



*Research Articles*

## **Identifikasi Sebaran Spasial dan Kerapatan Mangrove Gili Lawang menggunakan Citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2**

### *Identification Gili Lawang Mangrove Spatial Distribution and Density with Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 Imagery*

**Andrie Ridzki Prasetyo, Niechi Valentino\*, Muhammad Anwar Hadi**

Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram,  
Nusa Tenggara Barat, INDONESIA

\* *corresponding author, email: [niechivalentino43@unram.ac.id](mailto:niechivalentino43@unram.ac.id)*

Manuscript received: 15-02-2023. Accepted: 27-06-2023

#### **ABSTRACT**

Ekosistem mangrove memiliki pengaruh yang besar bagi keberlangsungan kehidupan manusia dan lingkungan. Tingkat kerentanan ekosistem mangrove yang tinggi berimplikasi pada pentingnya dilakukan perencanaan yang berkualitas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sebaran spasial dan kerapatan hutan mangrove di Gili Lawang menggunakan citra satelit Landsat 9 OLI-2/TIRS-2. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan aplikasi QGIS 3.30. Pemrosesan data terdiri dari kombinasi band, klasifikasi citra dengan algoritma SVM, uji akurasi hasil klasifikasi, ekstrak nilai NDVI, dan reclass NDVI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kanal 564 citra landsat 9 secara visual menghasilkan peningkatan ketajaman dalam mengidentifikasi ekosistem mangrove. Klasifikasi objek dengan algoritma SVM memiliki overall accuracy dan kappa accuracy > 80%. Luas wilayah Gili Lawang yang teridentifikasi sebesar 432,72 ha, terdiri dari 37,89 mangrove, 58,11 ha non mangrove dan 3,75 ha badan air. Nilai NDVI di lokasi penelitian berkisar antara 0,068 hingga 0,87. Nilai NDVI maksimum terdapat pada objek mangrove, sedangkan nilai NDVI minimum terdapat pada objek badan air. Kerapatan mangrove di Gili Lawang didominasi oleh kerapatan tinggi dan sangat tinggi. Penggunaan citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 di masa depan diharapkan memberikan manfaat positif dalam menyediakan data dan informasi terkait sumber daya alam.

**Kata kunci:** gili lawang; mangrove; citra landsat 9; distribusi spasial

#### **ABSTRAK**

Mangrove ecosystems have a great influence on the sustainability of human life and the environment. The high level of vulnerability of mangrove ecosystems has implications for the importance of quality

planning. This study aims to identify the spatial distribution and density of mangrove forests in Gili Lawang using Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 satellite imagery. Data processing is done with the help of the QGIS 3.30 application. Data processing consists of band combinations, image classification with the SVM algorithm, classification results accuracy test, NDVI value extract, and reclass NDVI. The results showed that the use of band 564 in Landsat 9 imagery visually resulted in an increase in sharpness in identifying mangrove ecosystems. Classification of objects with the SVM algorithm has overall accuracy and kappa accuracy > 80%. The identified area of Gili Lawang is 432.72 ha, consisting of 37.89 ha of mangroves, 58.11 ha of non-mangrove and 3.75 ha of water bodies. NDVI values at the study sites ranged from 0.068 to 0.87. The maximum NDVI value is found in mangrove objects, while the minimum NDVI value is found in water body objects. Mangrove density in Gili Lawang is dominated by high and very high density. The use of Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 imagery in the future is expected to provide positive benefits in providing data and information related to natural resources.

**Key words:** gili lawang; mangroves; landsat 9 imagery; spatial distribution

## PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memiliki pengaruh yang besar bagi keberlangsungan kehidupan manusia dan lingkungan. Ekosistem mangrove berperan besar dalam mitigasi perubahan iklim terutama dalam hal penyimpanan karbon sehingga masuk dalam program strategis nasional yang tertuang dalam rencana pembangunan jangka panjang nasional (RPJPN) 2045 (Nurhati & Murdiyarto, 2022). Pengelolaan ekosistem mangrove dapat mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan yang tercantum dalam Sustainable Development Goals (SDGs), terutama tujuan nomor 13 yang berkaitan dengan penanganan perubahan iklim, dan tujuan nomor 14 dengan fokus menjaga ekosistem laut. Akan tetapi keberadaan ekosistem mangrove dengan faktor biotik dan abiotik didalamnya terus mengalami perubahan secara dinamis, kompleks dan labil (Valentino et al., 2022). Ekosistem ini memiliki tingkat kerentanan yang tinggi sehingga dalam pengelolaannya perlu dilakukan perencanaan yang matang dan penuh kehati-hatian.

