

KLASIFIKASI SEBARAN DAN KERAPATAN MANGROVE BERBASIS INDEKS NDVI DI WILAYAH KEPESISIRAN KABUPATEN REMBANG DENGAN *GOOGLE EARTH ENGINE* TAHUN 2020-2024

Hardiyan Prima Widya Azhari; Afif Ari Wibowo, S.Si. M.Sc.
Program Studi Geografi, Fakultas Geografi,
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Rembang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, dijadikan Kawasan Ekosistem Esensial salah satu mangrove di Kabupaten Rembang yaitu Desa Tireman dan Pasarbanggi serta dijadikan kawasan konservasi mangrove Desa Pasarbanggi berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Rembang Nomor 2 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rembang Tahun 2023-2043 Paragraf 7 Pasal 43 Bagian A. Penelitian ini bertujuan menganalisis persebaran, perubahan luas, dan kerapatan mangrove Kabupaten Rembang tahun 2020 hingga 2024 menggunakan citra Sentinel 2A. Klasifikasi mangrove menggunakan klasifikasi terbimbing algoritma *Random Forest* dengan persebaran ditentukan *Nearest Neighbor Analys (NNA)* sedangkan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* menentukan tingkat kerapatan mangrove metode deskriptif kuantitatif berbasis penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan persebaran mangrove di Kabupaten Rembang tersebar di Kecamatan Kaliori, Rembang, Lasem, Sluke, Kragan, dan Sarang. Uji akurasi menghasilkan nilai overall accuracy sebesar 0,94 dan kappa sebesar 0,82 yang tergolong tinggi. Luas mangrove di Kabupaten Rembang meningkat dari 122,69 ha pada tahun 2020 menjadi 225,2 ha pada tahun 2022 kemudian menurun menjadi 179,87 ha tahun 2024. Kerapatan mangrove didominasi kelas jarang, sedangkan kelas sedang dan lebat cenderung terkonsentrasi di wilayah pesisir dan muara sungai terutama Kecamatan Kaliori, Rembang, dan Lasem. Dengan demikian, mangrove di Kabupaten Rembang menunjukkan pola persebaran *clustered* atau mengelompok, luas mangrove mengalami perubahan tahun 2020 122,69 ha kemudian menurun 2024 menjadi 179,87 ha, dan kelas kerapatan didominasi kelas jarang sehingga diperlukan monitoring serta pengelolaan berkelanjutan sebagai menjaga kelestarian mangrove.

Kata Kunci : Mangrove, *Google Earth Engine*, *Random Forest*, *NDVI*, Kabupaten Rembang

Abstract

The mangrove ecosystems along the coast of Rembang Regency play a vital role in maintaining environmental balance. They have been designated as Essential Ecosystem Areas, specifically in the villages of Tireman and Pasarbanggi, and the Pasarbanggi Village area has been designated as a mangrove conservation area pursuant to Rembang Regency Local Regulation No. 2 of 2023 concerning the Rembang Regency Spatial Plan for 2023 –2043, Paragraph 7, Article 43, Section A. This study aims to analyze the distribution, changes in area, and density of mangroves in Rembang Regency from 2020 to 2024 using Sentinel-2A imagery. Mangrove classification was performed using a supervised Random Forest algorithm, with distribution determined by the Nearest Neighbor Analys (NNA), while the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used to determine mangrove density using a quantitative descriptive method based on remote sensing. The results show that mangroves in Rembang Regency are distributed across the subdistricts of Kaliori, Rembang, Lasem, Sluke, Kragan, and Sarang. Accuracy tests yielded an overall accuracy of 0.94 and a Kappa coefficient of 0.82, both of which are considered high. The area of mangroves in Rembang Regency increased from 122.69 ha in 2020 to 225 ha in 2022, then decreased to 179.87 ha in 2024. Mangrove density is predominantly in the sparse class, while the moderate and dense classes tend to be

concentrated in coastal areas and river estuaries, particularly in the subdistricts of Kaliori, Rembang, and Lasem. Thus, mangroves in Rembang Regency exhibit a clustered distribution pattern, the mangrove area changed from 122.69 ha in 2020 to 179.87 ha in 2024, and the density class is dominated by the sparse class, necessitating monitoring and sustainable management to preserve the mangroves.

Keywords: Mangrove, Google Earth Engine, Random Forest, NDVI, Rembang Regency

1. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu vegetasi penting di wilayah tropis yang tumbuh pada ekosistem pesisir sebagai peralihan antara darat dan laut (Barati et al., 2011). 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, 2023). Berdasarkan dari 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 Nomor 5 Bagian 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, berdasarkan informasi *website* resmi Desa Tireman melalui artikel "KEE (Kawasan Ekosistem Esensial) Desa Tireman" yang dipublikasikan pada 23 Maret 2022 menjelaskan bahwa mangrove Desa Tireman dan Pasarbanggi menjadi Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) di dalam program pemerintah mulai tahun 2022 yang berarti akan mendapatkan perhatian khusus dari pemerintah, baik pemerintah daerah Kabupaten, Provinsi Jawa Tengah, maupun Pemerintah Pusat. Adanya perlindungan kawasan mangrove dari Peraturan Daerah dan Kawasan Ekosistem Esensial menjadikan sebagian mangrove di pesisir Kabupaten Rembang terdapat kawasan perlindungan sebagai mempertahankan ekosistem mangrove.

