TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan 22(2) 107-123, Oktober 2026
P-ISSN 1693-6493 E-ISSN 2656-2758
DOI: https://doi.org/10.30598/TRITONvol22issue2page107-123

ANALISIS PEMETAAN DAN EVALUASI KONDISI EKOSISTEM MANGROVE DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN MAROS DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

(Spatial Analysis and Assessment of Mangrove Ecosystem Conditions in the Coastal Area of Maros Regency Using Remote Sensing Technology)

Andi Alda Rifka[1], Abdul Rauf[2*], Andi Tamsil[2], Muhammad Ikhsan Wamnebo[2], Andi Muhammad Ilham Rauf[2]

[1]Manajemen Pesisir dan Teknologi Kelautan, PPS Universitas Muslim Indonesia, 90231, Makassar, Indonesia
[2] Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia, 90231, Makassar, Indonesia
Corresponding Author: abdul.rauf@umi.ac.id

Received: 22 Agustus 2026, Revised: 11 Oktober 2026, Accepted: 20 Oktober 2026

ABSTRAK: Ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam mendukung sumber daya perikanan, melindungi kawasan pesisir, dan menunjang kehidupan masyarakat. Namun, perubahan penggunaan lahan dan dinamika lingkungan dapat memengaruhi luas serta kondisi vegetasi mangrove. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan luas, distribusi spasial, dan kondisi kerapatan vegetasi mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros pada tahun 2015, 2020, dan 2026 menggunakan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian menggunakan citra satelit Sentinel-2, analisis Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), serta uji akurasi klasifikasi menggunakan confusion matrix dan koefisien Kappa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas mangrove pada tahun 2015 mencapai 406,93 ha, meningkat menjadi 412,28 ha pada tahun 2020, kemudian menurun menjadi 410,51 ha pada tahun 2026. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan bersih sebesar 3,58 ha (0,88%) selama periode penelitian. Kecamatan Marusu memiliki luas mangrove terbesar, sedangkan Kecamatan Lau memiliki luas terkecil. Berdasarkan NDVI, vegetasi mangrove didominasi oleh kategori kerapatan sedang, dengan luas 239,40 ha pada tahun 2015 dan 242,62 ha pada tahun 2026. Uji akurasi menghasilkan *Overall Accuracy* sebesar 81,88% dan koefisien Kappa sebesar 0,7825. Perubahan luas mangrove diduga berkaitan dengan aktivitas pemanfaatan lahan, rehabilitasi, regenerasi alami, dan dinamika lingkungan pesisir. Penelitian ini menunjukkan pentingnya pemantauan mangrove secara berkala sebagai dasar perencanaan konservasi dan pengelolaan pesisir berkelanjutan.

Kata kunci: Mangrove, penginderaan jauh, NDVI, tutupan lahan, Kabupaten Maros

ABSTRACT: Mangrove ecosystems play an important role in supporting fisheries resources, protecting coastal areas, and sustaining coastal communities. However, land-use changes and environmental dynamics may affect mangrove extent and vegetation conditions. This study aimed to analyze changes in mangrove extent, spatial distribution, and vegetation canopy density along the coast of Maros Regency in 2015, 2020, and 2026 using remote sensing and Geographic Information Systems (GIS). Sentinel-2 satellite imagery was analyzed using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), while classification accuracy was evaluated using a confusion matrix and Cohen's Kappa coefficient. The results showed that mangrove

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

extent increased from 406.93 ha in 2015 to 412.28 ha in 2020, before declining to 410.51 ha in 2026. Overall, mangrove extent increased by 3.58 ha (0.88%) during the study period. Marusu District had the largest mangrove area, whereas Lau District had the smallest. NDVI analysis indicated that mangrove vegetation was predominantly classified as medium-density canopy cover, covering 239.40 ha in 2015 and 242.62 ha in 2026. Classification assessment yielded an overall accuracy of 81.88% and a Cohen's Kappa coefficient of 0.7825. Changes in mangrove extent were potentially associated with coastal land use, restoration activities, natural regeneration, and environmental dynamics. These findings highlight the importance of regular mangrove monitoring to support evidence-based conservation planning and sustainable coastal management.

Keywords: Mangrove, remote sensing, NDVI, land-cover, Maros Regency

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki peranan strategis dalam mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan dan kehidupan masyarakat pesisir. Secara ekologis, mangrove menyediakan habitat pemijahan (spawning ground), daerah asuhan (nursery ground), serta tempat mencari makan (feeding ground) bagi berbagai jenis ikan, udang, kepiting, dan organisme akuatik lainnya. Keberadaan mangrove juga mendukung produktivitas perikanan tangkap dan budidaya serta menyediakan sumber penghidupan bagi masyarakat pesisir. Selain manfaat ekologis dan ekonomi, mangrove berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim melalui penyimpanan karbon biru (blue carbon) dalam biomassa dan sedimen (Carnell et al., 2022; Hilmi et al., 2025).

Ekosistem mangrove memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan pesisir (Sarno et al., 2025). Secara fisik, hutan mangrove dapat melindungi garis pantai, mempercepat pembentukan lahan baru melalui penangkapan sedimen, meredam energi gelombang dan arus, melindungi tepi sungai atau pantai, serta mengurangi dampak badai dan angin kencang dari laut (Kaharuddin et al., 2021). Fungsi tersebut menunjukkan bahwa keberadaan mangrove tidak hanya berkaitan dengan kelestarian lingkungan, tetapi juga dengan perlindungan kawasan permukiman, infrastruktur pesisir, dan keberlanjutan aktivitas ekonomi masyarakat.

Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, merupakan salah satu wilayah pesisir yang memiliki ekosistem mangrove dengan luas mencapai 372,84 hektare pada tahun 2021 (Mappiasse et al., 2022). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, luas dan kondisi hutan mangrove di wilayah ini menghadapi tekanan akibat konversi lahan untuk kepentingan ekonomi, terutama pembangunan tambak dan permukiman (Haryanto et al., 2020). Kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap keberlanjutan fungsi ekologis mangrove sehingga pemantauan dan evaluasi secara berkala diperlukan untuk mengidentifikasi perubahan luas serta kualitas ekosistem (Akram et al., 2023).

Ekosistem mangrove di Dusun Kuri Caddi, Desa Nisombalia, Kecamatan Marusu, Kabupaten Maros, telah mengalami degradasi akibat pengalihan fungsi lahan menjadi tambak budidaya perikanan seluas 5,83 hektare selama periode 2009–2014 (Yusran & Sabar, 2020). Kondisi ini menunjukkan adanya tekanan aktivitas manusia terhadap keberadaan mangrove. Namun, upaya pemulihan tidak seluruhnya dapat dilakukan secara langsung karena sebagian lahan telah mengalami perubahan fungsi menjadi kawasan tambak.

Temuan penelitian terdahulu tersebut memperlihatkan bahwa perubahan penggunaan lahan merupakan persoalan penting dalam pengelolaan mangrove Kabupaten Maros. Meskipun demikian, informasi mengenai distribusi spasial, perubahan luasan, dan kondisi vegetasi mangrove pada periode yang lebih mutakhir masih perlu diperbarui. Evaluasi tersebut penting untuk mengetahui apakah kawasan mangrove mengalami penambahan,

pengurangan, atau perubahan kondisi vegetasi, sekaligus mengidentifikasi lokasi yang memerlukan prioritas perlindungan dan rehabilitasi.

Teknologi penginderaan jauh (remote sensing) merupakan metode yang efektif untuk pemetaan dan pemantauan perubahan lingkungan, termasuk ekosistem mangrove. Penggunaannya relatif mudah dan ekonomis karena tersedianya data citra satelit yang dapat diakses secara terbuka (Soniawati et al., 2025). Integrasi penginderaan jauh dengan SIG memungkinkan analisis perubahan tutupan mangrove secara multitemporal, identifikasi distribusi spasial, serta evaluasi kondisi vegetasi melalui indeks spektral seperti Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Pendekatan ini juga memungkinkan pemantauan wilayah pesisir secara lebih luas dan berulang sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan pengelolaan berbasis bukti spasial. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan informasi terkini mengenai perubahan luas dan kondisi ekosistem mangrove Kabupaten Maros sebagai dasar perencanaan konservasi, rehabilitasi, dan pengelolaan pesisir berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan luas, distribusi spasial, dan kondisi kerapatan vegetasi mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros pada tahun 2015, 2020, dan 2026 menggunakan teknologi penginderaan jauh dan SIG

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni tahun 2026. Berlokasi di kawasan mangrove wilayah pesisir Kecamatan Marusu, kecamatan Maros Baru, kecamatan Lau, dan Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros (Gambar 1). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber utama melalui survei lapangan. Dalam penelitian ini, data primer dikumpulkan melalui kegiatan *ground check* untuk memperoleh informasi mengenai bentuk dan kondisi tutupan lahan yang didukung dengan dokumentasi. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah tersedia, seperti jurnal, buku, skripsi, tesis, dan situs resmi. Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan meliputi citra Sentinel-2 tahun 2015, 2020, dan 2026 serta Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:50.000 sebagai acuan analisis dan batas wilayah administrasi Kabupaten Maros.