Salah satu lokasi sebaran mangrove di Provinsi NTB berada di Gili Lawang. Kawasan ini merupakan Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) yang kondisi ekosistem mangrovenya masih baik (Hilyana et al., 2020). Keberadaan mangrove Gili Lawang secara tidak langsung memberikan dampak bagi keberlangsungan hidup nelayan melalui kemampuannya sebagai habitat berbagai jenis ikan dan hasil laut lainnya. Kemampuan ekosistem mangrove untuk terus menopang kebutuhan masyarakat akan terancam apabila kondisi ekosistemnya mengalami kerusakan. Rizal (2019) menerangkan bahwa perbedaan tingkat kerusakan mangrove memiliki pengaruh terhadap jumlah tangkapan ikan nelayan. Ditambah lagi dengan laju kerusakan ekosistem mangrove NTB sebesar 3,72% hasil akumulasi kerusakan kawasan mangrove NTB sejak tahun 2006-2015 (NTB, 2017). Oleh karena itu monitoring dan evaluasi kondisi ekosistem mangrove sangat penting untuk dilakukan.

Monitoring dan evaluasi yang dilakukan secara berkala membutuhkan data dan informasi yang berkualitas. Salah satu teknologi yang sangat membantu dalam proses tersebut adalah penginderaan jauh. Penginderaan jauh memberikan data spasial yang merekam objek pada permukaan bumi, termasuk mangrove. Citra satelit yang paling banyak digunakan untuk memetakan dan mengetahui kondisi mangrove adalah citra landsat (Showstack, 2022; Tran et al., 2022). Pada saat ini, citra satelit Landsat 9 merupakan versi terbaru yang diluncurkan

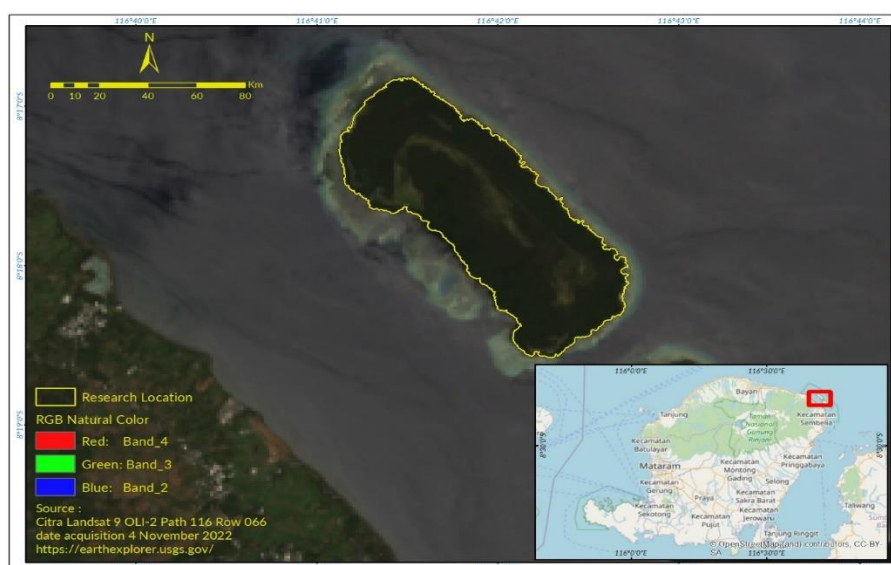
dengan instrumen yang lebih lengkap dibandingkan generasi sebelumnya yaitu Landsat 8 seperti kuantitas yang meningkat sampai 14bit dan sensor yang dapat mengukur radiasi panas lebih bagus dibandingkan generasi sebelumnya (USGS, 2022). Meskipun demikian, penggunaan Landsat 9 untuk melihat sebaran spasial dan kerapatan mangrove masih jarang digunakan dalam penelitian dan pemantauan mangrove.

Hasil telaah dari beberapa jurnal terkait dengan sebaran spasial dan kerapatan mangrove menunjukkan bahwa landsat 8 masih dominan digunakan dalam analisisnya (sobatnu & Irawan, 2016; Winaz, 2023; Kusuma & Buchori, 2018; Tablaseray et al., 2018; Simanjuntak & Juliani, 2016; Simon et al., 2022). Penelitian terdahulu pada ekosistem mangrove Gili Lawang juga masih berkisar pada penelitian terkait dengan fluktuasi ikan karang, komunitas kepiting kesesuaian zonasi pulau pulau kecil, struktur komunitas makrozoobentos, dan identifikasi jenis mangrove (Adigoya et al., 2020 Murniati, 2017; Hilyana, et al., 2020, Valentino et al., 2022; dan Rizal, 2019). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa penelitian terkait penggunaan Landsat 9 untuk sebaran spasial dan kerapatan mangrove masih belum banyak dilakukan dan membuat penelitian ini penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran spasial dan kerapatan hutan mangrove di Gili Lawang menggunakan citra satelit Landsat 9 OLI-2/TIRS-2.

