

BAB I

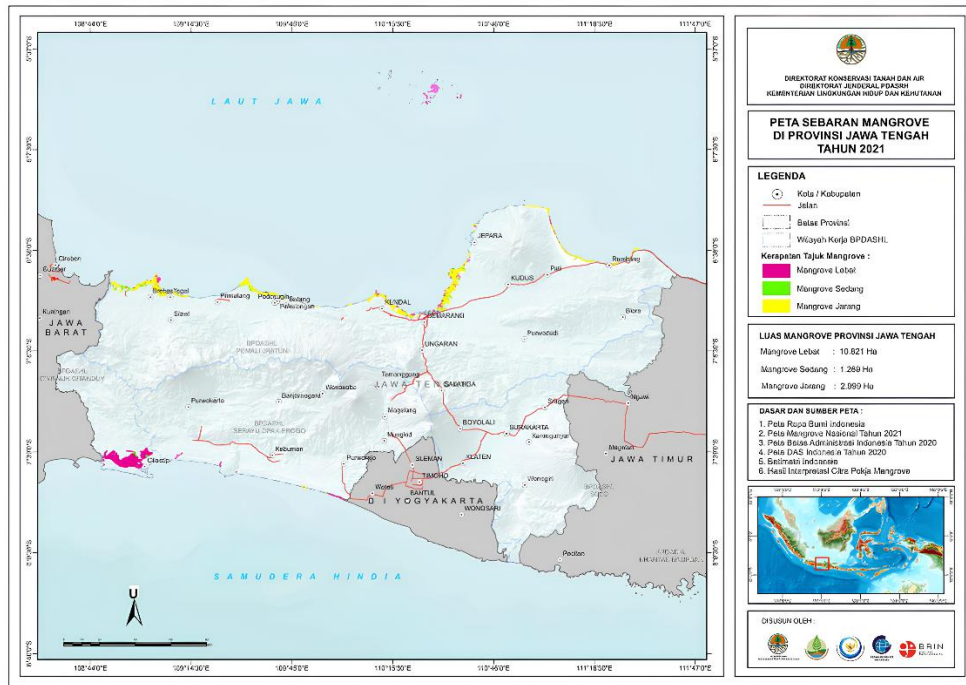
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Jawa Tengah memiliki garis pantai yang membentang panjang menjadikannya salah satu wilayah dengan potensi ekosistem pesisir yang penting di Pulau Jawa. Wilayah pesisir merupakan ekosistem transisi yang dipengaruhi daratan dan lautan yang mencakup beragam ekosistem salah satunya ekosistem hutan mangrove (Kawamuna *et al.*, 2017). Wilayah tersebut terdiri dari Kawasan yang beragam bentuk lingkungan, baik bersifat alami maupun buatan dan menjadi bagian penting dari sumber daya pesisir. Lingkungan bersifat alami meliputi ekosistem seperti terumbu karang, hutan mangrove, padang lamun, dan pasir pantai. Sedangkan lingkungan bersifat buatan mencakup tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata hingga permukiman pesisir. Mangrove merupakan salah satu vegetasi penting di wilayah tropis yang tumbuh pada ekosistem pesisir sebagai peralihan antara darat dan laut (Barati *et al.*, 2011). Kawasan ekosistem mangrove terdiri dari berbagai makhluk hidup yang saling kebergantungan satu sama lain terletak di wilayah pesisir dengan memiliki peranan penting dan memiliki potensi besar sebagai objek dalam pembangunan berkelanjutan serta konservasi lingkungan yang tepat.

Manfaat mangrove memiliki berbagai aspek lingkungan dan ekonomi bagi masyarakat. Masyarakat memanfaatkan pohon mangrove berupa rumah tangga, seperti bahan bangunan dan memasak, serta kebutuhan rumah tangga sehingga menyebabkan ketebalan mangrove bervariasi antar stasiun pengamatan (Kurniawansyah *et al.*, 2023). Keberadaan ekosistem ini sangat penting dikarenakan berperan dalam menjaga kestabilan lingkungan pesisir, mencegah abrasi, dan mendukung keanekaragaman hayati laut. Akan tetapi, mangrove di pesisir utara Jawa Tengah menghadapi kerusakan atau degradasi. Menurut Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah (2019), sebagian kawasan mangrove di pesisir utara Jawa Tengah mengalami degradasi akibat konversi menjadi tambak dan permukiman. Hal tersebut mengindikasikan

mangrove di pesisir utara Jawa Tengah mengalami degradasi atau kerusakan dan pentingnya peranan wilayah pesisir sehingga perlunya konservasi dan pemantauan secara berkala berbasis data spasial.

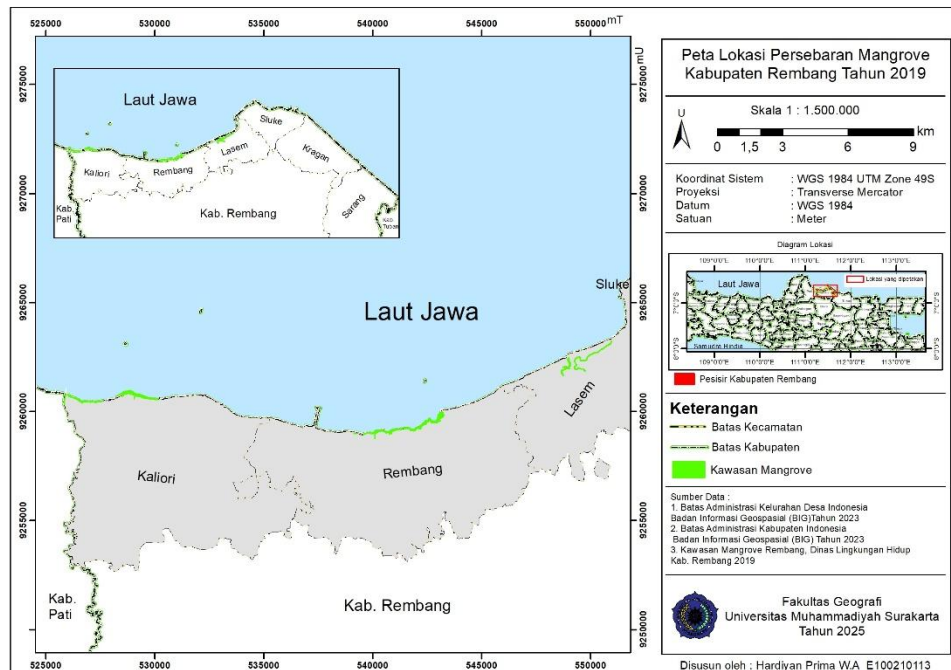


Gambar 1.1. Peta Sebaran Mangrove Provinsi Jawa Tengah

(Sumber : Direktorat Konservasi Tanah dan Air, Ditjen PDASRH, 2021)

Berdasarkan gambar dari interpretasi peta, persebaran mangrove di Jawa Tengah didominasi di pesisir utara, salah satunya berada di Kabupaten Rembang. Data diatas berupa Peta Sebaran Mangrove Provinsi Jawa Tengah Tahun 2021 bersumber Direktorat Konservasi Tanah dan Air, Ditjen PDASRH, Kelas klasifikasi kerapatan mangrove terdiri dari 3 yaitu lebat, sedang, dan jarang dengan luas total sebesar 15.089 hektar. Kerapatan mangrove tertinggi pada klasifikasi lebat sebesar 10.821 hektar, sedangkan klasifikasi jarang sebesar 2.999 hektar dan terendah pada klasifikasi sedang dengan luas 1.269 hektar. Berdasarkan data tersebut, kondisi mangrove yang ada pada tahun 2021 cukup baik akan tetapi pada klasifikasi jarang perlu diperhatikan secara khusus dengan melakukan pemantauan yang berpotensi mengalami degradasi apabila tidak dilakukan upaya rehabilitasi.

