

Efektifitas Identifikasi Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Landsat-8 di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur

Effectiveness of Identifying Mangrove Cover Change Using Landsat-8 Imagery in Labuhan Maringgai District, East Lampung

Annisa Tias Pratama¹, Wiji Prasetyo², Budhi Agung Prasetyo¹

¹Program Studi Sains Lingkungan Kelautan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

²Pusat Riset Geoinformatika, BRIN, Cibinong, Indonesia

Email Korespondensi: wiji.prasetyo@gmail.com

Received: 20/05/2024 | Revised: 27/09/2024 | Accepted: 11/02/2025

DOI: <https://dx.doi.org/10.31314/jsig.v8i1.3067>

Abstract - Mangrove forests play a crucial role in protecting coastlines, reducing CO₂, and serving as natural resources. However, the growth of mangroves continues to decline due to human activities, necessitating studies to monitor mangrove coverage both directly and indirectly. This research aims to assess the effectiveness of identifying changes in mangrove coverage in Labuhan Maringgai District, East Lampung. The data used is Landsat-8 satellite imagery from the years 2019-2023. The method employed involves NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and EVI (Enhanced Vegetation Index) algorithms followed by random forest classification to determine mangrove and non-mangrove areas. Accuracy testing uses a confusion matrix with overall accuracy values and Kappa coefficient. In addition, the t-test was used to determine the effectiveness between the NDVI and EVI algorithms. The analysis results indicate a change in the area of mangrove coverage with annual increases in Labuhan Maringgai District. Sequentially from 2019 to 2023, using the NDVI algorithm showed values of 19%, 6%, 13%, and 7%, while the EVI algorithm showed values of 25%, 5%, 11%, and 8%. The accuracy test results produced have the highest average effectiveness in the NDVI algorithm with an overall accuracy of 95.4% and a Kappa coefficient of 0.87 compared to the EVI algorithm with an overall accuracy of 91.4% and a Kappa coefficient of 0.82. On the other hand t-test results indicate that utilize of the NDVI algorithm is more effective than EVI, with the correction value for the NDVI algorithm being 0.0077 compared to the correction value for the EVI algorithm being 0.1664.

Keywords: EVI; Landsat-8; NDVI; Mangrove Cover

Abstrak – Hutan mangrove berperan penting dalam melindungi pesisir, mengurangi CO₂, dan sebagai sumber daya alam. Namun, pertumbuhan mangrove terus menurun karena aktivitas manusia, oleh karenanya diperlukan kajian untuk memantau tutupan mangrove baik secara langsung ataupun tidak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas identifikasi perubahan tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur. Data yang digunakan adalah citra satelit Landsat-8 dalam rentang tahun 2019-2023. Metode yang digunakan dengan pendekatan algoritma NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dan EVI (Enhanced Vegetation Index) yang selanjutnya dilakukan klasifikasi *random forest* untuk menentukan mangrove dan non mangrove. Uji akurasi menggunakan confusion matriks dengan nilai *overall accuracy* dan koefisien *Kappa*. Selain itu uji *t* digunakan untuk menentukan keefektifan antara algoritma NDVI dan EVI. Hasil analisis menunjukkan terjadi perubahan luas tutupan mangrove berupa penambahan setiap tahunnya di Kecamatan Labuhan Maringgai. Secara berurutan dalam rentang tahun 2019-2023 menggunakan algoritma NDVI sebesar 19%, 6%, 13%, dan 7%, sedangkan algoitma EVI sebesar 25%, 5%, 11%, dan 8%. Hasil uji akurasi yang dihasilkan memiliki rata-rata efektifitas tertinggi pada algoritma NDVI dengan *overall accuracy* sebesar 95,4% dan koefisien *Kappa* sebesar 0,87 dibanding algoritma EVI dengan *overall accuracy* sebesar 91,4% dan koefisien *Kappa* sebesar 0,82. Uji *t* berpasangan menunjukkan bahwa penggunaan algoritma NDVI lebih efektif dibandingkan EVI dengan nilai koreksi algoritma NDVI sebesar 0,0077 dibandingkan nilai koreksi pada algoritma EVI sebesar 0,1664.

Kata kunci: EVI; Landsat-8; NDVI; Tutupan Mangrove



PENDAHULUAN

Indonesia dikenal memiliki ekosistem wilayah pesisir yang kaya sumber daya alam (Qamal, 2019). Hutan mangrove sebagai salah satu komponen dalam ekosistem pesisir memiliki banyak keunggulan dan berperan penting dalam melindungi pesisir dari erosi, menjaga fungsi hidrolisis, menjaga stabilitas garis pantai, berperan dalam sedimentasi pantai, sumber organik, dan dapat menjadi sarana pendidikan dan rekreasi (Rusita et al., 2016; Hartati et al., 2021). Ekosistem mangrove juga berperan sebagai penyerap dan penyimpan karbon di atmosfer serta memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang lebih besar dari sebagian besar hutan hujan tropis sehingga kerusakan pada hutan mangrove akan mengurangi kemampuannya secara alami dalam menyerap dan menyimpan karbon (Salsabilli et al., 2021; Suardana et al., 2023).

Alih fungsi hutan mangrove menjadi kawasan non mangrove seperti pemukiman dan tambak serta eksploitasi hasil mangrove secara berlebihan turut berkontribusi dalam mengurangi jumlah kawasan hutan mangrove (Syamsu et al., 2018). Oleh karenanya data dan informasi mengenai kondisi mangrove dari berbagai kawasan di Indonesia perlu dikaji untuk keperluan pengelolaan mangrove yang berkelanjutan, sehingga fungsi ekologisnya dapat tetap terjaga dan secara ekonomi dapat membantu masyarakat sekitar (Hartati et al., 2021).

