



Analisis Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Sentinel 2A di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi

Citra Jouhari Puspa Indah¹, Sava Putri Albeylia², Ahmad Nurdiansyah³, Riki Ridwana^{4*}

^{1,2,3} Prodi Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

⁴ Prodi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Received: April 01, 24

Reviewed: May 01, 24

Available online: June 30, 24

KORESPONDEN

E-mail: rikiridwana@upi.edu

ABSTRACT

Mangrove ecosystems have a role as carbon absorbers and stores to reduce CO2 levels in the air. Mangrove forest is a tropical or sub-tropical coastal ecosystem that has high productivity and ecological value. The mangrove ecosystem is one of the coastal ecosystems that is experiencing the impact of changes due to climate change and human activities. Ciemas District is an area that is a conservation area and mangrove tourism center in West Java province. The purpose of this study was to analyze the area and density of Mangrove Forest in the Coastal area of Ciemas District, Sukabumi Regency using Sentinel 2A satellite imagery. The spatial analysis technique used to classify mangroves and non-mangrove and vegetation density is using Supervised Classification Maximum Likelihood and NDVI. The results of the analysis show that the area of mangrove forest in Pesisir Ciemas District, Sukabumi Regency reaches 345 ha, with a rare density of 14 ha, a medium density of 31 ha, and a dense density of 300 ha. The results of the accuracy test using 30 test samples obtained an accuracy of 70%.

KEYWORD:

Area, Density, NDVI, Mangroves, Sentinel 2A.

ABSTRAK

Ekosistem mangrove memiliki peran sebagai penyerap serta penyimpan karbon guna pengurangan kadar CO2 pada udara. Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir tropis atau sub-tropis yang memiliki produktivitas dan nilai ekologis yang tinggi. Ekosistem mangrove adalah salah satu ekosistem pesisir yang mengalami dampak perubahan akibat terjadinya perubahan iklim dan kegiatan manusia. Kecamatan Ciemas adalah daerah yang menjadi kawasan konservasi dan pusat wisata mangrove di provinsi Jawa Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis luasan dan kerapatan Hutan Mangrove di daerah Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi menggunakan citra satelit Sentinel 2A. Teknik analisis spasial yang digunakan untuk mengelompokkan mangrove dan non mangrove serta kerapatan vegetasi yaitu menggunakan Supervised Classification Maximum Likelihood dan NDVI. Hasil analisa menunjukkan bahwa luasan hutan mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi mencapai 345 ha, dengan kerapatan jarang seluas 14 ha, kerapatan sedang seluas 31 ha, dan kerapatan lebat seluas 300 ha. Hasil uji akurasi menggunakan 30 sampel uji diperoleh hasil akurasi sebesar 70%.

KATA KUNCI:

Luasan, Kerapatan, NDVI, Mangrove, Sentinel 2A.

Attribution-NonCommercial 4.0 International.



PENDAHULUAN

Indonesia secara geografis merupakan negara kepulauan dengan luas laut sebanyak dua pertiga dari luas wilayahnya. Luas wilayah perairan Indonesia mencapai 5,8 juta kilometer persegi (71% dari keseluruhan wilayah Indonesia) dengan garis pantai sepanjang 95.181 km yang menjadikan Indonesia sebagai negara dengan garis terpanjang ke dua di dunia setelah Kanada (KKPRI, 2019). Kondisi ini menjadikan Indonesia memiliki sumber daya kelautan yang melimpah.

Fenomena tersebut menjadikan Indonesia memiliki sebaran ekosistem mangrove yang sangat luas. Berdasarkan Peta Mangrove Nasional yang resmi dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2021, diketahui bahwa total luas mangrove Indonesia mencapai 3.364.076 Ha dengan kondisi mangrove lebat seluas 3.121.239 Ha (93%), mangrove sedang seluas 188.363 Ha (5%), dan mangrove jarang seluas 54.474 Ha (2%).

