

**ANALISIS SEBARAN TERUMBU KARANG DAN KESEHATAN MANGROVE
PADA PULAU NUSA LEMBONGAN (BALI) DENGAN ALGORITMA
LYZENGA METODE EVI DAN SAVI**

*Analysis of Coral Reef Distribution and Mangrove Health on Nusa Lembongan
Island (Bali) with Lyzenga Algorithm EVI Method, and SAVI*

**Agha Ahza Effendy*, Awanda Muthia Sariwardoyo, Ratih Nurmasari, dan Ziyani
Akmal Tiftazani**

Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari,
Kota Bandung, Jawa Barat 40154, Indonesia
e-mail: aghaahza@upi.edu

ABSTRACT

Indonesia is the world's largest archipelago, with two-thirds of its territory covered by ocean. Coral reefs are one of the most productive and diverse ecosystems on earth and have many ecological functions. In addition, the existence of mangrove forests has an important role for the surrounding ecosystem areas. The purpose of this study is to analyze the distribution of coral reefs and mangrove health using the Lyzenga, SAVI and EVI algorithms on the island of Nusa Lembongan, Bali with a time span of 2016, 2019 and 2022. The results of data processing using the Lyzenga algorithm show a decrease in the coral reef sector over time. While in the mangrove sector, the SAVI and EVI algorithms shows a stable condition with a decrease at several points located on the southern part of the island.

Keywords: coral reef, evi, lyzenga algorithm, mangrove, savi

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan wilayah kepulauan terluas di dunia, dimana dua pertiga luas wilayahnya adalah lautan. Terumbu karang adalah salah satu ekosistem yang paling produktif dan beraneka ragam di bumi serta memiliki banyak fungsi ekologis. Selain itu keberadaan hutan mangrove memiliki peran penting bagi sekitar daerah ekosistem yang berada di sekitarnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis sebaran terumbu karang dan kesehatan mangrove dengan menggunakan algoritma Lyzenga, SAVI dan EVI di pulau Nusa Lembongan, Bali dengan rentang waktu 2016,2019 dan 2022. Hasil dari olahan data dengan algoritma Lyzenga menunjukkan penurunan dalam sektor perkembangan ekosistem terumbu karang seiring berjalannya waktu. Sedangkan pada sektor mangrove, algoritma SAVI dan EVI menunjukkan kondisi yang stabil dengan penurunan pada beberapa titik yang terletak pada bagian selatan pulau.

Kata kunci: terumbu karang, evi, algoritma lyzenga, mangrove, savi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan wilayah kepulauan terluas di dunia, dimana dua per tiga luas wilayahnya adalah lautan dengan luas sebesar 6,32 juta km². Negara ini terdiri dari 17.504 pulau. Selain itu, Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan garis pantai terpanjang kedua setelah Kanada (Soemarmi et al., 2019). Terumbu karang merupakan salah satu potensi sumber daya laut yang perlu diperhatikan di wilayah tropis Indonesia. Meninjau terumbu karang yang semakin memprihatinkan dan harus menjadi fokus seluruh masyarakat Indonesia di masa mendatang. Indonesia memiliki luas terumbu karang sebesar 2,5 juta hektar, yang setara dengan 14% dari total luas terumbu karang di seluruh dunia (Irawan *et al.*, 2017). Ciri khas terumbu karang yaitu ekosistem perairan laut trofik serta hampir tersebar di perairan Indonesia perbandingan total luas 14% dari total luasan di dunia (Malik et al., 2023). Salah satu ekosistem yang berlimpah dan beraneka ragam di bumi yaitu terumbu karang dengan fungsi ekologis seperti *feeding ground* (tempat mencari makan), *nursery ground* (berkembang biak), *spawning ground* (tempat pemijahan), *tempat tinggal* (habitat), dan *attractant* (pemikat) organisme laut lainnya dalam meningkatkan efisiensi penangkapan serta menjaga keseimbangan rantai makanan. Fungsi ekologis lainnya adalah mencegah kerusakan ekosistem pesisir lainnya seperti hutan mangrove dan padang lamun (Suryatini & Rai, 2020).

Mangrove merupakan pohon yang membentuk semak belukar yang mencapai sepanjang garis pantai biasanya yang berlumpur, payau dan hangat. Terdapat 15 marga serat 120 spesies keluarga mangrove yang tersebar di iklim tropis (Rosalia et al., 2022). Salah satu keunikan mangrove yaitu ekosistem yang produktif, dikarenakan dapat berkembang serta mampu bertahan hidup di area peralihan antara lautan dan daratan (Ariawan et al., 2021). Ekosistem mangrove di wilayah pesisir memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan secara langsung ataupun tidak langsung (Anzani et al., 2023). Selain itu fungsi mangrove selain menjadi bahan baku kayu, fungsi lainnya yaitu mendukung hidupnya berbagai jenis biota air seperti kerangan-kerangan, ikan, kepiting dan lain-lainnya. Ekosistem hutan mangrove sebagai kawasan penyangga biota lain di kawasan tersebut merupakan bukti nilai dari manfaat ekonomi mangrove dalam mendukung kelestarian perikanan (Yonvitner *et al.*, 2019). Pulau Nusa Lembongan merupakan salah satu pulau yang terletak di provinsi Bali, Indonesia. Pulau ini terletak di sebelah tenggara