Kabupaten Rembang merupakan suatu wilayah yang termasuk dalam administrasi Provinsi Jawa Tengah, kecamatan pesisir terdiri dari 6 kecamatan, adapun kecamatan yang ada meliputi Kaliori, Rembang, Lasem, Sluke, Kragan, dan Sarang. Menurut Mangrove Map yang ditulis 11 Juni 2017 berita *website* yang berjudul “*DKP Rembang dan Peta Mangrove Luncurkan Buku Pemetaan Mangrove Rembang*”. Sumber tersebut telah menjelaskan pemetaan mangrove lokasi tersebut berada di Kecamatan Kaliori, Rembang, Lasem, dan Sluke terdiri dari 4 kecamatan. Wilayah pesisir ini memiliki peranan strategis dikarenakan pusat pemerintahan dan konsentrasi pembangunan berada di Kecamatan Rembang dan Lasem yang terletak di tepi pantai sehingga keberadaan mangrove memiliki peranan penting sebagai perlindungan wilayah pesisir. Tumbuhan mangrove di pesisir Kabupaten Rembang terdiri dari 12 spesies mayor, 2 spesies minor, dan 13 spesies tumbuhan asosiasi. Jenis tumbuhan mangrove yang banyak ditemukan antara lain *Rhizophora stylosa* (bakau putih) dan *Avicennia sp* seperti di Desa Pasarbanggi, *Rhizophora* kerap dipilih memiliki pengakaran yang khas dengan membutuhkan area yang luas untuk pertumbuhannya sedangkan *Avicennia* memiliki ciri khas tidak membutuhkan ruang yang luas untuk pertumbuhan optimal serta efektif meredam ombak yang berada tepi antara tambak dan pesisir (Setyawan & Winarno, 2006).



Gambar 1.2. Peta Persebaran Mangrove Kabupaten Rembang Tahun 2025

(Sumber : Pengolahan Data (DLH Kabupaten Rembang 2019)

Berdasarkan hasil interpretasi Peta Persebaran Mangrove Kabupaten Rembang yang data bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Rembang tahun 2019 tersebar di 3 kecamatan utama diantaranya Kecamatan Kaliori, Rembang, dan Lasem dengan luas total mangrove sebesar 54,21 berdasarkan data tabel yang ada pada *shapefile* Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Rembang Tahun 2019. Mengacu tahun 2017 pada Mangrove Map yang ditulis 11 Juni 2017 berita *website* yang berjudul “*DKP Rembang dan Peta Mangrove Luncurkan Buku Pemetaan Mangrove Rembang*” dan tahun 2019 dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Rembang mengalami penurunan lokasi yang sebelumnya 4 kecamatan tahun 2017 menjadi 3 kecamatan tahun 2019 yang mengindikasikan penurunan sehingga perlunya monitoring atau pemantauan mangrove secara keberlanjutan.

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Rembang Nomor 2 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rembang Tahun 2023-2043, pada Paragraf 7 Pasal 43 Bagian A disebutkan bahwa Taman Konservasi Hutan Mangrove Pasarbanggi ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Kecamatan

Rembang. Selanjutnya, Pasal 55 Ayat 5 Huruf C dan D, dijelaskan mengenai kebijakan rehabilitasi serta penguatan fungsi kawasan ekosistem mangrove, termasuk pengembangan dan pengelolaan ekosistem tersebut sebagai kawasan perlindungan setempat. Selain itu, mangrove Desa Tireman dan Pasarbanggi menjadi Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) di dalam program pemerintah mulai tahun 2022 sehingga memperoleh perhatian khusus dari pemerintah, baik pemerintah daerah Kabupaten, Provinsi Jawa Tengah, maupun Pemerintah Pusat (Pemerintah Desa Tireman, 2022). Menurut Peraturan Menteri LHK Nomor P.32/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2016, Kawasan Ekosistem Esensial adalah suatu ekosistem di luar kawasan suaka alam dan pelestarian alam yang secara ekologis penting bagi pelestarian keanekaragaman hayati sehingga pengelolaannya dilakukan secara kolaboratif dengan melibatkan pemerintah, masyarakat, akademisi, sektor swasta, dan para pemangku kepentingan lainnya (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Pembentukan Kawasan Ekosistem Esensial bertujuan menjaga dan melestarikan ekosistem mangrove melalui pengembangan habitat, vegetasi, dan ekosistem yang telah ada serta mendukung pemanfaatannya secara berkelanjutan guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat di sekitar kawasan.

Kondisi ekosistem mangrove di wilayah ini telah mengalami degradasi signifikan akibat aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan, penebangan, dan reklamasi. Sejak tahun 1970, sebagian besar mangrove alami telah hilang, dan yang tersisa merupakan hasil rehabilitasi oleh pemerintah serta rakyat setempat seperti kelompok tani (Soeprbowati, 2020). Salah satu contoh keberhasilan rehabilitasi mangrove terdapat di Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang. Upaya konservasi yang dimulai sejak tahun 1960-an oleh masyarakat setempat telah meningkatkan luas kawasan mangrove dari 14,88 hektar menjadi 23,4 hektar pada tahun 2018. Kawasan ini kini memiliki ketebalan vegetasi lebih dari 100 meter dan terdiri dari berbagai jenis mangrove seperti *Rhizophora stylosa*, *R. mucronata*, dan *R. Apiculata* (Saputro *et al.*, 2019). Menurut penelitian (Rizqi *et al.*, 2024), luas mangrove di Desa Pasarbanggi pada tahun

2018 dan 2023 mengalami peningkatan sebesar 5,18 Ha dengan metode digitasi dan *overlay* digunakan untuk menganalisis perubahan luasan mangrove hasil indeks *NDWI* pada Citra Sentinel melalui *Google Earth Engine*.

Selain keberhasilan konservasi lokal seperti di Desa Pasarbanggi, terdapat penelitian sebelumnya dengan jangka panjang mengenai perubahan luasan mangrove telah dilakukan di seluruh pesisir Kabupaten Rembang dengan citra Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI tahun 1994, 1999, 2014, dan 2019. Hasil analisis citra Landsat menunjukkan tren penurunan luas mangrove dari 316,55 ha pada tahun 1994 menjadi hanya 92,01 ha pada tahun 2014, akan tetapi pada periode 2014 hingga 2019 terjadi sedikit peningkatan menjadi 93,39 ha yang mana masih belum cukup untuk mengimbangi kerusakan sebelumnya yang sangat signifikan (Lokanantha, 2020). Penurunan ini sebagian besar disebabkan oleh konversi lahan menjadi tambak, permukiman, dan aktivitas antropogenik lainnya. Keberhasilan rehabilitasi menunjukkan sedikit peningkatan yang belum sepadan dengan kerusakan sebelumnya sehingga pemantauan atau monitoring yang lebih luas dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk mendukung upaya konservasi berbasis data spasial yang akurat.

