

PERUBAHAN KERAPATAN TUTUPAN TAJUK HUTAN MANGROVE

Changes in Mangrove Forest Canopy Cover Density

Bella Febrianti¹, Nining Puspaningsih^{2*}, dan Sri Rahaju²

(Diterima 17 Mei 2024 /Disetujui 31 Mei 2024)

ABSTRACT

The construction of fish ponds in coastal areas has resulted in the degradation of mangrove forests. Mangrove planting activities in fish pond areas are carried out to maintain the balance of the mangrove ecosystem. Remote sensing is a good technology for monitoring mangrove forests. The study aimed to evaluate changes in the density level of mangrove forest canopy cover in 2016, 2019, and 2022 using SPOT 6. The classification method of mangrove and non-mangrove forests used digital classification methods, specifically maximum likelihood and visual analysis, and density analysis utilizes NDVI, GNDVI, SAVI, NDWI from SPOT 6 for the years 2016, 2019, and 2022. The percentage values of canopy cover in the field are determined using the hemispherical photography method. These values are used to test the accuracy of mangrove forest density levels. The best accuracy results are shown for both NDVI and SAVI indices. The NDVI index is used in analyzing changes in the extent of mangrove forest density; from 2016 to 2019, there was a change from moderate to high density levels. From 2019 to 2022, there was a decrease in density from high density to moderate density. Additionally, from 2016 to 2022, a significant change occurs from low to moderate density levels.

Keywords: density, hemispherical photography, index algorithms, mangrove

1. Alumnus Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

2. Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

* Penulis korespondensi: Nining Puspaningsih

e-mail: n_puspaningsih@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Hutan mangrove dalam skala ekologis merupakan ekosistem yang sangat penting, karena daya dukungnya bagi stabilitas ekosistem kawasan pesisir (Karminarsih 2007). Kestabilan ekosistem mangrove akan mempunyai pengaruh yang sangat luas terhadap kelestarian wilayah pesisir. Sebagian besar, masyarakat pesisir telah merasakan dampak merugikan akibat hilangnya mangrove. Fungsi ekosistem mangrove sebagai peredam gelombang dan angin badai, pelindung dari abrasi, penahan abrasi, perangkap sedimen, daerah asuhan (*nursery ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*), dan daerah pemijahan (*spawning ground*) berbagai jenis ikan, udang, dan biota laut lainnya, penghasil kayu hingga tempat ekowisata (Saru 2014). Ekosistem mangrove memiliki potensi mitigasi yang sangat besar untuk mengatasi bencana yang disebabkan oleh perubahan iklim akibat pemanasan global. Sesuai dengan pernyataan Murdiyarso *et al.* (2015), bahwa vegetasi ekosistem mangrove merupakan penyerap gas rumah kaca, terutama gas karbon yang cukup tinggi. Keseimbangan ekologi lingkungan perairan pantai akan tetap terjaga apabila keberadaan mangrove dipertahankan karena mangrove dapat berfungsi sebagai biofilter, mencegah abrasi dan perangkap polusi (Mulyadi *et al.* 2009).

Perkembangan pembangunan di wilayah pesisir berlangsung dengan pesat, yang mengakibatkan degradasi lingkungan dan terancamnya kelestarian sumber daya alam wilayah pesisir khususnya hutan mangrove. Selain ancaman yang ditujukan pada ekosistem mangrove melalui pembangunan tersebut, ternyata sumber daya ekosistem mangrove juga rentan terhadap aktivitas pembangunan yang terdapat jauh dari habitatnya (Purnobasuki 2011). Hal tersebut pula yang dapat memengaruhi distribusi dan kerapatan mangrove berdasarkan jarak dari beberapa indikator pembangunan seperti jalan, perumahan, tambak dan lainnya.

Teknologi Sistem Informasi Geografis dan teknologi penginderaan jauh yang berkembang sangat cepat dapat mempermudah melakukan pemetaan areal seperti pemetaan hutan mangrove. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi spasial yang digunakan untuk memproses data yang bergeoreferensi dengan lokasi atau daerah yang ingin diketahui atau target lokasi yang ditentukan (Hamidi 2015). Penginderaan jauh merupakan ilmu serta seni pengukuran guna memperoleh data dari suatu objek, daerah ataupun fenomena di mana proses perekaman informasi dilakukan tanpa kontak langsung dengan objek, daerah ataupun fenomena yang diteliti (Jaya 2014). Teknologi penginderaan jauh yang mempunyai resolusi spasial, radiometrik, temporal, dan spektral yang tinggi merupakan teknologi yang mudah, murah, dan cepat untuk monitoring hutan mangrove (Silitonga *et al.* 2018).

Hutan mangrove adalah salah satu obyek yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh untuk vegetasi mangrove didasarkan atas dua sifat penting yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di daerah pesisir (Susilo 2000). Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan spektrum inframerah dengan kuat (Kartikasari 2015). Beberapa aspek lingkungan mangrove yang dapat dipelajari dengan menggunakan penginderaan jauh adalah spesies mangrove dan identifikasi zonasi, perubahan tata guna lahan mangrove, keberadaan mangrove dan distribusinya, serta lingkungan fisik mangrove (Hartono 1994 dalam Kartikasari 2015). Alih fungsi lahan hutan mangrove menjadi tambak yang terjadi di pesisir utara Kota Serang, Provinsi Banten mengakibatkan menurunnya ekosistem mangrove.