Secara umum hutan mangrove mempunyai arti sebagai formasi tumbuhan dengan yang terdiri dari bermacam-macam jenis famili tumbuhan yang berbeda, seperti *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Scyphiphora* dan *Nypa* yang memiliki kesamaan dalam adaptasi morfologi dan fisiologi dengan habitat yang dipengaruhi oleh fenomena pasang surut air laut dengan jenis tanah alluvial (Rahma, 2020). Sebagai sebuah hutan, hutan mangrove terdiri dari beragam organisme yang juga saling berinteraksi satu sama lainnya. Fungsi fisik dari hutan mangrove di antaranya: sebagai pengendali naiknya batas antara permukaan air tanah dengan

permukaan air laut ke arah daratan (intrusi), sebagai kawasan penyangga, memacu perluasan lahan dan melindungi garis pantai agar terhindar dari erosi atau abrasi (Purwanto et al., 2014)

Ciomas merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Sukabumi yang memiliki luas wilayah 313,16 km² dengan jumlah penduduk tahun 2015 sebanyak 51.720 jiwa, Kecamatan Ciomas berbatasan dengan Kecamatan Simpenan di sebelah utara; Kecamatan Waluran di sebelah timur; Kecamatan Ciracap di sebelah selatan; serta Samudera Indonesia, Teluk Ciletuh dan Teluk Pelabuhan Ratu di sebelah barat.

Kecamatan Ciomas memiliki Pantai Cikadal dengan dua pulau yaitu Pulau Mandra dan Pulau Kunti menyajikan pemandangan yang sangat indah. Selain itu, hutan mangrove yang berada di wilayah ini juga menjadi daya tarik wisata tersendiri bagi para wisatawan.

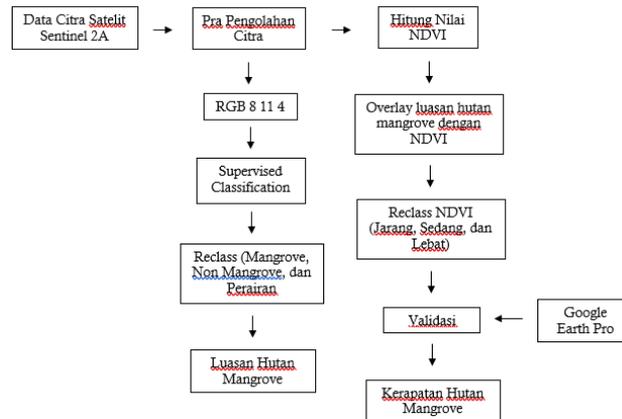
Setiap tahun, luasan hutan mangrove di wilayah ini selalu berubah-ubah karena adanya penambahan dan pengurangan pohon mangrove yang diakibatkan oleh faktor alam maupun manusia. Dalam memetakan sebaran dan kerapatan mangrove secara terestrial di seluruh areal mangrove tentu akan mengalami kesulitan karena terhambat oleh beberapa hal seperti waktu, tenaga dan biaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk memetakan sebaran dan kerapatan mangrove di Kecamatan Ciomas dengan waktu yang lebih singkat dan biaya yang lebih sedikit yaitu dengan menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG).

Penginderaan jauh dapat diartikan sebagai teknologi untuk mengidentifikasi suatu obyek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut. Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan, salah satunya untuk mengidentifikasi potensi sumber daya wilayah pesisir dan lautan (Suwargana, 2008). Dengan kata lain penggunaan penginderaan jauh dapat digunakan sebagai media klasifikasi wilayah mangrove pada pesisir serta untuk melakukan monitoring penurunan dan perkembangan mangrove pada suatu wilayah (Salma et al., 2022).

Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Deteksi hutan mangrove dapat dilakukan melalui identifikasi jenis obyek yang diinderanya yaitu berdasarkan nilai spektral yang dimiliki oleh citra satelit tersebut. Nilai spektral pada citra satelit dapat mengekstraksi informasi obyek jenis tutupan lahan (mangrove) pada kisaran spektrum tampak dan inframerah dekat (Suwargana, 2008). Letak ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya. Pada umumnya untuk deteksi vegetasi digunakan transformasi indeks vegetasi (Danoedoro dalam (Ratnasari & Sukojo, 2017)).