Mangrove dengan banyaknya manfaat bagi alam dan manusia perlu adanya pelestarian agar tetap terjaga ekosistem. Sebagai langkah awal dalam melestarikan mangrove perlu adanya monitoring kondisi wilayah yang ditumbuhi mangrove, hal tersebut dapat menjadikan evaluasi dalam menjalankan ke tahap berikutnya. Dalam hal ini berupa monitoring atau pemantauan memiliki peran strategis terdapat pada penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Penginderaan jauh merupakan sistem informasi geografis dengan memanfaatkan pantulan spektral. Menurut pendapat penulis (Nuryanti *et al.*, 2018), Penginderaan jauh merupakan ilmu untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek atau daerah dengan menggunakan radiasi elektromagnetik atau cahaya tanpa bersentuhan langsung dengan obyek atau daerah kajian berupa citra data satelit. Pemantauan ataupun monitoring perubahan kerapatan mangrove dapat dibantu menggunakan sistem

penginderaan jauh, seperti melalui metode *Normalized Difference Vegetation Index* atau biasa dikenal dengan *NDVI* yang dapat membantu menganalisis dan mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi (Arfan *et al.*, 2023). Mendapatkan klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi dihasilkan dari perhitungan *NDVI* yang dilakukan klasifikasi ulang atau *reclassify*. Klasifikasi kerapatan vegetasi terdiri dari tiga kelas kerapatan yaitu kerapatan jarang, sedang, dan lebat atau tinggi yang mengacu pada Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan.

Menurut penelitian (Wiguna *et al.*, 2022), Pengelolaan ekosistem mangrove dimulai dengan interpretasi citra Penginderaan jauh yang mana ekosistem mangrove dan non-mangrove dapat dibedakan dengan menginterpretasikan citra secara visual menggunakan citra komposit. Salah satu pemanfaatan Penginderaan jauh yang dilakukan dalam monitoring yaitu menggunakan *Google Earth Engine (GEE)*. *Google Earth Engine (GEE)* merupakan platform berbasis *cloud* yang mampu mengolah citra satelit secara cepat dan efisien, terutama dengan memanfaatkan algoritma *machine learning* seperti *Random Forest* untuk klasifikasi penutup lahan dalam penelitian ini digunakan membedakan mangrove dan non-mangrove dan analisis vegetasi. Algoritma *Random Forest* merupakan salah satu pengklasifikasi yang paling akurat dan kuat untuk aplikasi Penginderaan jauh karena kemampuannya untuk menangani data berdimensi tinggi serta ketahanannya terhadap *overfitting* (Belgiu & Drăguț, 2016). *Google Earth Engine* memiliki akses ke data besar yang dapat mengelola informasi di *cloud* dan memiliki banyak algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*) (Husnayaen *et al.*, 2023). *Google Earth Engine* memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis *time series* pada data geospasial. Ditambah dengan sistem informasi geografis, hasil pemetaan dapat *layouting* peta dianalisis secara spasial dan temporal untuk mengetahui perubahan sebaran serta kerapatan vegetasi mangrove dari waktu ke waktu.

Berdasarkan dari studi literatur terdapat penelitian sebelumnya berkaitan dengan ekosistem mangrove menggunakan Penginderaan jauh, seperti penelitian yang dilakukan (Amel *et al.*, 2023) yang berjudul “Pemetaan Sebaran Hutan Mangrove Di Kabupaten Serang Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh (Studi Kasus Pulau Panjang)”, yang menganalisis sebaran mangrove, luas vegetasi dengan menggunakan citra landsat 8 OLI. Penelitian lain dengan berjudul “Pemetaan Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan *Machine learning* Pada *Google Earth Engine* Dan Sistem Informasi Geografi Di Pulau Bali” yang menggunakan metode adalah (*Classification And Regression Tree*) *CART Supervised Classsification* dengan menggunakan Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1 (Husnayaen *et al.*, 2023). Berdasarkan penjabaran diatas, permasalahan maupun fenomena mangrove di Kabupaten Rembang perlunya penelitian mengenai sebaran dan kerapatan mangrove secara temporal pada wilayah pesisir Kabupaten Rembang tahun 2020 hingga 2024. Selain itu, menggunakan citra sentinel 2A akurasi 10 meter dikombinasikan metode klasifikasi terbimbing *Random Forest* sebagai mengklasifikasikan mangrove dan non mangrove serta pemanfaatan indeks *NDVI* dalam menganalisis perubahan kerapatan mangrove pada wilayah penelitian tersebut juga masih terbatas sehingga penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi mengenai kondisi dan perubahan kerapatan mangrove di wilayah kepepesisiran Kabupaten Rembang selama tahun 2020-2024.

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas maka perlu adanya penelitian dengan judul **”Klasifikasi Sebaran Dan Kerapatan Mangrove Berbasis Indeks *NDVI* Di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Rembang Dengan *GOOGLE EARTH ENGINE* Tahun 2020-2024”**, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran mengenai kondisi ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Rembang. Analisis data dilakukan dengan secara spasial dan temporal berupa numerik atau angka hasil luas dan klasifikasi kerapatan. Sehingga *output* dari penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai sebaran dan kerapatan mangrove sebagai dasar dalam upaya kelestarian ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Rembang.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana persebaran mangrove rentan waktu 5 tahun terakhir dari 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang?
2. Bagaimana perubahan luas mangrove secara spasio temporal dari tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang?
3. Bagaimana tingkat kelas kerapatan mangrove secara spasio temporal dari tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini ditujukan untuk :

1. Menganalisis persebaran mangrove rentan waktu 5 tahun terakhir dari 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.
2. Menganalisis perubahan luas mangrove secara spasio temporal dari tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.
3. Menganalisis tingkat kerapatan mangrove secara spasio temporal tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Bagi Akademik

Menjadikan sebuah implementasi dan mengaplikasikan ilmu geografi khususnya pada bidang pemetaan berbasis sistem Pengindraan jauh dan sistem informasi geografi untuk analisis monitoring wilayah pesisir serta pengembangan pemahaman tentang dinamika pesisir dan mangrove.

2. Bagi Instansi

Hasil penelitian menjadikan sebagai informasi kondisi mangrove di pesisir Kabupaten Rembang dengan monitoring dan perubahan lingkungan pesisir dari waktu ke waktu, serta untuk sebagai bentuk upaya dalam menjaga kelestarian mangrove.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kondisi ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Rembang sehingga masyarakat dapat pemanfaatan mangrove secara optimal dan kelestarian ekosistem mangrove.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

1.1 Mangrove

Mangrove memiliki beragam pengertian yang berbeda beda namun maknanya tetap sama yaitu formasi hutan daerah tropika dan sub tropika yang terdapat di pantai rendah dan tenang. Keberadaan mangrove memiliki manfaat yang besar bagi keseimbangan ekosistem antar makhluk hidup. Menurut pendapat penulis (A. A. A. Rizqi *et al.*, 2023) juga menjelaskan bahwa keberadaan mangrove merupakan cerminan dari adanya hubungan yang saling menguntungkan baik dari makhluk hidup maupun lingkungan. Jadi, mangrove sebagai suatu ekosistem khas wilayah pesisir yang memiliki banyak fungsi dan manfaat dalam mendukung keberlangsungan ekosistem lain yang terkait didalamnya dengan memiliki keberagaman manfaat ekosistem mulai menjaga wilayah pesisir dari abrasi ombak laut dan nilai lebih berupa ekosiwata mangrove.