Wetlands International Indonesia (WII) bersama dengan Kelompok Pecinta Alam Pesisir Pulau Dua (KPAPPD) melakukan rehabilitasi pantai melalui penanaman mangrove pada areal tambak agar terjadi keseimbangan ekosistem di pesisir. Sejak penanaman yang dikakukan pada tahun 2010 belum ada monitoring dari keberhasilan penanaman tersebut. Monitoring keberhasilan penanaman mangrove dapat diidentifikasi melalui kondisi kerapatanutupan tajuk hutan mangrovenya menggunakan teknologi remote sensing. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi perubahan tingkat kerapatanutupan tajuk hutan mangrove tahun 2016, 2019, dan 2022 dengan menggunakan Citra SPOT 6.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 berlokasi di Kawasan Tambak Sawah Luhur, Provinsi Banten. Secara geografis Kawasan Tambak Sawah Luhur terletak antara 06°01'00" – 06°02'00" LS dan 106°11'35 – 106°13'3" BT. Secara administratif termasuk wilayah Desa Sawah Luhur, Kecamatan Kasemen, Kota Serang, Provinsi Banten. Pengolahan data akan dilakukan di Laboratorium Remote Sensing dan GIS Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University.

Perangkat keras, perangkat lunak, dan data

Perangkat keras yang digunakan pada pengamatan mangrove di lapangan meliputi alat tulis, *Global Positioning System* (GPS), kamera *handphone*, lensa *fisheye*, tripod dan *tallysheet*. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan perangkat keras (*hardware*) berupa laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak (*software*) yaitu ArcGIS 10.8, ENVI 5.3, *Google Earth Pro*, *Microsoft Word*, *Microsoft Excel 365* dan *Gap Light Analyzer* (GLA). Data yang digunakan dalam penelitian berupa data utama dan data pendukung. Data utama terdiri dari data citra SPOT 6. Data pendukung terdiri dari data *ground check* dan hasil wawancara, serta batas administrasi wilayah Provinsi Banten.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pertama yang dilakukan adalah pengkajian studi pustaka untuk memperoleh informasi awal mengenai penelitian, kondisi lapang serta perizinan pihak terkait. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi data utama dan data pendukung. Data utama dan data pendukung yang digunakan dalam penelitian disajikan Tabel 1.

Tabel 1 Jenis dan sumber data penelitian

No	Jenis data	Sumber
	Data Utama:	
1	SPOT 6 tahun 2016, 2019 dan 2022	BRIN LAPAN
2	Persentase Tutupan Tajuk	Pengolahan data lapangan
	Data Pendukung:	
1	Batas Administrasi Provinsi Banten	https://tanahair.indonesia.go.id
2	Batas Areal Tambak Sawah Luhur	
3	Batas Areal Penanaman Mangrove	
4	Koordinat Lokasi Penanaman Mangrove	Wetlands International Indonesia

Pengolahan dan Analisis Data

Tahapan pengolahan dan analisis data dimulai dari tahapan pra pengolahan citra, analisis data citra secara visual dan analisis *Normalized Difference Index Vegetation* (NDVI), pengumpulan data lapangan, analisis data lapangan dan analisis citra digital. Pra-pengolahan citra merupakan pengolahan citra yang harus dilakukan sebelum citra digunakan untuk analisis yaitu melakukan koreksi geometrik, koreksi atmosferik, pemotongan/*cropping*, penggabungan citra/*composite band*, dan penajaman citra/*pansharpening*. Koreksi atmosferik yang dilakukan ditujukan untuk mengurangi variasi perbedaan kondisi atmosfer pada citra SPOT 6 tahun 2016, 2019 dan 2020.

Analisis citra visual menggunakan citra SPOT 6 hasil *pansharpening* yang memiliki resolusi spasial 1,5 m untuk mendeteksi dan mengidentifikasi mangrove dan non-mangrove. Mangrove dan non mangrove pada citra diidentifikasi berdasarkan unsur interpretasi seperti warna/rona, bentuk, ukuran, pola, bayangan, tekstur, situs, dan asosiasi (Kohl *et al.* 2006). Hasil interpretasi visual digunakan sebagai dasar penentuan lokasi contoh pengambilan data di lapangan.

Pengambilan data di lapangan dilakukan pada lokasi contoh. Penentuan lokasi contoh menggunakan metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan aksesibilitas dan ketersebaran kelas kerapatan mangrove sesuai hasil interpretasi visual dan NDVI. Data yang diukur di lapangan adalah titik koordinat lokasi mangrove menggunakan *Global Positioning System* (GPS), serta pengambilan foto tutupan tajuk untuk mengukur *leaf area index* menggunakan kamera yang telah dilengkapi lensa *fisheye* dan tripod.

Klasifikasi citra secara digital dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood*. Metode klasifikasi *maximum likelihood* mengklasifikasikan setiap piksel ke dalam kelas yang memiliki probabilitas tertinggi berdasarkan nilai spektral. Dalam metode ini, setiap piksel diklasifikasikan ke dalam kelas yang memiliki kesamaan spektral terbesar dengan kelas-kelas yang ada pada areal contoh (Kohl *et al.* 2006). Kelas klasifikasi dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kelas yaitu mangrove dan *non-mangrove*.