Informasi kondisi mangrove secara *near real time* dapat dipantau melalui teknologi penginderaan jauh yang memiliki keunggulan perekaman data, cepat dalam memberikan informasi dengan area liputan tertentu serta mampu mendeteksi perubahan ekosistem secara berulang dan berkelanjutan (Salsabilli et al., 2021; Suardana et al., 2023). Data Landsat-8 sebagai salah satu data penginderaan jauh yang banyak digunakan dalam memetakan distribusi mangrove secara spasial dan temporal dapat memberikan informasi mengenai kondisi mangrove melalui ekstraksi nilai spektral dengan memanfaatkan spektrum tampak dan inframerah dekat (Hamuna et al., 2018; Putra et al., 2022). Hal demikian dikarenakan lokasi hutan mangrove yang terletak pada wilayah peralihan darat dan laut akan memberikan ciri khas yang berbeda dari tumbuhan daratan lainnya (Tablaseray et al., 2018).

Penelitian dan pemantauan kerapatan vegetasi seperti mangrove dapat dilakukan melalui interpretasi data citra dengan memanfaatkan beragam indeks vegetasi (Suardana et al., 2023). Dengan memanfaatkan algoritma *NDVI*, tingkat kehijauan tanaman dapat digambarkan berdasarkan data pantulan dari kanal merah dan inframerah dekat pada vegetasi, sehingga wilayah dengan vegetasi yang rapat akan menunjukkan nilai *NDVI* yang tinggi (Hardianto et al., 2021). Algoritma *EVI* dapat juga dimanfaatkan karena lebih sensitif dan akurat dalam menghitung indeks vegetasi, yang juga memperhitungkan radiasi penyinaran dan pengaruh aerosol, sehingga mampu memberikan estimasi yang lebih tepat terkait aktivitas fotosintesis dan kondisi vegetasi. (Vermote et al., 2016; Jarchow et al., 2018).

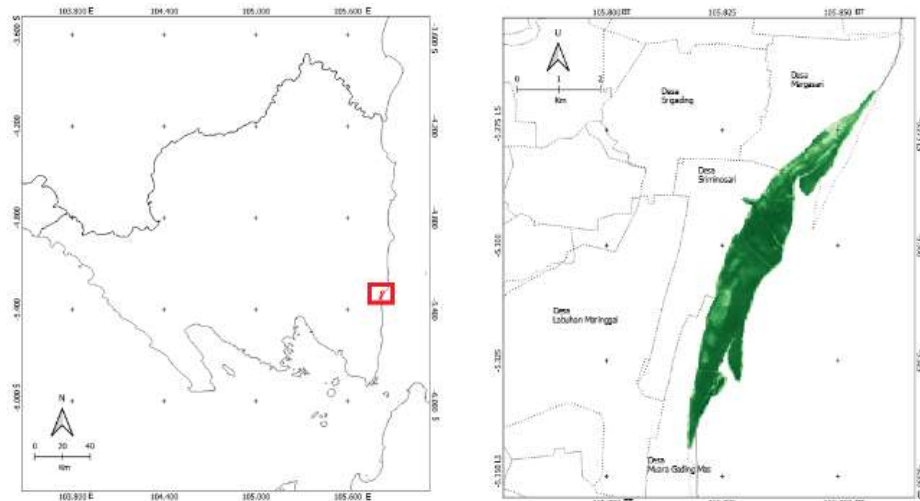
Penelitian sebelumnya dengan memanfaatkan indeks *NDVI* dan *EVI* digunakan untuk analisis perubahan luas dan kerapatan hutan (Lonita et al., 2015), estimasi stock karbon (Situmorang & Sugianto, 2016), dan perubahan konversi lahan (Yudistira et al., 2019), dimana penelitian tersebut menekankan pada hutan secara umum. Oleh karenanya penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan efektifitas pemanfaatan indeks *NDVI* dan indeks *EVI* dalam memantau tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur dengan memanfaatkan data Landsat-8.

Data Landsat-8 digunakan karena memiliki keandalan resolusi temporal tinggi, mudah diakses, dan memiliki level data yang layak secara ilmiah (Crawford et al., 2023). Sedangkan Kecamatan Labuhan Maringgai dipilih karena kemudahan akses dan merupakan kecamatan yang menggalakkan program ekowisata mangrove (Hartati et al., 2021) sehingga diperlukan kegiatan monitoring untuk memantau perubahan kondisi tutupan mangrovenya (Wilujeng et al., 2022).

METODE DAN DATA

Lokasi Penelitian

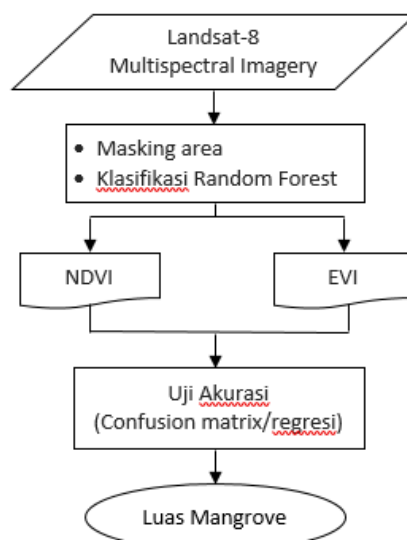
Secara geografis, lokasi penelitian berada di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung (Gambar 1). Pada lokasi ini diketahui memiliki 3 jenis spesies mangrove seperti *Avicennia marina*, *Avicennia alba* dan *Rhizophora apiculata* (Yanti, 2021).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian: (a) Lokasi geografis Kecamatan Labuhan Maringgai di Provinsi Lampung, (b) Lokasi penelitian dengan tutupan mangrove hasil ekstraksi data Landsat-8 (Sumber: data diolah, 2023)