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. Menurut penelitian (Rizqi et al., 2024), luas mangrove di Desa Pasarbanggi pada tahun 2018 dan 2023 mengalami peningkatan sebesar 5,18 Ha. Persebaran Mangrove Kabupaten Rembang yang bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Rembang tahun 2019 tersebar di 3 kecamatan utama diantaranya Kecamatan Kaliori, Rembang, dan Lasem. Selain terdapat penelitian sebelumnya dengan jangka panjang mengenai perubahan luasan mangrove telah dilakukan di seluruh pesisir Kabupaten Rembang. 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.

Menurut penelitian (Febriarta & Permata-, 2020), 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)* dengan memanfaatkan algoritma *machine learning* seperti *Random Forest* klasifikasi penutup lahan 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).

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). Nilai *NDVI* yang mendekati nilai 1 menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi, sedangkan nilai yang mendekati -1 menunjukkan vegetasi jarang atau wilayah non vegetative (Huete et al., 2002). Berdasarkan penjelasan 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.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif ditambah melakukan survei di daerah lokasi penelitian dikarenakan perlu pengambilan sampel sebagai validitas hasil berupa foto *real time* sebagai kondisi vegetasi mangrove. Sumber data pada penelitian ini terdiri dari 2 yaitu primer dan sekunder, data primer didapat melalui observasi lapangan mengenai lokasi mangrove pesisir Kabupaten Rembang sedangkan data sekunder meliputi data spasial bersumber lembaga resmi diantaranya Citra Sentinel 2A bersumber *Google Earth Engine "ESA COPERNICUS"*, *shapefile* batas administrasi dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dalam mendukung pengolahan data. Pengambilan sampel menggunakan non probabilitas (*non probability sampling*) dengan teknik

purposive sampling dikarenakan mempertimbangkan kriteria tertentu dalam hal ini didasarkan pada mangrove di pesisir Kabupaten Rembang sehingga sampel yang dipilih dapat mempresentasikan karakteristik mangrove secara menyeluruh tanpa harus mencakup seluruh populasi mangrove di pesisir Kabupaten Rembang.

Pengolahan data dalam penelitian ini melalui beberapa tahap dukungan penginderaan jauh berupa *Google Earth Engine* dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan *ArcMap*. *Google Earth Engine* sebagai pengolahan tutupan lahan menggunakan klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) *Random Forest* yang mana terdiri dari 6 klasifikasi diantaranya lahan terbangun, mangrove, hutan, tubuh air, perkebunan dan sawah serta lahan kosong dan pengolahan indeks kerapatan vegetasi mangrove berupa *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. Selanjutnya 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 yang mengacu pada (Simarmata et al., 2021).

Tabel 2.1. Rumus Perhitungan NDVI

Indeks	Persamaan
<i>NDVI</i>	$((NIR-RED))/((NIR+RED))$

Sumber : (Simarmata et al., 2021)

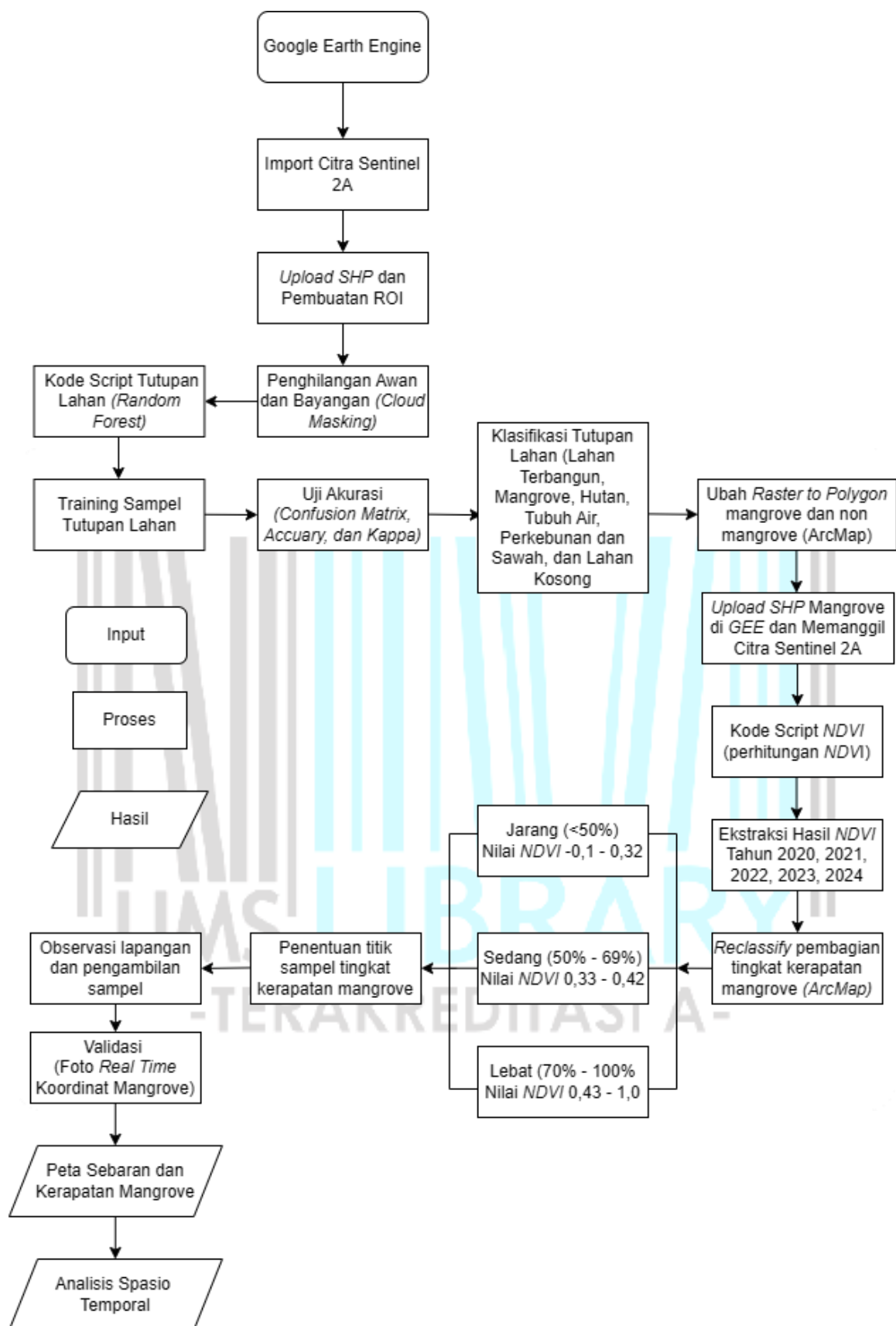
Secara umum nilai *NDVI* berada antara -1 sampai dengan 1, dimana jika nilai berada atau mendekati nilai 1 maka dapat dikatakan bahwa vegetasi tersebut termasuk ke dalam kategori vegetasi yang lebat, sedangkan jika nilai *NDVI* kurang dari satu atau menyentuh -1 dapat dikatakan sebagai vegetasi jarang ataupun non vegetasi. 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. Berikut tabel klasifikasi kerapatan tajuk.