Tingkat Kerapatan Tutupan Tajuk Hutan Mangrove di Lapangan

Tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove dilapangan digunakan sebagai data referensi pada pengukuran uji akurasi hasil klasifikasi citra indeks vegetasi SPOT 6. Tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove dilapangan dilakukan pengambilan foto *hemisphere* dengan kamera berlensa *wide* atau *fisheye* secara vertikal dengan sudut pandang 180 derajat kearah langit yang terdapat tutupan tajuk hutan mangrove. Kamera diletakan pada tripod setinggi 1,5 m di atas permukaan tanah dengan layar kamera yang telah di kalibrasikan menghadap arah utara kompas. Wulandari (2019) menjelaskan waktu yang tepat untuk pengambilan foto adalah pada pagi, sore atau pada kondisi mendung dalam rangka menghindari difraksi matahari yang dapat menimbulkan bayangan pada foto sehingga menimbulkan bias dan nilainya kurang akurat.

Analisis persentase tutupan tajuk hutan mangrove menggunakan metode *hemispherical photography* dilakukan dalam dua tahap, yaitu dengan menggunakan perangkat lunak penganalisis gambar dan perangkat lunak pengolahan data angka (*spreadsheet*) (Dharmawan 2020). Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis foto *hemisphere* adalah *Gap Light Analyzer* (GLA). Foto *hemisphere* yang memiliki komposisi warna dengan kombinasi *Red-Green-Blue* (RGB), akan diubah menjadi satu garis warna yaitu putih sampai hitam.

Hasil pengolahan foto *hemisphere* persentaseutupan tajuk, yang akan dilakukan klasifikasi kelas kerapatan pada persentaseutupan tajuk hutan mangrove. Tingkat kerapatanutupan tajuk hutan mangrove dikelaskan menjadi 3 kelas kerapatan dalam rangka memperoleh hasil interpretasi yang lebih akurat dan mendekati kondisi riil di lapangan. Kelas kerapatan dibagi berdasarkan SNI 7717-2020 tentang Spesifikasi IG Mangrove yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria kelas kerapatanutupan tajuk hutan mangrove

Kriteria	Persentase (%)
Jarang	<30
Sedang	30 – 70
Rapat	>70

Sumber: SNI 7717-2020

Klasifikasi Tingkat Kerapatanutupan Tajuk Hutan Mangrove pada Citra SPOT 6

Klasifikasi tingkat kerapatanutupan tajuk hutan mangrove pada citra SPOT 6 Tahun 2016, tahun 2019, dan tahun 2022 dilakukan dengan menggunakan citra indeks vegetasi. Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra satelit, yang akan menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lainnya yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI) serta konsentrasi dari nilai klorofil (Simarmata *et al.* 2021). Penelitian ini menggunakan empat indeks citra. Algoritma indeks yang digunakan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Algoritma indeks citra SPOT 6 yang digunakan

No	Indeks Vegetasi	Formula	Referensi
1	<i>Normalized Difference Index Vegetation</i> (NDVI)	$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$	Rouse 1973
2	<i>Green Normalized Difference Vegetation Index</i> (GNDVI)	$GNDVI = (NIR - Green) / (NIR + Green)$	Buschmann dan Nagel 1993
3	<i>Soil Adjusted Vegetation Index</i> (SAVI)	$SAVI = 1 + L (NIR - Red) / (NIR + Red + L)$	Rouse 1973
4	<i>Normalized Difference Water Index</i> (NDWI)	$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$	McFeeters 1996

Keterangan:

Blue : Kanal biru (*Band* 1).

Green : Kanal hijau (*Band* 2).

Red : Kanal merah (*Band* 3).

NIR : Kanal inframerah dekat (*Band* 4).

L : Faktor kalibrasi kanopi dan efek tanah (0,5).

Klasifikasi kelas kerapatanutupan tajuk dilakukan terhadap keempat algoritma indeks dengan 3 tahun yang berbeda. Kelas kerapatan yang digunakan dibagi menjadi 3 kelas berdasarkan nilai *equal interval* pada setiap indeks. Setiap indeks memiliki nilai *equal interval* yang berbeda, berikut rumus perhitungan interval yang digunakan:

$$Equal\ Interval = \frac{High - Low}{N}$$

Di mana:

High : Nilai indeks maksimum

Low : Nilai indeks minimum

N : Jumlah kelas

Uji Akurasi

Uji akurasi atau uji ketelitian hasil klasifikasi kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode analisis akurasi yang dilihat berdasarkan nilai persentase *overall accuracy*, yaitu menghitung jumlah sampel kelas kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove di lapangan yang diklasifikasikan secara benar pada hasil klasifikasi citra dibagi dengan jumlah total sampel kelas kerapatan di lapangan (Jaya 2014).