Mangrove di Kecamatan Ciomas dapat terlihat jelas dari Citra False Color Composite (FCC) dengan kombinasi band 8, 11, dan 4 menggunakan Citra Satelit Sentinel 2A. Kombinasi band tersebut menggabungkan band Near Infrared (NIR), Shortwave Infrared (SWIR) 1, dan Red. Mangrove dicirikan dengan warna merah kegelapan pada Citra False Color Composite (FCC), dimana warna merah merupakan reflektansi vegetasi yang

Adapun data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Sentinel 2A dengan tanggal perekaman 22 Oktober 2019 berasal dari website <https://scihub.copernicus.eu/>. Perangkat lunak yang digunakan untuk validasi data yaitu software Google Earth Pro. Perangkat lunak yang digunakan sebagai sarana pengolahan, perhitungan, dan interpretasi data diantaranya yaitu software ArcMap 10.7.1 dan Microsoft Excel 2016. Adapun populasi dari penelitian ini yaitu Kabupaten Sukabumi dan sampel dari penelitian ini adalah Pesisir Kecamatan Ciemas.



Gambar 2. Bagan Alir Tahapan Penelitian

Untuk mengetahui sebaran hutan mangrove yang ada di Pesisir Kecamatan Ciemas bisa dilakukan dengan menggunakan metode Supervised Classification Maximum Likelihood. Dengan menggunakan klasifikasi ini, piksel yang belum diketahui identitasnya dikelompokkan berdasarkan vektor dan matriks kovarian dari setiap pola spektral kelas. Nilai peluang piksel yang belum teridentifikasi akan dihitung oleh komputer dan dimasukkan ke dalam salah satu kelas yang peluangnya paling tinggi (Putra et al., 2022). Kemudian dari klasifikasi tersebut, pilih daerah-daerah yang memiliki warna merah kegelapan pada Citra False Color Composite (FCC) dengan kombinasi band 8, 11, dan 4 sebagai daerah hutan mangrove.

Tabel 1. Klasifikasi Citra Sentinel-2

Sentinel-2 Band	Citra Wavelength	Resolution
Band 1 – Coastal aerosol	0,443	60
Band 2 – Blue	0,49	10
Band 3 – Green	0,56	10
Band 4 – Red	0,665	10
Band 5 – Vegetation Red Edge	0,705	20
Band 6 – Vegetation Red Edge	0,74	20
Band 7 – Vegetation Red Edge	0,783	20
Band 8 – NIR	0,842	10
Band 8A – Vegetation Red Edge	0,865	20
Band 9 – Water vapour	0,945	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1,375	60
Band 11 – SWIR	1,61	20
Band 12 – SWIR	2,19	20

Selanjutnya untuk menghitung luasan wilayah hutan mangrove, gunakan tool Calculate Geometry dengan satuan luas berupa hektare. Sedangkan untuk mengetahui kerapatan hutan mangrove yang ada di Pesisir Kecamatan Ciemas, dilakukan dengan cara menghitung nilai NDVI dengan menggunakan rasio band Inframerah dekat (NIR) dan band merah (Bell, 1995) dengan formula seperti dibawah ini:

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

Dimana NDVI adalah nilai NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NIR adalah band 8 dan Red adalah band 4 dari citra Sentinel 2A.