Tabel 2.2. 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

Selanjutnya pada pengolahan *ArcMap* dilakukan diantara sebagai pemotongan citra dengan tujuan sesuai dengan lokasi penelitian dan visualisasi hasil pengolahan data pada *Google Earth Engine* sehingga membantu pengguna dalam memvisualisasikan, menganalisis, dan menafsirkan data spasial dalam data tersebut. Adanya sistem informasi geografis didalam monitoring mangrove menjadikan analisis berupa persebaran serta kerapatan dari hasil *layouting* peta. Berikut diagram alir dalam penelitian ini.



Gambar 2.1. Diagram Alir Penelitian

Sumber : Pengolahan Data, 2025

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menganalisis persebaran mangrove rentan waktu 5 tahun terakhir dari 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.

Berdasarkan hasil pengolahan data dari Citra Sentinel 2A dengan pendekatan klasifikasi terbimbing *Random Forest*, persebaran mangrove di pesisir Kabupaten Rembang pada tahun 2020 hingga 2024 di pesisir Kabupaten Rembang tersebar secara menyeluruh di wilayah pesisir diantara pada Kecamatan Kaliori, Rembang, Lasem, Sluke, Kragan, dan Sarang. Selanjutnya pola persebaran berdasarkan *nearest neighbor analys* merupakan analisis tetangga terdekat yang mengetahui pola persebaran. Pengolahan data *Nearest Neighbor Analys* persebaran mangrove menunjukkan kategori *clustered* yang mana nilai Berdasarkan nilai *Observed Mean Distance*, rata-rata jarak antar mangrove terdekat mengalami penurunan dari 834,0299 meter pada tahun 2020 menjadi 686,0326 meter pada tahun 2024. Selama tahun yang sama, *Expected Mean Distance* berada pada kisaran 1.608–1.719 meter sehingga jarak aktual antar mangrove selalu lebih kecil. Kondisi tersebut menyebabkan nilai *Nearest Neighbor Ratio* tetap berada di bawah satu pada seluruh tahun pengamatan dan hasil menguatkan bahwa distribusi spasial mangrove di Kabupaten Rembang cenderung terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu. Selanjutnya nilai *Nearest Neighbor Ratio* mengalami penurunan dari 0,485988 tahun 2020 menjadi 0,406692 tahun 2023, kemudian sedikit meningkat menjadi 0,411827 tahun 2024. Terjadi perubahan nilai indeks tahun tersebut, seluruh hasil tetap berada pada kategori *clustered*. Hal tersebut menunjukkan bahwa pola persebaran mangrove di wilayah kepepesisiran Kabupaten Rembang relatif stabil sebagai pola mengelompok selama lima tahun pengamatan. Berikut Peta Persebaran Mangrove Kabupaten Rembang Tahun 2020 hingga 2024 dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

Pola persebaran mangrove pesisir Kabupaten Rembang berdasarkan pengolahan data dan observasi lapangan di dominasi bagian barat dalam Kabupaten Rembang diantaranya Kecamatan Kaliori, Rembang, dan Lasem. Hal tersebut diakibatkan salah satu berupa kondisi geomorfologi maupun penetapan kawasan konservasi. Menurut penelitian (Setyawan & Winarno, 2006), Mangrove cenderung berada di Kecamatan Kaliori, Rembang, dan Lasem dikarenakan letak geomorfologi berupa material pasir diakibatkan hasil pelapukan kapur dari bagian timur Gunung Lasem. Selain itu, mangrove di Desa Tireman dan Pasarbanggi Kecamatan Rembang kondisi mangrove lebih baik dan terkelola. Hal tersebut sejalan dengan penetapan kawasan konservasi berupa kawasan ekosistem esensial (KEE) pada ekosistem mangrove di Desa Tireman dan Pasarbanggi Kecamatan Rembang dan Peraturan Daerah Kabupaten Rembang Nomor 2 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rembang Tahun 2023-2043 yang menyatakan Taman Konservasi Hutan Mangrove Pasarbanggi ditetapkan sebagai kawasan konservasi.