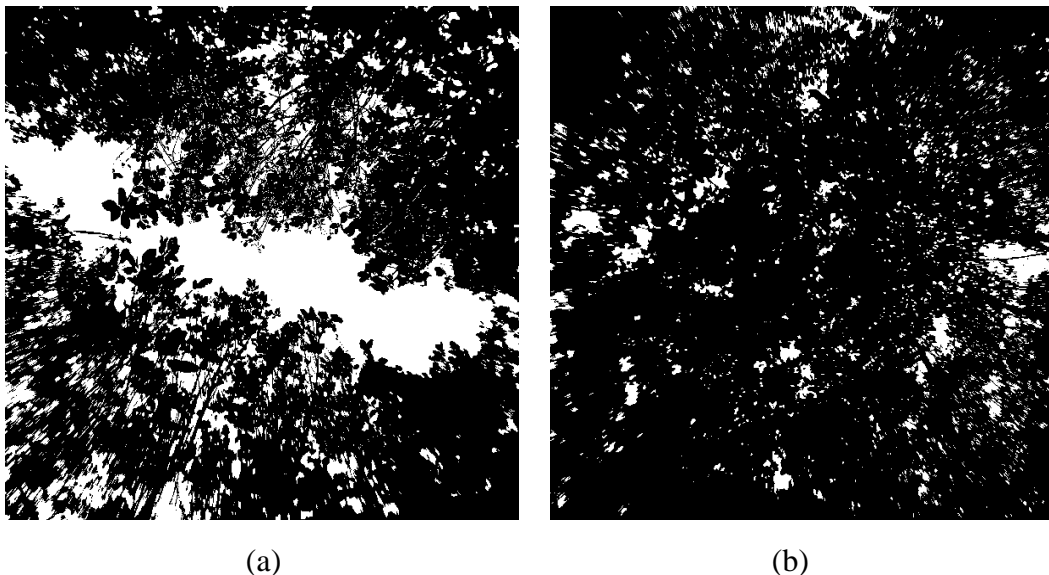
Analisis Perubahan Tingkat Kerapatan Hutan Mangrove Tahun 2016-2019-2022

Overlay merupakan salah satu operasi spasial yang sangat penting dalam analisis sistem informasi geografis. *Overlay* merupakan proses penggabungan data dari lapisan-lapisan yang berbeda. Secara sederhana, *overlay* dapat dijelaskan sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu lapisan untuk digabungkan secara fisik (Jaya 2014). Analisis perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk dilakukan dengan metode *overlay* pada kelas kerapatan, dan luas kerapatan hutan mangrove tahun 2016, 2019, dan 2022 menggunakan *intersect features* pada *geoprocessing software* ArcGIS 10.8.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kerapatan Tutupan Tajuk Hutan Mangrove di Lapangan

Kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove di lapangan yaitu di Pematang Tambak Sawah Luhur merujuk pada hasil klasifikasi persentase tutupan tajuk berdasarkan rentang nilai kerapatan tajuk dari 0 hingga 100% menurut SSNI7717-2022 tentang Spesifikasi IG Mangrove. Hasil pengukuran pada tahun 2022 menunjukkan nilai kerapatan tutupan tajuk berada di atas 70% dengan persentase tutupan tajuk minimum sebesar 67,07%, maksimum sebesar 90,62% dan rata-rata sebesar 81,49%. Kelas kerapatan yang sangat tinggi ini menunjukkan keadaan hutan mangrove yang sangat bagus. Contoh tutupan tajuk sedang dan rapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Persentase tutupan tajuk dengan tingkat kerapatan: (a) sedang dan (b) rapat

Klasifikasi Tingkat Kerapatan Tutupan Tajuk Hutan Mangrove Menggunakan Algoritma Indeks pada Citra SPOT 6

Indeks vegetasi merupakan suatu metode transformasi matematis yang memanfaatkan beberapa saluran citra secara bersamaan untuk menghasilkan citra baru yang lebih mewakili aspek-aspek yang terkait dengan vegetasi. Secara umum, vegetasi dapat terdeteksi dengan menggunakan transformasi indeks vegetasi, seperti yang dijelaskan oleh Danoedoro (2012). Hasil transformasi NDVI, GNDVI, SAVI, dan NDWI pada tahun 2022 berturut-turut menghasilkan citra dengan rentang nilai digital (0,002 - 0,457), (-0,173 - 0,289), (0,252 - 0,821), dan (-0,289 - 0,173). Berdasarkan nilai tersebut, dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai indeks, maka tingkat kerapatan juga semakin tinggi, kecuali nilai indeks vegetasi dari NDWI yaitu semakin rendah nilai tersebut maka tingkat kerapatan semakin tinggi. Tingkat kerapatan tutupan tajuk dikelompokkan kedalam tiga tipe kelas, yaitu mangrove rapat, mangrove sedang dan mangrove jarang. Hasil uji akurasi menunjukkan kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove menggunakan indeks NDVI mempunyai uji akurasi paling tinggi yaitu sebesar 83.33%. Nilai kelas kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove tahun 2022 dan hasil uji akurasinya disajikan pada Tabel 4.

