadi pelindung dari erosi pantai, tempat pemijahan, dan habitat bagi banyak organisme perairan. Selain itu, mangrove juga berperan dalam penyerapan CO<sub>2</sub> serta menahan hembusan angin dan gelombang. Namun, kenyataannya keberadaan ekosistem ini sering kali terabaikan dan mengalami kerusakan (Hadian et al., 2021).

Hampir terjadi penurunan luas hutan mangrove di seluruh pesisir Indonesia (Semedi et al., 2023). Luas hutan mangrove yang menurun dalam jangka waktu cepat membutuhkan tindakan segera. Sumatera Utara memiliki hutan mangrove yang terletak di sepanjang pantai timur. Pada Provinsi Sumatera Utara, Kabupaten Langkat merupakan wilayah hutan mangrove paling dominan yakni seluas 50.650,93 ha. Namun sayangnya di Provinsi Sumatera Utara, Kabupaten Langkat menjadi lahan hutan mangrove paling rusak (Roswita, 2016). Hutan mangrove di

Indonesia mengalami kerusakan mencapai 57,6% sedangkan di Kabupaten Langkat kehilangan sebesar 30% dari seluruh luasan tutupan mangrove hanya dalam kurun waktu 30 tahun (Hadian et al., 2021).

Kerusakan hutan mangrove di Kabupaten Langkat muncul akibat perubahan fungsi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit dan tambak. Hal ini mengakibatkan keadaan lahan menjadi rusak dan mata penghidupan nelayan mengalami penurunan yang ekstrem. Perubahan lahan untuk kebun sawit membuat pemukiman nelayan lebih rentan terhadap banjir, sehingga mereka semakin kesulitan untuk mencari ikan dan udang di area tangkap mereka sendiri (Roswita, 2016). Penurunan fungsi ekologis hutan mangrove menjadi masalah besar akibat konversi lahan besar-besaran. Masyarakat setempat juga merasa gangguan akibat peguasaan dan jalan masuk terhadap wilayah mangrove semakin sulit. Ekonomi masyarakat secara signifikan terganggu sebab sumber pendapatan mereka yang berasal dari sumber daya alam seperti nilai ekonomi mangrove, kepiting bakau, udang, ikan, dll., menjadi menurun (Rusdianti & Sunito, 2012).

Mempertimbangkan pengelolaan sumber daya secara lestari data mengenai luas dan perubahan luas hutan mangrove merupakan salah satu topik yang sangat penting untuk diperhatikan (Onrizal, 2010). Sulitnya mendapatkan data luasan hutan mangrove yang akurat sering mengakibatkan kebingungan informasi, sehingga menyulitkan proses perencanaan. Pemetaan mangrove merupakan satu dari banyak cara untuk mengumpulkan data mangrove secara spasial. Kegiatan pemetaan ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengelolaan mangrove secara berkelanjutan.

Pemantauan mangrove dengan metode konvensional memerlukan waktu yang cukup lama dan pengeluaran yang sangat besar, hal ini dianggap tidak efisien. Salah satu metode paling tepat untuk memantau mangrove dalam waktu singkat yaitu dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yang terintegrasi melalui sistem informasi geografis sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan dan analisis data geospasial (Semedi et al., 2023).

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan teknik yang bermaksud mengumpulkan informasi mengenai objek, wilayah, atau peristiwa dengan menganalisis data yang didapatkan melalui penggunaan alat, tanpa bersentuhan langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang sedang diteliti (Lillesand dan Kiefer, 1979). Dengan menggunakan teknologi sensor satelit, kita dapat memperoleh informasi tentang objek yang terletak di permukaan bumi. Informasi ini selanjutnya akan diolah, dianalisis, dan diinterpretasikan sesuai dengan tujuan kegiatan yang ditetapkan. Hasil analisis ini akhirnya dikemukakan sebagai bentuk informasi spasial dan peta tematik tata ruang dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Proses ini membantu meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan dan manajemen sumber daya alam dengan lebih akurat dan efektif (Achmad, 2010).

Era revolusi industri 4.0 telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan teknologi penginderaan jauh. Perubahan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mengubah secara drastis kebutuhan akan data geospasial yang bersifat masif (Sucoko et al., 2022). Dalam konteks ini, akses terhadap informasi yang cepat, murah, dan mudah menjadi semakin penting.