1.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi, teknologi Pengindraan jauh berbasis satelit saat ini semakin populer dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Hal ini disebabkan oleh berbagai keunggulan yang ditawarkan, seperti biaya yang relatif terjangkau, tidak langsung kelapangan atau menyentuh langsung, kemampuan merekam ulang wilayah yang sama dalam periode tertentu, dan pemilihan spektrum panjang gelombang yang dapat mengurangi gangguan atmosfer. Selain itu, teknologi ini memiliki cakupan area yang luas, mampu menjangkau daerah terpencil, menyediakan data dalam format digital, serta memungkinkan kombinasi berbagai saluran spektral (*band*) (Purwandari, 2020). Pemanfaatan Penginderaan jauh dalam monitoring dan menganalisis kondisi mangrove memiliki banyak kemudahan baik dalam perolehan data maupun pengolahan data dengan perkembangan yang semakin maju citra satelit yang di tangkap dalam Pengindraan jauh memiliki resolusi yang baik.

1.3 Sistem Informasi Geografi (GIS)

Secara umum pengertian sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (Yulianeu, 2022). Sedangkan menurut pendapat penulis (Jiwa *et al.*, 2021), Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System (GIS)* merupakan suatu sistem informasi yang membantu pengguna dalam memvisualisasikan, menganalisis, dan menafsirkan data spasial guna memahami hubungan, pola, serta kecenderungan yang terdapat dalam data tersebut. Adanya sistem informasi geografis di dalam monitoring mangrove menjadikan analisis berupa persebaran serta kerapatan dari hasil *layouting* peta.

1.4 Google Earth Engine (GEE)

Google Earth Engine adalah sebuah platform komputasi *cloud* yang dikembangkan oleh Google untuk analisis data geospasial dan pemrosesan citra satelit. Menurut pendapat penelitian (Zhao *et al.*, 2021) menyatakan bahwa GEE memungkinkan komputasi awan dan merupakan alat yang efektif untuk melakukan analisis data besar geospasial global. Dengan hal tersebut *Google Earth Engine* memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis *time series* pada data geospasial. Ditambah dengan sistem informasi geografis, hasil pemetaan dapat dianalisis secara spasial dan temporal untuk mengetahui perubahan sebaran serta kerapatan vegetasi mangrove dari waktu ke waktu. Penggunaan *Google Earth Engine* dilakukan menggunakan script yang telah di modifikasi dengan sedemikian rupa untuk memperoleh data citra yang sesuai.

1.5 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan atau kesehatan vegetasi (Simarmata *et al.*, 2021). Berdasarkan dari kutipan di atas dapat dikatakan bahwa kesehatan vegetasi dapat diketahui parameternya dengan menggunakan citra yang diolah melalui algoritma *NDVI*. Secara umum nilai *NDVI* berada antara -1 sampai dengan 1, dimana

jika nilai berada atau mendekati nilai 1 maka dapat dikatakan bahwa vegetasi tersebut termasuk ke dalam kategori vegetasi yang lebat, sedangkan jika nilai *NDVI* kurang dari satu atau menyentuh -1 dapat dikatakan sebagai vegetasi jarang ataupun non vegetasi. Adapun rumus dalam perhitungan *NDVI* sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR = *Band Near Infrared (Band 8)*

Red = *Band Red (Band 4)*

Klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi terdiri dari tiga yaitu kerapatan jarang, sedang, dan lebat, berikut tabel klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi.

Tabel 1.1 Klasifikasi Kerapatan Tajuk

Kerapatan Tajuk	Nilai <i>NDVI</i>
Jarang (<50%)	-0,1 – 0,32
Sedang (50%-69%)	0,33 – 0,42
Lebat (70%-100%)	0,43 – 1,0

(Sumber : Departemen Kehutanan, 2005)

1.5 Algoritma *Random Forest*

Random Forest adalah salah satu algoritma *machine learning* dengan menggunakan sampel untuk identifikasi yang termasuk klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*). Definisi *Random Forest* merupakan metode *ensemble* pohon keputusan yang kuat yang dapat digunakan untuk berbagai tugas klasifikasi pola dengan menggunakan sekumpulan pohon klasifikasi sebagai pembelajaran dasar (Mardianto *et al.*, 2024). Dengan pembuatan beberapa *training* sampel dengan menyebar menjadikan akurat dikarenakan mengambil jumlah sampel terbanyak dari seluruh pohon keputusan akan digunakan untuk menentukan kelas dari sebuah *input* data.

Hal ini secara langsung dapat mengatasi masalah yang mana ketika melakukan klasifikasi yang mana dengan memasukkan banyak pohon keputusan maka yang akan diperoleh nilai akurasi menjadi optimal dibandingkan dengan satu pohon keputusan akan tidak optimal dalam mengambil keputusan (Andrian *et al.*, 2020).

1.6 *Nearest Neighbor Analys*

Nearest Neighbor Anaylys merupakan Analisis tetangga terdekat menggunakan pola acak sejumlah titik sebagai menentukan jarak acak dari tetangga terdekat (Riadhi *et al.*, 2020). Adanya titik berupa objek maka dapat diketahui pola persebarannya dimana menggunakan perhitungan yang mempertimbangkan jarak, jumlah titik lokasi, dan luas wilayah. Analisis tetangga terdekat atau *Nearest Neighbor Analysis* adalah penggunaan sebuah analisa dalam menentukan suatu pola persebaran. Nilai *NNA*, ketika nilai $T = 0$ maka diketahui pola titik tersebut adalah mengelompok, jika nilai $T = 1,0$ maka pola titik objek tersebut adalah acak, sedangkan jika nilai $T = 2,15$ dapat diketahui bahwa pola persebaran titik tersebut termasuk seragam (Sibly & Khairunnisa, 2023).

1.5.2 Penelitian Sebelumnya

- 1) Penelitian menurut Amel, ALK, & Lestari, DA (2023) yang berjudul **”Pemetaan Sebaran Hutan Mangrove Di Kabupaten Serang Dengan Menggunakan Pengindraan Jauh (Studi Kasus Pulau Panjang)”**, bertujuan untuk dapat mengetahui perubahan luas sebaran mangrove dan tingkat kerapatan ekosistem mangrove di Pulau Panjang Kabupaten Serang selama 5 tahun terakhir dari tahun 2017 hingga 2021. Metode yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif dengan mendeskripsikan luas dan kerapatan mangrove di Pulau Panjang, selain itu menggunakan Pengindraan jauh dengan menggunakan citra 8 Landsat OLI pada *Google Earth Engine* dan *NDVI* untuk pengolahan mengetahui kondisi mangrove berupa luas dan kerapatannya. Hasil dari sebaran luas mangrove dalam rentang waktu 5 tahun dari tahun 2017 hingga 2021 luas mangrove di Pulau

Panjang mengalami penurunan luas mangrove sebesar 5,47 ha. Kedua hasilnya tingkat kerapatan mangrove di Pulau Panjang dalam kurun waktu tahun 2017 sampai dengan 2021 tergolong dalam kategori kerapatan mangrove sangat jarang dengan nilai *NDVI* 0,1 - 0,24.