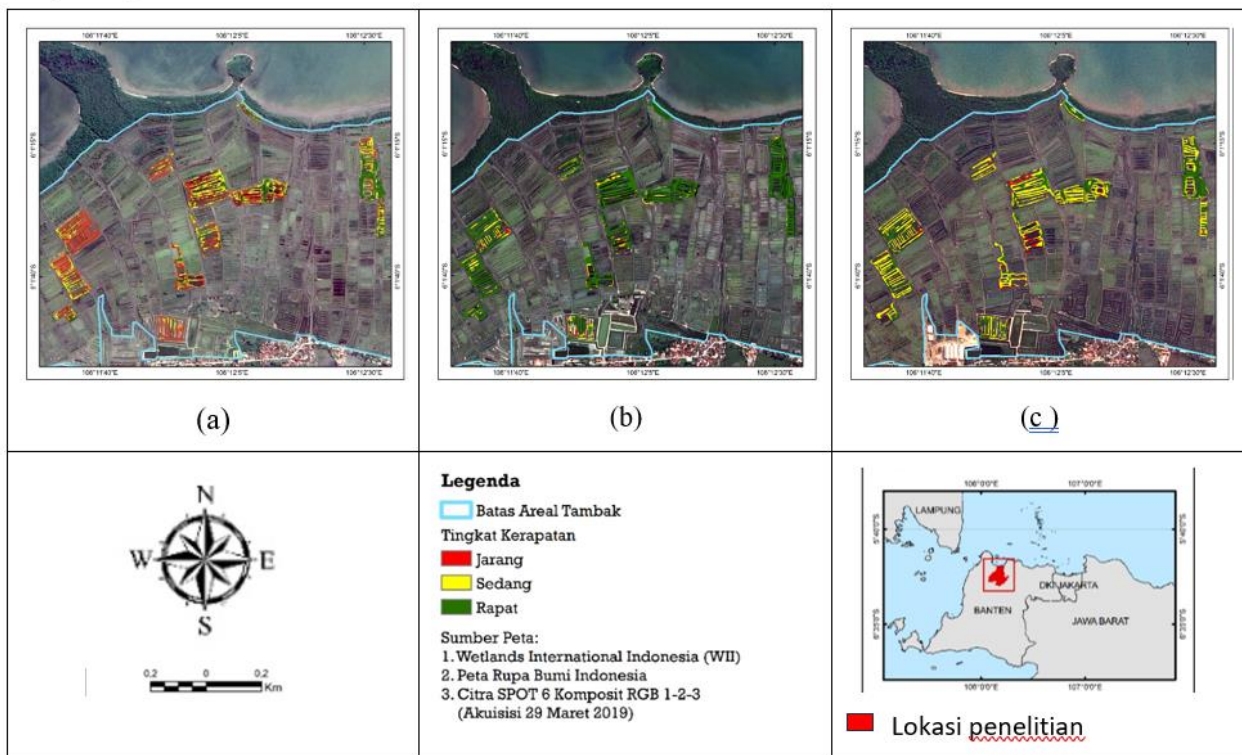
Tabel 4 Nilai kelas kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove tahun 2022 dan hasil uji akurasi

No	Algoritma Indeks	<i>Equal Interval</i>	Keterangan	Uji Akurasi
1	NDVI	< 0,15	Jarang	83,33
		0,15 - 0,30	Sedang	
		> 0,30	Rapat	
2	GNDVI	< -0,02	Jarang	66,67
		(-0,02) - 0,14	Sedang	
		> 0,14	Rapat	
3	SAVI	<0,44	Jarang	83,33
		0,44 - 0,63	Sedang	
		> 0,63	Rapat	
4	NDWI	< -0,14	Rapat	66,67
		(-0,14) - 0,02	Sedang	
		> 0,02	Jarang	

Nilai transformasi NDVI berkisar dari -1 hingga 1, dimana nilai mendekati 1 menunjukkan kondisi kesehatan vegetasinya cukup tinggi. Nilai di bawah 0 mencerminkan wilayah air atau tanah kosong. GNDVI dan NDVI memiliki rentang nilai yang sama (Masitha 2017). *Band* hijau pada GNDVI digunakan sebagai pengganti *band* merah, yang berkorelasi linear dengan *Leaf Area Index* (LAI) atau indeks area daun (Candiago *et al.* 2015). Nilai indeks vegetasi GNDVI lebih sensitif terhadap klorofil daripada indeks vegetasi NDVI. Nilai transformasi SAVI berkisar dari 0 hingga 1, dimana nilai 0 digunakan untuk daerah dengan tutupan vegetasi yang tinggi, sehingga hasil transformasi SAVI dengan nilai 0 akan mirip dengan hasil transformasi NDVI. Sementara itu, nilai 1 digunakan untuk daerah dengan tutupan vegetasi yang rendah. Formula transformasi SAVI dinyatakan sebagai perbedaan antara nilai reflektansi NIR dan *Red* yang dikalikan dengan suatu faktor $(1 + L)$, dibagi dengan jumlah keduanya dan faktor L merupakan sebuah konstanta yang bervariasi tergantung pada jenis tanah dan vegetasi di areal tersebut (Singgalen 2023). Dalam penelitian ini, nilai L pada transformasi SAVI diambil sebesar 0,5 karena daerah penelitian memiliki variasi tutupan vegetasi dari tinggi hingga rendah, dan nilai 0,5 umum digunakan dalam transformasi ini.

Indeks SAVI merupakan formula indeks vegetasi yang dirancang untuk mengurangi efek dari tanah sebagai latar belakang objek vegetasi dalam citra. Transformasi NDWI merupakan kebalikan dari nilai GNDVI karena menggunakan formula yang sama dengan menggunakan *band* hijau dan inframerah dekat.

Hasil uji akurasi, pada Tabel 4 menunjukkan algoritma vegetasi indeks yang paling baik adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dengan nilai *overall accuracy* (OA) sebesar 83.33%. Hal tersebut dikarenakan prinsip kerja analisis NDVI adalah mengukur intensitas kehijauan. Tingkat intensitas kehijauan ini berkorelasi dengan kerapatan tajuk vegetasi. Untuk mendeteksi tingkat kehijauan pada citra yang berkorelasi dengan kandungan klorofil daun, digunakan dua *band* yaitu *band* infra merah dekat dan merah (Ardiansyah dan Buchori, 2014). Pada indeks SAVI, penggunaan nilai L sebagai faktor pengali menyebabkan SAVI memiliki julat nilai yang identik dengan NDVI (-1 hingga +1). Menurut Sinaga *et al.* 2018, bahwa batas minimum akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) yang dianggap benar adalah 80%. Hasil uji klasifikasi terdapat dua indeks dari total empat indeks, menunjukkan hasil *Overall Accuracy* lebih dari 80% sehingga hasil klasifikasi algoritma indeks ini dapat digunakan untuk proses analisis perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove pada tahun 2016 dan 2019. Pada penelitian ini peta perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove menggunakan indeks NDVI di Pematang Tambak Sawah Luhur pada tahun 2016-2019, 2019-2022 dan 2016-2022 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Peta tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove menggunakan indeks NDVI: (a) Tahun 2016-2019; (b) Tahun 2019-2022; dan (c) Tahun 2016-2022 di Pematang Tambak Sawah Luhur, Provinsi Banten