## BAHAN DAN METODE

### *Waktu, Kondisi, dan Lokasi Penelitian*

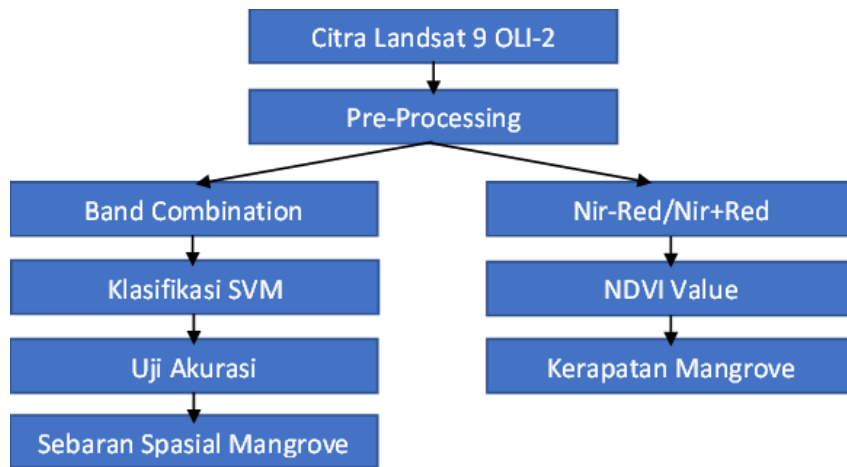
Penelitian ini berfokus pada ekosistem mangrove di Gili lawang Desa Sugian, Kecamatan Sembelia, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 pada *path 116 row 066* dengan tanggal akuisisi 4 november 2022. Citra landsat tersebut diunduh melalui situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Pemilihan citra pada tanggal tersebut dilakukan dengan pertimbangan tidak adanya tutupan awan pada lokasi penelitian. Peta lokasi penelitian Gili Lawang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Gili Lawang

*Tahapan Penelitian*

Proses pengolahan data dilakukan dalam dua proses besar, yaitu *pre-processing* dan *processing*. *Pre-processing* meliputi koreksi atmosferik saja karena pada penelitian ini menggunakan citra satelit landsat tipe L1TP yang telah terkoreksi secara geometrik dan radiometrik (Choate et al., 2022). Proses koreksi atmosferik dilakukan dengan bantuan software QGIS 3.30 dengan menggunakan plugin SCP. Koreksi atmosferik dilakukan dengan mengonversi *digital number* (DN) dari citra menjadi *surface reflectance* menggunakan DOS1 yang terdapat pada *plugin SCP QGIS*. Koreksi atmosferik dilakukan untuk mereduksi kesalahan akibat pengaruh atmosfer terhadap citra (Kristianingsih et al., 2016; Putra et al., 2022). Selanjutnya terhadap citra yang telah terkoreksi tersebut dilakukan pemotongan pada areal fokus penelitian untuk mempermudah tahapan *processing*. Tahapan *processing* meliputi *band combination*, klasifikasi citra menggunakan algoritma SVM, uji akurasi hasil klasifikasi, ekstrak nilai ndvi, dan *reclass NDVI*. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

*Kombinasi Band*

Kombinasi band/kanal yang digunakan pada penelitian ini adalah *false color composite* (FCC) menggunakan kombinasi 564. Penggunaan kombinasi band ini memberikan penajaman terhadap kenampakan ekosistem mangrove yang ditandai dengan wilayah yang berwarna merah kegelapan (Dwiputra & Mustofa, 2021). Sedangkan untuk perbandingan akan digunakan juga kombinasi band 753. Kedua kombinasi ini akan dibandingkan secara visual kemampuannya untuk membedakan objek mangrove, non-mangrove, dan badan air.

*Klasifikasi Objek*

Identifikasi sebaran spasial mangrove dilakukan dengan teknik *supervised classification* dengan menggunakan algoritma *support vector machine* (SVM). Firmansyah et al (2019) menyatakan algoritma SVM mengklasifikasikan dua objek atau lebih dengan cara menemukan *hyperplane* terbaik menggunakan data titik pemisah (*super vector*) walaupun menggunakan jumlah *training sample* yang terbatas. Algoritma SVM ini akan digunakan untuk

mengklasifikasikan objek mangrove, non-mangrove, dan badan air. Uji akurasi hasil klasifikasi SVM dilakukan menggunakan 60 titik yang tersebar secara merata. Titik-titik tersebut digunakan untuk membandingkan hasil klasifikasi SVM dengan kondisi sebenarnya yang ada dilapangan. Matriks kesalahan atau *confusion matrix* digunakan sebagai metode dalam menghitung akurasi klasifikasi.