Teknik Analisis Data

Tahap pengolahan data citra Sentinel-2 dilakukan dengan menggunakan Windows 11 untuk membuka software ArcMap. Kemudian dilakukan koreksi radiometrik yang bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan warna asli. Selanjutnya, melakukan komposit citra yaitu menggabungkan 3 band RGB yang bertujuan untuk mengenali warna dari tutupan lahan. Pemilihan kombinasi band untuk pengamatan perubahan tutupan lahan menggunakan komposit RGB (4,3,2) untuk citra Sentinel-2. (Semedi, 2019). Selanjutnya, dilakukan pemfokusan pada daerah penelitian dengan cara cropping (memotong) wilayah yang akan digunakan pada proses pengolahan data citra, dan masking bertujuan untuk menutupi wilayah yang tidak dibutuhkan dalam proses pengolahan data citra. Setelah itu, dilakukan klasifikasi data citra Sentinel-2 tahun 2015, 2020, dan 2026 dengan metode klasifikasi terbimbing (supervised classification) menggunakan algoritma maximum likelihood (kemiripan maksimum). Tahap terakhir dilakukan *layouting* peta untuk menyusun penempatan-penempatan pada judul, legenda, skala, sumber data, penerbit, nomor sheet, macam-macam proyeksi lainnya (Gambar 2).

Pengolahan Data Lanjutan

a. Analisis NDVI

Analisis data untuk melihat perubahan luasan mangrove secara spasial dilakukan dengan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan perangkat lunak ArcMap 10.3 melalui metode NDVI dan *overlay* atau tumpang susun peta. Analisis tingkat kerapatan vegetasi mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros dilakukan menggunakan Normalized Difference

Vegetation Index (NDVI) untuk mengidentifikasi variasi kehijauan dan tutupan tajuk mangrove secara spasial. Perhitungan Algoritma Indeks Vegetasi yaitu pengolahan indeks vegetasi NDVI dengan memasukkan algoritma indeks vegetasi (Tabel 1). Algoritma NDVI sebagai berikut:

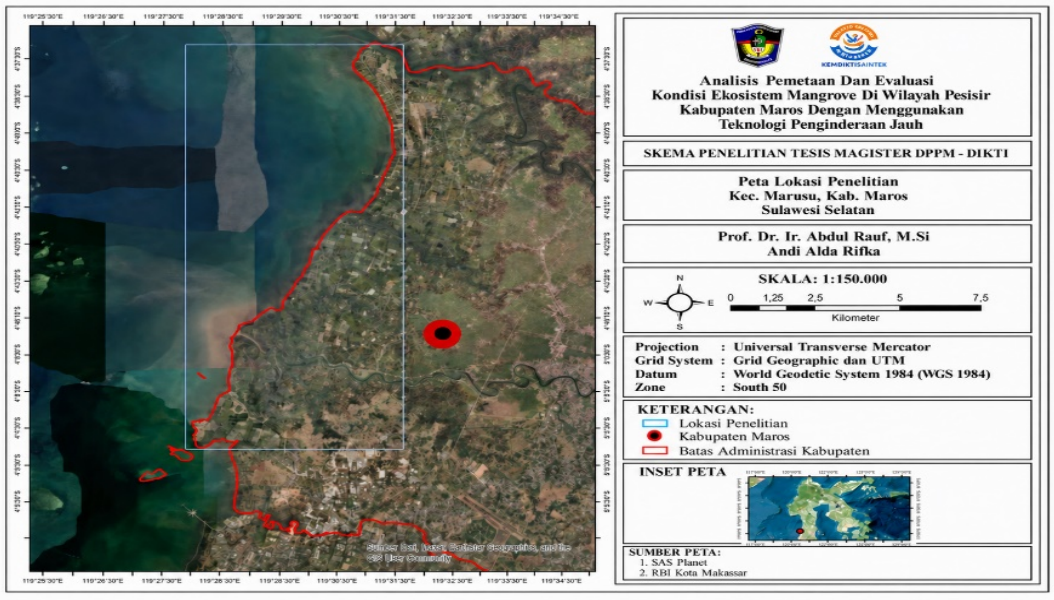
$$NDVI = (\rho NIR - \rho RED)/(\rho NIR + \rho RED)$$

Keterangan:

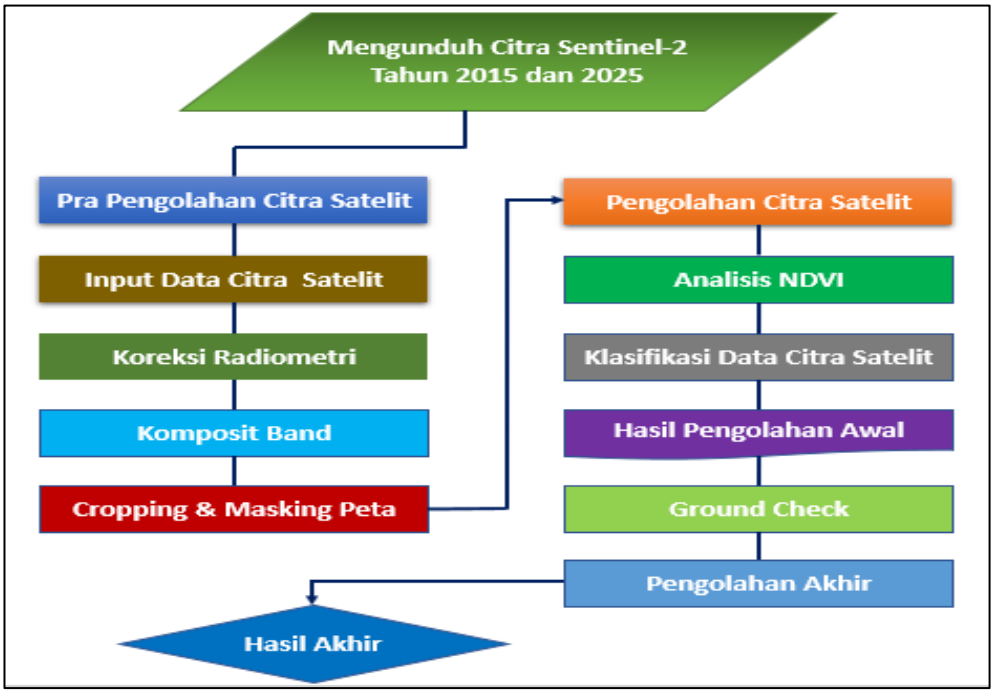
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

ρ NIR : Nilai refletan BOA dari kanal Near-Infrared (NIR)

ρ RED : Nilai reflekatan BOA dari kanal merah (RED)



Gambar 1.Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Analisis

Dalam penelitian ini, nilai NDVI diklasifikasikan menjadi tiga kategori (Tabel 1), yaitu jarang (0–0,32), sedang (>0,32–0,42), dan padat (>0,42–1), dengan mengacu pada klasifikasi Departemen Kehutanan (2005). Hasil klasifikasi digunakan untuk membandingkan distribusi spasial dan luas setiap kategori kerapatan mangrove pada tahun 2015, 2020, dan 2026. Pendekatan multitemporal ini memungkinkan identifikasi perubahan kondisi relatif tutupan vegetasi dari waktu ke waktu (Ramadhini & Sukojo, 2017).

Table 1. Tingkat kerapatan vegetasi

Kelas	Kisaran NDVI	Tingkat Kerapatan
1	0 – 0,32	Jarang
2	>0,32 – 0,42	Sedang
3	>0,42 – 1	Tinggi

Sumber: Departemen Kehuatanan, 2005

b. Uji Akurasi

Uji ketelitian klasifikasi umumnya mencakup tiga komponen dasar, desain pengambilan sampel, desain respons, dan prosedur estimasi dan analisis. Uji ketelitian dilakukan untuk mengetahui tingkat kebenaran hasil interpretasi yang diperoleh dengan cara membandingkan hasil pengamatan lapangan pada titik sampel yang dipilih untuk mewakili setiap penggunaan/penggunaan lahan. Besarnya tingkat akurasi diperoleh dari hasil uji akurasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Vegetasi Mangrove di Kabupaten Maros

NDVI merupakan indeks vegetasi yang dihitung berdasarkan perbedaan reflektansi spektral pada kanal merah (red) dan inframerah dekat (near-infrared/NIR). Perbedaan reflektansi tersebut berkaitan dengan karakteristik pigmen fotosintetik dan struktur internal daun, sehingga dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi relatif vegetasi. Nilai NDVI dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi kondisi dan tingkat kerapatan vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik reflektansi spektralnya (Faizal et al., 2023). Semakin tinggi nilai NDVI, secara umum semakin tinggi tingkat kehijauan dan tutupan tajuk vegetasi. Sebaliknya, nilai NDVI yang lebih rendah dapat menunjukkan vegetasi dengan tutupan tajuk lebih terbuka atau pengaruh permukaan nonvegetasi, seperti tanah dan air (Nițu et al., 2025). Meskipun demikian, hubungan tersebut tidak selalu bersifat langsung karena nilai NDVI juga dipengaruhi oleh kondisi substrat, genangan pasang surut, karakteristik atmosfer, dan perbedaan waktu perekaman citra.

