

## Analisa Kesehatan Mangrove di Kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur Menggunakan Sentinel-2A

Abista Ahmad Romadoni\*, Raden Ario, Ibnu Pratikto

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
\*Corresponding author, e-mail: abistaahmad023@gmail.com

**ABSTRAK:** Ekosistem mangrove merupakan ekosistem dengan komponen sumberdaya alam meliputi bentang alam, flora, fauna, dan masyarakat sekitar dengan beragam fungsi seperti ekologis, ekonomis dan sosial. Alih fungsi lahan mangrove untuk tambak dan pemukiman yang masif dilakukan mengakibatkan kondisi mangrove di Ujung Piring dan Teluk Awur mengalami penurunan kualitas ekosistem mangrove. Informasi spasial kondisi terkini ekosistem mangrove yang belum tersedia mengakibatkan upaya pencegahan kerusakan dan konservasi ekosistem mangrove tidak berjalan maksimal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sebaran, luas, dan kondisi kesehatan mangrove di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur menggunakan citra Sentinel 2A melalui penginderaan jauh dan validasi lapangan. Pendekatan penginderaan jauh memadukan *composite band* dengan *supervised classification* dilakukan untuk mengetahui sebaran dan metode *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* untuk mengetahui luas dan kondisi kesehatan mangrove. Validasi lapangan menerapkan *hemispherical photography* untuk menganalisa tutupan kanopi mangrove di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan mangrove kawasan Ujung Piring tersebar di area pantai, ekowisata, dan tambak. Luas mangrove di kawasan Ujung Piring sebesar 21,004 ha terdiri dari 17,519 ha (83,41%) kategori lebat; 2,527 ha (12,03%) kategori sedang; dan 0,958 ha (4,56%) kategori jarang. Mangrove kawasan Teluk Awur dapat dijumpai di area pantai, daerah konservasi mangrove, tambak, aliran sungai, pemukiman, dan lahan terbuka. Mangrove di kawasan Teluk Awur memiliki luas 10,657 ha tersusun oleh 8,013 ha (75,1% kategori lebat); 0,688 ha (6,5%) kategori sedang; dan 1,956 ha (18,4%) kategori jarang.

**Kata kunci:** Mangrove; Sentinel-2A; NDVI; Ujung Piring; Teluk Awur

### ***Mangrove Health Analysis in Ujung Piring and Teluk Awur Areas Using Sentinel-2A***

**ABSTRACT:** The mangrove ecosystem contains various natural resource components including landscapes, flora, fauna, and its surrounding communities with various ecological, economic, and social functions. Massive conversion of mangrove area for ponds and settlements has reduced the ecosystem quality of mangroves in Ujung Piring and Teluk Awur. The lack or even inexistence of spatial information regarding the current condition of the mangrove ecosystem has hindered the efforts to prevent damage and conserve mangrove ecosystem from running optimally. This research sought to examine the distribution, area, and health condition of mangroves in Ujung Piring and Teluk Awur areas using Sentinel-2A imagery by means of remote sensing and field validation. The remote sensing approach combined composite bands with supervised classification to determine the distribution and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method to determine the extent and health conditions of mangroves. The field validation applied hemispherical photography to analyze mangrove canopy cover in the field. The research results revealed that the mangroves in Ujung Piring area were distributed in coastal, ecotourism, and pond areas. The mangroves in Ujung Piring area measured 21.004 ha consisting of 17.519 ha (83.41%) in the dense category; 2,527 ha (12.03%) medium category; and 0.958 ha (4.56%) in sparse category. The mangroves in Teluk Awur area were found in coastal, mangrove conservation, pond, river, settlement, and open areas. The mangroves in Teluk Awur measured 10,657 ha consisting of 8,013 ha (75.1% dense category); 0.688 ha (6.5%) medium category; and 1,956 ha (18.4%) in sparse category.

**Keywords:** Mangrove; Sentinel-2A; NDVI; Ujung Piring; Teluk Awur

## PENDAHULUAN

Keberadaan ekosistem mangrove di alam berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kehidupan dan menggambarkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya, serta antara makhluk hidup itu sendiri. Ekosistem mangrove terletak di pesisir yang terpengaruh oleh pasang surut air laut dan didominasi oleh spesies pohon atau semak yang khas serta mampu tumbuh di perairan payau. Ekosistem mangrove memiliki nilai manfaat penting bagi masyarakat pesisir contohnya untuk keperluan obat-obatan, makanan, bahan bangunan, dan pewarna jaring ikan. Ekosistem mangrove berperan dalam kelestarian kehutanan, penyerap polutan, pelindung wilayah pesisir, sumber nutrisi, area *nursery ground*, *feeding ground*, dan *spawning ground* bagi biota di dalamnya. Ekosistem mangrove juga berkontribusi pada sektor ekonomi yaitu memberikan sumbangsih sebesar USD 1,5 miliar untuk perekonomian nasional setiap tahunnya (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015).

Indonesia memiliki mangrove dengan keanekaragaman tinggi dan luas hutan mangrove terbesar di dunia dengan 23% mangrove dunia terletak di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2020). Hal tersebut menjadikan Indonesia sebagai rumah terbesar ekosistem *blue carbon* dunia. Indonesia memiliki kurang lebih 202 jenis mangrove yang meliputi 89 pohon, 5 palma, 19 pemanjat, 44 herba tanah, 44 epifit dan 1 paku. 202 jenis tersebut terbagi menjadi 43 jenis mangrove sejati dan sisanya sebagai mangrove asosiasi (Noor *et al.*, 2006). Indonesia memiliki 3,62 juta ha luas mangrove yang menjadi ekosistem alami pantai dimana hanya 48% dalam kondisi baik, sementara sisanya dalam kondisi sedang atau rusak. Tahun 2017 sampai 2018 telah terjadi deforestasi hutan mangrove primer seluas 4.914,9 ha dan hutan mangrove sekunder 31.697,8 ha sehingga total deforestasi mangrove sebesar 36.522,7 ha yang artinya terjadi deforestasi mangrove 1% dalam waktu hanya satu tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Laju kerusakan mangrove di Indonesia merupakan yang tercepat di dunia. Masifnya alih fungsi lahan mangrove dan perubahan iklim adalah faktor utama kerusakan ekosistem mangrove. Perencanaan wilayah pesisir tidak berdasarkan informasi tentang kondisi terkini akan menghambat upaya pencegahan kerusakan dan konservasi ekosistem mangrove (Campbell & Brown, 2015).