Alur Penelitian

Tahapan dimulai dengan pengumpulan data Citra Landsat 8 dengan tahun perekaman 2019-2023, kemudian dilakukan *masking area* yang bertujuan untuk memfokuskan ke daerah kajian saja. Untuk mengetahui tutupan vegetasi mangrove dilakukan perhitungan algoritma *NDVI* dan *EVI*, selanjutnya dilakukan pengklasifikasian menggunakan klasifikasi *Random Forest* yang bertujuan untuk memisahkan antara vegetasi *mangrove* dan non *mangrove*. Kemudian dilakukan uji akurasi melalui pendekatan nilai koefisien *Kappa* yang bertujuan untuk menentukan keakuratan hasil pengolahan. Detail alur penelitian pemanfaatan data Landsat-8 yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan secara skematik pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data citra satelit Landsat-8 perekaman tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 (Tabel 1) yang diperoleh melalui *United States Geological Survey* (USGS) pada laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data tersebut berada pada Level 2 yang berarti telah memenuhi batasan sudut zenith matahari kurang dari 76° termasuk input data tambahan seperti suhu permukaan, reflektansi permukaan, dan koreksi atmosfer yang diperlukan dalam menghasilkan produk yang layak secara ilmiah (Crawford et al., 2023).

Tabel 1. Data Citra Landsat-8 yang digunakan

No	Product ID	Tanggal Perekaman
1	LC08_L2SP_123064_20190801_20200827_02_T1	27/8/20
2	LC08_L2SP_123064_20200718_20200911_02_T1	11/9/20
3	LC08_L2SP_123064_20210331_20210409_02_T1	9/4/21
4	LC09_L2SP_123064_20220411_20230422_02_T1	22/4/23
5	LC09_L2SP_123064_20230703_20230705_02_T1	5/7/23

Sumber: www.earthexplorer.usgs.gov

Proses dan Klasifikasi Data

Pengklasifikasian mangrove dan non-mangrove dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS dan ArcGIS. Selanjutnya dilakukan seleksi spesifik *area of interest* (AOI) ekosistem mangrove dengan melakukan masking menggunakan parameter batas administrasi. Kemudian klasifikasi *Random Forest* (RF) digunakan untuk mengkategorikan lokasi penelitian menjadi dua tutupan lahan yang berbeda (mangrove dan non-mangrove) melalui observasi visual citra *false color* (NIR, SWIR, Red). Algoritma RF digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi hasil masalah klasifikasi (Rodriguez-Galiano et al., 2012; Suardana et al., 2023).

Pendekatan spasial diwujudkan melalui algoritma *normalized difference vegetation index* (NDVI) dan algoritma *enhanced vegetation index* (EVI). Algoritma NDVI dipilih karena dapat memperkirakan indeks vegetasi secara spasial dengan sederhana dan paling umum digunakan (Abutaleb et al., 2021; Martinez & Labib, 2023). Indeks vegetasi NDVI dihitung dengan persamaan:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (1)$$

Algoritma EVI digunakan untuk menghitung nilai indeks vegetasi secara lebih sensitif dan akurat karena memperhitungkan pengaruh aerosol dan penyinaran, sehingga dapat memberikan estimasi yang lebih akurat mengenai aktivitas fotosintesis dan kondisi vegetasinya (Jarchow et al., 2018; Vermote et al., 2016). Indeks vegetasi EVI dihitung melalui persamaan:

$$EVI = \frac{G \times (NIR - Red)}{(NIR + C1 \times Red - C2 \times Blue + L)} \quad (2)$$

dimana $C1$ dan $C2$ merupakan faktor untuk pembobotan yang mengatasi aerosol ($C1$ bernilai 6 dan $C2$ bernilai 7,5); L adalah faktor kalibrasi untuk efek kanopi dan tanah (bernilai 1), dan G merupakan faktor skala (bernilai 2,5).

Klasifikasi *Random Forest* (RF) digunakan untuk mengkategorikan lokasi penelitian menjadi dua tutupan lahan yang berbeda (mangrove dan non-mangrove) melalui observasi visual citra *false color* (NIR, SWIR1, Red), karena urutan kombinasi *false color* tersebut secara efektif dapat membedakan antara mangrove dan non mangrove (Prasetyo et al., 2023). Dalam penerapannya, algoritma RF dilatih menggunakan jumlah sampel yang seimbang, dengan total 40 sampel untuk mangrove dan 40 sampel untuk non mangrove. Sedangkan Algoritma RF digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi hasil masalah klasifikasi (Rodriguez-Galiano et al., 2012; Suardana et al., 2023).

Uji Akurasi

Uji akurasi didahului dengan membuat beberapa titik sebaran yang merata pada lokasi kajian. Dalam penerapannya, akurasi dibandingkan menggunakan 45 titik untuk mangrove dan 58 titik untuk non mangrove. Titik ini digunakan untuk membandingkan hasil klasifikasi NDVI dan EVI dengan kondisi sebenarnya secara regresi (Jarchow et al., 2018; Prasetyo et al., 2023). Data pendukung yang digunakan untuk uji akurasi adalah citra *google earth* dengan tahun yang sama atau mendekati dengan citra yang dipakai dalam kajian.

Koefisien *Kappa* digunakan dalam analisis untuk menilai kekuatan hubungan nilai indeks reflektansi citra satelit (Abutaleb et al., 2021). Analisis koefisien *Kappa* digunakan untuk mengetahui konsistensi metode dalam menilai indeks reflektansi citra satelit yang digunakan, dengan rentang nilai -1 sampai dengan 1, semakin besar nilai *Kappa* akan menunjukkan konsistensi yang baik. Nilai koefisien *Kappa* dihitung melalui persamaan:

$$Kappa = \frac{Observed\ Accuracy - Chance\ Agreement}{1 - Chance\ Agreement} \quad (3)$$

$$Chance\ Agreement = \frac{\frac{(cm^1 \times rm^1)}{n} + \frac{(cm^2 \times rm^2)}{n}}{n} \quad (4)$$

dengan cm^1 mewakili kolom 1, cm^2 mewakili kolom 2, rm^1 mewakili baris 1, rm^2 mewakili baris 2, dan n mewakili jumlah pengamatan.