Luas mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros menunjukkan perubahan selama periode 2015–2026 (Tabel 2). Luas total mangrove meningkat dari 406,93 ha pada tahun 2015 menjadi 412,28 ha pada tahun 2020, kemudian sedikit menurun menjadi 410,51 ha pada tahun 2026. Secara keseluruhan, terdapat penambahan luas sebesar 3,58 ha atau sekitar 0,88% dibandingkan kondisi tahun 2015. Perubahan tersebut tidak berlangsung secara seragam pada seluruh kategori kerapatan. Kategori jarang mengalami peningkatan sebesar 1,41 ha, kategori sedang meningkat sebesar 3,22 ha, sedangkan kategori padat mengalami penurunan sebesar 1,05 ha selama periode 2015–2026. Hal ini menunjukkan, peningkatan luas total mangrove tidak selalu diikuti peningkatan luas vegetasi dengan kategori kerapatan padat

Table 2. Tingkat kerapatan mangrove berdasarkan kisaran nilai NDVI

NDVI (Departemen Kehutanan (2005)	Kriteria Kerapatan	Luas (Ha)		
		Tahun 2015	Tahun 2020	Tahun 2026
0 – 0,32	Jarang	62,92	63,70	64,33
>0,32 – 0,42	Sedang	239,40	244,05	242,62
>0,42 – 1	Padat	104,61	104,53	103,56
Total (ha)		406,93	412,28	410,51

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Secara ekologis, perubahan komposisi tersebut perlu diperhatikan karena kawasan mangrove dengan tutupan tajuk yang lebih rapat umumnya memiliki struktur vegetasi yang berbeda dibandingkan dengan kawasan dengan tutupan tajuk lebih terbuka. Namun, penurunan luas kategori padat tidak dapat langsung diartikan sebagai kehilangan mangrove akibat konversi lahan. Perubahan tersebut juga dapat terjadi akibat pergeseran nilai NDVI antarkelas, perubahan kondisi vegetasi, atau perbedaan kondisi lingkungan saat perekaman citra. Dengan demikian, hasil analisis NDVI memberikan indikasi awal mengenai perubahan kondisi tutupan mangrove di Kabupaten Maros, sedangkan penentuan penyebab perubahan memerlukan analisis perubahan penggunaan lahan dan informasi lapangan yang lebih rinci.

Perubahan Kondisi Mangrove Tahun 2015

Hasil analisis citra satelit tahun 2015 menunjukkan bahwa luas ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros mencapai 406,93 ha (Gambar 3). Berdasarkan klasifikasi NDVI, vegetasi mangrove didominasi oleh kategori kerapatan sedang seluas 239,40 ha atau 58,83% dari total kawasan mangrove. Sementara itu, kategori kerapatan padat mencakup 104,61 ha (25,71%), sedangkan kategori jarang mencapai 62,92 ha (15,46%). Distribusi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar kawasan mangrove memiliki tingkat kehijauan dan tutupan tajuk sedang, dengan proporsi vegetasi berkategori padat yang lebih kecil.

Dominasi kategori sedang dapat menggambarkan adanya variasi struktur dan tutupan tajuk mangrove di wilayah penelitian. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan umur tegakan, komposisi jenis mangrove, karakteristik substrat, dan kondisi hidrologis pesisir. Pada kawasan dengan tajuk relatif terbuka, nilai NDVI juga dapat dipengaruhi oleh pantulan permukaan tanah atau genangan air yang berada di antara vegetasi. Oleh karena itu, kategori kerapatan sedang tidak selalu menunjukkan bahwa mangrove mengalami gangguan, tetapi dapat mencerminkan karakteristik vegetasi dan kondisi lingkungan setempat.

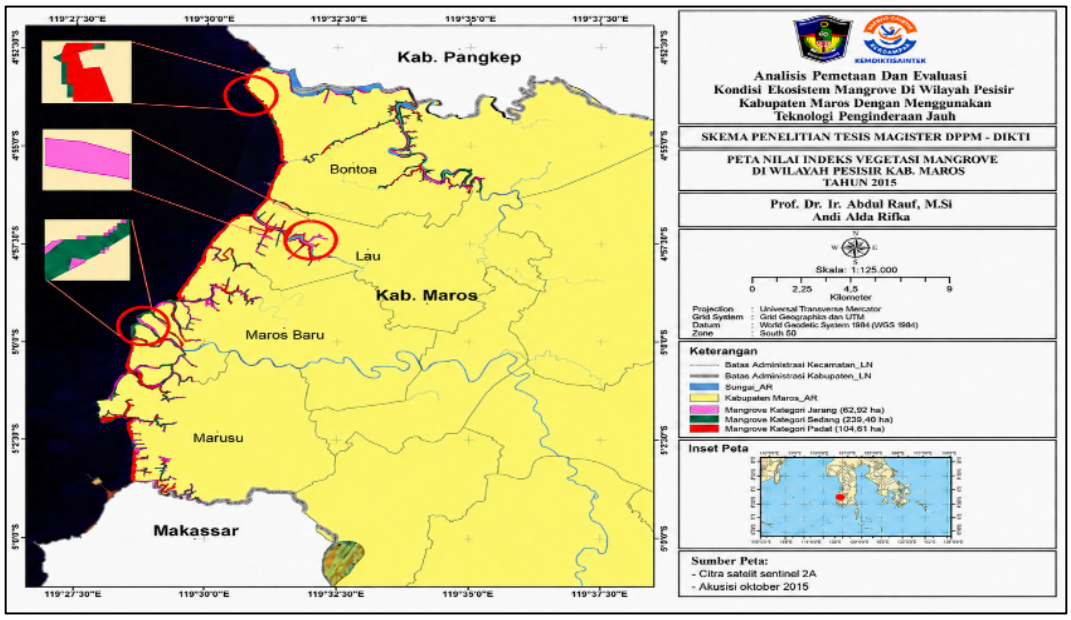
Keberadaan mangrove berkategori padat seluas 104,61 ha menunjukkan bahwa pada tahun 2015 masih terdapat kawasan dengan tingkat kehijauan dan tutupan tajuk relatif tinggi. Kawasan tersebut penting untuk diperhatikan dalam pengelolaan pesisir karena vegetasi mangrove berperan dalam menyediakan habitat biota perairan, menahan sedimen, dan melindungi kawasan pantai. Informasi spasial mengenai luas dan perubahan mangrove merupakan dasar penting untuk pemantauan lingkungan pesisir dan perencanaan konservasi (Bunting et al., 2022). Dengan demikian, hasil pemetaan tahun 2015 dapat digunakan sebagai kondisi awal (baseline) untuk mengevaluasi perubahan luas dan tingkat kerapatan mangrove pada periode berikutnya. Informasi tersebut menjadi penting untuk membedakan perubahan yang terjadi akibat penambahan tutupan vegetasi, pengurangan luasan, maupun pergeseran kategori kerapatan.

Perubahan Kondisi Mangrove Tahun 2020

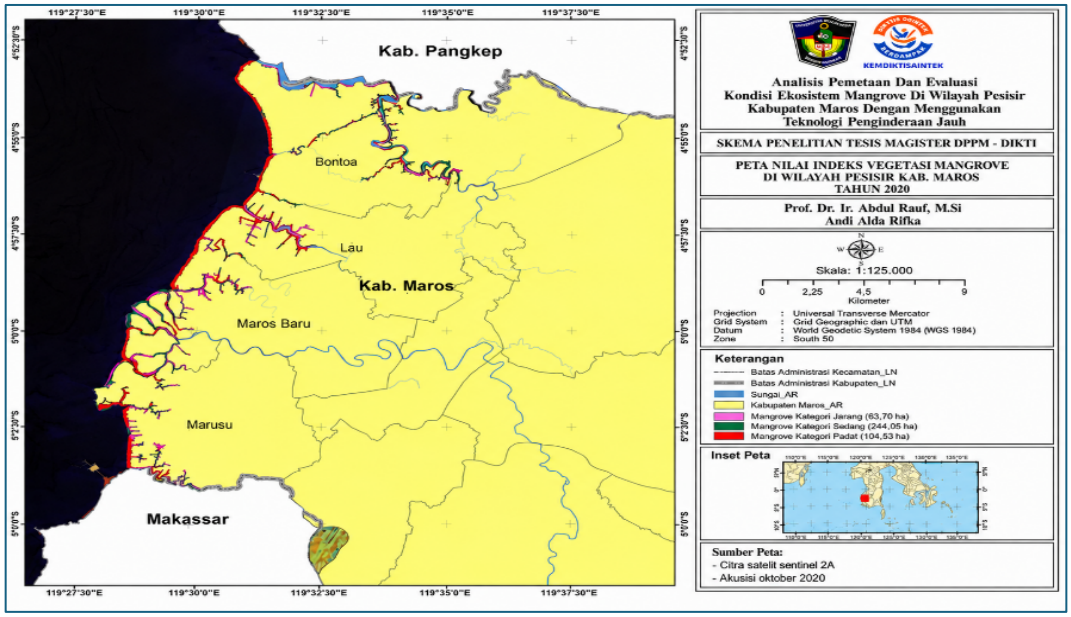
Pada tahun 2020, luas mangrove meningkat menjadi 412,28 ha atau bertambah 5,35 ha (1,31%) dibandingkan tahun 2015 (Gambar 4). Kategori kerapatan sedang masih mendominasi dengan luas 244,05 ha (59,20%), diikuti kategori padat seluas 104,53 ha (25,35%) dan kategori jarang seluas 63,70 ha (15,45%). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan luas total mangrove terutama terjadi pada kategori kerapatan sedang. Dibandingkan tahun 2015, kategori kerapatan sedang mengalami peningkatan sebesar 4,65 ha, sedangkan kategori jarang bertambah 0,78 ha. Sebaliknya, kategori padat mengalami sedikit penurunan sebesar 0,08 ha. Hal ini menunjukkan penambahan luas mangrove selama 2015–2020 belum disertai peningkatan luas vegetasi berkategori padat.