*Kerapatan Tegakan Mangrove*

Penentuan kerapatan tegakan mangrove menggunakan indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Nilai NDVI berkisar dari -1 s/d 1. NDVI ditentukan oleh penyerapan klorofil tanaman pada panjang gelombang merah, yang sebanding dengan kerapatan klorofil daun, dan radiasi inframerah dekat (NIR) yang dipantulkan, yang sebanding dengan kerapatan hijau daun (Ginting et al., 2022). Persamaan NDVI yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{Near\ Infrared - Red}{Near\ Infrared + Red}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses identifikasi sebaran mangrove menggunakan citra satelit landsat 9 diawali dengan menemukan kombinasi kanal yang memperlihatkan sebaran mangrove secara jelas dan berbeda dengan objek selain mangrove. Penelitian ini membandingkan secara visual kombinasi kanal 564 dengan kombinasi kanal 753. Gambar 3 menunjukkan secara visual penggunaan kombinasi kanal 564 memberikan efek penajaman terhadap kenampakan ekosistem mangrove yang ditandai dengan wilayah yang berwarna merah gelap (Dwiputra & Mustofa, 2021; Wiguna et al., 2022). Berbeda dengan penggunaan kombinasi kanal 753 kontras perbedaan antara objek mangrove dengan non mangrove tidak terlalu tajam perbedaannya. Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa penggunaan komposit band 564 dalam identifikasi ekosistem mangrove memberikan hasil yang baik (Dwiputra & Mustofa, 2021; Purwanto & Asriningrum, 2019; Wiguna et al., 2022).

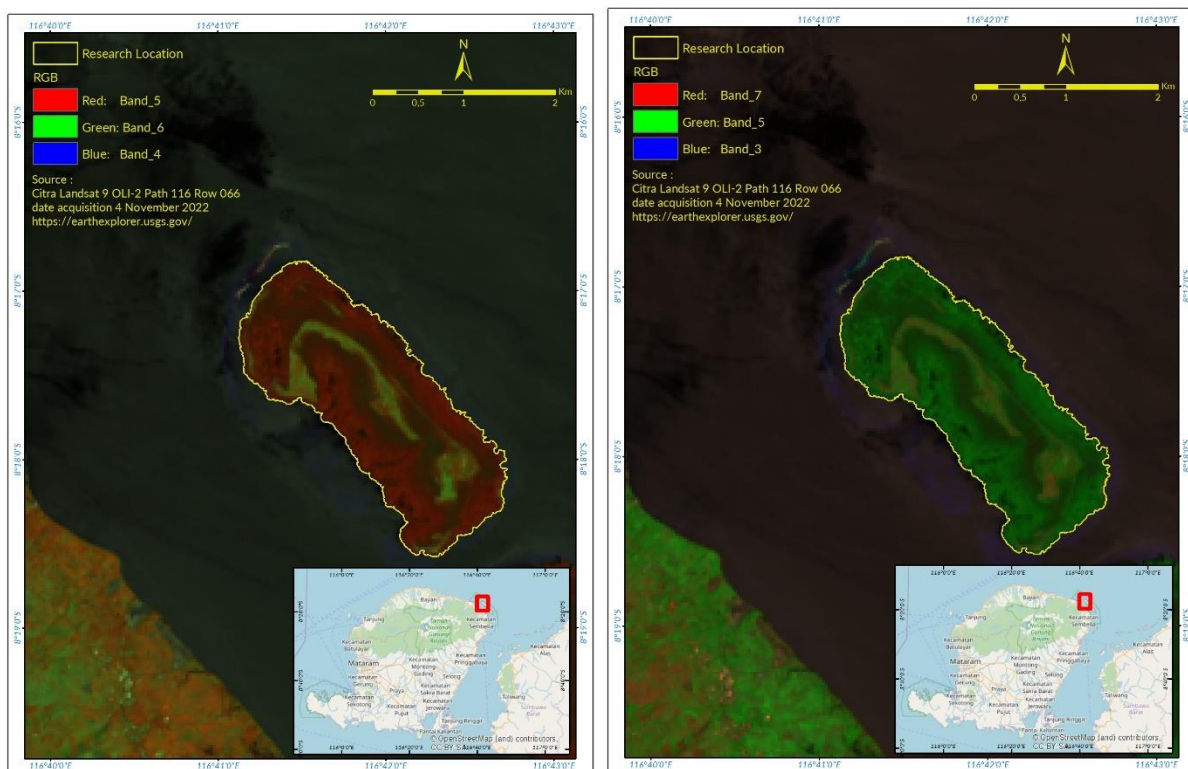
Tabel 1. Confusion matrix/accuracy assessment