Analisis Perubahan Tingkat Kerapatan Tutupan Tajuk Hutan Mangrove

Luas hutan mangrove di Pematang Tambak Sawah Luhur, Provinsi Banten seluas 14,547 pada tahun 2016 ke tahun 2019 dan ke tahun 2022 sudah mengalami perubahan kerapatan tutupan tajuknya. Perubahan luasan kerapatan tutupan tajuk dari tahun 2016-2019 mengalami penambahan luas sebesar 7,613 ha pada tingkat kerapatan rapat dan penambahan sebesar 2,562 ha dan 5,03 ha berturut-turut pada tingkat kerapatan sedang dan jarang. Tahun 2019-2022 pada tingkat kerapatan rapat mengalami penurunan luas sebesar 5,419 ha dan 0,119 ha pada kerapatan jarang tetapi mengalami penambahan luas sebesar 5,538 ha pada kerapatan sedang. Tahun 2016-2022 mengalami kenaikan pada tingkat kerapatan rapat dan sedang sebesar 2,194 ha dan 2,976 ha dan tingkat kerapatan jarang mengalami penurunan sebesar 5,149 ha hal tersebut dikarenakan pada tingkat kerapatan jarang mengalami pertumbuhan menjadi sedang dan rapat (Tabel 5). Hal yang mempengaruhi perubahan luas antara lain adanya perlakuan pada beberapa tambak dikarenakan mangrove yang sangat rapat dapat menutup akses masuk tambak, pengaruh dari pasang surut air laut juga dapat mempengaruhi kesehatan mangrove.

Tabel 5. Kelas perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove

	Luas (ha)			Perubahan Luas (ha)					
				2016-2019		2019-2022		2016-2022	
	2016	2019	2022	+	-	+	-	+	-
Rapat	2,944	10,557	5,138	7,613	0	0	5,419	2,194	0
Sedang	5,753	3,171	8,709	0	2,562	5,538	0	2,976	0
Jarang	5,850	0,820	0,701	0	5,03	0	0,119	0	5,149

Keterangan:

+ : luas bertambah

- : luas berkurang

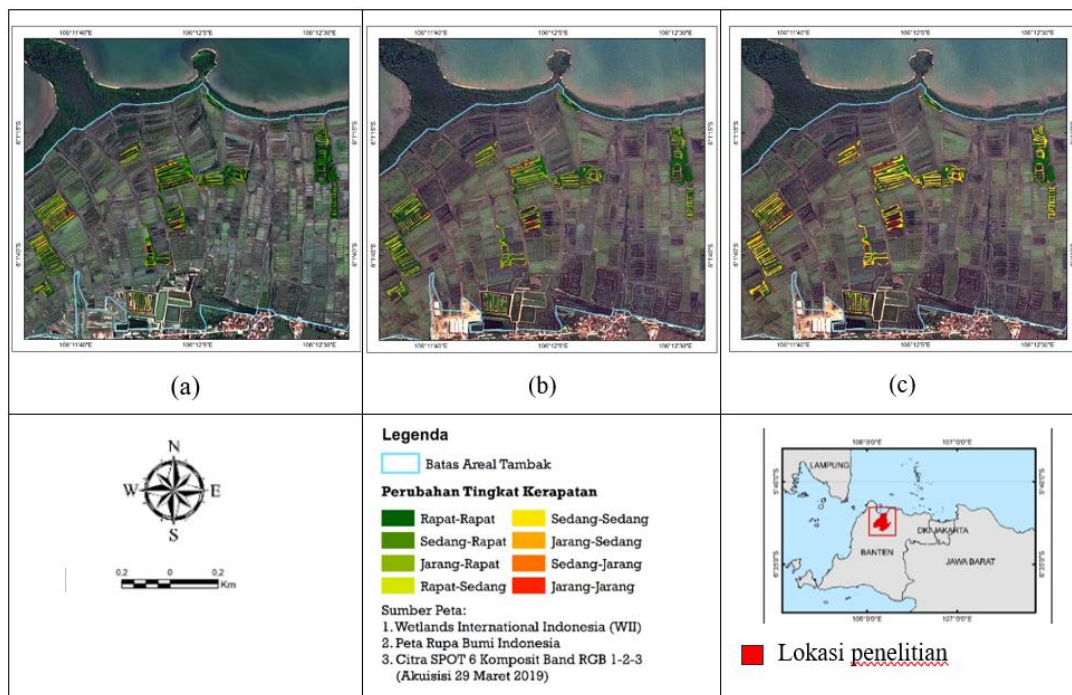
Perubahan luas tingkat kerapatan tutupan tajuk tahun 2016-2019 mengalami kenaikan tingkat kerapatan sedang dan jarang menjadi rapat dan jarang menjadi sedang seluas 4,327 ha, 3,252 ha, dan 1,417 ha. Kerapatan rapat dan jarang mengalami penurunan menjadi sedang sebesar 0,003 ha dan 1,417 ha, dan kerapatan sedang menjadi jarang mengalami penurunan sebesar 0,002 ha. Perubahan luas tingkat kerapatan tahun 2019-2022 pada tingkat kerapatan sedang mengalami kenaikan menjadi rapat seluas 0,036 ha, tingkat kerapatan rapat dan jarang menjadi sedang mengalami penurunan dan kenaikan berturut-turut seluas 6,471 ha dan 0,072 ha. Terjadi penurunan tingkat kerapatan rapat dan sedang menjadi jarang seluas 0,254 ha dan 0,352 ha.

Perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove tahun 2016-2022 pada 18 tambak di Pematang Tambak Sawah menunjukkan perubahan luas tingkat kerapatan hutan mangrove dari tahun 2016 hingga 2022 menunjukkan tren pertumbuhan yang terjadi pada tingkat kerapatan rapat dan jarang berubah menjadi rapat dengan kenaikan sebesar 1,077 ha dan 0,505 ha, pada tingkat kerapatan rapat mengalami penurunan menjadi sedang seluas 0,692 ha, dan pada tingkat kerapatan rapat dan sedang mengalami penurunan kerapatan menjadi jarang seluas 0,002 ha dan 0,124 ha. Hal ini menandakan bahwa selama periode tersebut, luas hutan mangrove dengan berbagai tingkat kerapatan mengalami peningkatan secara keseluruhan. Perubahan ini dapat mencerminkan upaya konservasi dan rehabilitasi ekosistem mangrove di Pematang Tambak Sawah Luhur, yang berkontribusi pada meningkatnya luas dan kelestarian vegetasi mangrove di wilayah tersebut. Hutan mangrove sering ditemukan di daerah pesisir yang terlindung dari dampak ombak yang kuat. Pernyataan ini sejalan dengan pandangan Alwidakdo *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa gelombang dan arus dapat

merubah struktur dan fungsi ekosistem mangrove. Di lokasi yang terpapar gelombang dan arus yang tinggi, sering terjadi abrasi, yang mengakibatkan penurunan luas hutan mangrove.

Salah satu faktor yang dapat menyebabkan penurunan tingkat kerapatan mangrove adalah aktivitas manusia, seperti perubahan fungsi lahan mangrove menjadi tambak. Dalam penelitian Hidayah dan Wiyanto (2013), menyebutkan penurunan luas hutan mangrove lebih banyak disebabkan oleh aktivitas penebangan liar (*illegal logging*) oleh masyarakat. Aktivitas ini sudah ada sejak lama di lokasi penelitian dan berkontribusi terhadap penurunan kerapatan mangrove. Faktor lain penurunan luas mangrove ini dapat disebabkan oleh faktor alam, seperti abrasi pantai. Menurut Suyono *et al.* (2015), abrasi pantai dapat dipicu oleh berkurangnya hutan mangrove di suatu daerah. Faktor abrasi pantai juga memiliki peran penting dalam mengurangi luas hutan mangrove, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor ekologi, sosial, ekonomi, dan warisan budaya masyarakat setempat.

Analisis *overlay* dilakukan dengan mempertimbangkan faktor tingkat kerapatan dan luas tahun 2016, 2019, dan 2022 berdasarkan penjumlahan parameter-parameter tersebut, terdapat beberapa perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove yaitu rapat-rapat, rapat-sedang, sedang-rapat, sedang-sedang, sedang-jarang, jarang-rapat, dan jarang-sedang. Dapat disimpulkan bahwa tidak semua tingkat kerapatan meningkat pada areal hutan mangrove tetapi perubahan tingkat kerapatan rata-rata mengalami peningkatan kerapatan pada 2016-2019 dan 2019-2022. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi mangrove di Pematang Tambak Sawah Luhur memiliki tutupan tajuk yang sangat baik, dengan tingkat kerapatan rapat. Hal ini menegaskan pentingnya menjaga kelestarian vegetasi mangrove di Pematang Tambak Sawah Luhur, karena perannya yang penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem di daerah pesisir. Perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Perubahan tingkat kerapatan tutupan tajuk hutan mangrove: (a) Tahun 2016-2019; (b) Tahun 2019-2022; dan (c) Tahun 2016-2022 di Pematang Tambak Sawah Luhur, Provinsi Banten

