

SEBARAN DAN KERAPATAN MANGROVE MENGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2A TAHUN 2018 DAN 2023 DI PESISIR KABUPATEN INDRAMAYU

ANDI MUHAMAD RAHMAN¹, DIAN NOOR HANDIANI²

Program Studi Teknik Geodesi – FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: andi.muhamad@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memetakan sebaran dan kerapatan area mangrove di Kabupaten Indramayu pada tahun 2018 dan 2023 menggunakan algoritma Random Forest dan indeks NDVI. Data yang digunakan mencakup citra satelit Sentinel-2A dari Google Earth Engine (GEE), peta administrasi wilayah, dan data Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS). Akurasi klasifikasi metode random forest bernilai overall accuracy 94,118% dan Kappa 88,235% di tahun 2018, sedangkan di tahun 2023 overall accuracy 97,297% dan Kappa 94,63%. Selanjutnya, luas area mangrove tahun 2023 meningkat dibandingkan dengan luas di tahun 2018. Beberapa kecamatan luas mangrove meningkat signifikan, seperti di Kecamatan Kandanghaur dan Losarang. Kerapatan mangrove juga meningkat, terutama di Kecamatan Cantigi dan Pasekan dengan kategori kerapatan rendah dan sedang. Namun, penurunan luas mangrove berada di kecamatan, seperti Sukra, Patrol, Cantigi, Balongan, Juntinyuat dan Karangampel. Hasil ini menyarankan perlunya upaya rehabilitasi lebih intensif, pengawasan ketat terhadap alih fungsi lahan, serta pemanfaatan teknologi penginderaan jauh berkelanjutan.

Kata kunci: pesisir indramayu, ndvi, mangrove, random forest

1. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove adalah salah satu ekosistem pesisir yang penting, tumbuh di daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Hayati dkk., 2017). Mangrove memberikan manfaat ekonomi, fisik, dan ekologis, termasuk melindungi pantai dari erosi dan menjaga kualitas air dengan menahan tanah (Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, 2020). Di Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat, luas kerusakan hutan mangrove menurun dari 9.324,78 hektar pada tahun 2015 menjadi 7.930 hektar pada tahun 2020. Kerusakan ini disebabkan oleh konversi hutan menjadi tambak, lahan pertanian, dan pemukiman (Ikhsanudin dkk., 2018; Nur dan Hilmi, 2021). Hal ini menunjukkan perubahan yang dinamis di kawasan mangrove Indramayu.

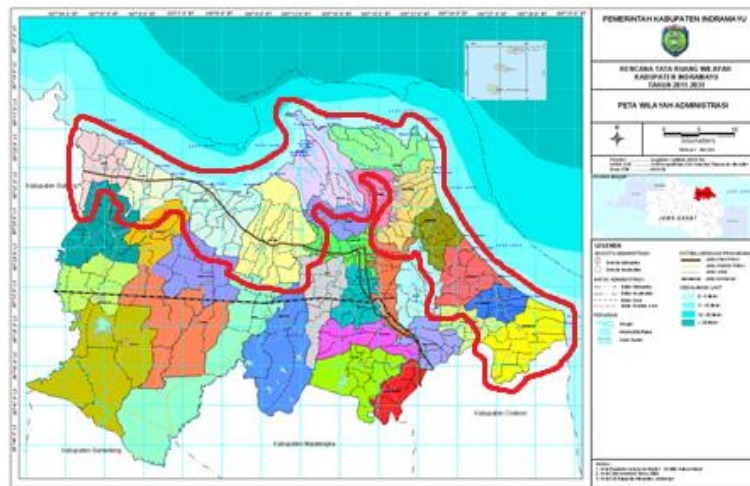
Pemantauan kondisi mangrove dapat menggunakan teknologi penginderaan jauh dan dikombinasikan dengan indeks vegetasi, seperti NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan NDWI (*Normalized difference water index*) (Nandika dkk., 2023; Simarmata dkk., 2021). Metode *Random Forest* (RF) juga dapat digunakan dalam klasifikasi data geospasial dengan akurasi tinggi (Breiman, 2001). Platform Google Earth Engine (GEE) membantu dalam pengolahan data geospasial secara efisien (Google, 2024).