Penerapan teknologi penginderaan jauh adalah salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengetahui kondisi ekosistem mangrove secara efektif dan efisien. Salah satu metode penginderaan jauh untuk *monitoring* kondisi ekosistem mangrove yaitu analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI adalah metode yang memperhitungkan kehijauan vegetasi yang didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan objek yang berbeda-beda memancarkan gelombang cahaya yang berbeda. Data NDVI digunakan sebagai parameter untuk memantau kondisi dan kepadatan kanopi vegetasi di suatu wilayah (Widyatmanti *et al.*, 2021). Integrasi NDVI dan data lapangan akan menghasilkan informasi distribusi spasial mangrove yang akurat. Penelitian tentang distribusi mangrove memanfaatkan penginderaan jauh pernah dilakukan oleh Ulqodry *et al.* (2021) berlokasi di Taman Nasional Berbak–Sembilang dengan hasil yang diperoleh yaitu informasi luas dan kondisi ekosistem mangrove di daerah penelitian.

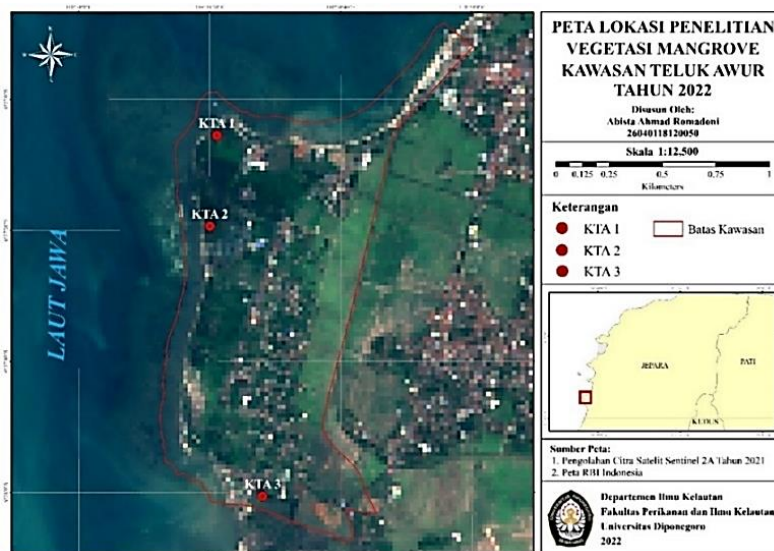
Keberadaan hutan mangrove di Ujung Piring dan Teluk Awur tidak terlepas dari ancaman kerusakan baik oleh manusia atau secara alami. Kondisi ekosistem mangrove di Ujung Piring saat ini berada di tepi pantai, area tambak, dan area ekowisata. Pembukaan lahan untuk tambak di Ujung Piring mengancam keberadaan hutan mangrove. Mauludin *et al.* (2018) menyatakan perkembangan budidaya tambak udang di kawasan Ujung Piring menjadi penyebab alih fungsi lahan mangrove secara masif. Kondisi mangrove di Teluk Awur saat ini tersebar di area konservasi, tepi pantai, dan tepi sungai. Pembangunan dan pengembangan *Marine Science Techno Park* (MSTP) yang berdekatan dengan area konservasi mangrove memberikan ancaman terhadap keberadaan mangrove di Teluk Awur. Pradana *et al.* (2013) menyatakan kawasan Teluk Awur sebagai kawasan konservasi memiliki mangrove dalam kondisi baik tetapi tidak menyeluruh dan ancaman kerusakan mangrove oleh perubahan iklim dan aktivitas pembangunan tidak dapat dihindari. Informasi tentang luas, sebaran, dan kondisi kesehatan mangrove dapat dijadikan pertimbangan menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kawasan ekosistem mangrove di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran, luas vegetasi, dan menganalisis kondisi kesehatan vegetasi mangrove di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur guna mendukung upaya pelestarian dan perlindungan terhadap ekosistem mangrove.

**MATERI DAN METODE**

Materi pada penelitian ini adalah data vegetasi mangrove di kawasan Ujung Piring dan kawasan Teluk Awur, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah melalui pendekatan penginderaan jauh memanfaatkan citra Satelit Sentinel 2A. Penentuan lokasi *sampling* dilakukan dengan metode *purposive sampling* yang dipilih berdasarkan sifat atau karakteristik tertentu yang beragam sehingga dapat mewakili seluruh populasi dan kondisi di suatu wilayah. Terdapat 6 stasiun penelitian yang terbagi menjadi 3 stasiun di kawasan Ujung Piring dan 3 stasiun di kawasan Teluk Awur. KUP1 merupakan mangrove di Pantai Blebak, KUP2 merupakan mangrove di Pantai Ujung Piring, KUP3 merupakan mangrove di kawasan ekowisata Glagah Wangi. Stasiun penelitian di kawasan Teluk Awur yaitu KTA1 yaitu mangrove di *Marine Science Techno Park* (MSTP) dekat dengan dermaga, KTA2 merupakan mangrove di kawasan konservasi *Mangrove Education Center of KeSEMaT* (MECoK), dan KTA3 merupakan mangrove dekat aliran sungai. Setiap stasiun memiliki 3 plot *sampling* sehingga total 18 plot *sampling*. Peta stasiun *sampling* terdapat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian Kawasan Ujung Piring



**Gambar 2.** Peta Lokasi Penelitian Kawasan Teluk Awur

Data yang diperoleh melalui 2 tahapan yaitu pengolahan citra satelit Sentinel 2A dan validasi lapangan. Citra satelit yang digunakan penelitian ini adalah citra Sentinel 2A level 1C di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur, Jepara dengan tanggal perekaman citra pada 25 Oktober 2021. Citra Sentinel 2A level 1C bersifat sudah terkoreksi secara geometrik dan radiometri dikarenakan Sentinel 2A telah diatur untuk kegiatan *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) (Dimara *et al.*, 2020). Pengolahan citra satelit menggunakan aplikasi ENVI 5.3, Google Earth dan ArcGIS 10.3. Pengolahan citra satelit melalui beberapa tahap yaitu komposit *band*, klasifikasi lahan dengan *maximum likelihood classification*, uji *separability index*, dan algoritma NDVI.

Komposit *band* merupakan proses kombinasi tiga kanal untuk mendapatkan informasi tertentu. Komposit *band* bermanfaat mempermudah identifikasi area mangrove dan non mangrove dengan melihat perbedaan warna yang ditampilkan. Aktivitas ini dilakukan dengan mengatur *band* atau pita pada komposisi warna *Red Green Blue* (RGB). Komposit *band* penelitian ini menggunakan *band* 8A (*Red Edge*), *band* 12 (SWIR), dan *band* 2 (*Blue*) yang diolah di ENVI 5.3. Kombinasi *band* tersebut termasuk dalam kategori *false color* yang digunakan untuk memperlihatkan kenampakan mangrove.