Peningkatan luas mangrove dapat berkaitan dengan berbagai proses, seperti pertumbuhan vegetasi, regenerasi alami, penambahan tutupan pada kawasan yang sebelumnya terbuka, maupun kegiatan rehabilitasi (Malik et al., 2023). Namun, penelitian ini belum menyediakan informasi cukup untuk memastikan proses yang paling dominan.

DOI: https://doi.org/10.30598/TRITONvol22issue2page107-123



Gambar 3. Peta sebaran kondisi mangrove berdasarkan nilai NDVI tahun 2015



Gambar 4. Peta sebaran kondisi mangrove berdasarkan nilai NDVI tahun 2020

Perubahan luas mangrove dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia maupun proses alami, termasuk perubahan garis pantai dan erosi (Goldberg et al., 2020). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa perubahan tutupan mangrove tidak selalu memiliki penyebab yang sama pada setiap wilayah. Oleh sebab itu, interpretasi perubahan luas mangrove di Kabupaten Maros perlu mempertimbangkan karakteristik lingkungan pesisir dan aktivitas pemanfaatan lahan yang berlangsung di sekitarnya.

Peningkatan luas kategori sedang juga dapat mengindikasikan perkembangan vegetasi pada kawasan tertentu, tetapi belum dapat digunakan untuk menyimpulkan keberhasilan

rehabilitasi tanpa informasi mengenai lokasi penambahan dan riwayat pengelolaan kawasan. Dalam konteks ini, pemetaan multitemporal memberikan manfaat untuk mengidentifikasi arah perubahan vegetasi sekaligus menentukan kawasan yang memerlukan pengamatan lebih lanjut.

Perubahan Kondisi Mangrove Tahun 2026

Hasil analisis tahun 2026 menunjukkan bahwa luas ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros mencapai 410,51 ha (Gambar 5). Luasan tersebut mengalami penurunan sebesar 1,77 ha atau sekitar 0,43% dibandingkan tahun 2020, tetapi masih lebih tinggi 3,58 ha dibandingkan tahun 2015. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan luas mangrove selama periode pengamatan bersifat dinamis, dengan peningkatan pada periode 2015–2020 yang diikuti penurunan relatif kecil pada periode 2020–2026.

Berdasarkan kategori kerapatan, mangrove berkategori sedang masih mendominasi dengan luas 242,62 ha (59,10%), diikuti kategori padat seluas 103,56 ha (25,23%) dan kategori jarang seluas 64,33 ha (15,67%). Dibandingkan tahun 2020, kategori jarang meningkat sebesar 0,63 ha, sedangkan kategori sedang dan padat masing-masing menurun sebesar 1,43 ha dan 0,97 ha. Perubahan tersebut memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan luas vegetasi berkategori jarang dan penurunan luas vegetasi berkategori sedang maupun padat. Secara spasial, kondisi ini dapat mengindikasikan perubahan tingkat kehijauan dan tutupan tajuk pada sebagian kawasan mangrove. Akan tetapi, peningkatan kategori jarang belum tentu seluruhnya berasal dari perubahan kategori sedang atau padat karena data luas masing-masing kelas belum menunjukkan perpindahan piksel secara langsung.

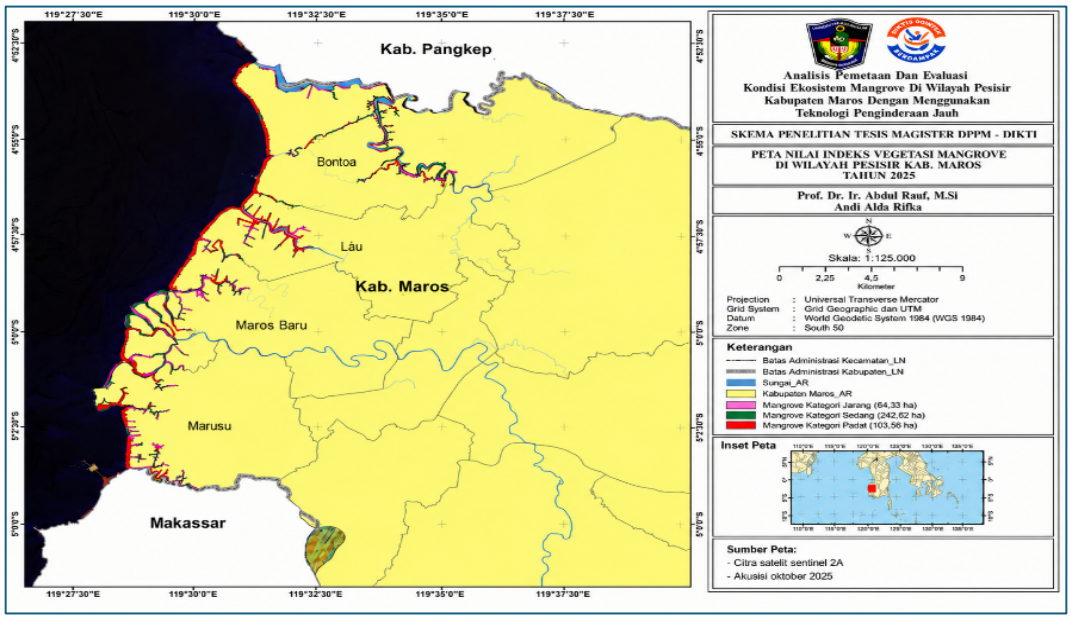
Penurunan luas kategori padat selama periode 2015–2026 sebesar 1,05 ha merupakan temuan yang perlu mendapat perhatian. Walaupun relatif kecil dibandingkan luas keseluruhan mangrove, perubahan ini menunjukkan bahwa peningkatan luas total tidak selalu sejalan dengan peningkatan luas vegetasi berkategori padat. Kondisi tersebut penting dalam evaluasi pengelolaan mangrove karena perubahan tutupan tajuk dapat memengaruhi struktur habitat dan fungsi ekologis kawasan.

Bunting et al. (2022) menekankan pentingnya pemantauan perubahan mangrove secara berulang untuk mengidentifikasi kawasan yang mengalami kehilangan maupun penambahan tutupan. Penelitian tersebut juga menunjukkan adanya tantangan dalam mendeteksi perubahan pada kawasan mangrove yang berdekatan dengan tambak. Oleh karena itu, perubahan luasan yang relatif kecil di Kabupaten Maros perlu ditafsirkan secara hati-hati, terutama apabila belum dilengkapi dengan hasil uji akurasi dan ketidakpastian pemetaan.

Tekanan terhadap mangrove di Kabupaten Maros diduga berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan pesisir, termasuk aktivitas tambak, permukiman, dan pembangunan infrastruktur. Dugaan tersebut sejalan dengan Goldberg et al. (2020), yang mengidentifikasi konversi lahan sebagai salah satu penyebab kehilangan mangrove pada berbagai wilayah dunia. Meskipun demikian, hubungan antara perubahan kerapatan mangrove dan aktivitas manusia di Kabupaten Maros masih memerlukan pembuktian melalui analisis perubahan tutupan lahan dan verifikasi lapangan.

Perubahan Luas Mangrove Kabupaten Maros Tahun 2015-2026

Perubahan luas ekosistem mangrove di wilayah ini dianalisis menggunakan citra satelit Sentinel-2 secara multitemporal pada tahun 2015, 2020, dan 2026. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan mangrove serta mengetahui distribusi spasialnya pada empat kecamatan pesisir, yaitu Marusu, Bontoa, Maros Baru, dan Lau. Perbandingan luas mangrove antar tahun memberikan gambaran mengenai dinamika ekosistem pesisir, termasuk wilayah yang mengalami penambahan maupun pengurangan tutupan mangrove. Bunting et al. (2022) menjelaskan bahwa pemantauan mangrove menggunakan data penginderaan jauh multitemporal dapat mendukung identifikasi perubahan luas dan distribusi mangrove serta menyediakan informasi penting bagi perencanaan konservasi dan pengelolaan wilayah pesisir.