SIMPULAN

Evaluasi tingkat kerapatanutupan tajuk hutan mangrove di Pematang Tambak Sawah Luhur dilakukan menggunakan indeks vegetasi terbaik yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dengan Tingkat akurasi sebesar 83,33%. Tingkat kerapatanutupan tajuk hutan mangrove mengalami perubahan luas pada tahun 2016-2019, yaitu perubahan tingkat kerapatan sedang berubah menjadi rapat seluas 4,32 ha (29%). Pada tahun 2019-2022, terjadi penurunan luas yang signifikan pada tingkat kerapatan rapat menjadi sedang dengan luas 6,47 ha (45%). Dan pada tahun 2016-2022, terdapat perubahan besar pada tingkat kerapatan jarang menjadi sedang dengan luas 3,75 ha (26%).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Direktur Yayasan Lahan Basah (YLBA) *Wetlands International Indonesia* (WII), Bapak Yus Rusila Noor atas izin pelaksanaan penelitian di lokasi kerja WII. Serta ucapan terima kasih kepada Bapak Eko Budi Priyanto selaku *Programme Coordinator Wetlands Restoration and Community Development*, Bapak Dodi Permadi selaku *Knowledge Management Officer*, Bapak Urip Triyanto selaku *Community Development Facilitator*, Dimas Alfred Prasetya selaku *Technical Officer Hydrology*, dan Aji Nuralam Dwisutono selaku *Technical Officer Rehabilitation* yang telah memfasilitasi keilmuan remote sensing dan rehabilitasi mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwidakdo A, Azham Z, Kamarubayana L. 2014. Studi pertumbuhan mangrove pada kegiatan rehabilitasi hutan mangrove Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Agrifor*. XIII (1):11-18.
- Ardiansyah DA, Buchori I. 2014. Pemanfaatan citra satelit untuk penentuan lahan kritis mangrove di Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Geoplanning*. 1(1):1-12.
- Buschmann C, Nagel E. 1993. In vivo spectroscopy and internal optics of leaves as basis for remote sensing of vegetation. *International Journal of Remote Sensing*. 14(1):711–722.
- Candiago S, Remondino F, DeGiglio M, Dubbini M, Gattelli M. 2015. Evaluating multispectral images and vegetation indices for precision farming applications from UAV images. *Remote Sens*. 7(4):4026-4047.
- Danoedoro P. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta. Andi Yogyakarta.
- Dharmawan IWE. 2020. *Hemispherical Photography Analisis Persentasi Tutupan Kanopi Komunitas Mangrove*. Makasar. Nas Media Pustaka.
- Hamidi. 2015. Aplikasi sistem informasi geografis berbasis web penyebaran dana bantuan operasional sekolah. *Jurnal Masyarakat Informatika*. 2(3):1–14.
- Hidayah Z, Wiyanto DB. 2013. Analisa temporal perubahan luas hutan mangrove di kabupaten sidoarjo dengan memanfaatkan data. *Bumi Lestari Journal of Environment*. 13(2):318–326.
- Jaya INS. 2014. Analisis Citra Digital: Preseptif, Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor. IPB Press.
- Karminarsih E. 2007. Pemanfaatan ekosistem mangrove bagi minimasi dampak bencana di wilayah pesisir. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 13(3):182–187.
- Kartikasari AD. 2015. Analisa Persebaran Hutan Mangrove Berdasarkan Pola Hidrologi Menggunakan Data Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Estuari Perancak, Bali) [skripsi]. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Kohl M, Magnussen S, Marchetti M. 2006. *Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory*. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag.
- Masitha M. 2017. *Pendugaan Kerapatan Mangrove dengan Algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)*. Bogor. Bogor Agricultural University.
- McFeeters SK. 1996. The use of the normalized difference water index (ndwi) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*. 17(7):1425-1432.
- Mulyadi E, Hendriyanto O, Fitriani N. 2009. Konservasi hutan mangrove sebagai ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(1):51–58.
- Murdiyarso D, Purbopuspito J, Kauffman JB, Warren MW, Sasmito SD, Donato DC, Manuri S, Krisnawati H, Taberima S, Kurnianto S. 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature climate change*. 5(12): 1089-1092.
- Purnobasuki H. 2011. Ancaman terhadap hutan mangrove di Indonesia dan langkah strategis pencegahannya. *Bulletin PSL Universitas Surabaya*, 25(2011):3-6.
- Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW. 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Progress Report. Texas. Texas A&M University Remote Sensing Center.
- Saru A. 2014. *Potensi Ekologis dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Wilayah Pesisir*. Bogor. IPB Press.
- Silitonga O, Purnama D, Nofridiansyah E. 2018. Pemetaan distribusi luasan mangrove disisi tenggara pulau enggano menggunakan data citra satelit. *Jurnal Techno-Fish*. 2(1):50–58.
- Simarmata N, Wikantika K, Tarigan TA, Aldyansyah M, Tohir RK, Fauziah A, Purnama Y. 2021. Analisis transformasi indeks ndvi, ndwi, dan savi untuk identifikasi kerapatan vegetasi mangrove menggunakan citra sentinel di Pesisir Timur Provinsi Lampung. *Jurnal Geografi*. 19(2):69-69.
- Sinaga SH, Suprayogi, Haniah AH. 2018. Analisis ketersediaan ruang terbuka hijau dengan metode normalized difference vegetation index dan soil adjusted vegetation index menggunakan citra satelit sentinel-2a (studi kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*. 7(1):202-211.
- Singgalen YA. 2023. Implementasi *hyper spectral of remote sensing* untuk analisis kawasan ekowisata mangrove potensial di Kecamatan Tobelo Timur menggunakan ndvi, savi, dan evi. *Jurnal Journal of Information System Research*. 4(3): 928-935.
- [SNI7717-2020]. 2020. *Spesifikasi Informasi Geospasial - Mangrove Skala 1:25.000 dan 1:50.000*. Jakarta. Badan Standar Nasional.
- Susilo SB. 2000. *Penginderaan Jauh Terapan*. Bogor. IPB Press.
- Suyono, Supriharyono, Hendrarto B, Radjasa OK. 2015. Pemetaan degradasi ekosistem mangrove dan abrasi pantai berbasis geographic information system di Kabupaten Brebes-Jawa Tengah. *Oceatek*. 9(01):90–102.
- Wulandari ND. 2019. *Pendugaan Nilai persentase tutupan tajuk pada ekosistem rawa gambut menggunakan data leaf area index (LAI) dan data LiDAR [skripsi]*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.