Klasifikasi citra bertujuan untuk memisahkan vegetasi mangrove terhadap tutupan lahan lainnya. Proses klasifikasi citra dilakukan dengan interpretasi visual citra berdasarkan perbedaan warna, rona, tekstur, asosiasi, dan pola dari hasil komposit *band* (Danoedoro, 2012). Jenis klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *supervised classification* dengan metode *maximum likelihood classification*. Teknik klasifikasi ini melibatkan interpreter untuk identifikasi objek pada citra sehingga memperoleh hasil yang sesuai untuk mewakili objek tertentu. Peran interpreter yaitu membuat *region of interest* (ROI) yang berfungsi sebagai bahan analisa komputer dalam melakukan *supervised classification* sehingga *region of interest* memegang peran penting sebagai kunci interpretasi (Ningsih *et al.*, 2021). Klasifikasi citra penelitian ini menghasilkan 5 kelas yaitu mangrove, tambak, perairan, pemukiman dan lahan terbuka.

Setelah proses klasifikasi citra selanjutnya tahap uji *separability index* menggunakan ENVI 5.3. Proses ini memanfaatkan algoritma Jeffries–Matusita yang menunjukkan seberapa baik pemisahan kelas tutupan lahan dan membandingkannya secara berpasangan. Hasil yang diperoleh berupa nilai *pair separation* yang berkisar antara 0-2. Nilai *pair separation* 1,8–2,0 sudah cukup untuk menggambarkan keterpisahan antar kelas. Apabila nilai yang diperoleh 2,0 maka menunjukkan kelas tersebut terpisah dengan baik (Alimjan *et al.*, 2018)

Indeks vegetasi digunakan untuk mendapatkan tingkat kerapatan mangrove di lokasi penelitian berdasarkan *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI) yang diperoleh dari pengolahan citra satelit Sentinel 2A. Indeks vegetasi NDVI merupakan besaran yang digunakan sebagai parameter untuk memantau kondisi suatu vegetasi. Nilai NDVI didapatkan dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan beberapa saluran *band*. Nilai NDVI berkisar antara -1,0 hingga +1,0 yang kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori tutupan mangrove yaitu jarang, sedang, dan lebat (Budiputra, 2021). Kriteria kerapatan tutupan mangrove diatur pada Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove Tahun 2005 yang terdapat di Tabel 1.

*Hemispherical photography* dilakukan untuk mendapatkan data tutupan kanopi mangrove yang ada di lapangan dengan memanfaatkan penggunaan kamera dalam mengambil gambar tutupan kanopi pohon. Prinsipnya adalah melakukan perbandingan luasan piksel warna hitam dengan warna putih pada foto yang dihasilkan. Warna hitam sebagai tutupan kanopi atau daun mangrove dan warna putih sebagai non kanopi atau langit. *Hemispherical photography* mampu memvalidasi nilai persentase kerapatan tutupan kanopi yang ada di lapangan dengan kondisi kerapatan yang ditemukan pada nilai NDVI dari citra satelit Sentinel 2A. Nilai piksel yang diperoleh dihitung dengan rumus persentase tutupan kanopi dari hasil perbandingan jumlah piksel kanopi ( $P_{255}$ ) dibagi dengan jumlah seluruh piksel ( $P_{tot}$ ) dikalikan 100% (Dharmawan *et al.*, 2020).

Uji validasi adalah proses membandingkan dan menguji kebenaran antara data hasil klasifikasi citra satelit dengan data lapangan hasil *groundcheck*. Hasil uji validasi memberikan informasi tentang tingkat akurasi data yang digunakan dalam proses interpretasi melalui citra satelit. Uji validasi terdiri dari dua objek yaitu objek mangrove dan non mangrove meliputi pemukiman, tambak, perairan, bangunan dan lahan terbuka. Uji validasi menerapkan *confusion matrix* sebagai indikator untuk membandingkan data lapangan dengan klasifikasi lahan melalui citra satelit (Widyantara & Solihuddin, 2020). *Confusion matrix* menghasilkan persentase ketelitian dari perbandingan jumlah

**Tabel 1.** Kriteria Kondisi Hutan Mangrove Berdasarkan Tutupan Kanopi dan NDVI

Kriteria	InterpretasiTutupan	Tutupan Kanopi (%)	NDVI
Baik	Padat	≥ 75	≥ 0,43 - 1,00
	Sedang	≥ 50 - < 75	≥ 0,33 - < 0,42
Rusak	Jarang	< 50	0 - < 0,32

Sumber: Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove Tahun 2005

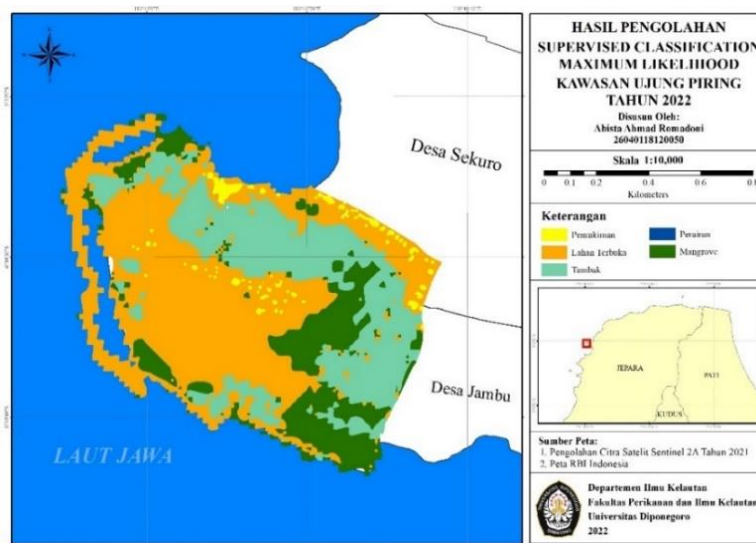
piksel benar pada setiap kategori dibagi dengan total sampel validasi dan diperoleh nilai *overall accuracy*. Nilai *overall accuracy* minimal yang ditetapkan oleh *United States Geological Survey* (USGS) yaitu diatas 85%. Jika nilai *overall accuracy* kurang dari 85% maka harus dilakukan klasifikasi ulang atau membuat *training area* baru.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