Setelah perhitungan nilai NDVI selesai, lakukanlah klasifikasi ulang (reclassify) untuk mendapatkan tiga kelas kerapatan hutan mangrove yaitu, kerapatan jarang, sedang, dan tinggi. Klasifikasi kerapatan vegetasi tersebut mengacu pada buku Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove yang diterbitkan oleh Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. Adapun pembagian klasifikasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Kerapatan Tajuk

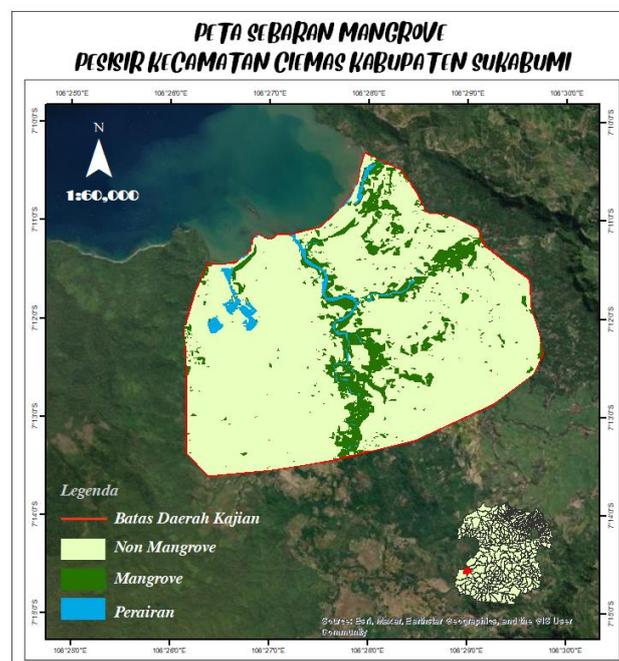
Kerapatan Tajuk	Nilai NDVI
Jarang (<50%)	$-0,1 \leq NDVI \leq 0,32$
Sedang (50%-69%)	$0,33 \leq NDVI \leq 0,42$
Lebat (70%-100%)	$0,43 \leq NDVI \leq 1,0$

Setelah interval kelas kerapatan hutan mangrove diketahui, maka hal yang harus dilakukan selanjutnya adalah ground checking dengan membuat 30 titik sampel/titik plotting dari masing-masing tingkat kerapatan tajuk (jarang, sedang, dan tinggi) pada peta yang nantinya akan dibuktikan dengan menggunakan Google Earth Pro. Setiap titik sampel/titik plotting tersebut nantinya akan di uji tingkat akurasi untuk melihat persentase keakuratan antara pemodelan dengan keadaan aslinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luasan Hutan Mangrove

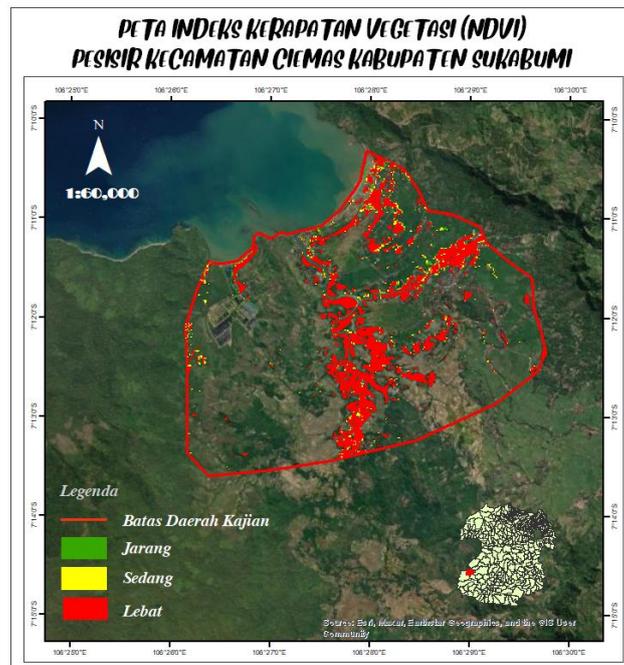
Pada hasil pengolahan data Citra Sentinel 2A menggunakan Supervised Classification Maximum Likelihood didapatkan hasil bahwa luasan hutan mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas adalah 345 Hektar. Dengan hutan mangrove yang sebagian besar berada didekat perairan. Hal tersebut dikarenakan habitat mangrove yang berada di air payau seperti di tempat antara muara sungai dan air laut. Sedangkan untuk non mangrove memiliki luas 2.210 Hektar dan perairan memiliki luas 60 Hektar. Adapun peta sebaran mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas yaitu seperti dibawah ini :Hasil dan pembahasan berisi implementasi sistem (jika ada lengkapi dengan foto/gambar), pengujian sistem, analisis hasil, diskusi, dsb. Hasil penelitian harus sesuai dengan tujuan penelitian yang diuraikan sebelumnya. Pada bagian ini juga perlu dikemukakan perbandingan hasil penelitian dengan peneliti sebelumnya.