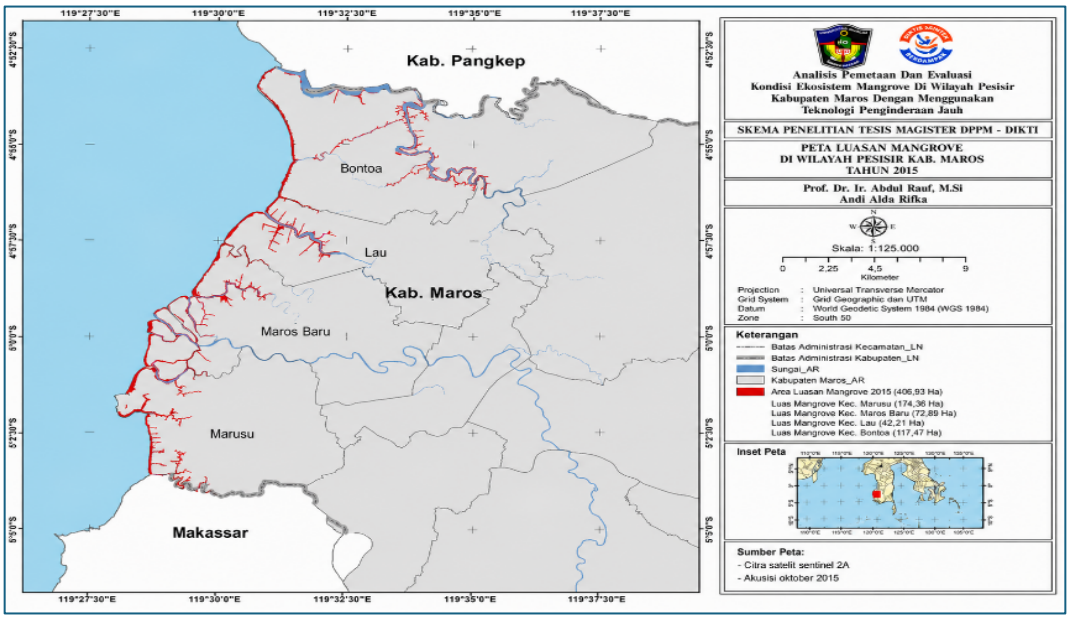
Gambar 5. Peta sebaran kondisi mangrove berdasarkan nilai NDVI tahun 2026

Distribusi dan Luas Mangrove Tahun 2015

Hasil penelitian menunjukan luas ekosistem mangrove mencapai 406,93 ha yang tersebar pada empat kecamatan dengan distribusi luasan yang berbeda (Gambar 6). Kecamatan Marusu memiliki kawasan mangrove terluas, yaitu 174,36 ha (42,85%), diikuti Kecamatan Bontoa seluas 117,47 ha (28,87%), Kecamatan Maros Baru seluas 72,89 ha (17,91%), dan Kecamatan Lau seluas 42,21 ha (10,37%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa lebih dari 70% luas mangrove Kabupaten Maros pada tahun 2015 terkonsentrasi di Kecamatan Marusu dan Bontoa, sehingga kedua kecamatan ini memiliki peranan penting dalam mempertahankan keberadaan ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros.

Perbedaan luas mangrove antarkecamatan berkaitan dengan karakteristik geomorfologi pesisir, ketersediaan substrat, dinamika sedimentasi, pengaruh pasang surut, serta intensitas pemanfaatan lahan. Secara ekologis, mangrove umumnya berkembang pada wilayah pesisir yang memiliki kondisi substrat dan hidrologi yang mendukung pertumbuhan vegetasi. Oleh karena itu, variasi karakteristik lingkungan antarkecamatan dapat memengaruhi luas dan pola sebaran mangrove. Namun, hubungan tersebut masih merupakan penjelasan yang bersifat ekologis dan belum dapat dipastikan sebagai faktor utama tanpa analisis kondisi lingkungan pada masing-masing lokasi.

Menurut Faizal et al. (2023), pemanfaatan citra Sentinel-2A melalui pendekatan penginderaan jauh dapat mendukung identifikasi kondisi dan distribusi vegetasi mangrove secara spasial. Bunting et al. (2022) menunjukkan bahwa penginderaan jauh merupakan pendekatan penting untuk memetakan distribusi mangrove secara konsisten pada wilayah yang luas. Hasil pemetaan tahun 2015 dapat digunakan sebagai kondisi awal (baseline) untuk mengevaluasi perubahan tutupan mangrove pada periode berikutnya. Keberadaan mangrove yang relatif luas di Kecamatan Marusu dan Bontoa juga memiliki arti penting bagi pengelolaan wilayah pesisir karena ekosistem mangrove menyediakan habitat bagi berbagai biota perairan, mendukung produktivitas perikanan, serta berperan dalam perlindungan garis pantai. Namun, besarnya luas mangrove tidak secara langsung menunjukkan kondisi kesehatan atau kualitas ekologis ekosistem. Informasi luas mangrove perlu dipadukan dengan hasil analisis tingkat kerapatan vegetasi untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai kondisi mangrove di Kabupaten Maros.



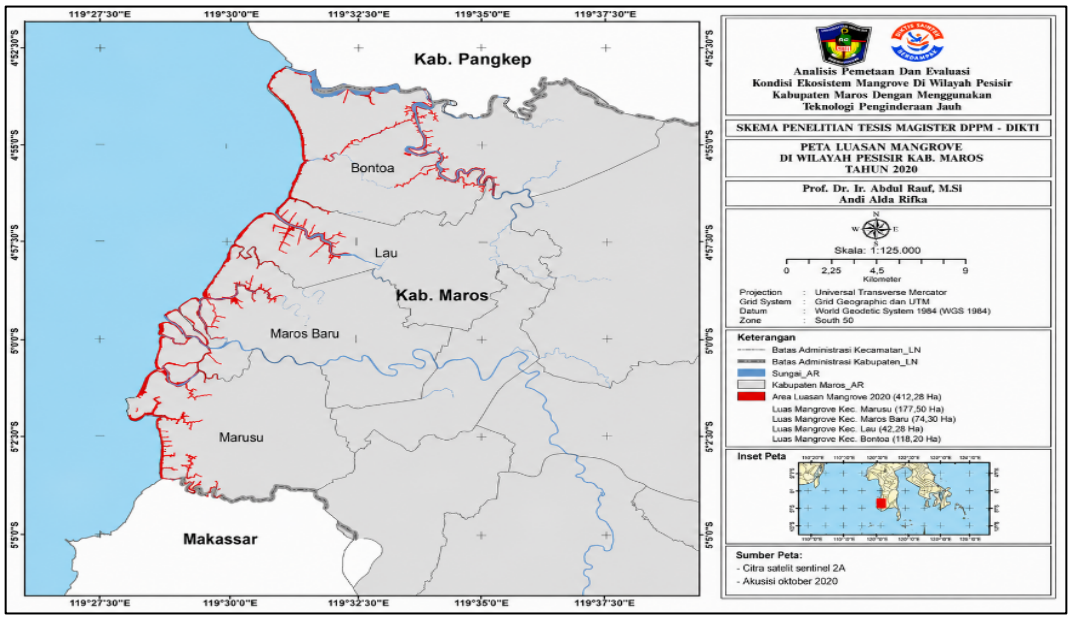
Gambar 6. Peta Luasan Sebaran Mangrove Tahun 2015

Distribusi dan Luas Mangrove Tahun 2020

Hasil interpretasi citra satelit Sentinel-2 tahun 2020 menunjukkan bahwa luas ekosistem mangrove Kabupaten Maros meningkat menjadi 412,28 ha atau bertambah sebesar 5,35 ha (1,31%) dibandingkan tahun 2015 (Gambar 7). Peningkatan luas tersebut terjadi pada seluruh kecamatan pesisir yang dianalisis, meskipun besarnya penambahan berbeda pada setiap wilayah. Kecamatan Marusu tetap memiliki kawasan mangrove terluas, yaitu 177,50 ha, diikuti Kecamatan Bontoa seluas 118,20 ha, Kecamatan Maros Baru seluas 74,30 ha, dan Kecamatan Lau seluas 42,28 ha. Peningkatan luas terbesar terjadi di Kecamatan Marusu, yaitu sebesar 3,14 ha, diikuti oleh Kecamatan Maros Baru sebesar 1,41 ha, Kecamatan Bontoa sebesar 0,73 ha, dan Kecamatan Lau sebesar 0,07 ha. Penambahan luas di Kecamatan Marusu sebesar 58,69% dari total peningkatan luas mangrove Kabupaten Maros selama periode 2015–2020. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan tutupan mangrove tidak berlangsung secara merata, melainkan lebih terkonsentrasi pada wilayah tertentu.

Peningkatan luas mangrove pada periode tersebut dapat mengindikasikan adanya perkembangan tutupan vegetasi di wilayah pesisir Kabupaten Maros. Perubahan ini diduga berkaitan dengan proses regenerasi alami, pertumbuhan vegetasi pada kawasan yang sebelumnya memiliki tutupan rendah, serta kemungkinan adanya kegiatan rehabilitasi atau penanaman kembali. Kegiatan konservasi dan restorasi mangrove di Indonesia berperan penting dalam mempertahankan fungsi ekologis ekosistem pesisir dan mendukung mitigasi perubahan iklim (Arifanti et al., 2022). Goldberg et al. (2020) menunjukkan bahwa perlindungan mangrove dari tekanan aktivitas manusia menjadi faktor penting dalam mengurangi tutupan mangrove.