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sebaran mangrove dan memetakan kerapatan mangrove di pesisir Kabupaten Indramayu berdasarkan data tahun 2018 dan 2023. Data yang digunakan berasal dari satelit Sentinel dan memanfaatkan algoritma *RF* di *platform* GEE. Harapannya penelitian ini dapat membantu dalam pengelolaan vegetasi mangrove berkelanjutan, khususnya di pesisir Kabupaten Indramayu.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Area Studi di pesisir Kabupaten Indramayu. Tepatnya di 11 kecamatan yang langsung bersinggungan dengan garis pantai diantaranya Cantigi, Pasekan, Losarang, Kandanghaur, Indramayu, Juntinyuat, Krangkeng, Sukra, Karangampel, Balongan, dan Patrol (Badan Pusat Statistik Kabupaten Indramayu, 2021). Area studi ditunjukkan di Gambar 1 (dibatasi garis berwarna merah).

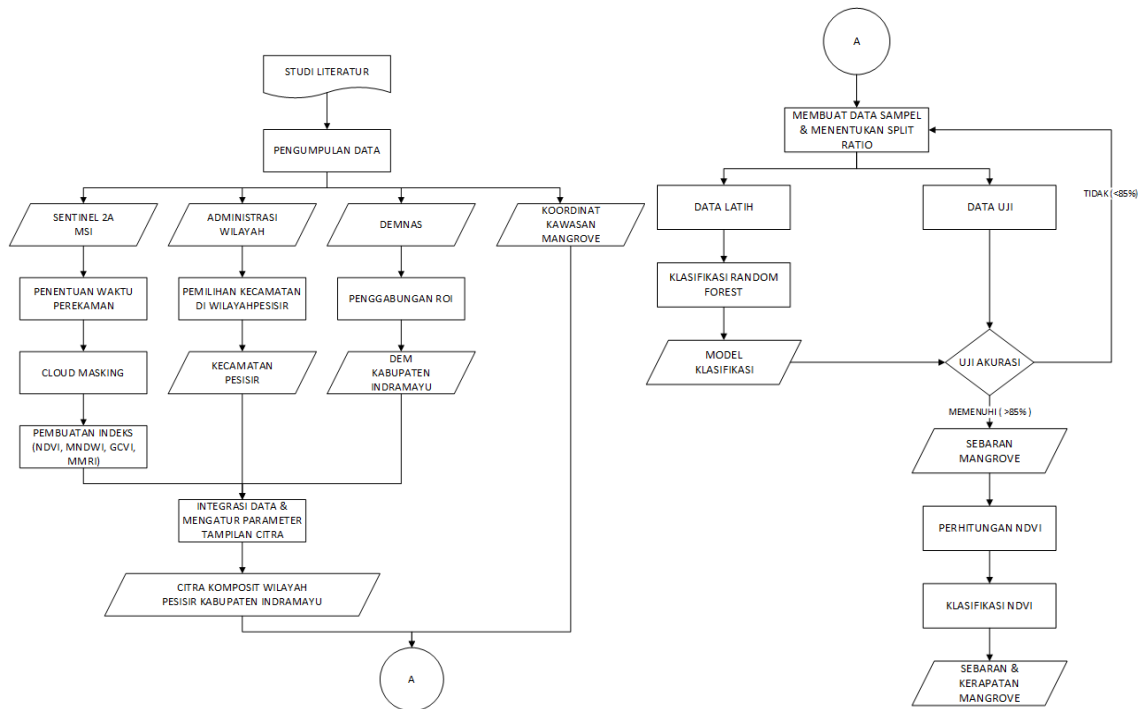


Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber: BPS Kabupaten Indramayu, 2021)

2.2 Metodologi Penelitian dan Tahapan Penelitian

Tahapan pekerjaan diawali dengan studi literatur, kemudian pengumpulan data. serta proses pengolahan data yang pada akhirnya menghasilkan data sebaran dan kerapatan mangrove di pesisir Kabupaten Indramayu. Rincian diagram alir kegiatan penelitian disajikan di Gambar 2.

Data yang digunakan dalam proses identifikasi sebaran dan kerapatan mangrove ini diantaranya citra satelit Sentinel 2A bebas awan yang telah terkoreksi radiometrik dan atmosferik dengan parameter temporal tahun 2018 dan 2023. Administrasi kecamatan pesisir yang didapat dari peta administrasi Kabupaten Indramayu. Data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) kemudian dilakukan proses penggabungan dari beberapa ROI (*Region of Interest*) agar mencakupi Area Studi. Koordinat Kawasan Mangrove digunakan untuk pembuatan dan penentuan data sampel secara visual. Rincian data yang digunakan pada Tabel 1.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Data yang Digunakan

No.	Jenis Data	Format	Sumber	Tahun
1.	Sentinel 2A	TIFF (Raster)	Google Earth Engine	2018 & 2023
2.	Peta Administrasi Kab. Indramayu 1 : 25.000	SHP (Poligon)	Badan Informasi Geospasial	2022
3.	DEMNAS	TIFF (Raster)	Badan Informasi Geospasial	2024
4.	Koordinat Kawasan Mangrove	SHP (Point)	Google Earth Image & Hasil Pengamatan Lapangan Penelitian Terdahulu	2021- 2024