Gambar 3. Peta Sebaran Mangrove

Indeks Kerapatan Vegetasi

Pada penelitian ini, nilai NDVI minimumnya adalah 0.145102 dan nilai NDVI maksimumnya adalah 0.83704. Untuk mengetahui tingkat kerapatan hutan mangrove maka harus dilakukan klasifikasi ulang (Reclassify) dengan membagi menjadi tiga kelas kerapatan tajuk yaitu jarang, sedang, dan lebat.



Gambar 4. Peta Indeks Kerapatan Vegetasi

Berdasarkan gambar diatas, terlihat bahwa di Pesisir Kecamatan Ciemas di dominasi oleh kerapatan tajuk lebat yaitu seluas 300 Hektar. Sedangkan untuk kerapatan tajuk sedang dan rendah sangat sedikit bahkan hampir tidak terlihat yaitu untuk kerapatan tajuk sedang memiliki luas 31 Hektar dan untuk kerapatan tajuk jarang memiliki luas 14 Hektar.

Akurasi dan Validasi Peta Indeks Kerapatan Vegetasi Mangrove

Uji akurasi hasil klasifikasi kerapatan vegetasi mangrove bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil klasifikasi citra dengan keadaan sebenarnya di lapangan (Simarmata N et al., 2021). Adapun penyajian data uji akurasi peta indeks kerapatan vegetasi mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas, seperti dibawah ini:

Tabel 3. Akurasi Peta NDVI Mangrove

Data Citra	Data Google Earth			User Accuracy
	Jarang	Sedang	Lebat	
Jarang	8	1	1	80%
Sedang	5	3	2	30%
Lebat	0	0	10	100%
Total	13	4	13	
Producer Accuracy	62%	75%	77%	
Overall Accuracy	70%			

Berdasarkan hasil uji akurasi dari Peta NDVI Mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi, yang dilakukan dengan menggunakan 30 titik sampel/titik plotting yang menyebar di seluruh pesisir, diperoleh hasil akurasi sebesar 70%. Dimana persentase tersebut berada di tingkat kepercayaan sedang.

Kemudian untuk uji akurasi didapat hasil bahwa kerapatan vegetasi jarang meliputi titik sampel/titik plotting 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, dan 17. Kerapatan vegetasi sedang meliputi titik sampel/titik plotting 9, 11, 18, dan 20. Kerapatan vegetasi lebat meliputi titik sampel/titik plotting 10, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 dan 30. Adapun kesalahan dalam pemetaan yang banyak terjadi yaitu pada saat menentukan titik

sampel/titik plotting untuk tingkat kerapatan tajuk sedang karena daerahnya yang sangat kecil dan sulit untuk menemukan daerah yang sesuai antara peta dengan keadaan aslinya dalam Google Earth Pro.

Adapun beberapa gambar hasil validasi data yang sesuai antara peta dengan data dari Google Earth Pro yaitu seperti dibawah ini:



Gambar 5. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Jarang



Gambar 6. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Sedang



Gambar 7. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Lebat

Sedangkan untuk hasil validasi data yang kurang sesuai antara peta dengan data Google Earth Pro yaitu seperti dibawah ini :



Gambar 8. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Sedang (Pada Peta)



Gambar 9. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Rendah (Pada Peta)