Persamaan pada penelitian ini yaitu sama membahas persebaran dan kerapatan mangrove dengan Pengindraan jauh melalui *Google Earth Engine* dengan metode *NDVI* menganalisis luas dan kerapatan mangrove. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah lokasi penelitian yang mana lokasi penelitian ini pesisir Kabupaten Rembang Tahun 2020 hingga 2024. Selain itu, metode yang digunakan dengan mengkombinasikan antara *NDVI* dan Algoritma *Random Forest* untuk hasil yang lebih akurat.

- 2) Penelitian menurut Husnayaen, H., Amela, P., Arini, D. P., & Putra, I. K. A. (2023) yang berjudul **"Pemetaan Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan *Machine learning* Pada *GOOGLE EARTH ENGINE* dan Sistem Informasi Geografi di Pulau Bali"**, bertujuan mengidentifikasi luasan sebaran dan kerapatan hutan mangrove tahun 2021 untuk memberikan informasi terbaru kepada pemerintah. Metode yang digunakan adalah *CART Supervised Classssification* di *Google Earth Engine* (GEE) dan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* di ArcMap. Hasil dari penelitian tersebut berupa pemetaan sebaran hutan mangrove memiliki nilai *overall accuracy* sebesar 95.7% sedangkan kappa accuracy sebesar 91.2%. Total luas hutan mangrove pada tahun 2021 di Pulau Bali adalah 2,488.7 Ha. Kerapatan hutan mangrove terlebat terletak di kawasan Tahura Ngurah Rai (Zona B) yaitu Kota Denpasar dan Kabupaten Badung masing-masing 335.9 Ha dan 261.1 Ha. Kota Denpasar dan Kabupaten Badung juga merupakan dua kawasan mangrove terluas di Pulau Bali dengan luas masing-masing adalah 590.5 Ha dan 662.5 Ha.

Persamaan dari penelitian ini dengan penelitian tersebut terdapat persamaan membahas sebaran dan kerapatan mangrove dengan metode yang digunakan Penginderaan jauh melalui *Google Earth Engine* dan *NDVI* untuk mengetahui kondisi vegetasi mangrove berupa luas dan kerapatannya. Perbedaan penelitian ini terdapat pada lokasi penelitian yang mana lokasi penelitian berada di pesisir Kabupaten Rembang pada rentan waktu 2020 hingga 2024. Selain itu metode yang digunakan pada penelitian ini berupa *Random Forest Supervised Classification* dan menggunakan citra Sentinel 2A sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan citra Landsat 8 *Surface Reflectance Tier 1*.

- 3) Penelitian Penelitian menurut Indah, CJP, Ridwana, R., Albeylia, SP, & Nurdiansyah, A. (2024) yang berjudul **"Analisis Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Sentinel 2A di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi"**, yang bertujuan menganalisis luasan dan kerapatan Hutan Mangrove di daerah Pesisir Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi Tahun 2021 menggunakan citra satelit Sentinel 2A. Metode yang digunakan penelitian tersebut berupa Penginderaan jauh dengan *Supervised Classification Maximum Likelihood* dan *NDVI* untuk mengetahui kondisi vegetasi mangrove berupa luas dan kerapatannya. Hasil penelitian pertama Luasan hutan mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi mencapai 345 ha, dengan kerapatan jarang seluas 14 ha, kerapatan sedang seluas 31 ha, dan kerapatan lebat seluas 300 ha. Kedua hasil uji akurasi menggunakan 30 sampel uji diperoleh hasil akurasi sebesar 70%.

Persamaan pada penelitian ini dengan penelitian tersebut yaitu membahas luas dan kerapatan mangrove dengan Penginderaan jauh melalui metode *Supervised Classification* (terbimbing) dan *NDVI* serta menggunakan citra satelit Sentinel 2A. Sedangkan perbedaannya terdapat pada melalui *Google Earth Engine* dengan

metode yang digunakan yaitu *Random Forest Supervised Classification*.

- 4) Penelitian menurut Safitri, F., Adrianto, L., & Nurjaya, IW (2023) yang berjudul **“Pemetaan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Analisis *Normalized Difference Vegetation Index* di Pesisir Kota Semarang**”, bertujuan mengetahui kerapatan ekosistem mangrove menggunakan analisis metode *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* dari tahun 2013 hingga 2022 dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dan Sentinel 2. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut Penginderaan jauh dengan *NDVI* melalui citra landsat 8 dan sentinel 2 mengetahui serta menganalisis kerapatan mangrove serta perbandingan hasil citra landsat 8 dan sentinel 2. Hasil penelitian tersebut pertama menganalisa menunjukkan bahwa kerapatan mangrove pada tahun 2013 seluas 412,889 Ha, sedangkan pada tahun 2022 seluas 142,562 Ha. Kerapatan mangrove mengalami penurunan sekitar 270,327 Ha (65,5%), hal tersebut disebabkan karena adanya erosi, alih fungsi lahan menjadi area tambak, serta baru-baru ini yaitu adanya pembangunan tanggul laut Semarang-Demak. Sedangkan citra satelit Sentinel 2 merupakan citra yang lebih baik digunakan karena memiliki kualitas gambar yang lebih bagus, detail, dan akurat untuk menunjukkan obyek di permukaan bumi dibandingkan dengan citra Landsat 8.

Persamaan penelitian ini yaitu membahas kerapatan mangrove dengan metode Penginderaan jauh melalui *NDVI* sedangkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian tersebut berupa lokasi penelitian yang mana lokasi penelitian ini pada pesisir Kabupaten Rembang. Selain itu, perbedaan terdapat pada metode berupa *Random Forest Supervised Classification* dan menggunakan citra Sentinel 2A, sedangkan penelitian sebelumnya membandingkan hasil *NDVI* dengan citra Landsat 8 dan Sentinel 2.

- 5) Penelitian menurut Patty, SI, Nurdiansah, D., Rizqi, MP, & Huwae, R. (2022) yang berjudul **“Analisis Sebaran dan Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Bolang Mongondow Timur, Sulawesi Utara”**, bertujuan untuk memetakan sebaran mangrove dan mengetahui korelasi antara nilai *NDVI* dengan tutupan kanopi dan kerapatan mangrove pada bulan September tahun 2020. Metode yang digunakan yaitu *NDVI* dengan klasifikasi *maximum likelihood* digunakan untuk memisahkan fitur mangrove dan non mangrove. Hasil penelitian tersebut Pengolahan hasil klasifikasi mendapatkan empat kelas tutupan lahan yang berbeda dengan *overall* akurasi sebesar 97,70 % dengan *kappa coefisien* sebesar 0,9688. Luas sebaran vegetasi mangrove dari hasil klasifikasi adalah 524,75 ha. Korelasi *NDVI* dengan persentase tutupan kanopi termasuk korelasi sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,9516$ sedangkan korelasi *NDVI* dengan kerapatan termasuk korelasi sedang ($r = 0,5315$).