Beberapa indeks spektral dihitung menggunakan persamaan yang membantu dalam identifikasi mangrove, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks yang Digunakan

No.	Nama Indeks	Persamaan	Sumber
1.	NDVI	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \text{ atau } \frac{Band\ 8 - Band\ 5}{Band\ 8 + Band\ 5}$	(Putri dkk., 2018)
2.	MNDWI	$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR1}{GREEN + SWIR1} \text{ atau } \frac{Band\ 3 - Band\ 11}{Band\ 3 + Band\ 11}$	(Xu., 2006)
3.	GCVI	$GCVI = \frac{NIR}{GREEN} - 1 \text{ atau } \frac{Band\ 8}{Band\ 3} - 1$	(Gitelson dkk., 2003)
4.	MMRI	$MMRI = \frac{MNDWI - NDVI}{MNDWI + NDVI}$	(Diniz dkk., 2019)

NDVI untuk mengukur kehijauan vegetasi dengan membandingkan reflektansi inframerah dekat (B8) dan merah (B4). MNDWI untuk membedakan antara badan air dan daratan menggunakan *band* hijau (B3) dan inframerah gelombang pendek (B11). GCVI (*Green Chlorophyll Vegetation Index*) untuk menilai kandungan kelembapan vegetasi dengan membandingkan reflektansi cahaya hijau (B3) dan inframerah dekat (B8). Dan MMRI (*Modular Mangrove Recognition Index*) menggabungkan NDVI dan MNDWI untuk secara khusus mengidentifikasi kawasan mangrove. Data yang telah diproses, termasuk DEMNAS dan batas administrasi, diintegrasikan dan divisualisasikan dengan menggunakan kombinasi band NIR, SWIR1, dan RED untuk menonjolkan kawasan mangrove. Sampel data dibuat dan diklasifikasikan menggunakan algoritma *Random Forest*, dengan pembagian 70% untuk data latih dan 30% untuk data uji. Klasifikasi kerapatan mangrove dilakukan menggunakan indeks NDVI, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan (2005). Rentang NDVI < 0,32 memiliki kerapatan rendah, $0,32 \leq \text{NDVI} \leq 0,42$ memiliki kerapatan sedang, dan NDVI > 0,42 memiliki kerapatan tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sebaran dan Kerapatan Mangrove Tahun 2018 dan 2023

Pada tahun 2018, model klasifikasi *RF* yang digunakan menunjukkan performa sangat baik, dengan *overall accuracy* sebesar 94,118% dan Kappa statistik sebesar 88,235% pada Tabel 3. Sedangkan, model klasifikasi berdasarkan data tahun 2023 juga menunjukkan akurasi yang sangat tinggi, dengan *overall accuracy* sebesar 97,297% dan Kappa statistik sebesar 94,63% pada Tabel 4.