Meskipun demikian, peningkatan luas mangrove yang teridentifikasi melalui citra satelit belum dapat secara langsung dinyatakan sebagai keberhasilan rehabilitasi. Penambahan luas juga dapat dipengaruhi oleh proses alami, termasuk perkembangan vegetasi pada kawasan sedimentasi baru atau perubahan batas tutupan yang dapat dikenali oleh sensor satelit. Oleh karena itu, diperlukan informasi tambahan mengenai riwayat rehabilitasi, kondisi garis pantai, dan perubahan penggunaan lahan untuk memastikan faktor yang menyebabkan peningkatan luas mangrove. Dengan demikian, peningkatan luas mangrove Kabupaten Maros pada tahun 2020 merupakan indikasi positif dari sisi luas tutupan yang terpetakan, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan peningkatan kualitas ekologis mangrove secara keseluruhan.

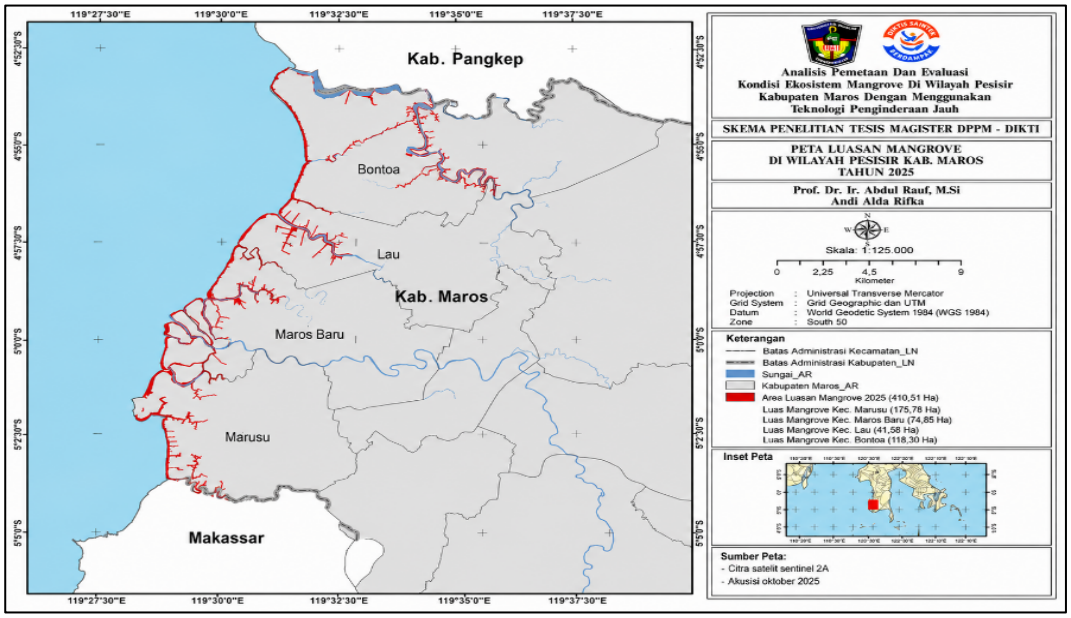


Gambar 7. Peta Luasan Sebaran Mangrove Tahun 2020

Distribusi dan Luas Mangrove Tahun 2020

Berdasarkan hasil analisis citra satelit Sentinel-2 tahun 2026, luas ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros mencapai 410,51 ha (Gambar 8). Luasan tersebut mengalami penurunan sebesar 1,77 ha (0,43%) dibandingkan tahun 2020 yang mencapai 412,28 ha. Meskipun mengalami penurunan pada periode 2020–2026, luas mangrove tahun 2026 masih lebih tinggi sebesar 3,58 ha (0,88%) dibandingkan kondisi tahun 2015. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan luas mangrove selama periode 2015–2026 tidak berlangsung secara linier, tetapi mengalami peningkatan pada periode awal pengamatan dan sedikit penurunan pada periode berikutnya. Secara spasial, luas mangrove terbesar pada tahun 2026 masih terdapat di Kecamatan Marusu sebesar 175,78 ha (42,82%), diikuti Kecamatan Bontoa seluas 118,30 ha (28,82%), Kecamatan Maros Baru seluas 74,85 ha (18,23%), dan Kecamatan Lau seluas 41,58 ha (10,13%). Distribusi tersebut menunjukkan bahwa Kecamatan Marusu dan Bontoa tetap menjadi wilayah dengan konsentrasi mangrove terbesar di Kabupaten Maros.

Penurunan luas mangrove pada periode 2020–2026 terutama terjadi di Kecamatan Marusu sebesar 1,72 ha dan Kecamatan Lau sebesar 0,70 ha. Sebaliknya, Kecamatan Bontoa masih mengalami peningkatan sebesar 0,10 ha, sedangkan Kecamatan Maros Baru bertambah sebesar 0,55 ha. Perbedaan arah perubahan ini menunjukkan bahwa dinamika tutupan mangrove memiliki karakteristik spasial yang berbeda pada setiap kecamatan. Penurunan luas mangrove di Kecamatan Marusu dan Lau dapat berkaitan dengan tekanan aktivitas manusia maupun perubahan lingkungan pesisir. Aktivitas seperti konversi lahan untuk tambak, pembangunan infrastruktur, dan pemanfaatan kawasan pesisir berpotensi menyebabkan pengurangan tutupan mangrove. Selain itu, faktor alami seperti abrasi, perubahan sedimentasi, dan dinamika hidrologis juga dapat memengaruhi keberadaan vegetasi mangrove. Aktivitas manusia, terutama konversi lahan untuk berbagai penggunaan, merupakan salah satu penyebab kehilangan mangrove secara global (Contessa et al., 2023; Rudianto et al., 2020) Namun, penurunan luas yang relatif kecil pada penelitian ini perlu ditafsirkan secara hati-hati karena belum tersedia bukti langsung mengenai penyebab perubahan pada masing-masing kecamatan.



Gambar 8. Peta Luasan Sebaran Mangrove Tahun 2026

Di sisi lain, peningkatan luas mangrove di Kecamatan Bontoa dan Maros Baru menunjukkan bahwa tidak seluruh kawasan pesisir Kabupaten Maros mengalami pengurangan tutupan mangrove. Kondisi tersebut dapat menjadi dasar untuk mengidentifikasi wilayah yang relatif stabil atau mengalami penambahan tutupan vegetasi. Kegiatan konservasi dan restorasi mangrove dalam mempertahankan fungsi ekosistem pesisir (Romañach et al., 2018). Oleh karena itu, kawasan yang mengalami penurunan luas perlu mendapat perhatian dalam pemantauan dan evaluasi lebih lanjut, sedangkan kawasan yang mengalami peningkatan dapat dikaji untuk mengetahui faktor yang mendukung keberlanjutan vegetasi mangrove.

Faktor Penyebab Perubahan Luasan Ekosistem Mangrove

Peningkatan luas mangrove pada periode 2015–2020 diduga berkaitan dengan kegiatan rehabilitasi dan restorasi yang dilakukan di beberapa kawasan pesisir Kabupaten Maros. Salah satu kegiatan yang dilaporkan adalah program Restoring Coastal Livelihoods (RCL) yang dilaksanakan oleh Blue Forests bersama Oxfam di Dusun Kuri Caddi, Desa Nisombalia, Kecamatan Marusu. Berdasarkan hasil analisis spasial penelitian ini, Kecamatan Marusu mengalami peningkatan luas mangrove sebesar 3,14 ha selama periode tersebut. Peningkatan ini menunjukkan adanya penambahan tutupan mangrove di wilayah yang juga menjadi lokasi kegiatan rehabilitasi. Kegiatan rehabilitasi mangrove pada prinsipnya bertujuan memulihkan tutupan vegetasi dan fungsi ekologis kawasan pesisir yang mengalami gangguan. Konservasi dan restorasi mangrove di Indonesia memiliki kontribusi penting dalam mempertahankan cadangan karbon ekosistem serta mendukung mitigasi perubahan iklim (Darmatama et al., 2025). Selain melalui penanaman, pemulihan mangrove juga dapat berlangsung melalui regenerasi alami apabila kondisi hidrologi, substrat, dan ketersediaan propagul mendukung pertumbuhan vegetasi. Oleh karena itu, peningkatan luas mangrove di Kecamatan Marusu dapat berkaitan dengan kombinasi kegiatan rehabilitasi dan proses pemulihan alami, meskipun kontribusi masing-masing faktor belum dapat dipisahkan berdasarkan hasil penelitian ini.

Selain kegiatan rehabilitasi, dinamika sedimentasi dan perubahan kondisi fisik pesisir juga berpotensi memengaruhi perkembangan mangrove (Risanti & Marfai, 2020). Kawasan pesisir yang mengalami akumulasi sedimen dapat menyediakan substrat baru bagi pertumbuhan mangrove apabila kondisi pasang

surut dan karakteristik lingkungannya sesuai (Khan et al., 2026). Sebaliknya, perubahan pola arus, abrasi, dan gangguan hidrologi dapat menghambat regenerasi atau menyebabkan kehilangan vegetasi. Perubahan tutupan mangrove secara global dipengaruhi oleh faktor antropogenik maupun proses alami, termasuk perubahan garis pantai (Hossain et al., 2026; Parera et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan luas mangrove tidak selalu dapat dijelaskan oleh satu faktor, melainkan perlu mempertimbangkan interaksi antara aktivitas manusia dan dinamika lingkungan pesisir.