Persamaan pada penelitian ini dengan penelitian tersebut yaitu sama membahas luas dan kerapatan mangrove menggunakan Penginderaan jauh dengan *NDVI* dan klasifikasi *supervised* atau terbimbing. Sedangkan perbedaannya terdapat pada lokasi penelitian yaitu lokasi penelitian ini berada di pesisir Kabupaten Rembang. Selain itu, metode yang digunakan ini yaitu Penginderaan jauh melalui *Google Earth Engine* dengan algoritma *Random Forest* dan penggunaan citra sentinel 2A sedangkan penelitian sebelumnya mengetahui hubungan korelasi antara nilai *NDVI* dengan tutupan kanopi dan kerapatan mangrove.

- 6) Penelitian menurut Tridawati, A., Armijon, A., Yanto, F., & Novianti, T. C. (2023) yang berjudul **“Pemetaan Distribusi Hutan Mangrove Menggunakan Algoritma *Machine learning* di Kawasan Hutan Mangrove Petengoran”**, bertujuan untuk membandingkan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* dan

Random Forest (RF) untuk pemetaan mangrove menggunakan komposit RGB dan *NDVI* pada citra Sentinel 2A. Metode yang digunakan yaitu Penginderaan jauh melalui *Google Earth Engine* menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* dan *Random Forest (RF)* sebagai perbandingan hasilnya. Hasil penelitian Algoritma *Random Forest* memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *SVM* dibuktikan dengan nilai akurasi keseluruhan dan indeks kappa *RF* sebesar 92,68% dan 0,88, sedangkan pada *SVM* sebesar 91,86% dan 0,87. Meski demikian, terdapat kesalahan klasifikasi hutan mangrove di kedua algoritma. Hal tersebut disebabkan oleh kemiripan spektral jenis tanaman dan tidak adanya efek topografi. Sehingga, penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan efek topografi untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik.

Persamaan pada penelitian ini yaitu metode dengan Penginderaan jauh melalui *Google Earth Engine* dengan memanfaatkan algoritma dan *NDVI* untuk menganalisis vegetasi mangrove. Sedangkan perbedaan terdapat lokasi penelitian, penelitian ini lokasi penelitian berada pesisir Kabupaten Rembang. Selain itu terdapat pada perbedaan menggunakan algoritma, algoritma yang digunakan penelitian ini hanya menggunakan *Random Forest* sedangkan penelitian sebelumnya memperbandingkan keakuratan algoritma antara *Support Vector Machine (SVM)* dan *Random Forest (RF)*.

- 7) Penelitian menurut Rizqi, Muh, Ilham Rizqi Nurrani, & Afif Ari Wibowo (2024) yang berjudul **"Analisis Spasial Dan Pengelolaan Ekowisata Hutan Mangrove Di Desa Pasarbanggi Kabupaten Rembang"**, bertujuan untuk menganalisis luasan sebaran hutan mangrove antara tahun 2018- 2023 serta menganalisis potensi dan pengelolaan ekowisata dengan hasil akhir berupa rekomendasi rencana pengembangan pada kawasan ekowisata hutan mangrove. Metode yang digunakan digitasi dan *overlay* untuk mendapatkan

perubahan luas mangrove dengan mendapatkan indeks *NDWI* pada *Google Earth Engine* dari Citra Sentinel. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan, skoring dan wawancara untuk menganalisis potensi wisata dan pengelola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas hutan mangrove meningkat sebesar 5,18 hektar dari tahun 2018 hingga 2023. Potensi internal tergolong tinggi dengan skor total 69, sementara potensi eksternal berada pada kategori sedang dengan skor 18. Wawancara mengungkap keunggulan seperti keterlibatan pengelola serta potensi lokasi dan sumber daya alam, namun terdapat kendala dalam sumber daya manusia dan pembiayaan. Rekomendasi SWOT mencakup penguatan pengelolaan ekowisata, penelitian terhadap sumber daya alam, peningkatan branding media sosial, serta kerja sama dengan investor dan pihak swasta.

Persamaan terdapat pada lokasi penelitian yaitu pada wilayah rembang akan tetapi penelitian ini seluruh wilayah pesisir Kabupaten Rembang sedangkan penelitian sebelumnya hanya pada Desa Pasarbanggi Kecamatan Rembang. Sedangkan perbedaan terdapat penelitian ini membahas perubahan luas dan kerapatan mangrove dengan *NDVI* dan *Random Forest* pada wilayah kepebisiran Kabupaten Rembang. Menggunakan Algoritma *Random Forest* sebagai pemisahan mangrove dan non mangrove sehingga akan menghasilkan luas maupun sebaran sedangkan *NDVI* digunakan sebagai kondisi kesehatan mangrove berupa kerapatan. Penelitian sebelumnya metode digitasi dan *overlay* digunakan untuk menganalisis perubahan luasan mangrove hasil indeks *NDWI* pada Citra Sentinel melalui *Google Earth Engine*.

Tabel 1. 2 Ringkasan Penelitian Sebelumnya.

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Amel, ALK, & Lestari, DA (2023)	Pemetaan Sebaran Hutan Mangrove Di Kabupaten Serang Dengan Menggunakan Pengindraan Jauh (Studi Kasus Pulau Panjang)	Tujuan penelitian ini yaitu untuk dapat mengetahui perubahan luas sebaran mangrove dan tingkat kerapatan ekosistem mangrove di Pulau Panjang Kabupaten Serang selama 5 tahun terakhir dari tahun 2017 hingga 2021.	Deskriptif Kuantitatif	Hasil pengolahan luas mangrove dari sebaran secara spasio temporal tahun 2017 hingga 2021 di Pulau Panjang mengalami penurunan luas sebesar 5,47 ha. Tingkat kerapatan mangrove di Pulau Panjang dalam kurun waktu tahun 2017 sampai dengan 2021 tergolong dalam kategori kerapatan mangrove sangat jarang dengan nilai <i>NDVI</i> 0,1 - 0,24.

Tabel Lanjutan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Husnayaen, H., Amela, P., Arini, D. P., & Putra, I. K. A. (2023).	Pemetaan Sebaran dan Kerapatam Hutan Mangrove Menggunakan <i>Machine learning</i> Pada <i>Google Earth Engine</i> dan Sistem Informasi Geografi di Pulau Bali	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi luasan sebaran dan kerapatan hutan mangrove untuk memberikan informasi terbaru kepada pemerintah. Metode yang digunakan adalah <i>CART Supervised Classssification</i> di <i>Google Earth Engine (GEE)</i> dan <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> di <i>ArcMap</i> .	Deskriptif Kuantitatif	Uji akurasi pemetaan mangrove memiliki nilai <i>overall accuracy</i> sebesar 95.7% sedangkan <i>kappa accuracy</i> sebesar 91.2%. Total luas mangrove pada tahun 2021 di Pulau Bali sebesar 2,488.7 ha dengan kerapatan tertinggi dan terluas berada di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung masing-masing seluas 335.9 Ha dan 261.1 Ha serta luas dari daerah tersebut sebesar 590.5 Ha dan 662.5 Ha.