No	Class Value	User Accuracy	Producer Accuracy	Overall Accuracy	Kappa Accuracy
1	Non-mangrove	90%	100%	90%	85%
2	Badan air	85%	94%		
3	Mangrove	95%	79%		

Sumber: Pengolahan data (2023)

Bagian berikutnya dari penelitian ini adalah klasifikasi objek menggunakan algoritma SVM. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan teridentifikasi tiga kelas objek di Gili Lawang, yaitu mangrove, non-mangrove, dan badan air. Selanjutnya uji akurasi hasil

klasifikasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keakuratan hasil proses klasifikasi objek-objek tersebut. Uji akurasi hasil klasifikasi SVM dilakukan dengan mengambil titik sampel sebanyak 60 titik. Titik-titik tersebut terdistribusi secara merata pada setiap objek hasil klasifikasi. Berdasarkan Tabel 1 diketahui proses klasifikasi menggunakan algoritma SVM ini memiliki *overall accuracy* sebesar 90% dan *kappa accuracy* sebesar 85%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan hasil klasifikasi yang cukup bagus dan menggambarkan kondisi lapangan dengan baik (Acharya et al., 2018). Algoritma SVM memiliki kemampuan yang baik dalam menemukan *hyperplane* pemisah dan titik maksimal sehingga menghasilkan nilai akurasi klasifikasi objek yang tinggi (Firmansyah et al., 2019). Algoritma SVM banyak digunakan dalam proses klasifikasi objek atau tutupan lahan dikarenakan keandalannya dibandingkan beberapa algoritma lain yang tersedia seperti *maximum likelihood* dan *distance mahalanobis* (Affonso et al., 2023; Karan & Samadder, 2018).



a b  
Gambar 3 Kombinasi Band 564 (a) dan Kombinasi Band 753 (b)

Tabel 2 menjelaskan sebaran spasial objek-objek yang berhasil diidentifikasi oleh algoritma SVM. Berdasarkan klasifikasi menggunakan algoritma SVM teridentifikasi areal Gili Lawang sebesar 433,73 hektar. Areal hasil klasifikasi tersebut terdiri dari sebaran spasial mangrove sebesar 371,89 ha, non-mangrove sebesar 58,11 ha, dan badan air 3,73 ha. Berdasarkan penelusuran beberapa artikel ilmiah diketahui Informasi mengenai luas sebaran mangrove di Gili Lawang sangat sedikit sekali. Hanya ditemukan dua penelitian terdahulu yang menyatakan luas hutan mangrove di Gili Lawang sebesar 369,02 ha yang merupakan hasil interpretasi citra satelit Ikonos tahun 2003 (Hilyana et al., 2020; Huda & Sari, 2017).