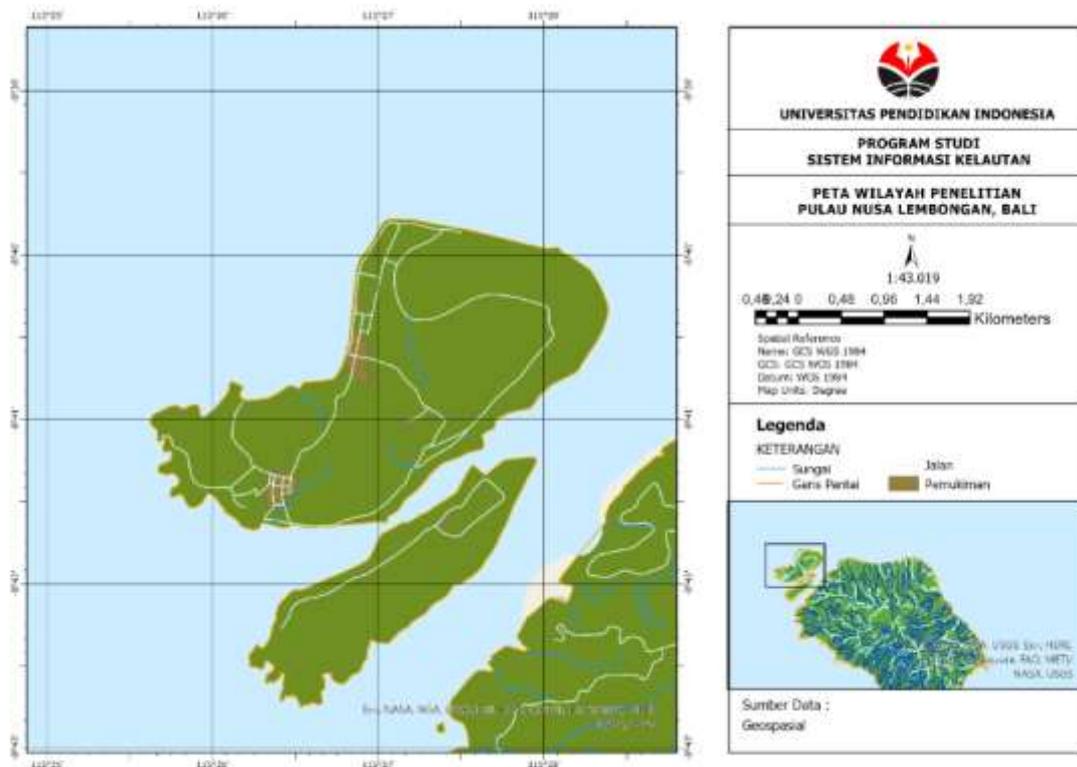
Selat Badung dari pulau Bali. Pulau ini memiliki banyak kekayaan alam meliputi kekayaan terumbu karang yang masih terjaga dan di pulau lembongan juga memiliki pantai mangrove. Menurut Pratiwi & Ernawati (2016) Nusa Lembongan memiliki mangrove dengan keunikannya sendiri yaitu memiliki lajur air yang menuju ke hutan mangrove sehingga menimbulkan keunikan serta fluktuasi kualitas air pada ekosistem mangrove.

Perairan Nusa Lembongan merupakan salah satu Kawasan konservasi di Indonesia yang telah ditetapkan sebagai kawasan taman wisata perairan. Penetapannya dilakukan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 24 Tahun 2014 yang mengatur tentang Kawasan Konservasi Perairan Nusa Penida di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. Dengan ditetapkannya sebagai kawasan konservasi untuk menjaga ekosistem laut agar tidak tercemar dan dapat diatur secara jangka panjang (Astaman et al., 2021). Pulau Nusa Lembongan merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki terumbu karang dan ekosistem mangrove yang penting. Dengan lingkungan terumbu karang dan mangrove yang berperan penting sebagai penjaga keanekaragaman hayati dan sebagai habitat bagi berbagai spesies laut. Peran penting lainnya yang dapat dimanfaatkan dalam bentuk pemanfaatan ekologi, ekonomi, dan sosial bagi masyarakat lokal. Namun, perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti pembangunan pariwisata dan pertambangan, dapat berdampak negatif terhadap sebaran terumbu karang dan kesehatan mangrove. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis terhadap sebaran terumbu karang dan kesehatan mangrove di Pulau Nusa Lembongan (Shantika & Mahagganga, 2018).

Berdasarkan penulisan ini mengenai sebaran terumbu karang dan kesehatan mangrove di Pulau Nusa Lembongan, digunakan untuk menganalisis kondisi vegetasi dan memetakan kualitas lahan yang berpotensi mempengaruhi sebaran terumbu karang dan kesehatan mangrove Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis sebaran terumbu karang dan kesehatan mangrove dengan menggunakan algoritma Lyzenga, SAVI dan EVI di pulau Nusa Lembongan, Bali.

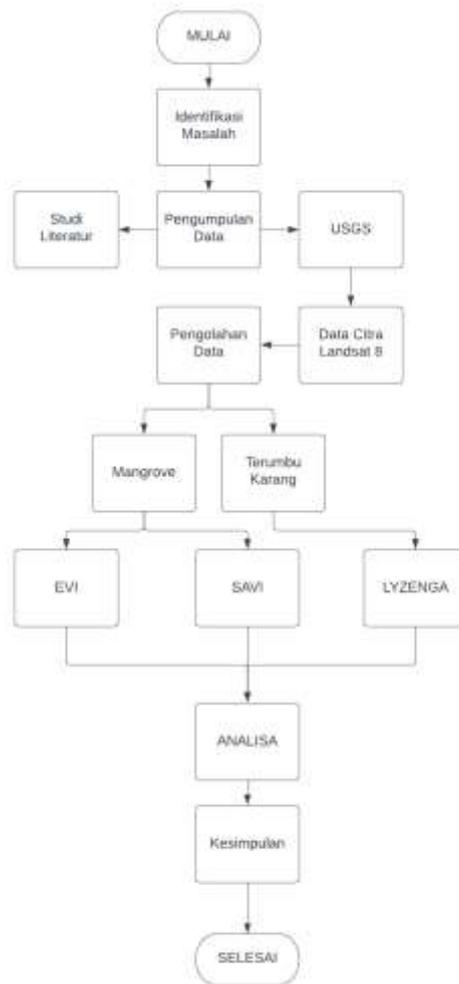
METODE PENELITIAN

Secara Administrasi Pulau Nusa Lembongan terletak di Perairan Provinsi Bali. Lokasi Pulau Nusa Lembongan berada pada koordinat $08^{\circ}30'43'' - 08^{\circ}41'43''$ LS dan $115^{\circ}25'36'' - 115^{\circ}28'20''$ BT. Lokasi dilakukannya penelitian ini apabila divisualisasikan menggunakan peta wilayah penelitian adalah seperti Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian

Data penelitian diakses dari Landsat 8 <https://earthexplorer.usgs.gov> dengan rentang waktu 2016, 2019, dan 2022 dan bertempat di Pulau Nusa Lembongan, Bali seperti pada Gambar 1. Penelitian ini menggunakan sejumlah perangkat keras yaitu seperangkat Laptop juga beberapa perangkat lunak dalam membantu proses pengolahan data citra yaitu ArcGIS Pro. Pada *software* ArcGIS Pro dilakukannya langkah-langkah untuk menghasilkan informasi mengenai. Metode yang digunakan yaitu *Enhanced vegetation index*, *Soil adjusted vegetation index* dan algoritma Lyzenga. Selain itu, digunakan pula metode Studi Literatur sebagai referensi informasi pada penelitian ini. Studi literatur adalah metode dengan tujuan untuk menghimpun informasi juga beberapa kutipan yang berkaitan dengan topik yang dalam suatu penelitian (Parinata & Puspaningtyas, 2022).



Gambar 2. Diagram alir proses pengolahan data

Seperti yang dapat dilihat dari Gambar 2 di atas, penelitian ini menggunakan gabungan satelit antara USGS dan Geospasial. Citra landsat 8 akan digunakan untuk menganalisis perubahan pada kawasan terumbu karang dan mangrove yang berlokasi pulau Nusa Lembongan. Berbagai citra landsat 8 digunakan sebagai pembandingan dari beberapa tahun untuk mengamati kesehatan terumbu karang dan mangrove pada pulau Nusa Lembongan, Bali. Data citra yang digunakan dari tahun 2016, 2019 dan 2022. Tujuan dibedakannya tahun yaitu untuk mengamati perbedaan sebaran terumbu karang dan mangrove dari tahun 2016,2019 dan 2022. Dengan metode yang digunakan yaitu algoritma Lyzenga, EVI dan SAVI.

Menurut (Chairunnisa *et al.*, 2022) algoritma Lyzenga dimanfaatkan untuk mengamati objek di bawah kolom air. Setelah memperoleh informasi mengenai nilai rasio koefisien atenuasi perairan (k_i/k_j), langkah selanjutnya adalah menerapkan algoritma

Lyzenga. Citra yang sudah di proses dengan menggunakan Algoritma Lyzenga nantinya akan diklasifikasikan. Terdapat rumus pada Algoritma Lyzenga, yaitu:

$$\text{if } \frac{B5}{B2} < 1 \text{ then } \log \log (B2) + \frac{ki}{kj} * \log \log (B3) \text{ else null} \quad (1) \quad \text{Keterangan : } \frac{ki}{kj} = 1$$

Enhanced vegetation index (EVI) bertujuan untuk mengoreksi hasil NDVI. Efek atmosfer dan sinyal latar belakang tanah, terutama di kanopi yang lebat. EVI lebih sensitif pada daerah yang vegetasinya melimpah, karena proses pengamatan dipengaruhi oleh kanopi penutupan lahan serta awan atmosfer. Perhitungan EVI dihasilkan dari nilai pantulan kanal spektral merah(*red*), yaitu kanal inframerah dekat (NIR) dan kanal biru (*blue*). EVI menyertakan nilai koefisien C1 dan C2 untuk memperbaiki dispersi aerosol yang berada di atmosfer dan L menyesuaikan kanopi dan latar belakang tanah (Angellina et al., 2023). EVI dirumuskan dengan persamaan dibawah ini:

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 \times RED - C2 \times BLUE + L)} \quad (2) \quad \text{Keterangan:}$$

Blue = Citra Band 2
Red = Citra Band 4
NIR = Citra Band 5
L = Koreksi pencerahan latar belakang tanah (0,5)
G = Gain factor (2,5)
C1 = Koefisien koreksi pengaruh atmosfer pada band red (6,0)
C2 = Koefisien koreksi pengaruh atmosfer pada band blue (7,5)

Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) suatu algoritma yang merupakan pengembangan dari indeks NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang lebih menekankan pengaruh latar belakang tanah terhadap reflektansi kecerahan kanopi (Yudistira et al., 2019).

$$SAVI = (1 + L) \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (3) \quad \text{NIR = Citra Band 5}$$

RED = Citra Band 5
L = Pencerahan latar belakang tanah (0,5)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Substrat dengan Lyzenga

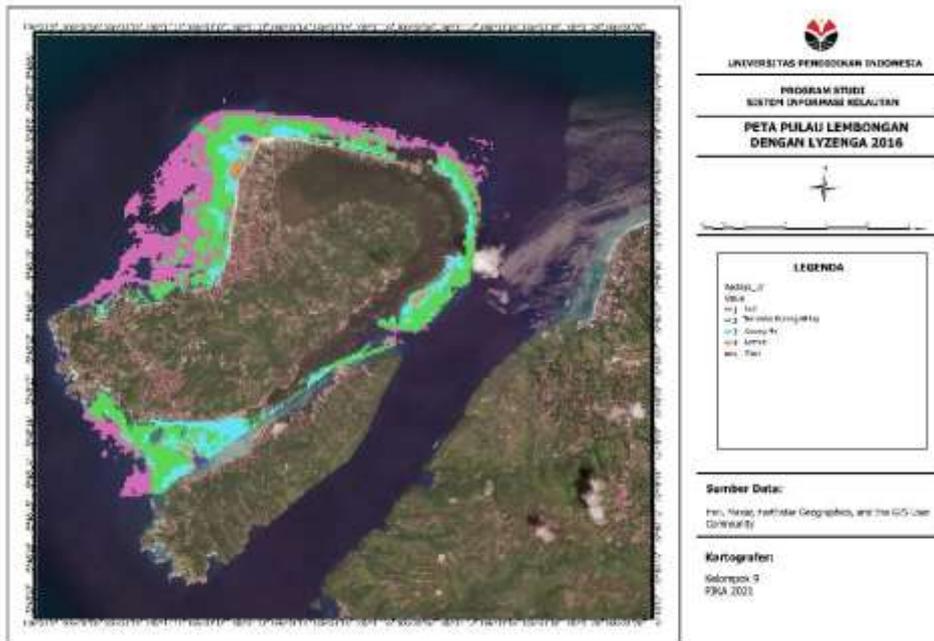
Identifikasi sebaran terumbu karang di lokasi Pulau Nusa Lembongan menggunakan algoritma Lyzenga. Setelah dilakukan pengolahan data dengan algoritma Lyzenga, dihasilkan peta sebaran terumbu karang untuk tahun 2016, 2019 dan 2022 yang ditunjukkan pada Gambar 3, 4, dan 5. Perhitungan luasan terumbu karang dapat diketahui seberapa besar perubahan pada sebaran terumbu karang beserta kelas-kelasnya, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan luasan algoritma Lyzenga