Seiring dengan meningkatnya permintaan akan data geospasial, penggunaan teknologi konvensional dalam pengolahan data geospasial mulai menunjukkan keterbatasan (Kusuma, 2024). Salah satu masalah utama adalah pengguna kini diharuskan memiliki komputer dengan spesifikasi tinggi dan kapasitas penyimpanan yang besar untuk dapat menangani volume citra satelit dan perangkat lunak pengolahan data yang cukup besar. Hal ini tidak hanya menambah biaya, tetapi juga menghambat aksesibilitas bagi banyak pengguna. Selain itu, cakupan wilayah yang dapat dianalisis serta ketersediaan data *time series* yang terbatas menjadi tantangan tersendiri. Proses pengolahan data pun sering kali memakan waktu yang lama, sehingga mengurangi kecepatan dalam pengambilan keputusan (Sucoko et al., 2022).

Dalam situasi di mana waktu menjadi faktor krusial, pendekatan konvensional jelas kurang efektif dan tidak mampu memenuhi tuntutan modern. Dengan demikian, untuk menghadapi tantangan ini, ada kebutuhan mendesak untuk beralih ke solusi teknologi yang lebih canggih dan efisien. Inovasi dalam penginderaan jauh dan pemanfaatan teknologi berbasis *cloud* atau analisis *big data* dapat menjadi alternatif yang menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan informasi geospasial yang bertambah kompleks di era revolusi industri 4.0 ini.

Terobosan baru dalam bidang penginderaan jauh adalah teknologi *Google Earth Engine*, yang menawarkan kemampuan unggul dalam memproses kumpulan data geospasial dalam skala yang sangat besar. Dengan menggunakan data citra yang multi-temporal dan terbaru, *Google Earth Engine* memfasilitasi analisis geospasial dan pengambilan keputusan yang lebih efektif (Sucoko et al., 2022).

*Google Earth Engine* dalam *monitoring* dan analisis fenomena alam menawarkan berbagai fasilitas yang diperlukan, sehingga memungkinkan dalam pengumpulannya, data yang didapatkan secara multitemporal (Papilaya, 2022). Pengolahan data menggunakan *Google Earth Engine* sangat efektif dan efisien, hal ini disebabkan kemampuan *Google Earth Engine* yang berbasis *Cloud Computing* memungkinkan pengolahan berbagai jenis citra tanpa perlu mengunduhnya terlebih dahulu (Rahmawati 2022). Selain itu, pengguna tidak perlu memiliki perangkat dengan spesifikasi tinggi dalam melakukan pengolahan citra, cukup dengan koneksi internet yang stabil.

*Google Earth Engine* memberikan akses ke kumpulan citra satelit yang mencakup lebih dari 40 tahun untuk seluruh dunia (Adhu et al., 2022). Dengan infrastruktur komputasi awan yang kuat, *Google Earth Engine* memberikan akses langsung ke katalog besar citra satelit dan *dataset* geospasial, hal ini membantu pengguna untuk melakukan analisis secara *real-time*. Ini tidak hanya mengurangi waktu dan biaya yang diperlukan untuk pengolahan data, tetapi juga meningkatkan kemudahan dalam mengakses dan menganalisis informasi geospasial.

Hasil identifikasi mangrove melalui citra akan lebih jelas dan akurat jika didukung oleh citra dengan resolusi spasial tinggi serta penggunaan indeks vegetasi yang sesuai. Salah satu citra yang sangat efektif untuk tujuan ini adalah Sentinel-2A, yang memiliki kemampuan unggul dalam pemantauan vegetasi (Julianto et al., 2020). Citra Sentinel-2A menyediakan data multispektral dengan 13 saluran, dimana beberapa saluran memiliki resolusi mencapai 10 meter, sehingga memungkinkan analisis mendalam terhadap ekosistem mangrove.