Uji t

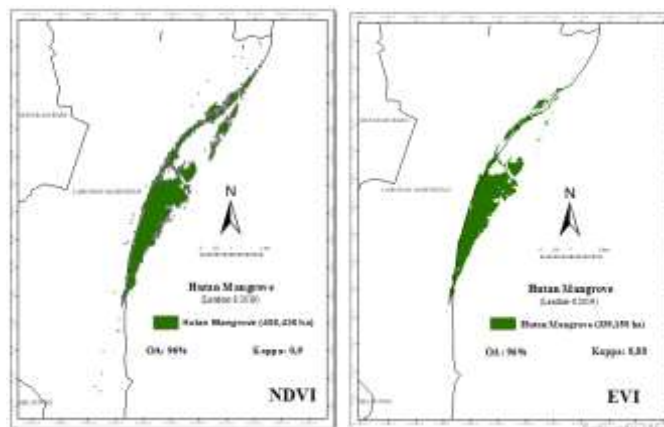
Uji *t* adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran hipotesis yang diajukan dalam membedakan rata-rata dua kelompok. Uji ini membantu dalam menentukan apakah perbedaan yang diamati antara dua kelompok atau lebih disebabkan oleh variabel yang diuji, atau hanya kebetulan semata. Dalam penerapannya dilakukan pengujian antara *NDVI* dan *EVI*. Dilakukan perbandingan antara t_{hitung} dan t_{tabel} . Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka variabel yang di uji tidak berpengaruh. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka variabel yang di uji berpengaruh (Lonita, et al., 2015; Suwastika, 2018; Prihanto et al., 2023). T_{tabel} didapat dengan jumlah sampel-1 ($n-1$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi dan Ekstraksi Mangrove Metode *NDVI* dan *EVI* Tahun 2019-2023

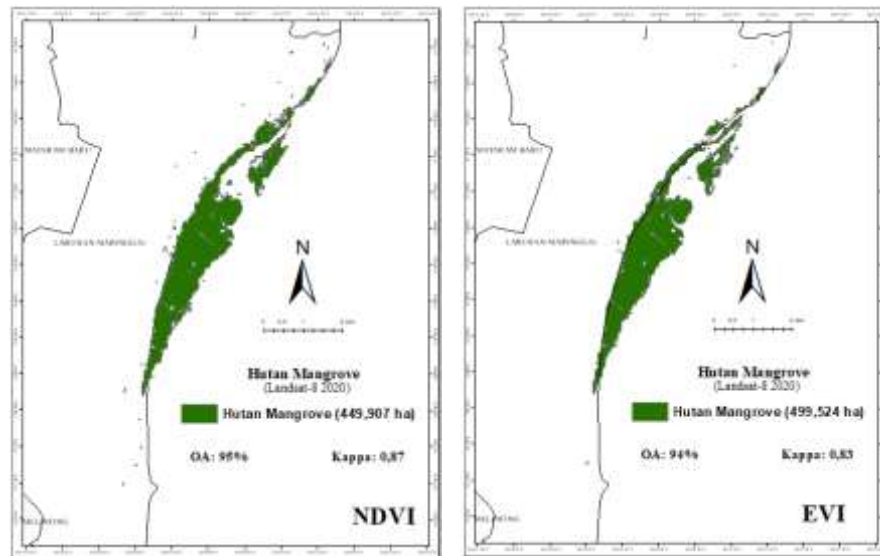
Lokasi penelitian berada di pesisir Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur. Objek mangrove dan *non* mangrove dapat dideteksi melalui kanal kanal merah dan infra-merah dekat (*Near Infra Red/NIR*) dikarenakan kedua kanal tersebut sensitif terhadap kehijauan vegetasi, sedangkan kanal biru digunakan sebagai faktor koreksi terhadap kondisi atmosfer (Vermote et al., 2016). Terdapat dua kelas klasifikasi yang digunakan yaitu mangrove dan *non* mangrove. Mangrove ditandai dengan warna hijau dan *non* mangrove berwarna putih. Klasifikasi dilakukan menggunakan pendekatan *Random Forest* (RF). Hasil klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 3-7.

Hasil penelitian menunjukkan terjadinya perubahan luasan tutupan mangrove di wilayah kajian dalam rentang tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Perubahan luasan dimaksud adalah bertambahnya luas tutupan mangrove dengan perubahan utamanya berada pada sisi Utara-Timur Laur dan sisi Selatan-Tenggara sebagaimana tampak pada Gambar 3-7. Bertambahnya luas tutupan mangrove tersebut karena Kecamatan Labuhan Maringgai secara khusus mengembangkan ekowisata mangrove sebagai daya tarik wisatanya disamping program penanaman kembali (Hartati et al., 2021). Luas tutupan mangrove pada tahun 2019 dengan *NDVI* seluas 406,436 ha sedangkan dengan *EVI* seluas 338,150 ha (Gambar 3).