Jika dilihat dari hasil uji akurasi, maka dapat diketahui bahwa kerapatan vegetasi mangrove sedang memiliki banyak kesalahan karena banyak sawah yang notabene bukan merupakan mangrove pada saat pengklasifikasian terbimbing ikut terklasifikasikan kedalam mangrove sehingga terjadi banyak kesalahan pada saat validasi data dari titik sampel/titik plotting yang telah ditentukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis luasan dan kerapatan hutan mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi menggunakan citra satelit Sentinel 2A dengan metode Supervised Classification Maximum Likelihood dan NDVI didapat hasil bahwa hutan mangrove di Pesisir Kecamatan Ciemas memiliki luas 345 Hektar dengan rincian kerapatan vegetasi sebagai berikut: Kerapatan Vegetasi Jarang seluas 14 Hektar, Kerapatan Vegetasi Sedang seluas 31 Hektar, dan Kerapatan Vegetasi Lebat seluas 300 Hektar. Dengan kerapatan vegetasi yang mendominasi adalah kerapatan lebat.

REFERENSI

- [1] Ahmad, K. K., Putri, K. A., Wilujeung, A. D., Lestari, D. A., & Arifin, W. A. (2021). Status Sebaran Dan Kerapatan Kanopi Mangrove Di Pulau Tobeas Besar Sulawesi Tenggara Menggunakan Data Satelit Landsat 8. *Pena Akuatika : Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 20(2). <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v20i2.1363>
- [2] Bell, T. E. (1995). Sensing. In *IEEE Spectrum* (Vol. 32, Issue 3). <https://doi.org/10.1109/6.367967>
- [3] Chandra, D., Frananda, H., Geografi, P. P., Padang, U. N., Barat, S., Chandra, D., Frananda, H., & Pendahuluan, A. (2018). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Pemetaan Ekosistem Mangrove Di Kota Padang. *Jurnal Georafflesia : Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, 3(1), 56–63.

- [4] Endriani, R., & Ika, P. (2013). Algoritma Indeks Vegetasi Mangrove Menggunakan Satelit Landsat Etm+. *Buletin PSP*, 21(2), 215–227.
- [5] Firmansyah, A., Arifin, E. T. N., Nurfalah, I., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Pemanfaatan Citra Satelit Landsat 8 Dan Sentinel 2A Dalam Identifikasi Lahan Kritis Mangrove Di Wilayah Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 21-34.
- [6] 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. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27573>
- [7] Ima Nurmalia Permatasari. (2021). Kajian Resiko, Dampak, Kerentanan dan Mitigasi Bencana Abrasi Dibeberapa Pesisir Indonesia. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 3(1), 56. <https://doi.org/10.30649/jrkt.v3i1.56>
- [8] Iqbal, M. N., Mahmudi, M., & Risjani, Y. (2009). Pemetaan Sebaran Hutan Mangrove dengan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Sebaran Hutan Mangrove*, 2(2), 101–113.
- [9] Irawan, S., & Malau, A. O. (2016). Analisis Persebaran Mangrove di Pulau Batam Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal Integrasi*, 8(2), 80–87.
- [10] Kartikasari, A. D., & Sukojo, B. M. (2015). Analisis Persebaran Ekosistem Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat-8 Di Estuari Perancak Bali. *Geoid*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v11i1.1088>
- [11] Kehutanan, D. (2005). Pedoman inventarisasi dan identifikasi lahan kritis mangrove. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. Jakarta.
- [12] Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia. (2019). Siaran Pers–Laut Masa Depan Bangsa, Mari Jaga Bersama. Diakses pada 04 Januari 2023 melalui kkp.go.id/artikel/12993-laut-masa-depan-bangsa-mari-jaga-bersama
- [13] Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F. K. (2017). Penggunaan Principal Component Analysis dalam Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Pantai Utara Pemalang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1), 29. <https://doi.org/10.22146/jik.24885>
- [14] Pratama, L. W., & Isdianto, A. (2017). Pemetaan kerapatan hutan mangrove di segara anakan, Cilacap, Jawa Tengah menggunakan citra landsat 8 di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jakarta. *J. Floratek*, 12(1), 57–61.
- [15] Purwanto, A. D., Asriningrum, W., Winarso, G., & Parwati, E. (2014). Analisis Sebaran dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 21 April 2, 232–241.
- [16] Putra, R. D., Napitupulu, H. S., Nugraha, A. H., Suhana, M. P., Ritonga, A. R., & Sari, T. E. Y. (2022). Pemetaan Luasan Hutan Mangrove dengan Menggunakan Citra Satelit di Pulau Mapur, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 20–30. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i1.12294>
- [17] Rahma, I. Y. (2020). Analisis Komparasi Metode Pemetaan Ekosistem Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 17(2), 49–55. <https://doi.org/10.15294/jg.v17i2.24417>
- [18] Ratnasari, D., & Sukojo, B. M. (2017). Analisa Kondisi Ekosistem Mangrove Menggunakan Data Citra Satelit Multitemporal dan Multilevel. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2013–2018.
- [19] Ridho Fariz, T., Permana, I., Daeni, F., Cahyadi, A., Putra, P., Semarang, U. N., Pertanian, B., Kabupaten, N., & Raya, K. (2021). Pemetaan Ekosistem Mangrove di Kabupaten Kubu Raya Menggunakan Machine Learning pada Google Earth Engine. *Jurnal Geografi*, 18(2), 83–89. <https://doi.org/10.15294/jg.v18i2.30231>
- [20] Salim, H. L., Afi Ati, R. N., & Kepel, T. L. (2018). Pemetaan Dinamika Hutan Mangrove menggunakan drone dan Penginderaan Jauh di P. Rambut, Kepulauan Seribu. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2), 89–98. <https://doi.org/10.15578/jkn.v13i2.6639>
- [21] Salma, G. Y., Muhammad, A. N., Adiwirya, R. C. W., Ridwana, R., & Somantri, L. (2022). IDENTIFIKASI KERAPATAN TUTUPAN MANGROVE PULAU GUSUNG MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 5(1), 38-48.
- [22] Shobirin, A., B, A. A., & Ritonga, I. R. (2016). Pemetaan sebaran mangrove menggunakan Citra Landsat 8/ETM+ di Teluk Pangempang Kecamatan Muara Badak Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 22(1), 1–9.