Pengolahan klasifikasi terbimbing *Random Forest* mendapatkan nilai *accuracy* sebesar 0,94 dan *kappa* sebesar 0,82 yang mana nilai akurasi tersebut termasuk tinggi. Nilai *overall accuracy* semakin tinggi mendekati angka 1 maka nilai *kappa* juga tinggi yang mana mengindikasikan tepat atau benar. Selain itu, terdapat perhitungan *kappa* dari observasi lapangan dengan total 69 titik teridentifikasi mangrove seluruh pesisir Kabupaten Rembang perhitungan *Kappa Accuracy* dibawah ini mendapatkan nilai 0,85. Hal tersebut didukung penelitian yang menyatakan uji akurasi citra yang tepat atau benar dapat dikatakan jika nilai pada matriks konfusi menunjukkan akurasi lebih dari 80% (Novianti et al., 2024). Selain itu, penelitian ini dilakukan observasi lapangan bertujuan uji akurasi lapangan dengan metode *kappa*, dimana terdapat sampel 69 titik pada area vegetasi mangrove seluruh pesisir Kabupaten Rembang pada data tahun 2024. Berikut tabel dan perhitungan *confussion matrix kappa* dari tabel observasi lapangan.

Tabel 3.1. Confussion Matrix Kappa

Hasil Klasifikasi	Cek Lapangan			
	Mangrove	Non Mangrove	Total	Benar
Mangrove	59	10	69	59
Non Mangrove	0	0	0	0
Total	59	10	69	59

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis, 2026

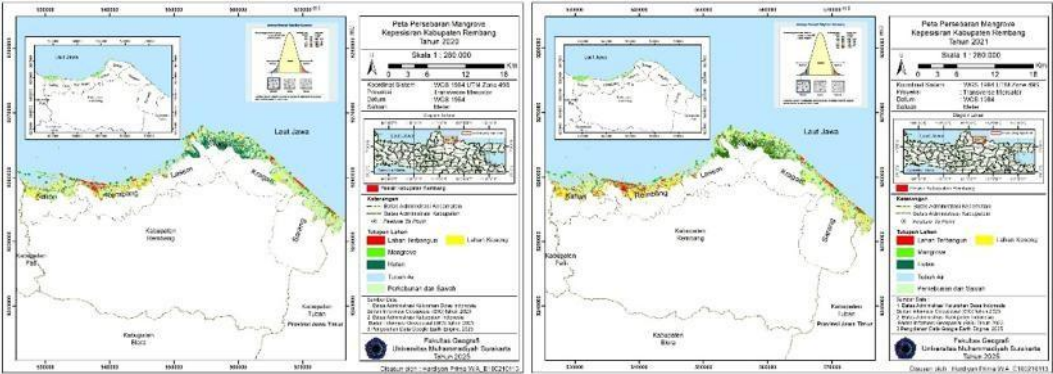
Perhitungan *Kappa Accruary*

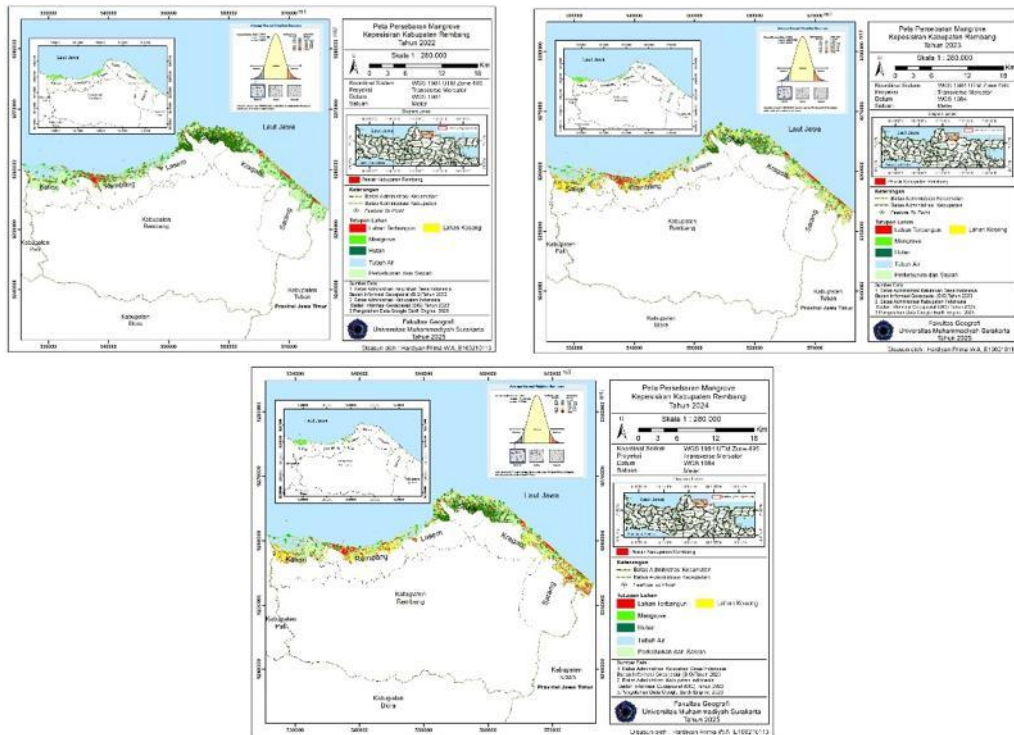
$$k = \frac{n \sum_i^r = 1 x_{ii} - \sum_i^r = 1 (x_{i+} \cdot x_{+i})}{n^2 - \sum_i^r = 1 (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

$$k = \frac{59 \times 69}{69 \times 69}$$

$$k = \frac{4.071}{4761}$$

$$k = 0,85$$





Gambar 3.1. Peta Persebaran Mangrove Pesisir Kabupaten Rembang Tahun 2020-2024

Sumber : Pengolahan Data, 2025

3.2 Menganalisis perubahan luas mangrove secara spasio temporal dari tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.