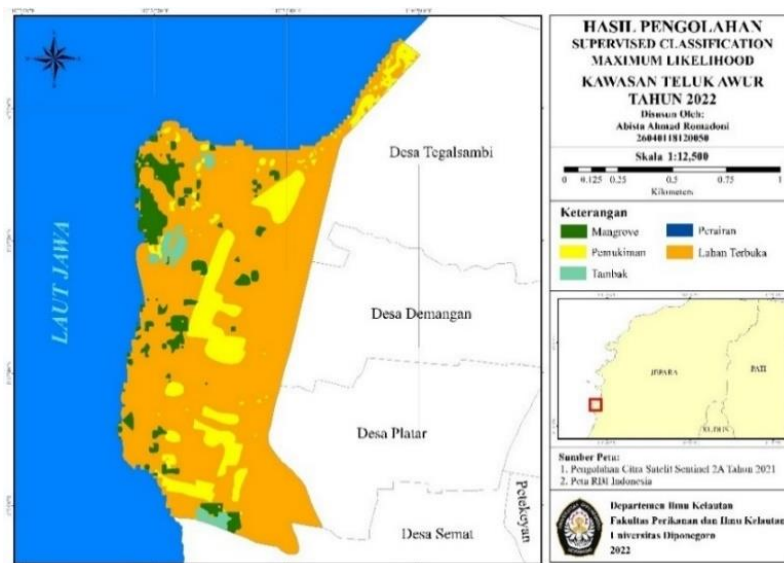
***Composite Band dan Maximum Likelihood Classification***

*Composite band* berfungsi untuk menggabungkan *band* yang memiliki karakteristik panjang gelombang berbeda sehingga masing-masing *band* memiliki kepekaan spesifik terhadap objek yang ditangkap satelit. *Composite band* menghasilkan warna khusus pada citra satelit sehingga mempermudah proses interpretasi. Hasil *composite band* menunjukkan perbedaan jelas antara kenampakan mangrove dan non mangrove. *Composite band* merupakan hasil komposit *false color* untuk menampilkan vegetasi mangrove dengan menggunakan kombinasi *band* RGB 8A, 12, 2. Hal itu sesuai dengan Dharmawan *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa komposit *false color* menghasilkan warna vegetasi mangrove lebih merah dibandingkan dengan komposit *true color* sehingga memudahkan dalam menginterpretasikan.

*Supervised classification* adalah metode untuk mengklasifikasikan piksel pada citra satelit dengan cara membangun *training area* sebagai acuan pengelompokan piksel. *Training area* dibuat menggunakan *region of interest* dan didasarkan pada karakteristik warna yang ditampilkan dari *composite band*. Kelas yang digunakan terbagi menjadi 5 yaitu mangrove, tambak, pemukiman, lahan terbuka, dan perairan. Metode klasifikasi penelitian ini adalah *maximum likelihood classification*



**Gambar 3.** Hasil Pengolahan *Maximum Likelihood Classification* Kawasan Ujung Piring



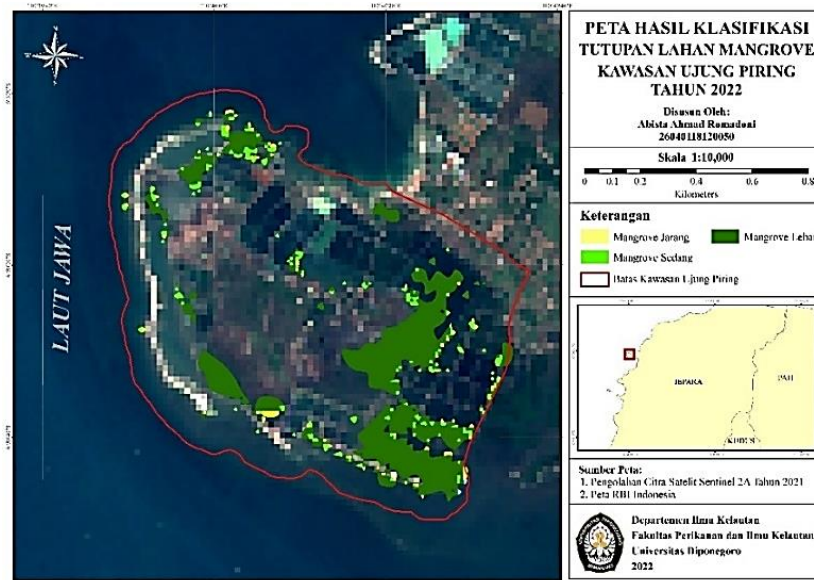
**Gambar 4.** Hasil Pengolahan *Maximum Likelihood Classification* Kawasan Teluk Awur

yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Berdasarkan hasil pengolahan *maximum likelihood classification* terlihat perbedaan kenampakan objek yang terdapat di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur. Warna biru mewakili kenampakan objek perairan yang meliputi wilayah laut, warna hijau toska diinterpretasikan sebagai daerah tambak, warna oranye diinterpretasikan sebagai daerah lahan terbuka, warna kuning diinterpretasikan sebagai daerah pemukiman, dan warna hijau menginterpretasikan lahan mangrove.

### Kawasan Mangrove Ujung Piring

Mangrove dalam plot di kawasan Ujung Piring berjumlah 7 spesies yaitu *Aegiceras corniculatum*, *Ceriops tagal*, *Excoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Sonneratia alba*. Ditemukan pula mangrove di luar plot penelitian berjumlah 16 yaitu *Acanthus ilicifolius*, *Avicennia marina*, *Calotropis gigantea*, *Clerodendrum inerme*, *Derris trifoliata*, *Hibiscus tiliaceus*, *Ipomoea pes-caprae*, *Pandanus tectorius*, *Rhizophora stylosa*, *Spinifex littoreus*, *Scaevola taccada*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Sesuvium portulacastrum*, *Thespesia populnea*, *Terminalia catappa*, dan *Xylocarpus granatum*. Spesies mangrove yang mendominasi pada stasiun penelitian di kawasan Ujung Piring yaitu *Sonneratia alba* mendominasi di stasiun KUP 1 dan KUP 3, *Ceriops tagal* di stasiun KUP 2. Hal ini sesuai dengan Mauludin *et al.* (2018) yang melakukan penelitian di Ujung Piring dimana *Rhizophora apiculata* ditemukan di semua stasiun dan *Sonneratia alba* mendominasi di Ujung Piring.