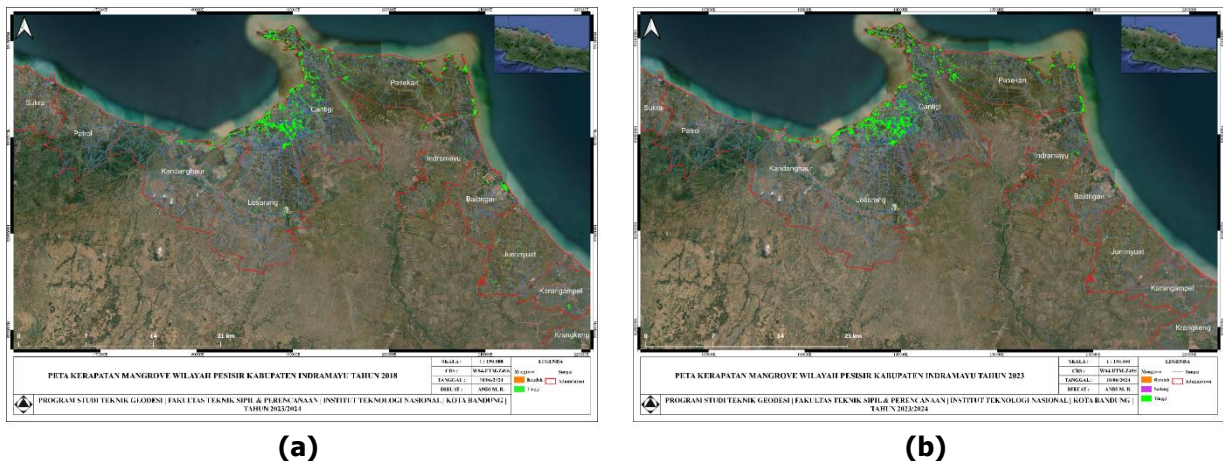
Tabel 3. Akurasi Model Tahun 2018

	Kelas	Data Uji		Total
		Mangrove	Non-Mangrove	
Data Terklasifikasi	Mangrove	17	0	17
	Non-mangrove	2	15	17
	Total	19	15	34
Akurasi Pengguna (%)		Akurasi Produsen (%)		
Mangrove	100	89,474		
Non-mangrove	88,235	100		
Overall akurasi		94,118 %		
Kappa Statistik		88,235 %		

Tabel 4. Akurasi Model Tahun 2023

	Kelas	Data Uji		Total
		Mangrove	Non-Mangrove	
Data Terklasifikasi	Mangrove	28	2	30
	Non-mangrove	0	44	44
	Total	28	46	74
Akurasi Pengguna (%)		Akurasi Produsen (%)		
Mangrove	93,33	100		
Non-mangrove	100	95,652		
Overall akurasi		97,297 %		
Kappa Statistik		94,63 %		

Analisis sebaran mangrove di tahun 2018 menunjukkan total luas mangrove mencapai 593,116 hektar (ha) dan dominan di kelas kerapatan tinggi. Kecamatan Cantigi memiliki luas mangrove terbesar, yaitu 334,223 hektar (ha), sementara kecamatan dengan luas terkecil adalah Patrol dengan 0,534 hektar (ha) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3a dan Tabel 5. Pada tahun 2023, total luas mangrove meningkat menjadi 607,134 hektar (ha). Peningkatan yang signifikan terjadi di kecamatan Kandanghaur dan Losarang, dengan luas mangrove masing-masing mencapai 78,809 hektar (ha) dan 120,290 hektar (ha) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3b dan Tabel 5.



Gambar 3. Visual Sebaran dan Kerapatan Mangrove di Tahun: (a) 2018 dan (b) 2023

Kecamatan	Luas Mangrove Tahun 2018 (ha)				Luas Mangrove Tahun 2023 (ha)				
	Rendah	Sedang	Tinggi	Total	Rendah	Sedang	Tinggi	Total	
Sukra	0	0	3,345	3,345	0	0	0	0	
Patrol	0	0	0,534	0,534	0	0	0	0	
Kandanghaur	0	0	34,307	34,307	0	0	78,809	78,809	
Losarang	0	0	87,611	87,611	0	0,010	120,280	120,290	
Cantigi	0	0	334,223	334,223	0,208	0	295,111	295,319	
Pasekan	0	0	67,147	67,147	0,010	0	74,045	74,055	
Indramayu	0	0	31,101	31,101	0	0	33,433	33,433	
Balongan	0,643	0	21,669	22,312	0	0	1,542	1,542	
Juntinyuat	0	0	6,953	6,953	0	0	0	0	
Karangampel	0	0	4,062	4,062	0	0	0,840	0,840	
Krangkeng	0	0	1,522	1,522	0	0	2,846	2,846	
Total Luas (ha)				593,116	Total Luas (ha)				607,134

3.2 Perbandingan Sebaran dan Kerapatan Mangrove Tahun 2018 dan 2023
 Pada Gambar 4. menunjukan perubahan dalam sebaran dan kerapatan mangrove antara tahun 2018 dan 2023. Peningkatan luas mangrove di beberapa kecamatan disebabkan oleh berbagai upaya rehabilitasi, seperti penanaman bibit mangrove dan budidaya ekosistem mangrove (Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Indramayu, 2022; Min.co.id, 2022; Dinas Komunikasi dan Informatika, 2020; Dinas Komunikasi dan Informatika, 2022).