Tabel Lanjutan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Indah, CJP, Ridwana, R., Albeylia, SP, & Nurdiansyah, A. (2024).	Analisis Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Sentinel 2A di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi	Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis luasan dan kerapatan Hutan Mangrove di daerah Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi menggunakan citra satelit Sentinel 2A.	Deskriptif Kuantitatif	Luasan hutan mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi mencapai 345 ha, dengan kerapatan jarang seluas 14 ha, kerapatan sedang seluas 31 ha, dan kerapatan lebat seluas 300 ha. Hasil uji akurasi menggunakan 30 sampel uji diperoleh hasil akurasi sebesar 70%.

Tabel Lanjutan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Safitri, F., Adrianto, L., & Nurjaya, IW (2023).	Pemetaan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Analisis <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> di Pesisir Kota Semarang	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan ekosistem mangrove menggunakan analisis metode <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> dari tahun 2013 hingga 2022 dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dan Sentinel 2.	Deskriptif Kuantitatif	Hasil analisa dari pengolahan data menunjukkan bahwa kerapatan mangrove pada tahun 2013 seluas 412,889 Ha, sedangkan pada tahun 2022 seluas 142,562 Ha. Kerapatan mangrove mengalami penurunan sekitar 270,327 Ha atau sebesar (65,5%), karena adanya erosi, alih fungsi lahan menjadi area tambak, serta baru-baru ini yaitu adanya pembangunan tanggul laut Semarang - Demak. Sedangkan citra satelit Sentinel 2 merupakan citra yang lebih baik digunakan karena memiliki kualitas gambar yang lebih bagus, detail, dan akurat untuk menunjukkan obyek permukaan bumi dibandingkan dengan citra Landsat 8.

Tabel Lanjutan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Patty, SI, Nurdiansah, D., Rizqi, MP, & Huwae, R. (2022).	Analisis Sebaran dan Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Bolang Mongondow Timur, Sulawesi Utara	Penelitian ini bertujuan untuk pemetaan sebaran mangrove dan mengetahui korelasi antara nilai <i>NDVI</i> dengan tutupan kanopi dan kerapatan mangrove.	Deskriptif Kuantitatif	Pengolahan hasil klasifikasi mendapatkan empat kelas tutupan lahan yang berbeda dengan <i>overall accuracy</i> sebesar 97,70 % dengan <i>kappa coefisien</i> sebesar 0,9688. Luas sebaran vegetasi mangrove dari hasil klasifikasi adalah 524,75 ha. Korelasi <i>NDVI</i> dengan persentase tutupan kanopi termasuk korelasi sangat kuat dengan <i>koefisien</i> korelasi $r = 0,9516$ sedangkan korelasi <i>NDVI</i> dengan kerapatan termasuk korelasi sedang (r $= 0,5315$).

Tabel Lanjutan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Tridawati, A., Armijon, A., Yanto, F., & Novianti, T. C. (2023)	Pemetaan Distribusi Hutan Mangrove Menggunakan Algoritma <i>Machine learning</i> di Kawasan Hutan Mangrove Petengoran.	Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan algoritma <i>Support Vector Machine</i> (<i>SVM</i>) dan <i>Random Forest</i> (<i>RF</i>) untuk pemetaan mangrove dengan menggunakan komposit <i>RGB</i> dan <i>NDVI</i> pada citra Sentinel 2A	Deskriptif Kuantitatif	Algoritma <i>Random Forest</i> memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan <i>Support Vector</i> <i>Machine</i> dibuktikan dengan nilai akurasi keseluruhan dan <i>indeks kappa RF</i> sebesar 92,68% dan 0,88, sedangkan pada <i>SVM</i> sebesar 91,86% dan 0,87. Meski demikian, terdapat kesalahan klasifikasi hutan mangrove di kedua algoritma. Hal tersebut disebabkan oleh kemiripan spektral jenis tanaman dan tidak adanya efek topografi. Sehingga, penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan efek topografi untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik.

Tabel Lanjutan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Rizqi, Muh, Ilham Rizqi Nurrani, & Afif Ari Wibowo (2024)	Analisis Spasial Dan Pengelolaan Ekowisata Hutan Mangrove Di Desa Pasarbanggi Kabupaten Rembang	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis luasan sebaran hutan mangrove antara tahun 2018 hingga 2023 serta menganalisis potensi dan pengelolaan ekowisata dengan hasil akhir berupa rekomendasi rencana pengembangan pada kawasan ekowisata hutan mangrove.	Deskriptif Kuantitatif dengan Pendekatan Kualitatif	Hasil penelitian menunjukkan Penelitian menunjukkan bahwa luas hutan mangrove meningkat sebesar 5,18 hektar dari tahun 2018 hingga 2023. Potensi internal tergolong tinggi dengan skor total 69, sementara potensi eksternal berada pada kategori sedang dengan skor 18. Wawancara mengungkap keunggulan seperti keterlibatan pengelola serta potensi lokasi dan sumber daya alam, namun terdapat kendala dalam sumber daya manusia dan pembiayaan. Rekomendasi <i>SWOT</i> mencakup penguatan pengelolaan ekowisata, penelitian terhadap sumber daya alam, peningkatan branding media sosial, serta kerja sama dengan investor dan pihak swasta.

(Sumber: Rangkuman penulis, 2025)