Hasil pengolahan citra menggunakan metode NDVI di kawasan Ujung Piring didapatkan nilai indeks minimum sebesar -0,0601719 dan nilai maksimum 0,871092. Nilai tersebut sesuai dengan rentang nilai NDVI yaitu -1 hingga +1. Hasil yang diperoleh ditransformasikan untuk dikelompokkan berdasarkan nilainya menggunakan *raster color slices*. Warna kuning merepresentasikan wilayah mangrove kategori jarang, warna hijau muda mewakili kategori sedang, dan warna hijau tua diinterpretasikan sebagai kategori rapat atau lebat. Luas keseluruhan lahan mangrove di kawasan Ujung Piring berdasarkan pengolahan citra satelit Sentinel 2A yaitu 21,004 ha. Klasifikasi tutupan mangrove tersusun dari 17,519 ha atau 83,41% kategori lebat; 2,527 ha atau 12,03% kategori sedang; dan 0,958 ha atau 4,56% kategori jarang. Sebaran vegetasi mangrove di kawasan Ujung Piring didominasi pada daerah pantai dan kawasan ekowisata mangrove yang berbatasan langsung dengan laut atau disebut zona mangrove *proximal*. Vegetasi mangrove juga ditemui di zona *middle* yaitu terletak di pertengahan antara darat dan laut di belakang zona *proximal*. Pola sebaran juga dapat dijumpai pada wilayah distal yang terpengaruh oleh adanya tambak.



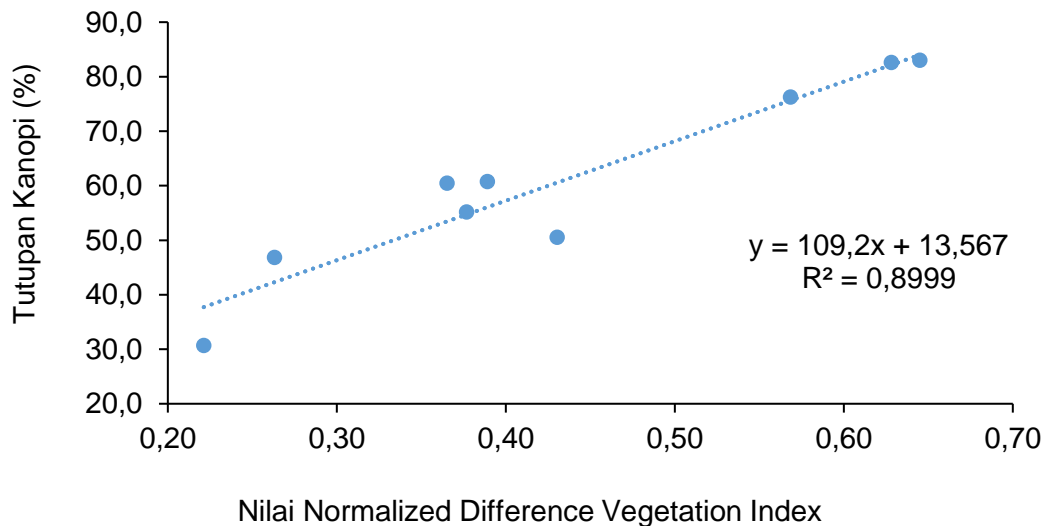
**Gambar 5.** Peta Hasil Klasifikasi Tutupan Vegetasi Mangrove Di Kawasan Ujung Piring

Rata-rata tutupan kanopi mangrove di kawasan Ujung Piring yaitu stasiun KUP 1 sebesar  $47,33\% \pm 15,30$ , stasiun KUP 2 sebesar  $68,59\% \pm 19,08$ , dan stasiun KUP 3 sebesar  $66,25\% \pm 14,77$ . Nilai kerapatan mangrove di setiap stasiun yaitu 1900 ind/ha untuk KUP 1, 3333 ind/ha untuk KUP 2, dan 2833 ind/ha untuk KUP 3. Stasiun KUP 1 memiliki persentase tutupan kanopi paling rendah diikuti kerapatan vegetasi paling rendah juga sedangkan stasiun KUP 2 memiliki persentase tutupan kanopi paling tinggi diikuti kerapatan vegetasi paling tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata tutupan kanopi mangrove berbanding lurus dengan nilai kerapatan vegetasi mangrove. Hal tersebut sesuai pernyataan Hasidu *et al.* (2021) bahwa semakin tinggi kerapatan vegetasi mangrove maka semakin besar pula persentase tutupan kanopi mangrove. Hasil interpretasi status kesehatan mangrove dapat dilihat pada Tabel 2. Persentase rata-rata tutupan kanopi mangrove di kawasan Ujung Piring sebesar 60,72% yang termasuk dalam kategori tutupan kanopi sedang. Stasiun KUP 1 termasuk dalam kondisi rusak dengan kategori tutupan kanopi jarang, stasiun KUP 2 dalam kondisi baik dengan kategori tutupan kanopi sedang, dan stasiun KUP 3 dalam kondisi baik dengan kategori tutupan kanopi sedang. Lokasi KUP 1 berbatasan langsung dengan laut sehingga nilai kerapatan vegetasi yang didapatkan paling rendah. Hal ini disebabkan pengaruh langsung arus dan gelombang laut serta banyaknya sampah di stasiun KUP 1. Gelombang dan arus laut yang besar serta tumpukan sampah yang berada di area mangrove akan mengakibatkan pertumbuhan mangrove terhambat. Suryono (2019) menyatakan bahwa sampah akan menutup tunas-tunas mangrove ketika surut sehingga menghambat pertumbuhan mangrove dan Saputringrum & Mardianto (2019) menyatakan gelombang laut berperan menghasilkan arus dan transport sedimen dengan arah tegak lurus serta sepanjang pantai sehingga mengancam pertumbuhan mangrove.

Grafik hubungan antara nilai NDVI dan persentase tutupan kanopi mangrove ditunjukkan melalui Gambar 6. Nilai korelasi ( $r$ ) yang diperoleh yaitu 0,9487. Hasil korelasi menunjukkan bahwa nilai NDVI dan persentase tutupan kanopi mangrove memiliki hubungan sangat kuat yang artinya persentase tutupan kanopi mangrove sangat dipengaruhi oleh nilai NDVI. Nilai positif diartikan bahwa persentase tutupan kanopi mangrove dipengaruhi oleh nilai NDVI dimana hubungannya searah. Hal ini sesuai dengan Pamungkas *et al.* (2020) bahwa hasil korelasi positif menunjukkan hubungan yang apabila nilai NDVI semakin tinggi maka persentase tutupan kanopi mangrove akan besar pula. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,8999 menunjukkan bahwa nilai NDVI mempengaruhi persentase tutupan kanopi mangrove sebesar 89,99%. Pernyataan tersebut sesuai dengan Kurniawan & Yuniarto (2016) bahwa koefisien determinasi merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur seberapa besar kontribusi variable  $x$  terhadap variable  $y$ .