No	Kelas	Satuan	Tahun		
			2016	2019	2022
1	Laut dalam	ha	181,35	174,43	226,23
2	Terumbu karang	ha	187,38	79,38	52,40
3	Karang mati	ha	73,8	26,73	17,76
4	Lamun	ha	13,59	11,52	0,54
5	Pasir	ha	3,24	10,53	0,54

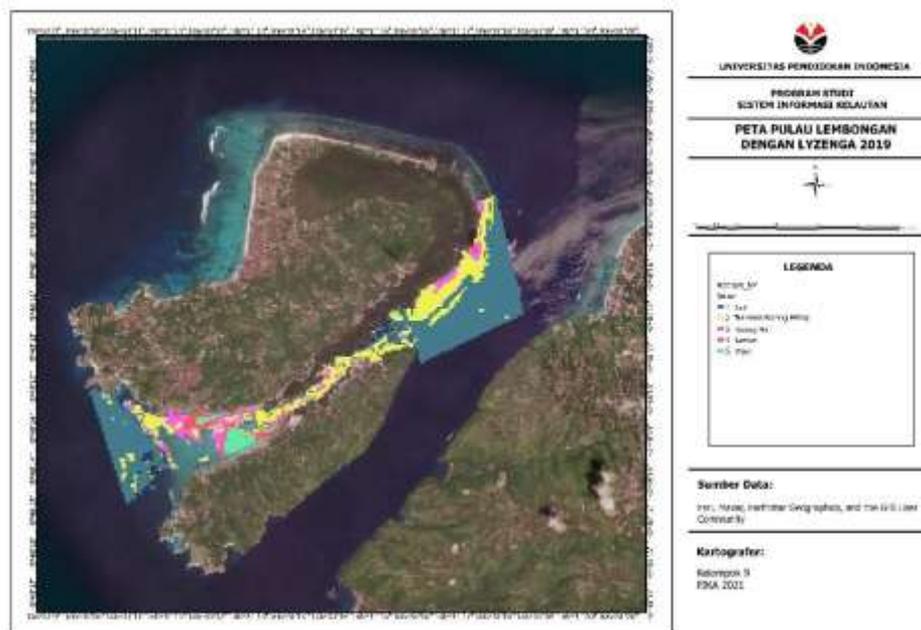
Dilihat pada analisis menggunakan algoritma Lyzenga didapatkan setiap tahunnya, luasan ekosistem terumbu karang hidup pada tahun 2016 ke tahun 2019 mengalami penurunan lahan sekitar 108 ha. Selang waktu 3 tahun yaitu 2022 kembali mengalami penurunan yaitu sekitar 27 ha. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkannya penurunan terumbu karang pada kawasan tersebut. Menurut Hermansyah & Febriani (2020), kerusakan ekosistem terumbu karang disebabkan oleh pengambilan karang secara ilegal seperti menggunakan bom, sedimentasi, pembuatan jangkar, serta pemanasan global. Hal tersebut dapat mengganggu kualitas pertumbuhan terumbu karang. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kerusakan ekosistem terumbu karang, yaitu suhu, tingkat pencahayaan, salinitas, kejernihan air, pergerakan air dan sedimentasi.

Berdasarkan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, suhu ideal untuk terumbu karang hidup berada pada kisaran suhu 25-30°C. Untuk tingkat kecerahan terumbu karang berada pada kisaran > 5 meter. Parameter kimia salinitas



optimum berada kisaran 33-34 ppt. Sedangkan untuk pH berkisar sekitar 7-8,5. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3,4 dan 5.