Pada periode 2020–2026, luas mangrove Kabupaten Maros mengalami penurunan sebesar 1,77 ha. Penurunan tersebut terutama terjadi di Kecamatan Marusu sebesar 1,72 ha dan Kecamatan Lau sebesar 0,70 ha, sedangkan Kecamatan Bontoa dan Maros Baru masih menunjukkan penambahan luas masing-masing sebesar 0,10 ha dan 0,55 ha. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa tekanan terhadap mangrove maupun kondisi yang mendukung pertumbuhannya dapat bervariasi antarkecamatan. Penurunan luas mangrove diduga berkaitan dengan aktivitas pemanfaatan kawasan pesisir, terutama konversi lahan menjadi tambak, penebangan vegetasi, serta pembangunan dan pengembangan kawasan permukiman maupun infrastruktur. Goldberg et al. (2020) mengidentifikasi konversi lahan untuk akuakultur sebagai salah satu penyebab penting kehilangan mangrove akibat aktivitas manusia. Dalam konteks Kabupaten Maros, keberadaan aktivitas pertambakan di sekitar kawasan mangrove menunjukkan adanya potensi tekanan terhadap perubahan penggunaan lahan. Namun, untuk memastikan besarnya kontribusi aktivitas tersebut terhadap penurunan luas mangrove, diperlukan analisis perubahan tutupan lahan yang dapat menunjukkan secara langsung lokasi mangrove yang berubah menjadi tambak atau penggunaan lahan lainnya.

Faktor alami juga perlu dipertimbangkan dalam menjelaskan penurunan luas mangrove. Abrasi pantai, perubahan sedimentasi, dinamika pasang surut, dan perubahan kondisi hidrologis dapat memengaruhi kestabilan habitat mangrove. Mangrove yang tumbuh pada kawasan pesisir dengan perubahan garis pantai yang dinamis berpotensi mengalami pengurangan maupun penambahan tutupan vegetasi. Bunting et al. (2022) menunjukkan bahwa pemantauan mangrove secara multitemporal menggunakan penginderaan jauh dapat mengidentifikasi perubahan tutupan vegetasi, tetapi penjelasan mengenai penyebab perubahan memerlukan informasi lingkungan dan penggunaan lahan yang lebih rinci.

Apabila dikaitkan dengan hasil analisis kerapatan vegetasi berdasarkan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), perubahan luas mangrove Kabupaten Maros juga diikuti perubahan komposisi kategori kerapatan. Selama periode 2015–2026, luas kategori jarang meningkat sebesar 1,41 ha dan kategori sedang meningkat sebesar 3,22 ha, sedangkan kategori padat menurun sebesar 1,05 ha. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan luas total mangrove tidak selalu diikuti peningkatan luas vegetasi berkategori padat. Perubahan tersebut dapat mengindikasikan adanya perbedaan perkembangan tutupan tajuk antarlokasi, tetapi belum dapat digunakan untuk menyimpulkan penurunan kesehatan ekologis mangrove secara menyeluruh.

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan luas mangrove di Kabupaten Maros merupakan proses yang dinamis dan diduga dipengaruhi oleh interaksi kegiatan pemanfaatan kawasan pesisir, upaya rehabilitasi, regenerasi alami, serta perubahan kondisi lingkungan. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan mangrove yang tidak hanya berorientasi pada penambahan luas tutupan, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan kondisi vegetasi, perlindungan kawasan yang masih bertahan, dan pemulihan lokasi yang mengalami kehilangan mangrove. Integrasi hasil pemetaan multitemporal, analisis NDVI, dan verifikasi lapangan diperlukan untuk mendukung penentuan prioritas konservasi dan rehabilitasi secara lebih tepat.

Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4, diperoleh nilai *Overall Accuracy* (OA) sebesar 81,88%, yang menunjukkan bahwa sebanyak 131 dari 160 sampel berhasil diklasifikasikan sesuai dengan data referensi. Sementara itu, sebanyak 29 sampel atau 18,12% menunjukkan ketidaksesuaian antara hasil klasifikasi dan data lapangan. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa hasil klasifikasi memiliki tingkat ketelitian keseluruhan yang cukup baik, meskipun masih terdapat kesalahan pada beberapa kelas penggunaan lahan.

Hasil perhitungan Producer's Accuracy menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada kelas B sebesar 92,00%, diikuti kelas E sebesar 85,71%, kelas D sebesar 83,33%, kelas C sebesar 82,61%, kelas A sebesar 75,86%, dan kelas F sebesar 72,00%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan klasifikasi dalam mengenali objek penggunaan lahan bervariasi antarkelas. Kelas B memiliki tingkat keberhasilan identifikasi tertinggi berdasarkan data referensi, sedangkan kelas F menunjukkan tingkat kesalahan penghilangan (omission error) yang relatif lebih besar. Sementara itu, hasil User's Accuracy menunjukkan nilai tertinggi pada kelas E sebesar 100,00%, diikuti kelas A sebesar 91,67%, kelas D sebesar 83,33%, kelas B sebesar 82,14%, kelas C sebesar 73,08%, dan kelas F sebesar 64,29%. Rendahnya nilai akurasi pengguna pada kelas F menunjukkan bahwa sebagian objek yang diklasifikasikan sebagai kelas tersebut sebenarnya termasuk kelas penggunaan lahan lainnya. Kondisi ini terlihat dari adanya kesalahan klasifikasi antara kelas F dan kelas C serta kelas D. Perbedaan tersebut dapat berkaitan dengan kemiripan karakteristik spektral objek, tetapi penyebab pastinya perlu dikaji berdasarkan jenis penggunaan lahan yang diwakili masing-masing kelas. Hasil perhitungan koefisien Cohen's Kappa menghasilkan nilai sebesar 0,7825. Nilai tersebut menunjukkan tingkat kesepakatan yang substansial antara hasil klasifikasi citra dan data referensi setelah memperhitungkan kemungkinan kesepakatan secara kebetulan. Dengan demikian, nilai Kappa memperkuat hasil OA yang menunjukkan adanya kesesuaian relatif tinggi antara kedua sumber data.

Dalam konteks pemetaan ekosistem mangrove Kabupaten Maros, ketelitian klasifikasi sangat penting karena hasil pemetaan digunakan untuk menganalisis perubahan luas mangrove selama periode 2015–2026. Perbedaan karakteristik spektral antara mangrove, tambak, lahan terbuka, dan vegetasi lainnya dapat memengaruhi ketelitian hasil klasifikasi, terutama pada kawasan pesisir yang memiliki tutupan lahan beragam. Penelitian Bunting et al. (2022) menunjukkan bahwa pemantauan perubahan mangrove melalui penginderaan jauh perlu memperhatikan ketidakpastian pemetaan, terutama ketika perubahan tutupan terjadi pada kawasan yang terfragmentasi atau berdekatan dengan penggunaan lahan lainnya.

Hasil penelitian Kabupaten Maros menunjukkan adanya peningkatan luas mangrove sebesar 5,35 ha pada periode 2015–2020 dan penurunan sebesar 1,77 ha pada periode 2020–2026. Mengingat perubahan tersebut relatif kecil dibandingkan luas total mangrove, interpretasi perubahan perlu mempertimbangkan tingkat ketelitian hasil klasifikasi. Olofsson et al. (2014) menjelaskan bahwa analisis perubahan tutupan lahan sebaiknya dilengkapi dengan estimasi luas yang mempertimbangkan kesalahan klasifikasi dan ketidakpastian pengukuran.

Secara keseluruhan, hasil uji akurasi menunjukkan bahwa klasifikasi penggunaan lahan menggunakan citra satelit memiliki tingkat kesesuaian yang cukup baik terhadap data referensi, dengan OA sebesar 81,88% dan koefisien Kappa sebesar 0,7825. Meskipun demikian, perbedaan ketelitian antarkelas menunjukkan perlunya evaluasi lebih lanjut, terutama pada kelas yang memiliki nilai akurasi pengguna dan pembuat relatif rendah. Hasil pengujian ini dapat menjadi dasar untuk meningkatkan ketelitian pemetaan dan memperkuat interpretasi perubahan tutupan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros.