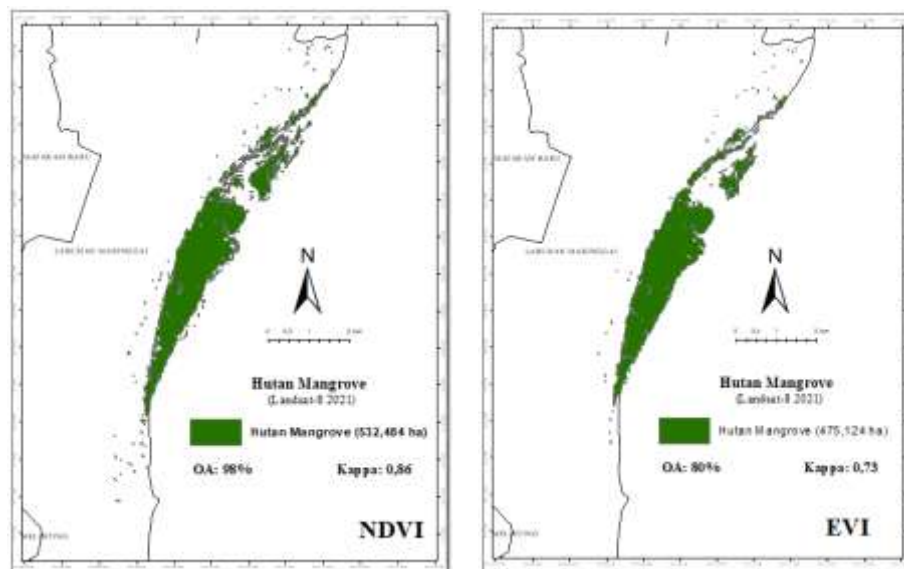
Gambar 3. Tutupan mangrove tahun 2019 di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur

Luas tutupan mangrove pada tahun 2020 memiliki luasan 499,524 ha menggunakan *NDVI* dan 419,907 ha menggunakan *EVI* (Gambar 4), hal tersebut menunjukkan terdapat penambahan luas tutupan mangrove dibandingkan tahun 2019.



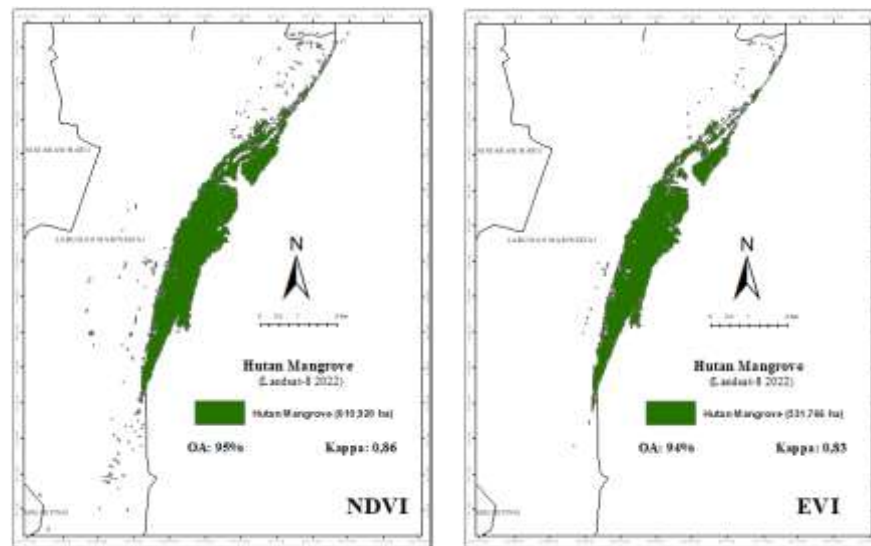
Gambar 4. Tutupan mangrove tahun 2020 di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur

Data pada tahun 2021 menunjukkan luasan 432,494 ha menggunakan *NDVI* dan seluas 475,124 ha menggunakan *EVI* (Gambar 5), hal ini menunjukkan kembali terjadinya penambahan luas tutupan mangrove dibandingkan tahun 2020.



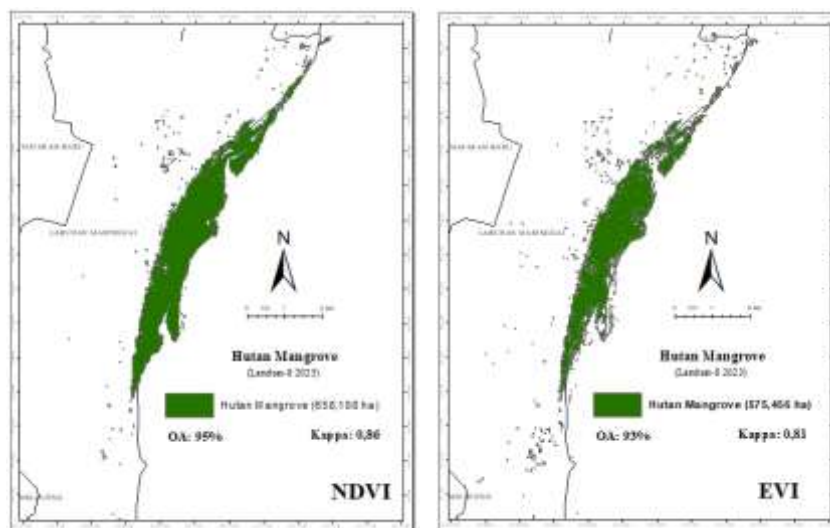
Gambar 5. Tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur

Hasil luasan tutupan mangrove pada tahun 2022 didapatkan luas 610,920 ha menggunakan *NDVI* dan seluas 531,766 ha menggunakan *EVI* (Gambar 6), hal ini menunjukkan terjadinya penambahan tutupan mangrove dibandingkan tahun 2021.



Gambar 6. Tutupan mangrove tahun 2022 di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur

Pada tahun 2023 diketahui luas tutupan mangrove sebesar 658,108 ha menggunakan *NDVI* dan sebesar 575,456 ha menggunakan *EVI* (Gambar 7), hal ini menunjukkan kembali terjadinya penambahan tutupan mangrove dibandingkan tahun 2022.