Gambar 3. Peta Lyzenga Pulau Nusa Lembongan Tahun 2016



Gambar 4. Peta Lyzenga Pulau Nusa Lembongan Tahun 2019

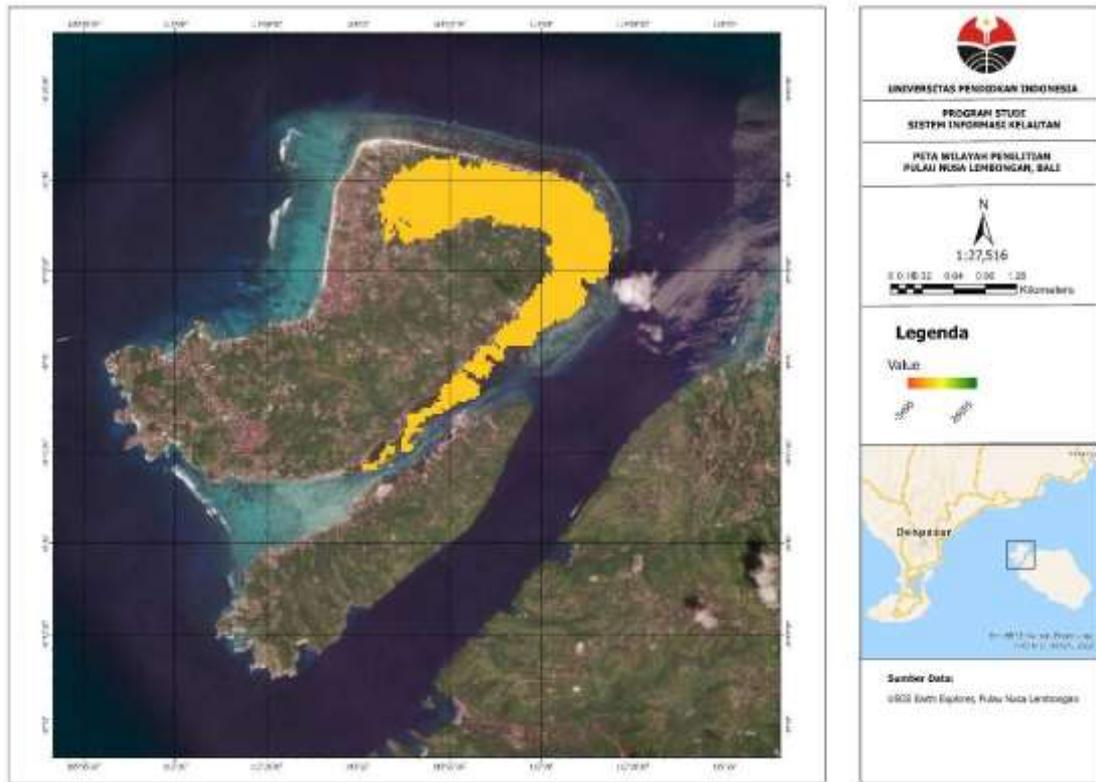


Gambar 5. Peta Lyzenga Pulau Nusa Lembongan Tahun 2022

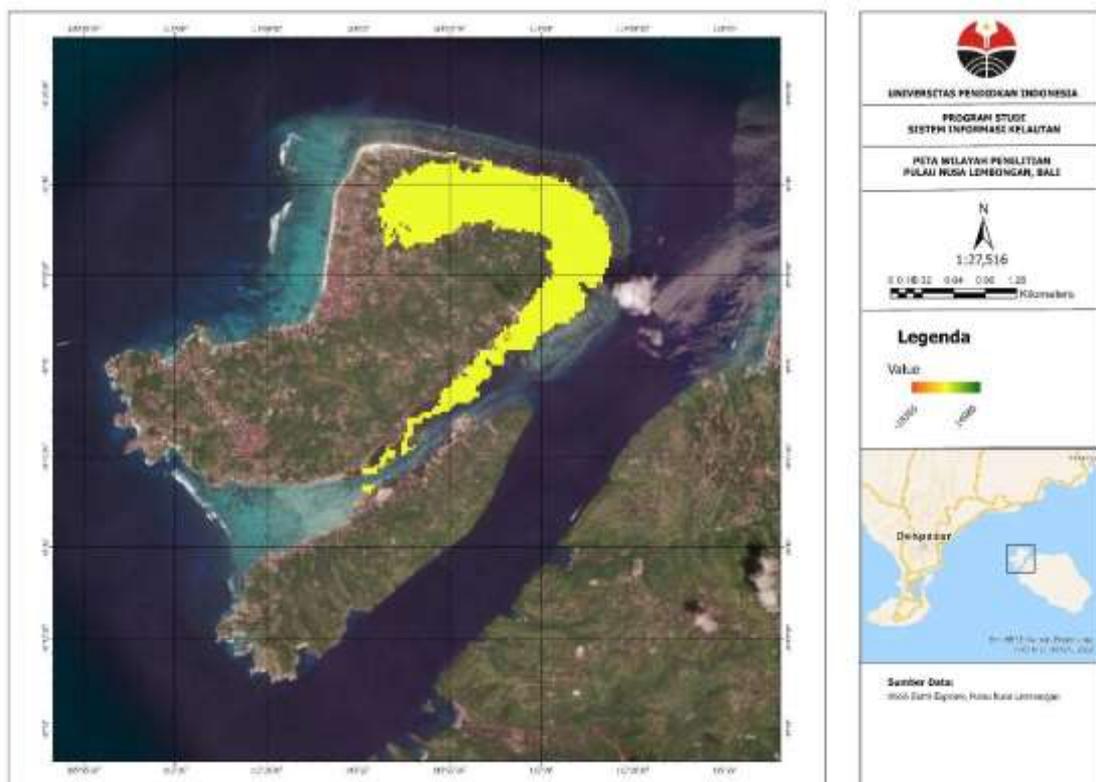
Analisis sebaran kesehatan mangrove menggunakan EVI (*Enhanced Vegetation Index*) dan SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*)

Untuk identifikasi sebaran dan kesehatan wilayah mangrove, digunakannya kedua metode EVI dan SAVI untuk meningkatkan tingkat akurasi dan memaksimalkan hasil dari analisis tersebut, dengan fungsi dari EVI adalah untuk menganalisis kondisi dan kesehatan dari sebuah wilayah vegetasi, dan SAVI memiliki fungsi yang serupa hanya saja dengan metode dan output yang berbeda apabila dibandingkan dengan EVI.