Table 3. Perhitungan hasil uji akurasi

Kelas	A	B	C	D	E	F	Jumlah	PA (%)
A	22	5	0	0	0	2	29	75,86
B	2	23	0	0	0	0	25	92,00
C	0	0	19	1	0	3	23	82,61
D	0	0	0	25	0	5	30	83,33
E	0	0	2	2	24	0	28	85,71
F	0	0	5	2	0	18	25	72,00
Total	24	28	26	30	24	28	160	
UA (%)	91,67	82,14	73,08	83,33	100,00	64,29		

Sumber: Hasil analisis, 2026
Keterangan: PA: Producer's Accuracy; UA: User's Accuracy

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara keseluruhan, luas mangrove tahun 2026 masih lebih tinggi sebesar 3,58 ha (0,88%) dibandingkan dengan tahun 2015. Kecamatan Marusu secara konsisten memiliki kawasan mangrove terluas, sedangkan Kecamatan Lau memiliki luas terkecil di antara empat kecamatan yang dianalisis. Perubahan luasan mangrove menunjukkan bahwa peningkatan luas total mangrove tidak selalu diikuti peningkatan luas vegetasi berkategori padat. Dengan demikian, evaluasi kondisi mangrove perlu mempertimbangkan perubahan luas dan komposisi kerapatan vegetasi secara bersamaan. Perubahan luas mangrove diduga berkaitan dengan aktivitas manusia dan dinamika lingkungan pesisir. Penginderaan jauh dan SIG dapat digunakan untuk mengidentifikasi distribusi serta perubahan tutupan mangrove secara multitemporal.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan sebagai upaya pemantauan terhadap ekosistem mangrove secara berkala. Kawasan dengan tutupan mangrove yang masih baik perlu dipertahankan melalui pengendalian perubahan penggunaan lahan dan pengawasan aktivitas pemanfaatan pesisir. Informasi spasial hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan kawasan mangrove, pengembangan budidaya perikanan, serta perencanaan pemanfaatan ruang pesisir. . Pengukuran kondisi vegetasi secara langsung, seperti kerapatan tegakan, tutupan tajuk, dan komposisi jenis, juga diperlukan untuk melengkapi interpretasi NDVI. Dengan demikian, penelitian berikutnya tidak hanya dapat mengidentifikasi besarnya perubahan luas mangrove, tetapi juga menjelaskan penyebab perubahan dan kondisi ekologis kawasan secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemendiktisaintek) atas dukungan pendanaan melalui skema Penelitian Tesis Magister (PTM) Tahun Anggaran 2026 dan kepada LP2S-UMI atas dukungan yang diberikan dalam memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akram, A., Ridha, M., Fauzan, A., Ramadhan, R., & Randi. (2023). Strategi Pengembangan Ekowisata Mangrove Di Desa Nisombalia Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. *Techno-Fish*, *VII*(1), 97–117.

Arifanti, V. B., Sidik, F., Mulyanto, B., Susilowati, A., Wahyuni, T., Subarno, Yulianti, Yuniarti, N., Aminah, A., Suita, E., Karlina, E., Suharti, S., Pratiwi, Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, H. H., Imanuddin, R., Yeny, I., Darwiati, W., … Novita, N. (2022). Challenges and Strategies for Sustainable Mangrove Management in Indonesia: A Review. *Forests*, *13*(5), 1–18. https://doi.org/10.3390/f13050695

Bunting, P., Rosenqvist, A., Hilarides, L., Lucas, R.

M., Thomas, N., Tadono, T., Worthington, T. A., Spalding, M., Murray, N. J., & Rebelo, L.-M. (2022). Global Mangrove Extent Change 1996 – 2020: Global Mangrove. *Mdpi*, *14*(3657), 1–32.

Carnell, P. E., Palacios, M. M., Waryszak, P., Trevathan-Tackett, S. M., Masqué, P., & Macreadie, P. I. (2022). Blue Carbon Drawdown by Restored Mangrove Forests Improves with Age. *Journal of Environmental Management*, *306*(December 2021), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114301

Contessa, V., Dyson, K., Vivar Mulas, P. P., Kindgard, A., Liu, T., Saah, D., Tenneson, K., & Pekkarinen, A. (2023). Uncovering Dynamics of Global Mangrove Gains and Losses. *Remote Sensing*, *15*(15), 1–22. https://doi.org/10.3390/rs15153872

Darmatama, I., Anggraini, K., Sari, S. R., & Maulana, F. R. (2025). Evaluasi Potensi Karbon Biru dan Penyusunan Strategi Restorasi Ekosistem Mangrove untuk Mendukung Mitigasi Perubahan Iklim di Pesisir Indonesia. *Enviagro: Jurnal Pertanian Dan Lingkungan*, *11*(2), 49–58.

Faizal, A., Mutmainna, N., Amran, M. A., Saru, A., Amri, K., & Nessa, M. N. (2023). Application of NDVI Transformation on Sentinel 2A Imagery for Mapping Mangrove Conditions in Makassar City. *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, *7*(1), 59–66. https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.7.1.59-66

Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., & Fatoyinbo, T. (2020). Global Declines in Human-driven Mangrove Loss. *Global Change Biology*, *26*(10), 5844–5855. https://doi.org/10.1111/gcb.15275

Haryanto, H., Asbar, A., & Hamsiah, H. (2020). Analisis Tingkat Kerusakan Dan Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove Di Perairan Pantai Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros. *JOURNAL OF INDONESIAN TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH) : Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, *3*(1), 40–53. https://doi.org/10.33096/joint-fish.v3i1.64

Hilmi, N., Arruda, G., Broussard, D., Maria Benitez, B., Sauron, L., Lamaud, T., Jahan, N., & Hall Spencer, J. M. (2025). Blue Carbon as a Nature-based Climate Mitigation Strategy for Mangrove Conservation in Bangladesh. *Journal for Nature Conservation*, *86*, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126885

Hossain, M. T., Haydar, M., & Mozumder, P. (2026). Analyzing the Role of Land Use and Shoreline Changes on Carbon Sequestration in Mangrove Forests of Nijhum Dwip, Bangladesh. *Next Sustainability*, *8*(August), 100473. https://doi.org/10.1016/j.nxsust.2026.100473

Kaharuddin, K., Kasnir, M., & Djafar, S. (2021). Valuasi Ekonomi Dan Strategi Pengembangan Wisata Mangrove Di Desa Balang Baru Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto. *JOURNAL OF INDONESIAN TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH) : Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, *4*(2), 130–141. https://doi.org/10.33096/joint-fish.v4i2.103

Khan, Y., Shah, S., & Miao, L. (2026). From Tides to Traits : A Bottom-Up Perspective on the Potential Competitive Advantage of Exotic over Native Mangroves. *Forests*, *17*(1188), 1–26.

Malik, M., Kuncahyo, B., & Puspaningsih, N. (2023). Dinamika Perubahan Tutupan Hutan Mangrove Satelit di Pulau Peleng Sulawesi Tengah. *Jurnal Silvikultur Tropika*, *14*(03), 183–190.

Mappiasse, M. F., Djafar, M., & Asra, R. (2022). Distribution of Mangrove Health in the Coastal Area of Maros Regency in 2021 based on Sentinel-2 Satellite Imagery. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, *11*(2), 165–179. https://doi.org/10.18330/jwallacea.2022.vol11iss2pp165-179

Nițu, A., Florea, C., Ivanovici, M., & Racoviteanu, A. (2025). NDVI and Beyond: Vegetation Indices as Features for Crop Recognition and Segmentation in Hyperspectral Data †. *Sensors*, *25*(12), 1–26. https://doi.org/10.3390/s25123817

Parera, J. G. R., Siregar, V. P., & Agus, S. B. (2024). Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Dan Garis Pantai Mangrove Land Cover and Coastline Changes Using Multi-Spectral Imagery in Talibura , Sikka District. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, *15*(1), 57–67.

Ramadhini, M., & Sukojo, B. M. (2017). Analisa NDVI Citra Satelit Landsat Multi Temporal Untuk Pemantauan Deforestasi Hutan Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Inotera*, *2*(1), 23–28. https://doi.org/10.31572/inotera.vol2.iss1.2017.id16

Risanti, A. A., & Marfai, M. A. (2020). The Effects

of Hydrodynamic Process and Mangrove Ecosystem on Sedimentation Rate in Kendal Coastal Area, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *451*(1), 1–15. https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012070

Romañach, S. S., DeAngelis, D. L., Koh, H. L., Li, Y., Teh, S. Y., Raja Barizan, R. S., & Zhai, L. (2018). Conservation and Restoration of Mangroves: Global Status, Perspectives, and Prognosis. *Ocean and Coastal Management*, *154*(January), 72–82. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009

Rudianto, R., Bengen, D. G., & Kurniawan, F. (2020). Causes and Effects of Mangrove Ecosystem Damage on Carbon Stocks and Absorption in East Java, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(24), 1–17. https://doi.org/10.3390/su122410319

Sarno, S., Harvianti, Y., Oktariansyah, Y., Pragustiandi, G., Safitri, A., Lamin, S., & Musifa, E. (2025). Sustainable Environmental Conservation through Planting of Mangrove Arboretum in Sungsang IV Village, Banyuasin, South Sumatera. *Asian Journal of Community Services*, *4*(5), 435–444. https://doi.org/10.55927/ajcs.v4i5.159

Semedi, B. (2019). Pemanfaatan Data Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Asesmen Habitat Dasar Perairan Pantai Selatan Sempu Kabupaten Malang. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, *3*(2), 155–161. https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.02.19

Soniawati, Rauf, A., & Asmidar. (2025). Pementaan Perubahan Luasan Mangrove Melalui Analisis Citra Satelit di Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. *JURNAL ILMIAH WAHANA LAUT LESTARI (JIWaLL)*, *2*(2), 109–118. https://doi.org/10.33096/jiwall.v2i2.492

Yusran, & Sabar, A. (2020). Mangrove Management Collaboration in the Marusu Coastal Region of Maros Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *486*(1), 1–11. https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012036