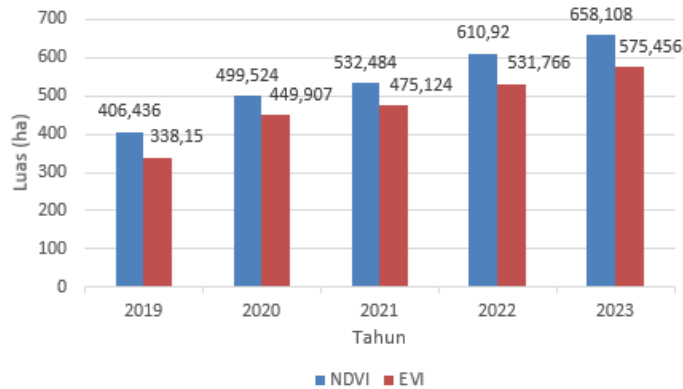
Gambar 7. Tutupan mangrove tahun 2023 di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur

Perbandingan perubahan luas vegetasi mangrove dapat dilihat pada Tabel 2. Grafik penambahan luas vegetasi mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai tahun 2019 sampai 2023 pada algoritma *NDVI* dan *EVI* terlihat terjadi kenaikan luasan vegetasi mangrove (Gambar 8). Perubahan luas tutupan mangrove pada berbagai lokasi dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan aktivitas manusia seperti penanaman kembali dan alih fungsi lahan (Wilujeng et al., 2022).

Tabel 2. Perubahan luas tutupan mangrove (2019-2023)

Tahun	Luas (ha)		Perubahan (ha)		Perubahan (%)	
	<i>NDVI</i>	<i>EVI</i>	<i>NDVI</i>	<i>EVI</i>	<i>NDVI</i>	<i>EVI</i>
2019	406,436	338,150				
2020	499,524	449,907	+93,088	+111,757	19	25
2021	532,484	475,124	+32,960	+25,217	6	5
2022	610,920	531,766	+78,436	+56,642	13	11
2023	658,108	575,456	+47,188	+43,69	7	8

Sumber: Data diolah (2023)



Gambar 8. Grafik Perubahan Luas Mangrove (2019-2023)

Penambahan luas tutupan mangrove Kecamatan Labuhan Maringgai juga didukung melalui kegiatan karang taruna dalam melakukan penanaman mangrove yang bertujuan untuk melakukan upaya penyelamatan lingkungan sehingga berdampak baik pada kondisi sosial dan perekonomian masyarakat setempat disamping dimanfaatkan dalam mengembangkan obyek wisata alam sekaligus wahana pendidikan, dan sebagai mata pencarian bagi masyarakat sekitar (Rinnanik & Mustofa, 2021). Sedangkan berdasarkan tingkat partisipatif masyarakat di Kecamatan Labuhan Maringgai masuk ke dalam kategori sedang, yang berarti sebagian besar masyarakat ikut berperan aktif dalam program penanaman mangrove sehingga berdampak pada bertambahnya luasan mangrove (Amelia et al., 2020).

Tingkat Akurasi Pengolahan Data Landsat-8

Tingkat akurasi tutupan mangrove diuji berdasarkan indeks *Kappa* (Abutaleb et al., 2021) dan uji *t* (Prihanto et al., 2023). Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui hasil uji akurasi menggunakan algoritma *NDVI* pada tahun 2019 sampai tahun 2023. Nilai *overall accuracy* tertinggi terdapat pada tahun 2019 dan tahun 2021 sebesar 96% dan *Kappa accuracy* tertinggi sebesar 0,90 pada tahun 2019. Pada sisi lain didapatkan *overall accuracy* terendah sebesar 95% pada tahun 2020, 2022, dan 2023 serta *Kappa accuracy* terendah sebesar 0,86 pada tahun 2021, 2022, dan 2023.

Tabel 3. Hasil uji akurasi algoritma *NDVI*

Tahun	User Accuracy	Producer Accuracy	Overall Accuracy	Kappa Accuracy
2019	99%	86%	96%	0,90
2020	98%	83%	95%	0,87
2021	99%	98%	96%	0,86
2022	97%	84%	95%	0,86
2023	97%	83%	95%	0,86
Rerata	98%	86,8%	95,4%	0,87

Sumber: Data diolah (2023)

Informasi yang didapatkan melalui algoritma *EVI* disajikan pada Tabel 4. diketahui hasil uji akurasi pada tahun 2019 sampai tahun 2023 memiliki *overall accuracy* tertinggi pada tahun 2019 sebesar 96% dan *Kappa accuracy* tertinggi sebesar 0,88. Sedangkan *overall accuracy* terendah terjadi pada tahun 2021 sebesar 80% dengan *Kappa accuracy* sebesar 0,73.

Tabel 4. Hasil uji akurasi algoritma *EVI*

Tahun	User Accuracy	Producer Accuracy	Overall Accuracy	Kappa Accuracy
2019	97%	87%	96%	0,88
2020	95%	81%	94%	0,83
2021	85%	69%	80%	0,73
2022	94%	83%	94%	0,83
2023	92%	80%	93%	0,81
Rerata	92,6%	80%	91,4%	0,82

Sumber: Data diolah (2023)

Mempertimbangkan bahwa rerata nilai *overall accuracy* dan indeks *Kappa* antara algoritma *NDVI* dan *EVI* lebih besar dari 80% memiliki makna bahwa pemanfaatan data citra Landsat-8 dalam pemantauan sumberdaya alam khususnya ekosistem mangrove dalam kondisi layak (Prasetyo et al., 2023) dan mengindikasikan bahwa teknik klasifikasi citra sangat baik untuk dijadikan alternatif pemetaan mangrove (Alimudi et al., 2018). Mengenai terjadinya perbedaan nilai uji akurasi untuk setiap tahunnya dikarenakan kondisi sangat dinamis pada daerah penelitian sehingga dibutuhkan sebaran sampel yang lebih banyak dan lebih merata (Hafizt et al., 2017).