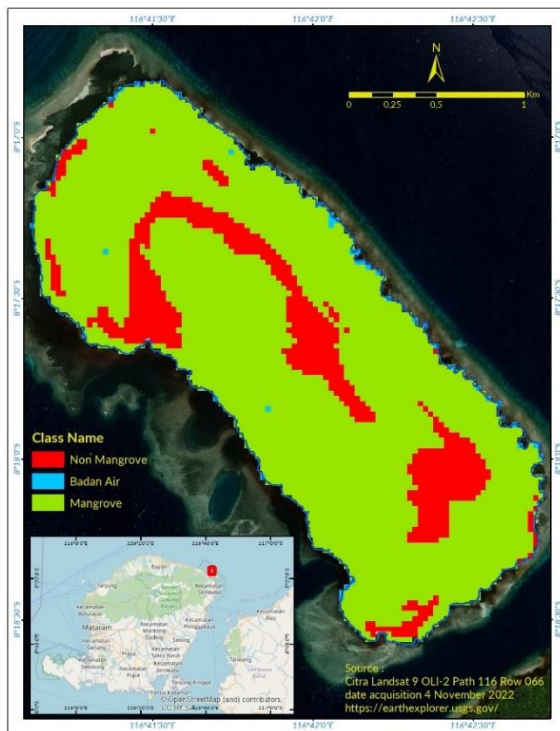


Tabel 2 Luasan sebaran mangrove, non mangrove, dan badan air di Gili Lawang

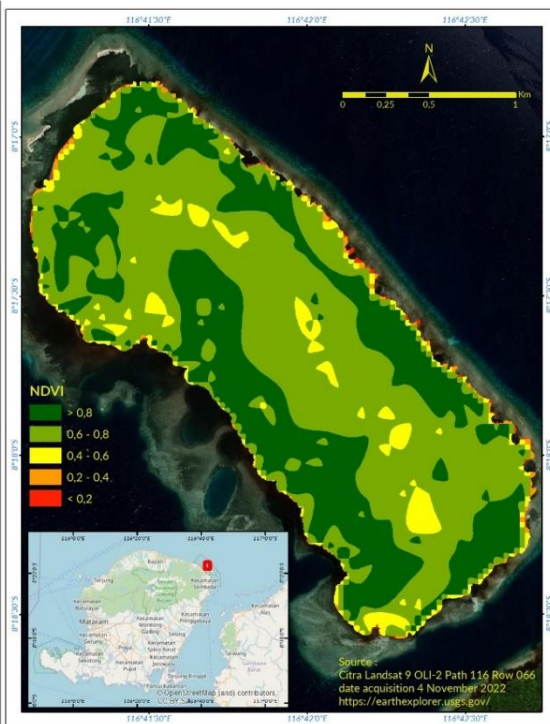
No	Klasifikasi	Luas (Hektar)
1	Mangrove	371,89
2	Non-Mangrove	58,11
3	Badan Air	3,73
Total		433,73

Sumber: Pengolahan data (2023)

Berdasarkan Gambar 4 terlihat ekosistem mangrove di Gili Lawang tersebar secara merata. Keseluruhan wilayah Gili Lawang ditumbuhi oleh vegetasi mangrove. Penelitian Rizal (2019) menyebutkan beberapa jenis vegetasi mangrove yang mendominasi diantaranya, jenis *R. mucronata*, *R. stylosa*, *R. apiculata*, *C. tegal*, *L. racemosa*, dan *A. marina*. Tutupan non mangrove secara spasial berada dibagian tengah Gili Lawang. Tutupan non-mangrove ini dilapangan berupa semak belukar, tanah kosong, dan pasir. Sedangkan sebaran spasial dari badan air menyebar di areal pinggir Gili Lawang dan sebagian kecil berada dibagian dalam Gili Lawang berasosiasi dengan objek mangrove.



Gambar 4 Peta hasil klasifikasi SVM



Gambar 5. Peta sebaran NDVI Gili Lawang

Tabel 3 Zonal statistic nilai NDVI untuk setiap objek

No	Class	Pixel Count	NDVI Value			
			MIN	MAX	MEAN	STD
1	Mangrove	4135	0,154	0,870	0,768	0,083
2	Non-Mangrove	654	0,158	0,831	0,650	0,081
3	Badan Air	41	0,068	0,807	0,595	0,229

Sumber: Pengolahan data (2023)

Berdasarkan analisis data diketahui rentang nilai NDVI di lokasi penelitian berkisar antara 0,068 s/d 0,87 (Tabel 3). Nilai maksimal NDVI tersebut berada pada objek mangrove, sedangkan nilai minimal ndvi berada pada objek badan air. Objek mangrove memiliki nilai MEAN yang paling besar dibanding objek non-mangrove dan badan air. Secara umum hal ini menggambarkan kondisi respon spektral mangrove terhadap band inframerah-dekat (NIR) dan band merah yang merupakan unsur dalam perhitungan NDVI. NIR dalam persamaan NDVI membantu mendeteksi vegetasi karena vegetasi mengandung klorofil dan karenanya memantulkan lebih banyak NIR daripada panjang gelombang lainnya (Tran et al., 2022). Sehingga nilai NDVI dari vegetasi akan mendekati 1 dan nilai NDVI badan air mendekati 0. Nilai NDVI tertinggi tidak selalu ditemukan pada hutan mangrove dengan kerapatan tinggi atau pada mangrove yang paling tua dan sehat. Nilai NDVI tertinggi umumnya ditemukan pada mangrove dewasa berusia 7 hingga 10 tahun (Avianto, 2022).

Tabel 4. Kelas kerapatan vegetasi berdasarkan nilai NDVI

No	Rentang nilai NDVI	Kerapatan	Luas (hektar)
1	-1 – 0,2	Sangat Jarang	1,45
2	0,2 – 0,4	Jarang	4,18
3	0,4 – 0,6	Sedang	28,06
4	0,6 – 0,8	Rapat	240,91
5	0,8 – 1	Sangat Rapat	159,13

Sumber: Pengolahan data (2023)