**Tabel 2.** Status Kesehatan Mangrove Kawasan Ujung Piring

Stasiun	% Tutupan Kanopi ( $\pm$ Standar Deviasi)	Kategori Tutupan Kanopi	Status Kesehatan	Rata-rata Tutupan Kanopi (%)
KUP 1	47,33 $\pm$ 15,30	Jarang	Rusak	60,72
KUP 2	68,59 $\pm$ 19,08	Sedang	Baik	
KUP 3	66,25 $\pm$ 14,77	Sedang	Baik	

**Gambar 6.** Grafik Hubungan NDVI dengan Tutupan Kanopi di Kawasan Ujung Piring

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui akurasi klasifikasi tutupan lahan citra satelit Sentinel 2A dengan kondisi di lapangan menggunakan tiga perhitungan yaitu *producer accuracy* (PA), *user accuracy* (UA), dan *overall accuracy* (OA). Titik sampel uji validasi berjumlah 43 titik yang meliputi 9 titik mangrove dan 34 titik non mangrove. Nilai UA yaitu mangrove 100%, tambak 100%, pemukiman 89%, lahan terbuka 100%, dan perairan 100%. Hasil UA menunjukkan pemukiman memiliki nilai *commission error* sebesar 11%. Hasil PA yang diperoleh yaitu mangrove 100%, tambak 100%, pemukiman 100%, lahan terbuka 100%, dan perairan 86%. Nilai *commission error* dari PA ditunjukkan klasifikasi perairan sebesar 14%. *Overall accuracy* penelitian ini yaitu 97,67% dengan koefisien kappa 0,971. Nilai uji validasi 97,67% sesuai dengan standar *United States Geological Survey* (USGS) yaitu diatas 85% sehingga penelitian ini memiliki hasil yang layak uji. Persentase validasi penelitian ini lebih besar dari penelitian Hanan *et al.* (2020) dengan persentase 93,55%. Koefisien kappa sebesar 0,971 telah memenuhi syarat berdasarkan Landis & Koch (1975) yang tergolong tingkat kepercayaan tinggi. Tayane *et al.* (2021) menyatakan bahwa nilai koefisien kappa mendekati 1 membuktikan bahwa peta klasifikasi lahan yang dibuat sangat dapat dipercaya.

### Kawasan Mangrove Teluk Awur

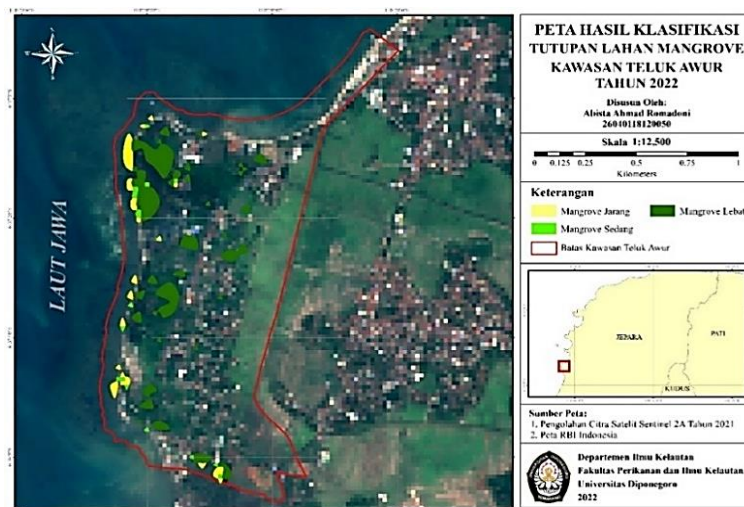
Mangrove yang berada dalam plot di kawasan Teluk Awur berjumlah 6 spesies yaitu *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Excoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemose*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*. Di luar plot ditemukan 29 spesies yaitu *Bruguiera cylindria*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Acanthus ilicifolius*, *Acrostichum aureum*, *Ardisia elliptica*, *Callophyllum inophyllum*, *Calotropis gigantea*, *Canavalia maritima*, *Carbera manghas*, *Casuarina equisetifolia*, *Clerodendrum inerme*, *Derris trifoliata*, *Hernandia ovigera*, *Ipomoea pes-caprae*,



*Lannaea coromandelica*, *Maytenus emarginata*, *Morinda citrifolia*, *Pandanus tectorius*, *Pluchea indica*, *Ricinus communis*, *Scaevola taccada*, *Scolopia macrophylla*, *Sesuvium portulacastrum*, *Terminalia catappa*, *Thespesia populnea*, *Triathema portulacastrum*, dan *Vitex ovata*. Spesies mangrove yang mendominasi yaitu *Lumnitzera racemosa* di stasiun KTA 1 serta *Rhizophora apiculata* mendominasi di stasiun KTA 2 dan KTA 3. Hal ini sesuai dengan Bahari *et al.* (2018) yang menyatakan *Rhizophora apiculata* merupakan komponen mangrove mayor yang mendominasi di Teluk Awur dan merupakan hasil dari rehabilitasi.

Kawasan Teluk Awur memperoleh nilai NDVI dengan indeks minimum 0,135842 dan maksimum 0,734732. Mangrove lebat ditunjukkan warna hijau tua, mangrove sedang warna hijau muda, dan mangrove jarang warna kuning seperti yang terlihat pada Gambar 7. Secara keseluruhan luas vegetasi mangrove di kawasan Teluk Awur berdasarkan pengolahan citra satelit Sentinel 2A yaitu sebesar 10,657 ha. Klasifikasi tutupan vegetasi mangrove tersusun atas 8,013 ha atau 75,1% kategori lebat; 0,688 ha atau 6,5% kategori sedang; dan 1,956 ha atau 18,4% kategori jarang. Sebaran vegetasi mangrove di kawasan Teluk Awur didominasi daerah pantai dan termasuk wilayah konservasi mangrove yang tergolong zona mangrove *proximal*. Mangrove juga tersebar di zona *middle* di area tambak dan di sekitar aliran sungai. Zona mangrove *distal* ditemukan cukup jauh dari laut di sekitar pemukiman dan lahan terbuka.