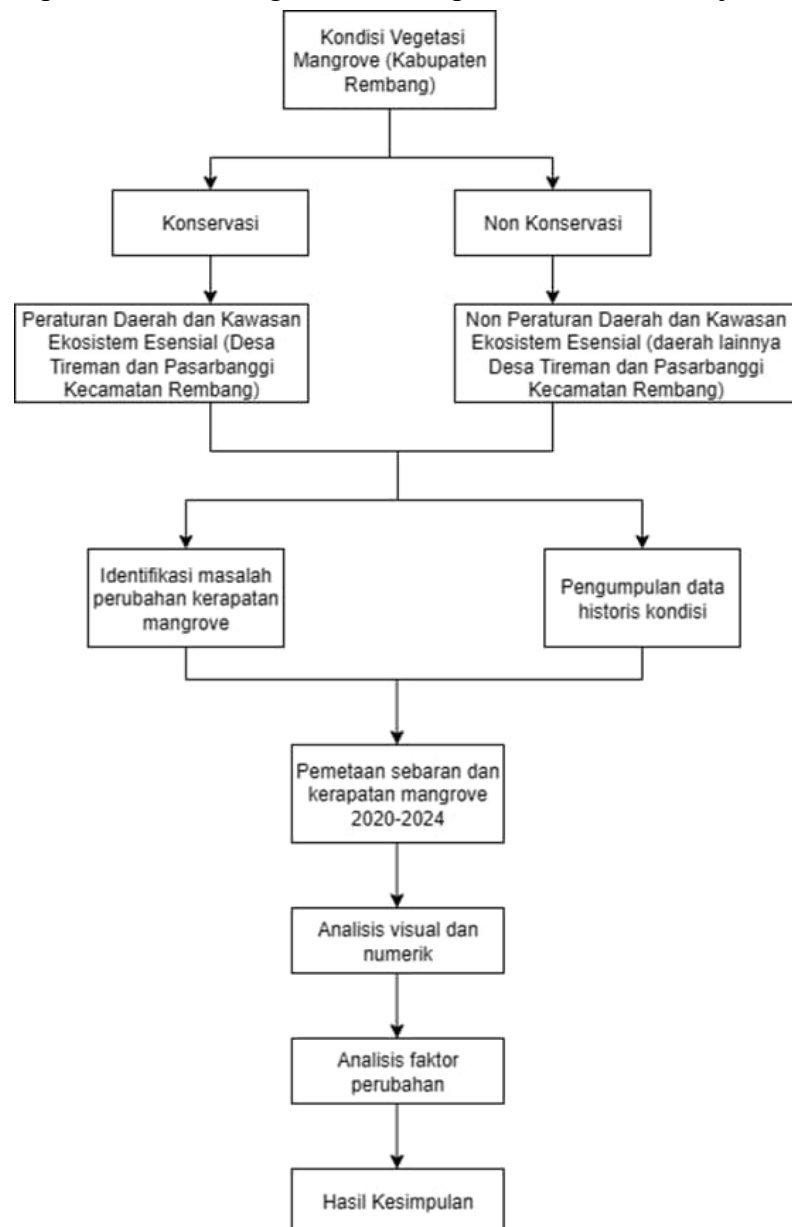
1.6 Kerangka Penelitian

Kondisi vegetasi mangrove di pesisir Kabupaten Rembang telah mengalami degradasi atau kerusakan sejak tahun 1970-an sehingga mangrove yang ada saat ini sebagian besar merupakan hasil rehabilitasi yang dilakukan oleh pemerintah maupun kelompok masyarakat setempat berupa kelompok tani. Secara spasial, kondisi ekosistem mangrove di wilayah ini dapat dikategorikan menjadi dua kawasan yaitu kawasan konservasi dan non konservasi. Kawasan konservasi ditandai dengan penetapan Peraturan Daerah dan sebagai Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) seperti di Desa Tireman serta Pasarbanggi Kecamatan Rembang. Sebaliknya, wilayah pesisir lainnya seperti Kecamatan Kaliori, Sebagian Rembang, Lasem, dan Sluke termasuk dalam kawasan non-konservasi yang belum memperoleh status perlindungan khusus. Penetapan Peraturan Daerah mangrove sebagai konservasi berada di Desa Pasarbanggi Kecamatan Rembang dan Kawasan Ekosistem Esensial mencakup menjaga dan melestarikan ekosistem mangrove dengan tujuan berupa mengembangkan habitat, vegetasi, dan ekosistem yang sudah ada.

Langkah awal dalam memahami keadaan vegetasi mangrove berupa melakukan identifikasi permasalahan dan pengumpulan data historis dari waktu ke waktu. Beberapa faktor penyebab degradasi antara lain alih fungsi lahan menjadi tambak, permukiman, dan tekanan antropogenik atau aktivitas manusia. Berdasarkan dari penelitian sebelumnya mangrove seluruh pesisir Kabupaten Rembang mencatat bahwa luas mangrove mengalami penurunan dari 316,55 ha pada tahun 1994 menjadi 92,01 ha pada tahun 2014 walaupun pada tahun 2019 terjadi sedikit peningkatan menjadi 93,39 ha. Selanjutnya terdapat peningkatan luas mangrove di Desa Pasarbanggi menunjukkan keberhasilan rehabilitasi berskala lokal, akan tetapi belum mencerminkan kondisi keseluruhan pesisir Kabupaten Rembang.

Melalui identifikasi permasalahan dan kajian historis tersebut dilakukan pemetaan spasial sebaran dan kerapatan mangrove secara spasio temporal tahun 2020 hingga 2024. Pemetaan dalam penelitian ini menggunakan algoritma klasifikasi terbimbing *Random Forest* dan Indeks *NDVI* melalui

Google Earth Engine. Hasil klasifikasi tersebut dianalisis secara visual dan numerik berupa visual berdasarkan dari peta persebaran mangrove serta numerik dari hasil luas dan kelas kerapatan mangrove setiap tahun. Hasil analisis selanjutnya dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan berupa luas dan kerapatan mangrove sehingga hasil dapat dijadikan dasar informasi kondisi mangrove terbaru dan pengelolaan maupun pemanfaatan mangrove secara optimal serta keberlanjutan.



Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir
(Sumber: Penulis, 2025)

1.7 Batasan Operasional

a. Kabupaten Rembang

Penelitian ini membatasi analisis pada wilayah pesisir Kabupaten Rembang yang terdiri dari 6 kecamatan yaitu Kaliori, Rembang, Lasem, Sluke, Kragan, dan Sarang sehingga pengambilan data serta analisis akan terfokus pada wilayah yang mencakup ini.

b. Mangrove

Mangrove merupakan ekosistem pesisir yang terdiri dari berbagai jenis vegetasi, terutama pohon dan semak yang tumbuh di daerah pasang surut. Habitat mangrove melindungi garis pantai dari pasang surut yang dapat menyebabkan abrasi dan mangrove juga berperan sebagai pengendalian iklim global melalui penyerapan karbon (Burhanuddin & Nessa, 2018).

c. Perubahan luas dan kerapatan mangrove

Penelitian ini akan menganalisis perubahan tahunan luas dan kerapatan mangrove yang tercermin dalam *Random Forest* serta *NDVI* dengan memberikan gambaran luas dan kerapatan mangrove dalam waktu 2020 hingga 2024.

d. Google Earth Engine

Google Earth Engine digunakan sebagai pengolahan data citra yang merupakan instrumen penelitian, selain itu ditambah menggunakan ArcMap sebagai pembantu layouting peta sehingga menjadikan hasil yang sesuai.

e. Klasifikasi Terbimbing Tutupan Lahan *Random Forest*

Klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) *Random Forest* digunakan pengolahan data tutupan lahan citra sebagai pemisahan mangrove dan non mangrove. Metode klasifikasi *Random Forest* merupakan pendekatan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dalam *machine learning* yang membangun model berdasarkan sampel pelatihan (*training sample*) dari data referensi sehingga mampu mengklasifikasikan objek citra secara akurat (Rahmi *et al.*, 2023).

f. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Metode *NDVI* digunakan untuk identifikasi klasifikasi tingkat kerapatan mangrove dengan rumus $NIR-RED/NIR+RED$ dengan *NIR band* 8 dan *Red band* 4 dikarenakan menggunakan citra sentinel 2. Klasifikasi tingkat kerapatan mangrove dalam penelitian ini terdiri dari 3 yaitu jarang, sedang, dan lebat yang bersumber dari Departemen Kehutanan dalam Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove.

g. Analisis spasio temporal

Analisis dilakukan berdasarkan peta dan hasil luas serta kelas kerapatan mangrove dari hasil penelitian yang dilakukan sehingga membantu mengidentifikasi perubahan luas dan kerapatan di wilayah pesisir Kabupaten Rembang rentan waktu 2020 hingga 2024.