Gambar 4. Grafik Perbandingan Luas Mangrove Tahun 2018 dan 2023

Misalnya, di Kecamatan Kandanghaur terjadi peningkatan luas mangrove dari 34,307 hektar pada tahun 2018 menjadi 78,809 hektar pada tahun 2023. Sebaliknya, beberapa kecamatan mengalami penurunan luas mangrove, yang disebabkan oleh peralihan lahan mangrove menjadi tambak (Marcello, 2012), seperti yang terjadi di Kecamatan Balongan dan Karangampel.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan akurasi klasifikasi metode random forest bernilai *overall accuracy* 94,118% dan *Kappa* 88,235% di tahun 2018, sedangkan di tahun 2023 *overall accuracy* 97,297% dan *Kappa* 94,63%. Selanjutnya, sebaran luas mangrove di Kabupaten Indramayu bervariasi, dengan beberapa kecamatan mengalami peningkatan luas area dan yang lainnya penurunan. Kecamatan dengan luas mangrove meningkat signifikan, seperti di Kecamatan Kandanghaur dan Losarang. Kelas kerapatan tinggi mendominasi mangrove pada kedua tahun, dengan kelas kerapatan rendah dan sedang muncul di beberapa kecamatan. Kerapatan mangrove juga meningkat, terutama di Kecamatan Cantigi dan Pasekan dengan kategori kerapatan rendah dan sedang. Namun, penurunan luas mangrove berada di kecamatan, seperti Sukra, Patrol, Cantigi, Balongan, Juntinyuat dan Karangampel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Geodesi Itenas yang telah memberikan dukungan untuk terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Indramayu. (2021). *Kabupaten Indramayu dalam angka 2021 / Indramayu Regency in Figures*. BPS Kabupaten Indramayu.
- Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Indramayu. (2020, Oktober 22). *Pulihkan ekonomi*

- di masa Covid-19, tanam mangrove melalui program padat karya.* Berita Indramayu. <https://diskominfo.indramayukab.go.id/berita/detail/pulihkan-ekonomi-di-masa-covid-19-tanam-mangrove-melalui-program-padat-karya>
- Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Indramayu. (2022, Juli 26). Pemkab Indramayu bareng Danlanal Cirebon tanam mangrove di Pantai Karangmalang Indramayu. <https://indramayukab.go.id/pemkab-indramayu-bareng-danlanal-cirebon-tanam-mangrove-di-pantai-karangmalang-indramayu/>
- Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Indramayu. (2022, November 15). *Asda Jajang dan Patriot Desa Indramayu bersama BEM Vokasi UI tanam 3.500 pohon mangrove.* Berita Indramayu. <https://diskominfo.indramayukab.go.id/berita/detail/aksi-mitigasi-krisis-iklim-patriot-desa-indramayu-dan-bem-vokasi-ui-tanam-3-500-bakau>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. (2020, November 19). Mangrove, upaya pelestarian alam di pesisir. *Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang*. Retrieved from <https://dlh.semarangkota.go.id/mangrove-upaya-pelestarian-alam-di-pesisir/>
- Diniz, C., Cortinhas, L., Nerino, G., Rodrigues, J., Sadeck, L., Adami, M., & Souza-Filho, P. W. M. (2019). Brazilian mangrove status: Three decades of satellite data analysis. *Remote Sensing*, 11(7), 1-19. <https://doi.org/10.3390/rs11070808>
- Gitelson, A. A., Vina, A., Arkebauer, T. J., Rundquist, D. C., Keydan, G., & Leavitt, B. (2003). Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies. *Geophysical Research Letters*, 30(5), 52-1-52-4. <https://doi.org/10.1029/2002gl016450>
- Google. (2024). Pengantar Google Earth Engine. *Google News Initiative*. Retrieved From: <https://newsinitiative.withgoogle.com/id/resources/trainings/environmental-journalism/introduction-to-google-earth-engine>
- Hayati, N. F., Muhiddin, A. H., & Amran, M. A. (2017). Profil distribusi dan kondisi mangrove berdasarkan pasang surut air laut di Pulau Bangkobangkoang Kecamatan Liukang Tupabbiring Kabupaten Pangkep. *Spermonde*, 3(1), 47-52. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012015>
- Ikhsanudin, N., Kusmana, C., & Basuni, S. (2018). Analisis pemanfaatan hutan mangrove dan peran stakeholders di Kabupaten Indramayu. *Jurnal Agrica*, 11(2), 47-56. <https://doi.org/10.31289/agrica.v11i2.1753.g1657>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2004). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Kerusakan Mangrove*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Min.co.id. (2022, July 18). *KTH Paradis Mangrove gali potensi pemberdayaan dengan budidaya mangrove*. Redaksi News.
- Nandika, M. R., Suardana, A. P., & Anggraini, N. (2023, Maret 27). Pemetaan mangrove menggunakan algoritma. *Majalah Ilmiah Globe*, 25, 23.
- Nur, S. H., & Hilmi, E. (2021). The correlation between mangrove ecosystem with shoreline change in Indramayu coast. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819, 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012015>
- Putri, D. R., Sukmono, A., & Sudarsono, B. (2018). Analisis kombinasi citra Sentinel-1a dan citra Sentinel-2a untuk klasifikasi tutupan lahan (Studi kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(2), 85-96.
- Xu, H. (2006). Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>