Luas atau ukuran merupakan salah satu fitur dari objek di dalam citra dan dapat dihitung dengan kombinasi pengolahan *google earth engine* serta sistem informasi geografis berupa *ArcMap*. Perubahan luas mangrove menggambarkan data tren terkait luasan yang mana dapat dikaji melalui monitoring dan pengolahan data apakah selama waktu temporal mengalami naik turun guna pentingnya informasi sebagai keberadaan mangrove maupun pengambilan kebijakan. Berikut grafik hasil luas mangrove pada pengolahan data Tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.



Gambar 3.2. Grafik Perubahan Luas Mangrove Kabupaten Rembang Tahun 2020-2024

Sumber : Pengolahan Data, 2025

Hasil luas mangrove di pesisir Kabupaten Rembang pada tahun 2020 hingga 2024 mengalami tren kenaikan dan mengalami penurunan. Tahun 2020 seluas 122,69 ha, tahun 2021 menjadi 146,77 ha, dan tahun 2022 menjadi 225 ha yang mana mengalami peningkatan luas mangrove sebesar 102,51 ha pada tahun 2020 hingga 2022. Peningkatan luasan mangrove pada penelitian ini tahun 2020 hingga 2022 sejalan dengan penelitian (Rizqi et al., 2024), yang menyatakan hutan mangrove Desa Pasar Banggi Kecamatan Rembang meningkat sebesar 5,18 hektar dari tahun 2018 hingga 2023. Selain itu, adanya penetapan Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) menjadikan kawasan mangrove di Desa Tireman dan Pasarbanggi terkelola dan perlindungan mengenai kondisi eksisting mangrove dilestarikan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Huda et al., 2022), mengkaji pada urgensi pendidikan ekologi dalam mendukung penetapan Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) mangrove Ujungpangkah yang menyatakan Penetapan status KEE memiliki peran penting dalam mendukung perlindungan keanekaragaman hayati dimana berdasarkan hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa aktivitas eksploitasi dan kerusakan hutan mangrove di wilayah tersebut mulai berkurang.

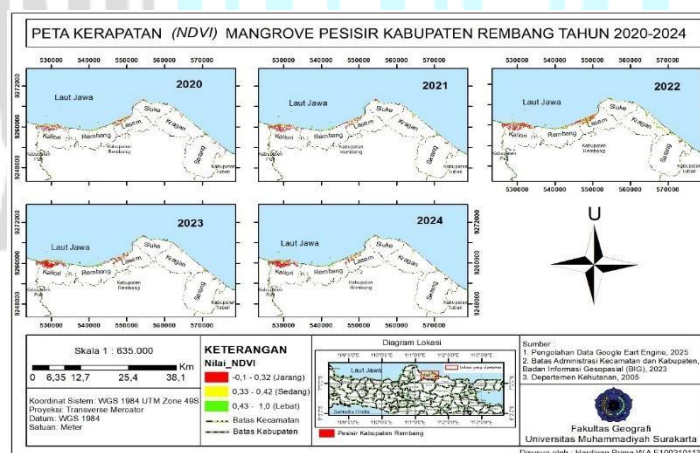
Tahun 2023 luas mangrove menjadi 188,26 ha dan tahun 2024 menjadi 179,87 ha yang mana 2 tahun tersebut mengalami penurunan luas mangrove di Kabupaten Rembang. Berdasarkan temuan data mengalami penurunan seluas 45,33 ha pada tahun 2023 hingga 2024, tahun 2022 ke tahun 2023 mengalami penurunan sebesar 36,94 ha sedangkan tahun 2023 ke tahun 2024 mengalami penurunan sebesar 8,39 ha. Hasil pengolahan data tahun 2022 hingga 2024 terdapat perubahan berupa peningkatan luas diantaranya Lahan Terbangun 768,99 ha tahun 2022 menjadi 1404,53 ha tahun 2024, Hutan 3289,51 ha tahun 2022 menjadi 2092,63 ha tahun 2024, Tubuh Air 9936,51 ha tahun 2022, 1960,48 ha, menjadi 9842,92 ha tahun 2024, sedangkan Lahan Kosong 577,63 ha tahun 2022 menjadi 2149,99 ha tahun 2024. Perubahan tersebut didominasi oleh kelas tubuh air sehingga menunjukkan bahwa sebagian besar area mangrove yang hilang pada periode 2022 hingga 2024 pada akhir periode penelitian teridentifikasi sebagai tubuh air. Temuan ini menggambarkan kondisi tutupan lahan akhir pada lokasi mangrove yang mengalami kehilangan, akan tetapi belum dapat digunakan untuk menyimpulkan penyebab utama perubahan tersebut karena penelitian ini tidak menganalisis faktor-faktor pengendali perubahan penggunaan lahan maupun dinamika proses pesisir secara langsung.

Menurut penelitian (Setyawan & Winarno, 2006), di pesisir Kabupaten Rembang faktor penyebab terbesar kerusakan ekosistem mangrove berupa pertambahan, penebangan pepohonan, reklamasi, dan sedimentasi serta pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perubahan area mangrove menjadi kelas tubuh air pada penelitian ini dapat menjadi indikasi adanya dinamika lingkungan pesisir, namun diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan data perubahan garis pantai, abrasi,

sedimentasi, maupun faktor antropogenik untuk memastikan penyebabnya. Selain itu, sejalan dengan penelitian (Safitri, et al., 2023), yang mengkaji perubahan luas dan kerapatan mangrove pesisir Kota Semarang tahun 2013 dan tahun 2022 menyatakan berkurangnya luas kerapatan ekosistem mangrove dipengaruhi oleh faktor alam seperti erosi serta faktor manusia akibat pembukaan lahan. Faktor tersebut mengindisasikan kondisi eksisting mangrove menjadi berkurang yang mana dapat mempengaruhi perubahan luas mangrove.