Tutupan kanopi mangrove di kawasan Teluk Awur yaitu stasiun KTA 1 sebesar 69,20%±26,98; stasiun KTA 2 sebesar 72,17%±16,97; dan stasiun KTA 3 sebesar 63,72%±31,29. Nilai kerapatan vegetasi mangrove di setiap stasiun penelitian Teluk Awur yaitu 2633 ind/ha untuk KTA 1, 4900 ind/ha untuk stasiun KTA 2, dan 2100 ind/ha untuk stasiun KTA 3. Stasiun KTA 3 memiliki persentase tutupan kanopi paling rendah diikuti kerapatan vegetasi paling rendah juga sedangkan stasiun KTA 2 memiliki persentase tutupan kanopi paling tinggi yang diikuti kerapatan vegetasi paling tinggi. Persentase tutupan kanopi berbanding lurus dengan kerapatan vegetasi dimana semakin besar kerapatan vegetasi mangrove maka semakin besar pula persentase tutupan kanopi mangrove. Interpretasi status kesehatan mangrove terdapat pada Tabel 3. Rata-rata persentase tutupan kanopi mangrove di kawasan Teluk Awur sebesar 68,36% tergolong kategori sedang. Semua stasiun penelitian di kawasan Teluk Awur dalam kondisi baik dan kategori sedang. Stasiun KTA 3 berbatasan langsung dengan pemukiman mengakibatkan nilai kerapatan vegetasi mangrove paling rendah karena menghadapi ancaman dari aktivitas masyarakat berupa penebangan pohon serta alih fungsi lahan mangrove untuk tambak dan pemukiman. Hal ini terbukti di stasiun KTA 3 telah terjadi penurunan luasan mangrove yang diubah menjadi pemukiman dan tambak. Rawena *et al.* (2020) menyatakan kerusakan mangrove diakibatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan mengintervensi ekosistem mangrove karena mangrove memiliki fungsi ekonomi bagi masyarakat sekitar.

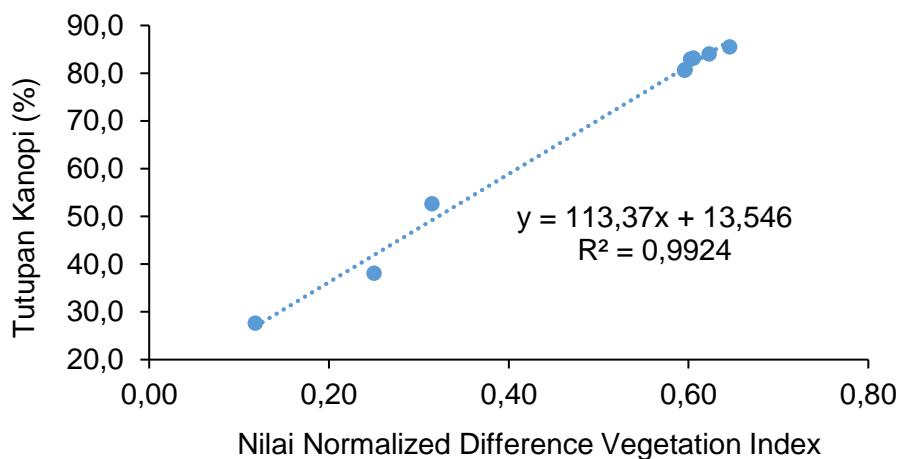


**Gambar 7.** Peta Hasil Klasifikasi Tutupan Vegetasi Mangrove Di Kawasan Teluk Awur

Grafik hubungan nilai NDVI dan persentase tutupan kanopi mangrove ditunjukkan Gambar 8. Nilai korelasi ( $r$ ) yang diperoleh yaitu 0,9962. Nilai korelasi menunjukkan bahwa nilai NDVI dan persentase tutupan kanopi mangrove termasuk hubungan yang sangat kuat artinya persentase tutupan kanopi mangrove sangat dipengaruhi oleh nilai NDVI. Hal ini sesuai dengan Budiputra (2021) yaitu nilai korelasi positif menunjukkan hubungan searah artinya semakin tinggi nilai NDVI maka persentase tutupan kanopi mangrove akan semakin tinggi juga. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,9924 menunjukkan bahwa besaran NDVI berpengaruh sebesar 99,24% terhadap persentase tutupan kanopi mangrove.

**Tabel 3.** Status Kesehatan Mangrove Kawasan Teluk Awur

Stasiun	% Tutupan Kanopi ( $\pm$ Standar Deviasi)	Kategori Tutupan Kanopi	Status Kesehatan	Rata-rata Tutupan Kanopi (%)
KTA 1	69,20 $\pm$ 26,98	Sedang	Baik	
KTA 2	72,17 $\pm$ 16,97	Sedang	Baik	68,36
KTA 3	63,72 $\pm$ 31,29	Sedang	Baik	



**Gambar 8.** Grafik hubungan NDVI dengan tutupan kanopi di Kawasan Teluk Awur

Jumlah titik untuk uji validasi berjumlah 43 titik yaitu 9 titik mangrove dan 34 titik bukan mangrove. Nilai UA yang diperoleh yaitu mangrove 100%, tambak 100%, pemukiman 93%, lahan terbuka 86%, dan perairan 100%. Hasil UA menunjukkan pemukiman memiliki nilai *commission error* sebesar 7% dan lahan sebesar 14%. Nilai PA yang didapatkan yaitu mangrove 100%, tambak 100%, pemukiman 100%, lahan terbuka 86%, dan perairan 86%. Nilai *commission error* dari hasil PA terdapat pada lahan terbuka dan perairan sebesar 14%. Hasil *overall accuracy* pada penelitian ini yaitu 95,35% dengan koefisien kappa sebesar 0,940. Nilai uji validasi 95,35% sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh *United States Geological Survey* (USGS) yaitu diatas 85% sehingga penelitian ini termasuk hasil yang layak uji. Persentase uji validasi penelitian ini lebih besar dari Pratama *et al.* (2022) dengan 92,1%. Koefisien kappa sebesar 0,940 telah memenuhi standar Landis & Koch (1975) yang termasuk tingkat kepercayaan tinggi.