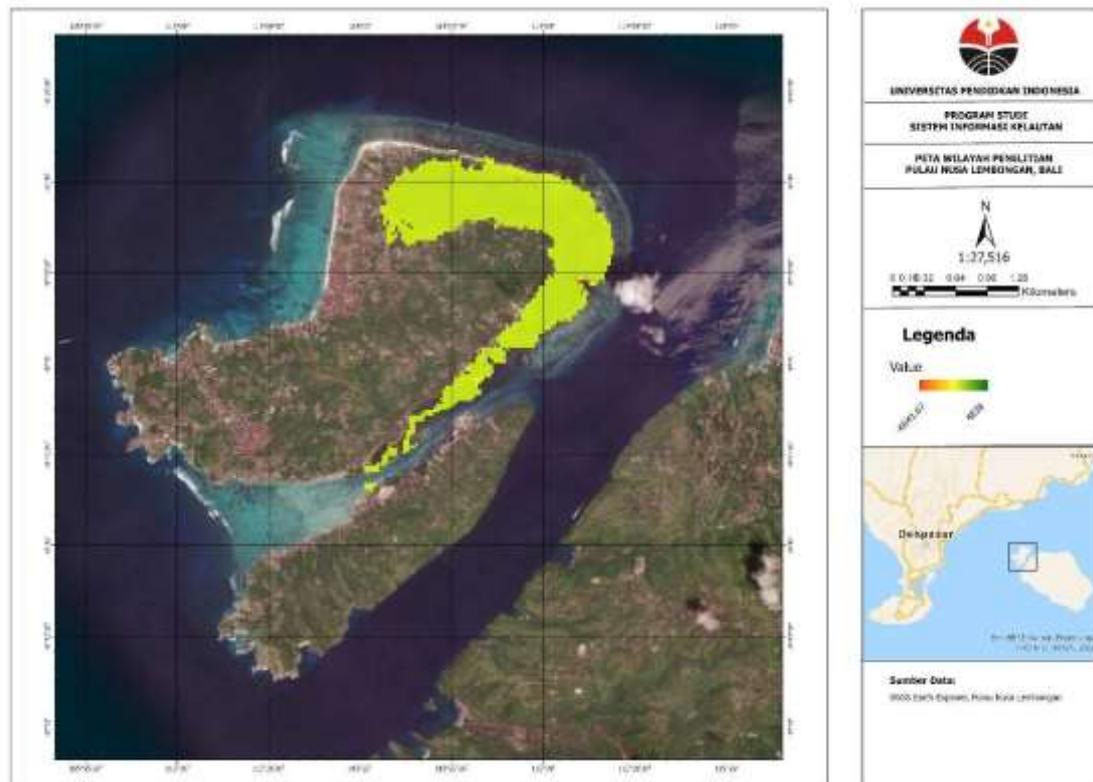
Indikator yang digunakan oleh metode EVI adalah, semakin merah warna yang menutupi wilayah mangrove, maka semakin buruk kualitas kesehatan dan kepadatan populasi mangrove, dengan semakin hijau warna yang menutupi wilayah mengindikasikan bahwa kesehatan mangrove membaik dan tingkat kepadatan yang meningkat.