Hasil uji *signifikansi* antara algoritma *NDVI* dan *EVI* disajikan pada Tabel 5. Pada tabel terlihat bahwa nilai *mean* untuk *NDVI* lebih besar dari *EVI*. Berdasarkan hasil *mean* tersebut dapat disimpulkan bahwa algoritma *NDVI* lebih efektif dibandingkan algoritma *EVI* dalam memantau tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai.

Tabel 5. Hasil uji signifikansi *NDVI* dan *EVI*

		Mean	N	Std. DEVIation	Std. Error Mean
Pair 1	<i>NDVI</i>	.8700	5	.0173	.0077
	<i>EVI</i>	.6714	5	.3722	.1664

Sumber: Data diolah (2023)

Didukung dengan nilai koreksi algoritma *NDVI* sebesar 0,0077 dibandingkan nilai koreksi pada algoritma *EVI* sebesar 0,166 yang menguatkan bahwa algoritma *NDVI* lebih efektif dibandingkan algoritma *EVI*. Hal ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya bahwa hasil yang ditunjukkan melalui algoritma *NDVI* dan *EVI* akan berbeda secara signifikan, dimana algoritma *NDVI* akan memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan algoritma *EVI* (Lonita et al., 2015). Adapun Nilai Signifikan yang dihasilkan lebih kecil dari T_{tabel} ($0,522 < 2,132$), sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua algoritma transformasi citra tidak berpengaruh satu sama lain, hal tersebut disebabkan oleh variabel yang diuji menunjukkan perbedaan (Suwastika, 2018).

Keandalan *NDVI* yang dapat mengetahui tingkat kerapatan mangrove secara jelas membantu dalam proses identifikasi mangrove (Hamuna et al., 2018), hal ini karena rasio pemantulan kanal merah dan inframerah cukup sensitif terhadap klorofil vegetasi dan biomassa sehingga memberikan ciri khas untuk membedakan khususnya antara mangrove dengan vegetasi lainnya (Tablaseray et al., 2018; Hardianto et al., 2021). Disisi lain algoritma *EVI* menambahkan kanal biru yang dapat meningkatkan sensitifitas permukaan dan kanopi sehingga lebih cocok untuk menentukan variasi kerapatan kanopi vegetasi (Lonita et al., 2015; Jarchow et al., 2018). Karena penelitian ini menekankan pada identifikasi dan pemantauan tutupan mangrove maka algoritma *NDVI* dapat secara efektif digunakan dan memberikan hasil yang cukup baik.

KESIMPULAN

Tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur pada tahun 2019 hingga tahun 2023 senantiasa mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Hal ini dibuktikan melalui pemanfaatan algoritma *NDVI* dan *EVI* pada data Landsat-8 bahwa tutupan mangrove mengalami kenaikan pada setiap tahunnya. Nilai luasan hutan mangrove terkecil pada tahun 2019 dan terluas pada tahun 2023. Hasil uji akurasi yang dihasilkan memiliki rata-rata efektifitas tertinggi pada algoritma *NDVI* dengan *overall accuracy* sebesar 95,4% dan koefisien *Kappa* sebesar 0,87, dibanding algoritma *EVI* dengan *overall accuracy* sebesar 91,4% koefisien *Kappa* sebesar 0,82. Uji t berpasangan antara algoritma *NDVI* dan *EVI* menunjukkan bahwa penggunaan algoritma *NDVI* lebih efektif dibandingkan *EVI* dengan nilai koreksi algoritma *NDVI* sebesar 0,0077 dibandingkan nilai koreksi pada algoritma *EVI* sebesar 0,1664. Sedangkan melalui hasil uji signifikan menunjukkan bahwa kedua algoritma transformasi citra tidak berpengaruh satu sama lain dikarenakan variabel yang diuji menunjukkan perbedaan. Diperlukan data validasi dan verifikasi lapangan untuk memastikan akurasi tutupan mangrove di lokasi penelitian, sehingga hasilnya dapat mencerminkan kondisi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Abutaleb, K., Freddy Mudede, M., Nkongolo, N., & Newete, S. W. (2021). Estimating urban greenness index using remote sensing data: A case study of an affluent vs poor suburbs in the city of Johannesburg. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2020.07.002>
- Alimudi, S., Susilo, S. B., & Panjaitan, J. P. (2018). Deteksi Perubahan Luasan Mangrove Menggunakan Citra Landsat Berdasarkan Metode Obia Di Teluk Valentine Pulau Buano. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 8(2), 139–146. <https://doi.org/10.24319/jtpk.8.139-146>
- Amelia, S., Nurmayasari, I., & Viantimala, B. (2020). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Partisipasi Masyarakat Dalam Program Lampung Mangrove Center (Lmc) Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 8(2), 218. <https://doi.org/10.23960/jiia.v8i2.4056>
- Crawford, C. J., Roy, D. P., Arab, S., Barnes, C., Vermote, E., Hulley, G., Gerace, A., Choate, M., Engebretson, C., MicijEVic, E., Schmidt, G., Anderson, C., Anderson, M., Bouchard, M., Cook, B., Dittmeier, R., Howard, D., Jenkerson, C., Kim, M., ... Zahn, S. (2023). The 50-year Landsat collection 2 archive. *Science of Remote Sensing*, 8(July), 100103. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2023.100103>
- Hafizt, M., Iswaril, M. Y., & Prayudha, B. (2017). Kajian Metode Klasifikasi Citra Landsat-8 untuk Pemetaan Habitat Bentik di Kepulauan Padaido, Papua. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i1.69>
- Hamuna, B., Sari, A. N., & Megawati, R. (2018). Kondisi Hutan Mangrove di Kawasan Taman Wisata Alam Teluk Youtefa, Kota Jayapura. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(2), 75–83. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.2.611>
- Hardianto, A., Dewi, P. U., Feriansyah, T., Sari, N. F. S., & Rifiana, N. S. (2021). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung). *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 2(1), 8–15. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i1.38>
- Hartati, F., Qurniati, R., Febryano, I. G., & Duryat. (2021). Nilai Ekonomi Ekowisata Mangrove Di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Belantara*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.29303/jbl.v4i1.449>
- Jarchow, C. J., Didan, K., Barreto-Muñoz, A., Nagler, P. L., & Glenn, E. P. (2018). Application and comparison of the MODIS-Derived Enhanced Vegetation Index to VIIRS, Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI Platforms: A Case Study in the Arid Colorado River Delta, Mexico. *Sensors*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/s18051546>
- Lonita, B. I., Prasetyo, Y., & Hani'ah. (2015). Analisis Perubahan Luas dan Kerapatan Hutan Menggunakan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dan EVI (Enhanced Vegetation Index) Pada Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2006,2009 dan 2012 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 4(3), 2337–8456.
- Martinez, A. de la I., & Labib, S. M. (2023). Demystifying normalized difference vegetation index (NDVI) for greenness exposure assessments and policy interventions in urban greening. *Environmental Research*, 220(November 2022), 115155. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115155>
- Prasetyo, A. R., Valentino, N., & Hadi, M. A. (2023). Identifikasi Sebaran Spasial dan Kerapatan Mangrove Gili Lawang menggunakan Citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(2), 215–225. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i2.450>
- Prihanto, I. G., Judianto, C. T., Riyanto, B., Gunawan, H., Prasetyo, W., Harjana, T., ... & Haekal, J. (2023, December). Study on satellite disaster early warning system (SADEWA) acceptance with technology acceptance model. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2941, No. 1). AIP Publishing.
- Putra, R. D., Napitupulu, H. S., Nugraha, A. H., Suhana, M. P., Ritonga, A. R., & Sari, T. E. Y. (2022). Pemetaan Luasan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Mapur, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 20–30. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i1.12294>
- Qamal, A. I. R. (2019). Perubahan luas dan kerapatan hutan mangrove Pulau Pannikiang,