## KESIMPULAN

Mangrove Ujung Piring tersebar di area pantai, ekowisata, bekas tambak dan sekitar tambak. Luas vegetasi mangrove sebesar 21,004 ha dengan 17,519 ha (83,41%) kategori lebat; 2,527 ha (12,03%) kategori sedang; dan 0,958 ha (4,56%) kategori jarang. Tutupan kanopi mangrove di kawasan Ujung Piring rata-rata 60,72% termasuk kategori sedang dan kondisi mangrove

diinterpretasikan dalam status kesehatan baik. Sebaran mangrove kawasan Teluk Awur ditemui di area pantai, area konservasi mangrove, area tambak, sekitar aliran sungai, pemukiman, dan lahan terbuka. Mangrove di kawasan Teluk Awur memiliki luas 10,657 ha tersusun atas 8,013 ha (75,1%) kategori lebat; 0,688 ha (6,5%) kategori sedang; dan 1,956 ha (18,4%) kategori jarang. Tutupan kanopi mangrove di kawasan Teluk Awur rata-rata 68,36% termasuk kategori sedang dan kondisi mangrove dalam status kesehatan baik. Hasil penelitian ini dapat dijadikan pedoman dalam menentukan kebijakan yang sesuai untuk pengelolaan kawasan ekosistem mangrove di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur. Hasil penelitian ini bisa dimanfaatkan untuk kegiatan rehabilitasi mangrove yaitu dalam menentukan lokasi yang sesuai untuk penanaman mangrove di kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alimjan, G., Sun, T., Liang, Y., Jumahun, H., & Guan, Y. 2018. A New Technique For Remote Sensing Image Classification Based On Combinatorial Algorithm of SVM and KNN. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 32(7):1-23. DOI: 10.1142/S0218001418590127
- Badan Pusat Statistik. 2020. Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir. Jakarta.
- Bahari, A.S., Ganis, R.E., & Muhammad, F.R. 2018. Komposisi Jenis Mangrove di Mangrove Education Center of KeSEMAT (MECoK). Semarang: Yayasan IKAMAT.
- Budiputra, A.R. 2021. Analisis Kerapatan Vegetasi di Kabupaten Magelang Menggunakan Citra Landsat 8 Bermetode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). *Jurnal Sosial dan Teknologi*, 1(11):1332–1340. DOI: 10.36418/journalsostech.v1i11.231
- Campbell, A., & Brown, B., 2015. Indonesia's Vast Mangroves Are A Treasure Worth Saving. *The Conversation*.
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital . Yogyakarta: Andi Publisher.
- Dharmawan, I.W.E., Ulumuddin, Y.I. & Prayudha, B. 2020. Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia. *PT Media Sains Nasional*, Bogor, 94.
- Dimara, A., Hamuna, B., & Dimara, L. 2020. Pemanfaatan Citra Satelit Sentinel-2A Untuk Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal (Studi Kasus: Teluk Humbolt, Kota Jayapura). *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 3(1):25-31.
- Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2005. Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove. Jakarta.
- Hanan, A.F., Pratikto, I., & Soenardjo, N. 2020. Analisa Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove Di Desa Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong. *Journal of Marine Research*, 9(3):271-280. DOI: 10.14710/jmr.v9i3.27573
- Hasidu, L.O.A.F., Prasetya, A., Maharani, Asni, Agusriyadin, Mubarak, A.A., Ibrahim, A.F., Kamur, S., & Kharisma, G.N. 2021. Analisis Vegetasi, Estimasi Biomassa dan Stok Karbon Ekosistem Mangrove Pesisir Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 5(2):60-71. DOI: 10.33772/jsipi.v5i2.9371
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. *Kelautan Perikanan Dalam Angka 2015*. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018. Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2018. Jakarta.
- Kurniawan, R., & Yuniarto, B. 2016. Analisis Regresi. Jakarta: Kencana.
- Landis, J.R., & Koch, G.G., 1975. A Review of Statistical Methods in The Analysis of Data Arising from Observer Reliability Studies (Part I). *Statistica Neerlandica*, 29(3):101-123. DOI: 10.1111/j.1467-9574.1975.tb00254.x
- Mauludin, M.R., Azizah, R., Pribadi, R., & Suryono, S. 2018. Komposisi dan Tutupan Kanopi Mangrove di Kawasan Ujung Piring Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1):29-36. DOI: 10.14710/buloma.v7i1.19039
- Ningsih, E.N., Setiawan, A., Hartoni, H., & Fauziyah, F. 2021. Perubahan Luasan Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya Kepulauan Seribu DKI Jakarta Menggunakan Data Citra Satelit Penginderaan Jauh. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(2):84-90. DOI: 10.56064/jps.v23i2.628

- 
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: Wetlands International.
- Pamungkas, B., Kurnia, R., Riani, E., & Taryono. 2020. Klasifikasi Luasan Ekosistem Mangrove Di Desa Pantai Bahagia, Muara Gembong, Kabupaten Bekasi Dengan Citra Sentinel Dengan Metode *Normalized Difference Vegetation Index*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3):821–831. DOI: 10.29244/jitkt.v12i3.32241
- Pradana, O.Y., Soenardjo, N., & Suryono. 2013. Kajian Bioekologi dan Strategi Pengelolaan Ekosistem Mangrove: Studi Kasus Di Teluk Awur Jepara. *Journal of Marine Research*, 2(1):54-61.
- Pratama, B.A., Pratikto, I., & Santoso, A. 2022. Sebaran Spasial Mangrove di Desa Pantai Bahagia, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi. *Journal of Marine Research*, 11(2):167-175. DOI: 10.14710/jmr.v11i2.33765
- Rawena, G.O., Wuisang, C.E., & Siregar, F.O. 2020. Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Manunggu. *SPASIAL*, 7(3):343-351.
- Saputringrum, Y.E., & Mardiatno, D. 2019. Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Ekosistem Mangrove di Sekitar Muara Sungai Bogowonto. *Jurnal Bumi Indonesia*, 8(1):1-10.
- Suryono, D.D. 2019. Sampah Plastik Di Perairan Pesisir dan Laut: Implikasi Kepada Ekosistem Pesisir DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1):17-23. DOI: 10.37439/jurnaldrd.v12i1.2
- Tayane, Y.A., Boreel, A., & Putuhena, J.D., 2021. Perubahan Tutupan Lahan Di DAS Waeruhu Kota Ambon Menggunakan Citra Satelit Multitemporal. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 5(2):139-151.
- Ulqodry, T.Z., Aprianto, A.E., Agussalim, A., Aryawati, R., & Absori, A. 2021. Analisis Tutupan Mangrove Taman Nasional Berbak-Sembilang Melalui Citra Landsat-8 dan Pemantauan *Leaf Area Index* (LAI). *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(3):393–401. DOI: 10.14710/jkt.v24i3.12278
- Widyantara, A.P., & Solihuddin, T. 2020. Pemetaan Perubahan Luasan Lahan Mangrove Di Pesisir Probolinggo Menggunakan Citra Satelit. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 17(2):75–87.
- Widyatmanti, W., Murti, S.H., & Widayani, P. 2021. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Yogyakarta: UGM Press.