Tabel 4 memperlihatkan bahwa ekosistem mangrove gili lawang didominasi oleh rentang nilai ndvi 0,6 s/d 0,8 dan 0,8 s/d 1. Berdasarkan penelitian (Rohim et al., 2021) diketahui rentang nilai ndvi tersebut dikategorikan sebagai kelas kerapatan rapat dan sangat rapat. Nilai ndvi menunjukkan indeks kehijauan vegetasi semakin mendekati 1 berarti objek tersebut diidentifikasi sebagai vegetasi dengan kerapatan yang tinggi. Akan tetapi perlu menjadi perhatian disini bahwasanya tidak selalu nilai NDVI tinggi berarti objek tersebut merupakan mangrove dengan kerapatan yang tinggi. Hal ini terlihat dari informasi yang tersaji pada Tabel 3, nilai MAX NDVI untuk non-mangrove sebesar 0,831. Nilai ini mendekati nilai MAX NDVI dari objek mangrove. Kondisi ini juga ditemukan pada penelitian Avianto (2022) yang menemukan nilai NDVI dari semak belukar yang mendekati atau bahkan lebih besar dari nilai NDVI mangrove.

Penggunaan citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 dalam mengidentifikasi sebaran spasial dan kerapatan mangrove berhasil dilakukan dengan baik. Secara visual dengan menggunakan kombinasi band 564 citra ini mampu dengan baik memberikan informasi sebaran spasial mangrove dan berbeda dengan objek lainnya. Hasil uji akurasi dengan nilai *overall accuracy* dan *kappa accuracy* > 80% memiliki makna pemanfaatan citra ini dalam pemantauan sumberdaya alam khususnya ekosistem mangrove dapat dilakukan. Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 hadir sebagai pelengkap dan melanjutkan tradisi pemantauan dari langit (Showstack, 2022). Selain itu kombinasi Landsat 8 OLI/TIRS dengan Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 membuat resolusi temporal yang sebelumnya 16 hari turun menjadi 8 hari (Choate et al., 2022).



## KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, digunakan citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 untuk mengidentifikasi sebaran spasial dan kepadatan hutan mangrove di Gili Lawang. Penggunaan kombinasi kanal 564 secara visual menghasilkan peningkatan ketajaman dalam mengidentifikasi ekosistem mangrove. Pengklasifikasian objek menggunakan algoritma SVM memberikan hasil yang baik dengan overall accuracy dan kappa accuracy > 80%. Dengan menggunakan algoritma SVM, berhasil diidentifikasi luas area Gili Lawang sebesar 433,73 hektar. Area yang diklasifikasikan terdiri dari 371,89 hektar mangrove, 58,11 hektar non-mangrove, dan 3,73 hektar badan air. Rentang nilai NDVI di lokasi penelitian berkisar antara 0,068 hingga 0,87. Nilai NDVI maksimum terdapat pada objek mangrove, sedangkan nilai NDVI minimum terdapat pada objek badan air. Kepadatan mangrove di Gili Lawang didominasi oleh nilai NDVI antara 0,6 hingga 0,8 dan 0,8 hingga 1, yang dikategorikan sebagai kepadatan tinggi dan sangat tinggi. Penggunaan citra Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 di masa depan diharapkan memberikan manfaat positif dalam menyediakan data dan informasi terkait sumber daya alam

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pembuatan artikel ini sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, T. D., Subedi, A., & Lee, D. H. (2018). Evaluation of water indices for surface water extraction in a Landsat 8 scene of Nepal. *Sensors*, 18(8), 2580.
- Adiyoga, D., Hartati, R., & Setyati, W. A. (2020). Fluktuasi Ikan Karang di Kawasan Konservasi Laut Daerah Gili Sulat dan Gili Lawang, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Journal of Marine Research*, 9(2), 175–180. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i2.26894>
- Affonso, A. A., Mandai, S. S., Portella, T. P., Quintanilha, J. A., Conti, L. A., & Grohmann, C. H. (2023). A Comparison between Supervised Classification Methods: Study Case on Land Cover Change Detection Caused by a Hydroelectric Complex Installation in the Brazilian Amazon. *Sustainability*, 15(2), 1309.
- Avianto, P. (2022). AMMI Automatic Mangrove Map and Index: Novelty for Efficiently Monitoring Mangrove Changes with the Case Study in Musi Delta, South Sumatra, Indonesia. *International Journal of Forestry Research*, 2022.
- Choate, M. J., Rengarajan, R., Storey, J. C., & Lubke, M. (2022). Landsat 9 Geometric Characteristics Using Underfly Data. *Remote Sensing*, 14(15), 3781.
- Dwiputra, M. A., & Mustofa, A. (2021). The Comparison of RGB 564 and RGB 573 Band Composite of Landsat 8 for Mangrove Vegetation Distribution Identification on Pahawang Island, Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 830(1), 012017.
- Dzaky, M., & Winaz, N. (2023). Analisis Spasial Temporal Sebaran Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8. *Cross-Border*, 6(1), 621–639.
- Firmansyah, S., Gaol, J. L., & Susilo, S. B. (2019). Perbandingan klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk pemetaan mangrove berbasis objek menggunakan citra satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(3), 746–757.