Gambar 6. Peta EVI Pulau Nusa Lembongan Tahun 2016



Gambar 7. Peta EVI Pulau Nusa Lembongan Tahun 2019

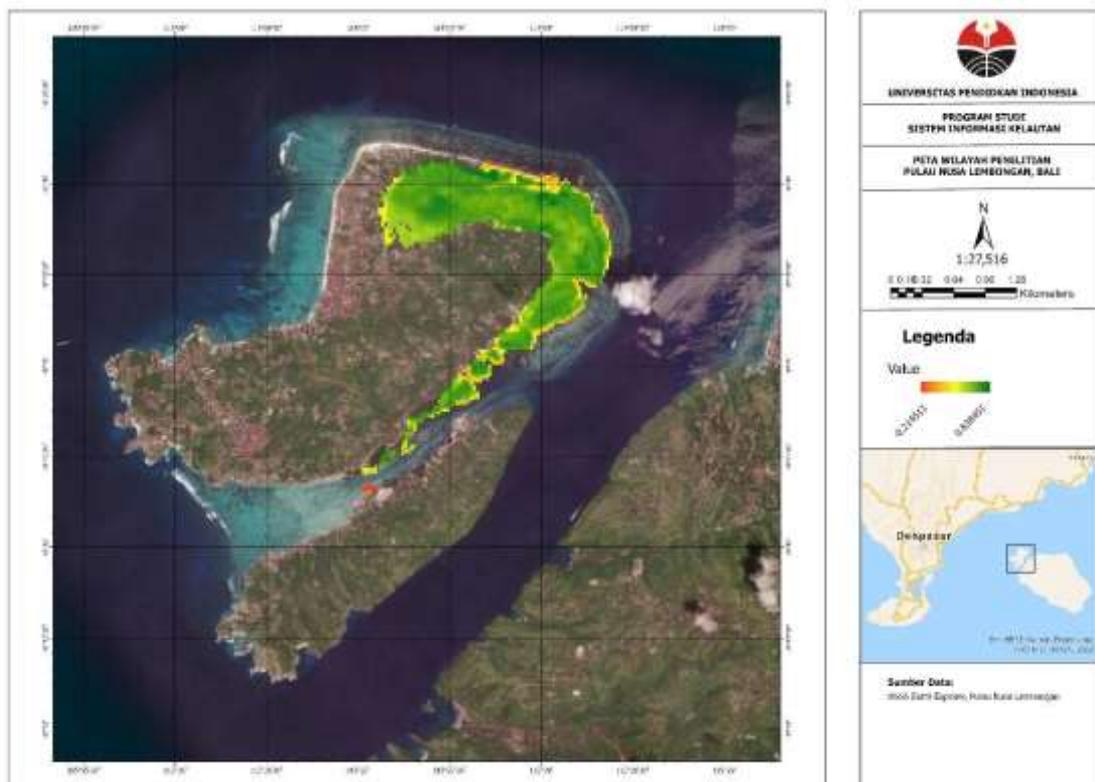


Gambar 8. Peta EVI Pulau Nusa Lembongan Tahun 2022

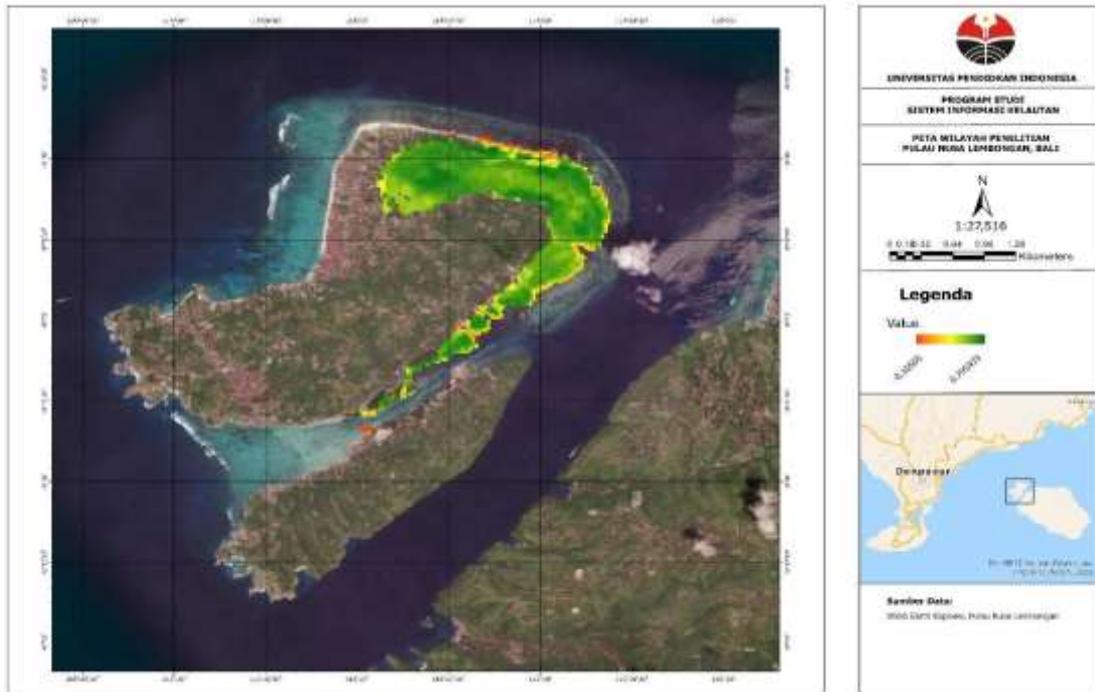
Ketiga gambar diatas menunjukkan perbedaan dari hasil analisis wilayah mangrove pada pulau Nusa Lembongan dengan rentang waktu 2016, 2019, dan 2022. Pada Gambar 6 tahun 2016, kepadatan wilayah mangrove cukup padat akan tetapi kesehatan tumbuhan pada wilayah vegetasi tersebut kurang memadai. Hal ini dapat diketahui dengan *value* yang dipaparkan oleh legenda dengan sebagian wilayah mangrove ditutupi oleh warna jingga, dan yang berwarna hijau pun minim.

Seiring berjalannya waktu, kondisi wilayah mangrove pada pulau Nusa Lembongan membaik dengan *value* yang dipaparkan pada Gambar 7 analisis peta tahun 2019, bahwa dengan warna jingga pada peta analisis tahun 2016 sebelumnya, telah berubah menjadi hijau-kekuningan, yang mengindikasikan bahwa kondisi kesehatan wilayah mangrove telah membaik dan tingkat kepadatan yang meningkat. Selain itu, titik berwarna merah yang mengindikasikan minim vegetasi atau kondisi kesehatan mangrove yang kurang sehat sudah berkurang, walaupun titik merah tersebut pindah tempat. Wilayah mangrove juga menyebar ke pulau lain yang diindikasikan dengan warna hijau-kekuningan yang muncul, dimana pada peta analisis tahun 2016, warna hijau-kekuningan tersebut tidak ada pada pulau tersebut.

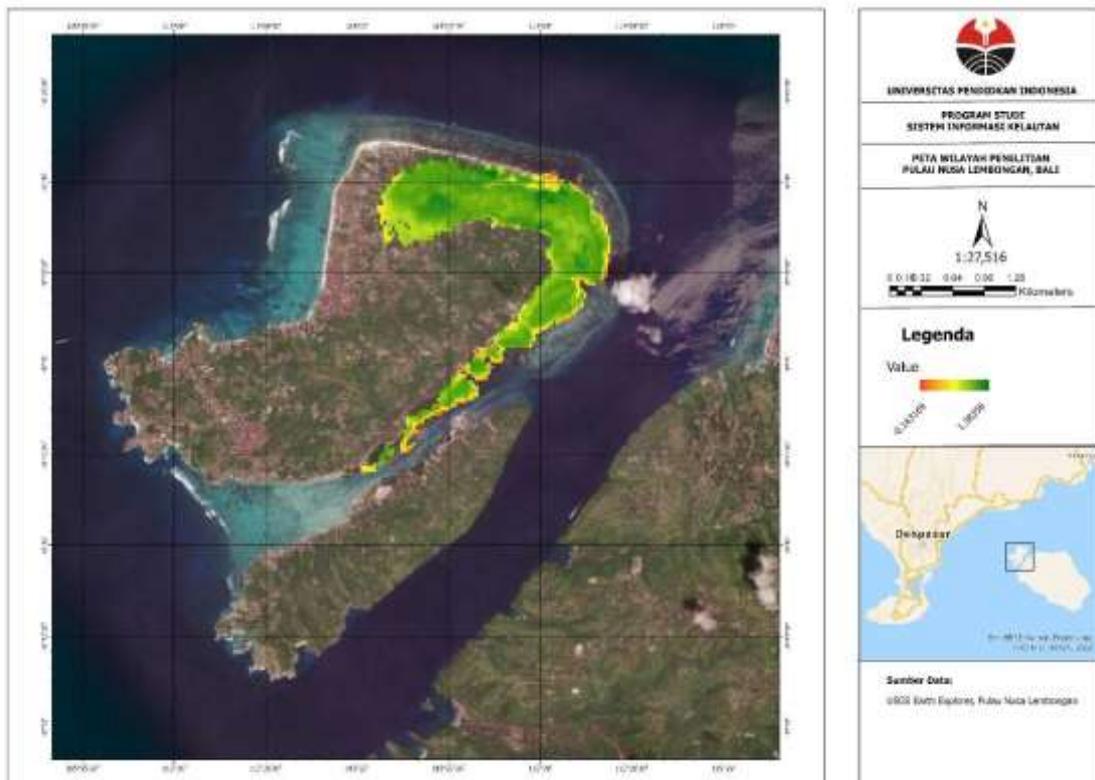
Lalu pada peta analisis EVI yang terakhir yaitu analisis tahun 2022 yang ditunjukkan pada Gambar 8, kondisi wilayah mangrove pada pulau Nusa Lembongan membaik dengan indikator warna hijau-kekuningan yang semakin kuat, mengindikasikan bahwa kesehatan dan kepadatan populasi wilayah mangrove semakin memadat dan meningkatnya kesehatan pohon mangrove. Walau secara umum kondisi wilayah mangrove tersebut sudah membaik, titik dimana wilayah mangrove mengalami penurunan kualitas kesehatan atau mengecilnya kepadatan meningkat, dengan bermunculannya berbagai titik yang berwarna kuning dan merah.