- Kabupaten Barru. *J. Environmental Science*, 1(2), 1-7.
- Rinnanik, & Mustofa, A. (2021). Dampak Sosial Ekonomi Masyarakat Pasca Pengembangan Wisata Hutan Mangrove Kabupaten Lampung Timur. *PDerivatif: Jurnal Manajemen*, 15(2).
- Rodriguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67(1), 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.11.002>
- Rusita, R., Elly, L., Rustiati, Winarno, G. D., Dewi, B. S., & Windarni, C. (2016). Kajian Potensi Hutan Mangrove Di Lampung Mangrove Center (Lmc) Untuk Pengembangan Ekowisata Berbasis Masyarakat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 1(2), 84. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2016.1.2.84>
- Salsabilli Rh, C. P. S., Widiastuti, E. L., & Wahyuningsih, S. (2021). Carbon Stock Estimation Due to Changes in Mangrove Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. *Proceedings of the International Conference on Sustainable Biomass (ICSB 2019)*, 202(Icsb 2019), 6–10. <https://doi.org/10.2991/aer.k.210603.002>
- Situmorang, J. P., & Sugianto, S. (2016). Estimation of carbon stock stands using EVI and NDVI vegetation index in production forest of Lembah Seulawah sub-district, Aceh Indonesia. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 5(3), 126-139.
- Suardana, A. A. M. A. P., Anggraini, N., Nandika, M. R., Aziz, K., As-Syakur, A. R., Ulfa, A., Wijaya, A. D., Prasetyo, W., Winarso, G., & Dimiyati, R. D. (2023). Estimation and Mapping Above-Ground Mangrove Carbon Stock Using Sentinel-2 Data Derived Vegetation Indices in Benoa Bay of Bali Province, Indonesia. *Forest and Society*, 7(1), 116–134. <https://doi.org/10.24259/fs.v7i1.22062>
- Suwastika, I. W. K. (2018). Pengaruh E-Learning sebagai Salah Satu Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Terhadap Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)*, 13(1), 1–5. <https://jsi.stikom-bali.ac.id/index.php/jsi/article/view/185>
- Syamsu, I. F., Nugraha, A. Z., Nugraheni, C. T., & Salmana, W. (2018). Kajian Perubahan Tutupan Lahan Di Ekosistem Mangrove Pantai. *Jurnal Media Konservasi*, 13(2), 122–131.
- Tablaseray, V. E., Pairin, M. R. A., Fakdawer, N., & Hamuna, B. (2018). Pemetaan Sebaran dan Kerapatan Mangrove di Pesisir Timur Pulau Biak, Papua Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 8(1), 31–39. <https://doi.org/10.33512/jpk.v8i1.3682>
- Vermote, E., Justice, C., Claverie, M., & Franch, B. (2016). Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product. *Remote Sensing of Environment*, 185, 46–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.04.008>
- Wilujeng, A. D., Firdaus, H. G., Arianti, I., Armelita, A., & Arifin, W. A. (2022). Analisis Perubahan Luasan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Penginderaan Jauh dan Bisnis Intelijen Di Kawasan Muara Angke Indonesia negara mangrove adalah Jakarta Utara . Kawasan tersebut meliputi Suaka Margasatwa Muara Angke maritim yang memiliki wilayah Sal. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 21(1), 53–64.
- Yanti, R. (2021). *Komposisi Jenis Dan Kerapatan Mangrove Di Kawasan Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur*. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung).
- Yudistira, R., Meha, A. I., & Prasetyo, S. Y. J. (2019). Perubahan konversi lahan menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (studi kasus: Kota Salatiga). *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 2(1), 25-30.