- [23] Silaen, I. F., Hendrarto, B., & Nitisupardjo, M. (2013). Distribusi dan Kelimpahan Gastropoda pada Hutan Mangrove Teluk Awur Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 93–103. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i3.4187>
- [24] Simarmata, N., Wikantika, K., Tarigan, T. A., Aldyansyah, M., Tohir, R. K., 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 Geografi Dan Pengajarannya*, 19(2), 69–79. <https://doi.org/10.26740/jggp.v19n2.p69-79>
- [25] Sukojo, B. M., & Arindi, Y. N. (2019). Analisa Perubahan Kerapatan Mangrove Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya). *Geoid*, 14(2), 1-5.
- [26] Suwargana, N. (2008). Analisis Perubahan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 5, 64–74.
- [27] Tablaseray, V., Pairin, M. R. A., Fakdawer, N., & Hamuna, B. (2018). Pemetaan Sebaran dan Kerapatan Mangrove di Pesisir Timur Pulau Biak, Papua Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 8(1), 31. <https://doi.org/10.33512/jpk.v8i1.3682>
- [28] Wilujeng, A. D., Firdaus, H. G., Arianti, I., Armelita, A., Studi, P., Informasi, S., Indonesia, U. P., No, J. S., Bandung, K., & Barat, J. (2022). Analisis Perubahan Luasan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Penginderaan Jauh di Kawasan Muara Angke. 21(1), 53–64.
- [29] Yunita, M., Yansi, M., Guntar, D., Geografi, P., Hazairin, U. P., Manajemen, E., Hazairin, U. P., Yunita, M., & Pendahuluan, A. (2021). Pemanfaatan Vegetasi Mangrove Berbasis Insentif Ekonomi Untuk Mendukung Pengembangan Ekowisata Ramah Lingkungan Di Kampung Sejahtera Pulau Baai Kota Bengkulu. 2–8.