3.3 Menganalisis tingkat kerapatan mangrove secara spasio temporal tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang.

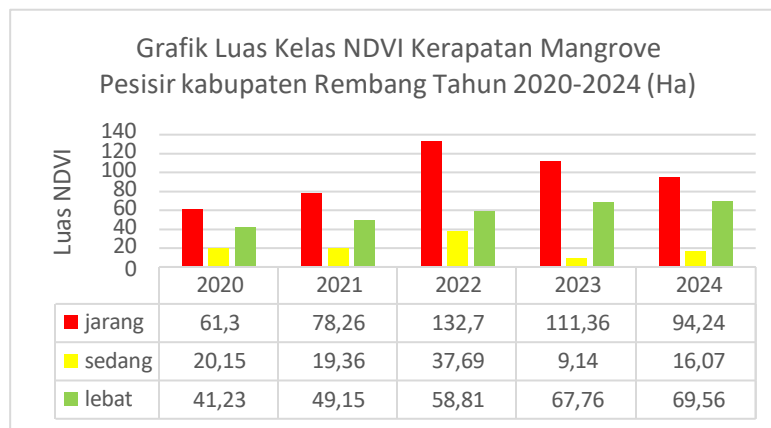
Tingkat kerapatan mangrove dapat diketahui dengan menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* yang memanfaatkan band pada citra. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan atau kesehatan vegetasi (Simarmata et al., 2021). Selain itu, *NDVI* adalah nilai atau indeks yang digunakan dalam menghitung kerapatan vegetasi termasuk mangrove dengan menghitung perbedaan antara panjang gelombang citra inframerah dekat yang dipantulkan oleh vegetasi dan panjang gelombang cahaya merah yang diserap oleh vegetasi yang mana memanfaatkan band citra band *NIR* (*Near Infrared* band 8) maupun *Red* band 4 (Fang & Liang, 2014 dalam Gessesse & Melesse, 2019). Berikut Peta Kerapatan Mangrove Kabupaten Rembang Tahun 2020-2024.



Gambar 3.3. Peta Kerapatan Mangrove Pesisir Kabupaten Rembang Tahun 2020-2024

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan gambar diatas interpretasi peta menunjukkan kerapatan mangrove di pesisir Kabupaten Rembang tahun 2020 hingga 2024 bervariasi tingkat kerapatan berdasarkan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* dan menyebar yang mana kelas jarang memiliki nilai *NDVI* rendah yang menunjukkan tutupan kanopi tidak terlalu rapat atau vegetasi mangrove mengalami gangguan, kelas sedang menunjukkan vegetasi mangrove dengan kondisi pertumbuhan yang cukup baik akan tetapi belum membentuk tajuk yang rapat, dan kelas lebat memiliki nilai *NDVI* tinggi yang menandakan kondisi vegetasi mangrove sehat dengan kanopi rapat. Berikut Grafik Luas Kelas *NDVI* Kerapatan Mangrove Pesisir Kabupaten Rembang Tahun 2020-2024.



Gambar 3.4. Grafik Luas Kelas NDVI Kerapatan Mangrove Pesisir Kabupaten Rembang Tahun 2020-2024.

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan grafik diatas, Tahun 2020 luas *NDVI* kerapatan mangrove kelas kerapatan jarang 61,3 ha, kelas sedang 20,15 ha, dan kelas kerapatan lebat sebesar 41,23 ha. Kelas kerapatan mangrove tahun 2021 terdapat perubahan kerapatan yang tergolong cukup signifikan yang mana kelas kerapatan jarang naik menjadi 78,26 ha dan kelas kerapatan lebat naik menjadi 49,15 ha sedangkan kelas kerapatan sedang mengalami penurunan menjadi 19,36 ha. Indeks kerapatan mangrove jarang mengalami kenaikan sebesar 16,96 ha, kelas kerapatan lebat mengalami lonjakan kenaikan sebesar 7,92 ha sedangkan kelas kerapatan sedang mengalami penurunan sebesar 0,79 ha. Selanjutnya tahun 2022 kelas kerapatan *NDVI* mangrove jarang mengalami kenaikan menjadi 132,7 ha, kelas sedang menjadi 37,69 ha, dan lebat menjadi 58,81 dari tahun sebelumnya. Kenaikan kelas kerapatan jarang sebesar 54,44 ha, sedang mengalami kenaikan 18,33 ha sedangkan lebat mengalami kenaikan sebesar 9,66 ha yang mana mengindikasikan kelas kerapatan jarang mengalami kenaikan signifikan dibandingkan kelas kerapatan lainnya.