Dengan menggunakan citra Sentinel-2A, peneliti dapat mengidentifikasi perubahan lahan mangrove dari tahun ke tahun secara lebih efisien. Metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) diterapkan untuk menganalisis jenis vegetasi yang ada di wilayah penelitian. NDVI adalah alat yang umum digunakan untuk membedakan antara vegetasi sehat dan tidak sehat, serta untuk memantau perubahan tutupan lahan. Dengan memanfaatkan NDVI, pengguna dapat memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai kerapatan dan kesehatan mangrove, serta mendeteksi perubahan yang terjadi akibat faktor-faktor lingkungan maupun aktivitas manusia (Metusael et al., 2021).

Berdasarkan pemaparan, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan distribusi hutan mangrove di Kabupaten Langkat selama periode tahun 2018-2024 dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel-2A dan menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang dianalisis pada platform *Google Earth Engine* (GEE). Hasil penelitian merupakan bentuk kontribusi kegiatan pemantauan perubahan distribusi mangrove di Kabupaten Langkat yang diharapkan dapat menjadi acuan dalam penentuan arah pengelolaan mangrove. Dengan demikian, permasalahan yang berhubungan dengan mangrove dapat dipantau secara efektif melalui hasil pemetaan yang dilaksanakan setiap tahun menggunakan *Google Earth Engine* (GEE).

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka masalah yang teridentifikasi sebagai berikut:

1. Kerusakan hutan mangrove disebabkan oleh perubahan fungsi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit dan tambak.
2. Pemantauan mangrove secara konvensional kurang efisien serta membutuhkan tenaga dan biaya yang sangat besar.
3. Penyajian data geospasial hutan mangrove yang saat ini tidak efektif dan efisien perlu beralih ke teknologi seperti Google Earth Engine.
4. Tidak terpantaunya perubahan distribusi hutan mangrove di Kabupaten Langkat.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah maka peneliti perlu membatasi masalah agar cakupan penelitian lebih terarah dengan pembahasan yang mendalam yaitu:

1. Penyajian data geospasial hutan mangrove yang saat ini tidak efektif dan efisien perlu beralih ke teknologi seperti Google Earth Engine.
2. Tidak terpantaunya perubahan distribusi hutan mangrove di Kabupaten Langkat.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah yang sudah dipaparkan di atas adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana Kemampuan teknologi *Google Earth Engine* untuk menyajikan data geospasial hutan mangrove secara efektif dan efisien?
2. Bagaimana Perubahan distribusi hutan mangrove di Kabupaten Langkat selama periode tahun 2018-2024 menggunakan *Google Earth Engine*?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dilakukanya penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis kemampuan teknologi *Google Earth Engine* untuk menyajikan data geospasial hutan mangrove secara efektif dan efisien.
2. Menyajikan Peta perubahan distribusi hutan mangrove di Kabupaten Langkat selama periode tahun 2018-2024 menggunakan *Google Earth Engine*.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu manfaat secara teoritis dan praktis. Manfaat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini sangat berkesinambungan dengan geografi, terutama dalam hal penginderaan jarak jauh dan perubahan distribusi mangrove. Terlebih, pemetaan yang melibatkan platform *Google Earth Engine* masih relatif jarang digunakan dalam bidang penelitian, terutama di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini

memberikan kita wawasan yang lebih terperinci tentang bagaimana platform tersebut digunakan. Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumber pembelajaran yang berharga dalam konteks akademik. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi untuk studi yang berhubungan dengan pemetaan perubahan distribusi mangrove.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan mampu memperluas pengetahuan dan pengalaman dalam bidang geografi, khususnya terkait dengan pemetaan perubahan distribusi mangrove menggunakan *Google Earth Engine*.
- b. Memberikan Informasi mengenai perubahan distribusi mangrove selama periode 6 tahun terakhir dengan memanfaatkan *Google Earth Engine*. Dengan demikian, masyarakat dapat memahami dan menyadari pentingnya menjaga mangrove di Kabupaten Langkat.
- c. Bagi lembaga pemerintah, penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang perubahan pola distribusi mangrove selama 6 tahun terakhir. dengan memanfaatkan *Google Earth Engine*. Sehingga dalam melakukan upaya konservasi hutan mangrove di Kabupaten Langkat dapat memanfaatkan *Google Earth Engine* dalam memulihkan dan melestarikan mangrove yang ada pada wilayah tersebut