- Ginting, Y. R. S., Komarudin, G., & Carr, L. M. (2022). Study of Changes in Mangrove Forest Cover in Three Areas Located on The East Coast of North Sumatra Province Between 1990 And 2020. *Journal of Tropical Forest Science*, 34(4), 467–479.
- Hilyana, S., Amir, S., & Waspodo, S. (2020). Kesesuaian Zonasi Pulau-Pulau Kecil: Studi Kasus Kawasan Konservasi Gili Sulat Gili Lawang Lombok Indonesia. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 6(2), 202–215.
- Huda, H. M., & Sari, Y. D. (2017). Pemanfaatan dan Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut Daerah Gili Sulat dan Gili Lawang. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 5(2), 129–144.
- Karan, S. K., & Samadder, S. R. (2018). A comparison of different land-use classification techniques for accurate monitoring of degraded coal-mining areas. *Environmental Earth Sciences*, 77(20), 713.
- Kristianingsih, L., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. (2016). Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-A Menggunakan Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 56–64.
- Kusuma, I. M. B. N., & Buchori, I. (2021). the Determination of Mangrove Degraded Land in Lembar District, Lombok Barat Regency Using Gis Application. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 17(1), 37–47. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pwk/index>
- Murniati, D. C. (2017). Crab communities (Decapoda: Brachyura) in mangrove and estuaries in the Eastern Part of Lombok Island. *Journal of Biological Researches*, 22(2), 81–89. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.22.2.20178>
- NTB. (2017). Laporan Utama Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (Ikplhd). Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Nurhati IS dan Murdiyarso D. 2022. Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove: Sebagai Rujukan Konservasi dan Rehabilitasi Kawasan Pesisir untuk Tujuan Pembangunan Berkelanjutan dan Pembangunan Rendah Karbon. Working Paper 10. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Nurhayati, P., Emilzoli, M., & Fu'adiah, D. (2022). Peningkatan Keterampilan Penyusunan Modul Ajar Dan Modul Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka Pada Guru Madrasah Ibtidaiyah. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(5), 1–9. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i5.10047>
- Patty, S. I., Nurdiansah, D., Rizqi, M. P., & Huwae, R. (2022). Analisis Sebaran dan Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 224. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.40841>
- Purwanto, A. D., & Asriningrum, W. (2019). Identification of mangrove forests using multispectral satellite imageries. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 16(1), 63–86.
- 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.

- Rizal, L. S. (2019). Identifikasi Jenis Mangrove Di Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Gili Sulat–Gili Lawang Kabupaten Lombok Timur. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 4(5).
- Rohim, M., Ridwan, I., & Fahrudin, F. (2021). Analisis Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Landsat 8 di Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. *Jurnal Natural Scientiae*, 1(1).
- Showstack, R. (2022). Landsat 9 Satellite Continues Half-Century of Earth Observations: Eyes in the sky serve as a valuable tool for stewardship. *BioScience*, 72(3), 226–232.
- Simanjuntak, B. C., & Juliani, R. (2016). Aplikasi Citra Landsat 8 Oli Untuk Menganalisa Kerapatan Vegetasi Mangrove Di Pesisir Kabupaten Langkat. *Jurnal Einstein Available*, 4(1), 1–5.
- Sobatnu, F., & Irawan, F. A. (2016). Kajian Tingkat Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Teknologi Remote Sensing. *Prosiding SNRT (Seminar Nasional Riset Terapan)*, 1, 80–89.
- Tablaseray, V. E., 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), 31–39.
- U.S. Geological Survey, 2019, Landsat 9 (ver. 1.3, August 2022): U.S. Geological Survey Fact Sheet 2019–3008, 2 p., <https://doi.org/10.3133/fs20193008>.
- Tran, T. V., Reef, R., & Zhu, X. (2022). A Review of Spectral Indices for Mangrove Remote Sensing. *Remote Sensing*, 14(19), 4868.
- Valentino, N., Latifah, S., Setiawan, B., Hidayati, E., Awanis, Z. Y., & Hayati, H. (2022). Karakteristik struktur komunitas makrozoobentos di perairan ekosistem mangrove Gili Lawang, Lombok Timur. *Jurnal Belantara*, 5(1), 119–130.
- Wiguna, P. P. K., Sutari, N. W. S., Febriarta, E., Permatasari, A. L., Suherningtyas, I. A., Pulungan, N. A. H. J., Sukraini, T. T., & Gani, M. (2022). Spatial Analysis of Mangrove Distribution Using Landsat 8 Oli in Badung Regency and Denpasar City, Bali Province, Indonesia. *Forum Geografi*, 36(1).