Tahun 2023 kelas kerapatan *NDVI* mangrove kelas jarang dan sedang mengalami penurunan dari tahun sebelumnya yang mana kelas kerapatan jarang menjadi 111,36 ha, kelas kerapatan jarang menjadi 9,14 ha sedangkan kelas kerapatan *NDVI* mangrove lebat mengalami kenaikan menjadi 67,76 ha. Selisih penuruan kelas kerapatan jarang sebesar 21,34 ha sedangkan kelas kerapatan jarang penurunan signifikan sebesar 28,55 ha akan tetapi indeks kerapatan lebat mengalami kenaikan sebesar 8,95 ha yang diiringi dengan penurunan kelas kerapatan. Secara spasial, mangrove dengan kerapatan sedang hingga lebat cenderung terkonsentrasi di wilayah pesisir yang berbatasan langsung dengan perairan laut, terutama di Kecamatan Rembang dan sebagian Kaliori maupun lasem pada kategori lebat. Mangrove di wilayah pesisir yang mengalami tergenang oleh air menunjukkan adaptasi kuat dan yang tinggi terhadap kondisi genangan dapat mempengaruhi pola distribusi dan struktur vegetasi mangrove dibandingkan area yang lebih jarang terpengaruh pasang surut (Usman et al., 2023). Selanjutnya tahun 2024 mengalami dinamika perubahan luas pada masing-masing kelas

kerapatan yang mana beberapa wilayah mengindikasikan peningkatan kelas kerapatan lebat. Indeks kerapatan jarang mengalami penurunan menjadi 94,24 ha sedangkan indeks kerapatan sedang dan lebat mengalami kenaikan yang mana sedang menjadi 16,07 ha selanjutnya lebat menjadi 69,56 ha. Total penurunan luas indeks kerapatan jarang sebesar 17,15 ha sedangkan indeks kerapatan sedang mengalami kenaikan 6,93 dan lebat mengalami peningkatan sebesar 1,8 ha. Menurut penelitian (Giri et al., 2011), aktivitas manusia seperti konversi lahan mangrove menjadi tambak, pemukiman, maupun pembangunan wilayah pesisir yang mana kondisi tersebut menyebabkan kepadatan vegetasi menurun sehingga menghasilkan nilai *NDVI* yang rendah.

4 PENUTUP

4.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 4.2.1 Penelitian ini bertujuan menganalisis persebaran mangrove rentan waktu 5 tahun terakhir dari 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang. Berdasarkan hasil klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) *Random Forest* persebaran mangrove pesisir Kabupaten Rembang menyebar secara keseluruhan kecamatan pesisir Kabupaten Rembang Tahun 2020 hingga 2024 diantaranya Kecamatan Kaliori, Rembang, Lasem, Sluke, Kragan, dan Sarang dengan kategori *clustered* atau mengelompok. Hasil nilai uji akurasi citra sebesar nilai *accuracy* sebesar 0,94 dan kappa sebesar 0,82 serta perhitungan *kappa* validasi lapangan sebagai data pendukung dilakukan 2026 sebesar 0,85 yang mana nilai akurasi tersebut termasuk tinggi.
- 4.2.2 Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan luas mangrove secara spasio temporal dari tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang. Luas mangrove di kepepesisiran Kabupaten Rembang mengalami perubahan secara spasio temporal selama tahun 2020 hingga 2024. Luas mangrove meningkat dari 122,69 ha pada tahun 2020 menjadi 146,77 ha tahun 2021 dan mencapai luasan tertinggi sebesar 225,2 ha pada tahun 2022. Akan tetapi mengalami penurunan menjadi 188,26 ha pada tahun 2023 dan kembali menurun 179,87 ha pada tahun 2024.
- 4.2.3 Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kerapatan mangrove secara spasio temporal tahun 2020 hingga 2024 di Kabupaten Rembang. Tahun 2020 luas *NDVI* kerapatan mangrove kelas kerapatan jarang 61,3 ha, kelas sedang 20,15 ha, dan kelas kerapatan lebat sebesar 41,23 ha. Selanjutnya tahun 2021 kelas kerapatan mangrove jarang sebesar 78,26 ha, kelas kerapatan sedang 19,36 ha, dan lebat sebesar 49,15 ha. Tahun berikutnya yaitu tahun 2022 luas kelas *NDVI* kerapatan mangrove jarang sebesar 132,7 ha, kelas sedang 37,69 ha, lebat 58,81 ha sedangkan tahun selanjutnya 2023 kelas *NDVI* kerapatan mangrove jarang sebesar 111,36 ha, sedang 9,14, dan kelas lebat sebesar 67,76 ha. Tahun terakhir yaitu tahun 2024 kelas *NDVI* kerapatan mangrove jarang sebesar 94,24 ha, sedang 16,07 ha, dan kelas lebat sebesar 69,56 ha.

4.3 Saran

- 4.3.1 Berdasarkan hasil penelitian ini bagi penelitian selanjutnya mengembangkan metode analisis kerapatan mangrove selain *NDVI* seperti *EVI (Enhanced Vegetation Index)*, *MVI (Mangrove Vegetation Index)* maupun *AMMI (Automatic Mangrove Map and Index)*. Selanjutnya penggunaan citra resolusi spasial yang lebih tinggi seperti *UAV Drone* dapat dipertimbangkan memperoleh detail spasial yang lebih baik. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan pendekatan *time series analysis* berbasis *Google Earth Engine (GEE)* sebagai menganalisis dinamika perubahan mangrove secara berkelanjutan dan mendalam.
- 4.3.2 Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan pengelolaan pesisir terutama dalam menentukan prioritas rehabilitasi pada area mangrove secara berkala menggunakan citra atau penginderaan jauh. Selain itu, masyarakat pesisir diharapkan turut berperan aktif dalam menjaga kelestarian mangrove melalui pemanfaatan yang berkelanjutan dan berpartisipasi dalam kegiatan rehabilitasi sehingga kondisi eksisting mangrove tetap terjaga.