Gambar 9. Peta SAVI Pulau Nusa Lembongan Tahun 2016



Gambar 10. Peta SAVI Pulau Nusa Lembongan Tahun 2019



Gambar 11. Peta SAVI Pulau Nusa Lembongan Tahun 2022

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan data citra yang sudah diolah, didapatkan hasil luasan terumbu karang hidup pada tahun 2016 seluas 187,38 ha, untuk terumbu karang mati seluas 73,8 ha. Pada tahun 2019 luasan terumbu karang hidup seluas 79,38 ha, sedangkan untuk karang mati seluas 26,73 ha. Terakhir luasan terumbu karang hidup pada tahun 2022 seluas 52,40 ha, sedangkan untuk karang mati seluas 17,76 ha. Dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap tahunnya terjadi penurunan kualitas pada karang hidup pada pulau Nusa Lembongan. Sedangkan kondisi pada mangrove cenderung stabil, namun mengalami penurunan pada beberapa titik terutama dibagian selatan pulau.

Saran

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut atau observasi lapangan. Hal ini dilakukan agar data yang diperoleh lebih akurat dan dapat dievaluasi dengan menggunakan penginderaan jarak jauh. Selain itu, hasil data yang sudah di analisis perlu dibandingkan dengan hasil data observasi langsung di lapangan agar memperoleh data yang lebih akurat dan tidak sekedar perkiraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Angellina, Herwindiati, D. E., & Hendryli, J. 2023. Performa Support Vector Machine Pada Klasifikasi Lahan dan Air Tanah. *Jurnal Media Informatika Budidarma*. 7(1): 231-241.
- Ariawan, I., Rosalia, A. A., Arifin, W. A., Anzani, L., Minsaris, L. O. A., & Lukman. 2021. Identifikasi Spesies Mangrove Menggunakan Algoritme Random Forest. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*. 2(2): 118-128.
- Astaman, I. D. M. K. P., Karang, I. W. G. A., Hendrawan, I. G., & Setiawan, K. T. 2021. Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit SPOT-7 di Pulau Nusa Lembongan, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 7(2): 184-195.
- Anzani, L., Lestari, D. A., Ahmad, K. K., Putri, K. A., Rahardjo, C., & Apriansyah, M. R. 2023. Penanaman Mangrove di Pulau Tunda Provinsi Banten

- Untuk Pengembangan Potensi Berkelanjutan. *Abdimasku: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 6(2): 383-388.
- Chairunnisa, A., Cahyani, E. P., Maulida, V., Lestari, D. A., & Ahmad, T. E. 2022. Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang Menggunakan Citra Landsat 8 Di Pulau Matahora, Wakatobi. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 13(1): 103-110.
- Hermansyah, & Febriani, F. 2020. Dampak Kerusakan Lingkungan Ekosistem Terumbu Karang. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*. 1(3): 42-51.
- Irawan, J., Sasmito, B., & Suprayogi, A. 2017. Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Dengan Metode Algoritma Lyzenga Secara Temporal Menggunakan Citra Landsat 5 7 Dan 8 (Studi Kasus: Pulau Karimunjawa). *Jurnal Geodesi Undip*. 6(2): 56-61.
- Malik, A., Minsaris, L. O. A., & Anzani, L. 2023. Pengaruh Perbedaan Modul Transplantasi Karang Terhadap Pertumbuhan Karang Di Pulau Pramuka. *Juvenil*. 4(2): 90-103.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta.
- Parinata, D., & Puspaningtyas, N. D. 2022. Studi Literatur: Kemampuan Komunikasi Matematis Mahasiswa Pada Materi Integral. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*. 3(2): 94-99.
- Pratiwi, M. A., & Ernawati, N. M. 2016. Analisis Kualitas Air dan Kepadatan Moluska pada Kawasan Ekosistem Mangrove, Nusa Lembongan. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 2(2), 67-72.
- Rosalia, A. A., Ariawan, I., Arifin, W. A., Apriansyah, M. R., Nurjanah, & Maulana, P. 2022. Analisis Sebaran dan Perubahan Ekosistem Mangrove di WPP-NRI 721 Indonesia. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*. 3(2): 94-105.
- Shantika, B., & Mahagganga, G. A. O. 2018. Dampak Perkembangan Pariwisata Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Pulau Nusa Lembongan. *Jurnal Destinasi Pariwisata*. 6(1): 177-183.
- Soemarmi, A., Indarti, E., Pujiyono, & Diamantina, A. 2019. Konsep Negara Kepulauan Dalam Upaya Perlindungan Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia. *Masalah-*

Masalah Hukum. 48(3): 241-248.

Suryatini, K. Y., & Rai, I. G. A. 2020. Potensi Pemulihan Ekosistem Terumbu Karang: Dampak Positif Pandemi Covid-19 Terhadap Lingkungan. *Emasains*. 9(2): 206-215.

Yonvitner, Wahyudin, Y., Mujio, & Trihandoyo, A. 2019. Biomasa Mangrove dan Biota Asosiasi di Kawasan Pesisir Kota Bontang (Mangrove Biomass and Association Biota in Bontang City Coastal Zone). *Jurnal Biologi Indonesia*. 15(1): 123-130.

Yudistira, R., Meha, A. I., & Prasetyo, S. Y. J. 2019. Perubahan Konversi Lahan Menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Kota Salatiga). *Indonesian Journal of Computing and Modeling*. 2(1): 25-30.