PERSANTUNAN

Terima kasih Orang Tua dan Adik telah mendukung penelitian ini hingga selesai. Tak lupa teman-teman terutama Mahby Solikh Al'Fatah serta Muhammad Zaky Nurhidayat membantu dalam validasi lapangan maupun memberikan dukungan selama kegiatan penelitian selesai. Terima Kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfan, A., Sanusi, W., & Rakib, M. (2023). Analisis Kerapatan Mangrove Menggunakan Metode NDVI di Kawasan Mangrove Untia Kota Makassar. *Enviromental Science*, 5(2), 126–133.
- Barati, S., Rayegani, B., Saati, M., Sharifi, A., & Nasri, M. (2011). Comparison the accuracies of different spectral indices for estimation of vegetation cover fraction in sparse vegetated areas. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 14(1), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2011.06.001>
- Belgiu, M., & Drăguț, L. (2016). Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, 24–31.
- Departemen Kehutanan. 2005. Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove. Direktorat Jenderal Rehabilitasilahan dan Perhutanan Sosial : Jakarta. Hal 46.
- Fang, H., & Liang, S. 2014. Leaf Area Index Models Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences: Elsevier.
- Febriarta, E., & Permata-, A. L. (2020). *Machine Translated by Google Analisis Spasial Distribusi Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 Oli di Badun Kabupaten dan Kota Denpasar , Provinsi*

Bali , Indonesia. 21–29. <https://doi.org/10.23917/forgo.v36i1.14711>

- Gessesse, A. A., & Melesse, A. M. 2019. Chapter 8 – Temporal relationships between time series CHIRPS-rainfall estimation and eMODIS-NDVI satellite images in Amhara Region, Ethiopia. In A. M. Melesse, W. Abtew, & G. Senay (Eds.), *Extreme Hydrology and Climate Variability* (pp. 81-92): Elsevier
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154–159.
- Huda, S., Auliya, P. K., Lu, C., Rochmah, N., Gresik, M., Java, E., Gresik, U. M., Java, E., Gresik, U. M., & Java, E. (2022). *Urgensi Pendidikan Ekologi melalui Muatan Lokal untuk Mendukung Tercapainya Penetapan Status Kawasan Ekosistem Esensial (KEE) Mangrove Ujungpangkah The Urgency of Ecological Education through Local Content in Supportting the Success of the Deployment of Essential Ecosystem Area Mangrove Ujungpangkah Status*. 7(1), 217–223.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., & Ferreira, L. G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83(1–2), 195–213.
- Husnayaen, H., Amela, P., Arini, D. P., & Putra, I. K. A. (2023). Pemetaan Sebaran Dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Machine Learning Pada Google Earth Engine Dan Sistem Informasi Geografi Di Pulau Bali. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(1), 266–277. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i1.474>
- Kurniawansyah, A. (2023). *Machine Translated by Google Kesesuaian Kawasan Wisata Mangrove di Kabupaten Cilamaya Wetan , Karawang Regency Machine Translated by Google*. Cc, 10–23. <https://doi.org/10.23917/forgo.v37i1.19852>
- Lokanantha, D. A. (2020). Aplikasi data Landsat untuk deteksi perubahan lahan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Rembang (1994–2019), Universitas Gadjah Mada.
- Novianti, Ti. C., Tridawati, A., & Samri, A. S. (2024). ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TAHUN 2013-2022 DI KOTA SEMARANG MENGGUNAKAN GOOGLE EARTH ENGINE. *Jurnal Tekno Global*, 13(01), 21–27.
- Nuryanti, N., Tanesib, J. L., & Warsito, A. (2018). Pemetaan daerah rawan banjir dengan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 73–79. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i1.604>

- Pemerintah Desa Tireman. (2022). KEE (Kawasan Ekosistem Esensial) Desa Tireman. [online], dari: <https://www.tireman-rembang.desa.id/artikel/2022/3/23/kee-kawasan-ekosistem-essensial-desa-tireman> [diakses 22 Juni 2025].
- Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rembang Tahun 2023-2043.
- Rizqi, M., Nurrani, I. R., & Wibowo, A. A. (2024). *Analisis Spasial Dan Pengelolaan Ekowisata Hutan Mangrove Di Desa Pasarbanggi Kabupaten Rembang*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Safitri, F., Adrianto, L., & Nurjaya, I. W. (2023). Pemetaan kerapatan ekosistem mangrove menggunakan analisis normalized difference vegetation index di pesisir Kota Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(2), 399-406. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i2.18173>
- Saputro, D. A., Purwanti, F., & Rudiyaniti, S. (2019). Kondisi Wisata Mangrove Di Desa Pasar Banggi, Kabupaten Rembang Mangrove Tourism Conditions in Pasar Banggi Village, Rembang Regency. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 8(3), 221–225. <https://doi.org/10.14710/marj.v8i3.24259>
- SETYAWAN, A. D., & WINARNO, K. (2006). Conservation problems of mangrove ecosystem in coastal area of Rembang Regency, Central Java. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(2), 159–163. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d070214>
- Simarmata, N., Wikantika, K., Tarigan, T. A., Aldyansyah, M., Tohir, R. K., Fauziah, A., & Purnama, Y. (2021). Analisis Transformasi Indeks NDVI, NDWI dan SAVI untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Sentinel di Pesisir Timur Provinsi Lampung. *JURNAL GEOGRAFI Geografi Dan Pengajarannya*, 19(2), 69–79. <https://doi.org/10.26740/jggp.v19n2.p69-79>
- Soeprbowati, T. R. (2020). Pengelolaan ekosistem mangrove Desa Pasarbanggi Rembang menuju desa ekowisata. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat UNDIP 2020*, 1(1).
- Usman, U., Hilmi, E., & Iqbal, A. (2023). The distribution of mangrove area, mangrove density, and species diversity on the North Coast of Jakarta. *Omni-Akuatika*, 19(1), 88-104.