

PENGGUNAAN TEKNOLOGI GEOSPASIAL DALAM UPAYA KONSERVASI MANGROVE DI DESA MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Bintang Mahakarya Sembahen¹, Farhan Ryan¹, Muhammad Abi Fajar¹, Muhammad Attorik Falensky¹, Supriatna¹
Universitas Indonesia, Depok, Indonesia ¹
farhan.ryan81@ui.ac.id

Article Info

Article history:

Submitted October 2021

Revised November 2021

Accepted April 2022

Published April 2022

Keyword:

Conservation

Geospatial Technology

Mangrove

Landsat Satellite

NDVI Algorithm

ABSTRACT

The Sustainable Development Goals (SDGs) program must be realized for a better quality of life for the world's people. The 13th point of the SDGs tries to answer the threat of climate change and global warming, and blue carbon is part of the answer that can be relied on to absorb carbon dioxide and reduce the amount of greenhouse gases. Indonesia is the largest country with the most islands, 13,466 islands, and the country with the longest coastline stretching more than 95,180 km which houses some of the richest tropical marine ecosystems in the world, where Lampung is a province that has the third smallest mangrove forest on the island of Sumatra. Unfortunately, 50% of mangrove damage in Lampung occurs on its east coast, and Margasari Village is one of the coastal areas affected by the increasing degradation. This study aims to (1) analyze changes in the area of mangrove areas in Margasari Village, East Lampung Regency during the 2014-2020 period which is known through Landsat satellite imagery and (2) identify the factors that cause changes in the mangrove area in Margasari Village, East Lampung Regency. NDVI was used to obtain changes in the area of mangrove areas by analyzing the percentage of decline and the area in different years. In addition, Unsupervised Classification is also carried out to identify the factors causing these changes. In conclusion, the area of mangrove areas decreased in 2014-2017 by -10.75%; and 2017-2020 of -42.98% followed by an increase in ponds, encroachment of settlements, and natural factors, so that these things can be concluded as the biggest threat to mangrove conservation.

Kata Kunci:

Algoritma NDVI

Konservasi, Mangrove

Satelit Landsat

Teknologi Geospasial

ABSTRAK

Program Sustainable Development Goals (SDGs) harus segera diwujudkan untuk kualitas kehidupan masyarakat dunia yang lebih baik. Poin ke-13 SDGs berusaha menjawab ancaman perubahan iklim dan pemanasan global, dan blue carbon merupakan bagian dari jawaban tersebut yang dapat diandalkan untuk menyerap karbon dioksida dan mengurangi jumlah gas rumah kaca. Indonesia merupakan negara terbesar dengan pulau terbanyak, 13.466 pulau, dan negara dengan garis pantai terpanjang yang terbentang lebih dari 95.180 km dimana menampung beberapa ekosistem laut tropis terkaya di dunia, dimana Lampung merupakan provinsi yang

mempunyai hutan mangrove terkecil ketiga di Pulau Sumatera. Sayangnya 50% kerusakan mangrove di Lampung terjadi di pesisir timurnya, dan Desa margasari salah satu kawasan pesisir terdampak degradasi yang kian terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis perubahan luas kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur selama periode 2014 – 2020 yang diketahui melalui citra satelit Landsat dan (2) mengidentifikasi faktor yang menyebabkan perubahan kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur. Untuk memperoleh perubahan luas kawasan mangrove digunakan NDVI dengan menganalisis persentase penurunan serta luasannya di tahun yang beda. Selain itu, Klasifikasi Unsupervised juga dilakukan untuk mengidentifikasi faktor penyebab perubahan tersebut. Pada kesimpulannya luasan kawasan Mangrove menurun pada tahun 2014-2017 sebesar -10,75%; dan 2017-2020 sebesar -42,98% diikuti dengan meningkatnya tambak, merambahnya pemukiman, serta faktor alami, sehingga hal-hal tersebut dapat disimpulkan sebagai ancaman terbesar bagi pelestarian mangrove.

1. PENDAHULUAN

Diketahui dari laporan dari World Commission on Environment and Development (WCED), tahun 1987 menjadi tahun yang dipenuhi banyak dialektika terkait konsep sustainability, dimana pada tahun tersebut menghasilkan definisi sekaligus adanya inisiasi istilah sustainable development sebagai pembangunan yang mempertemukan antara kebutuhan di masa sekarang tanpa meninggalkan kebutuhan yang akan datang (Marten, 2001). Seiring perkembangan zaman konsep sustainable development kian berkembang dan menjadi pondasi atas adanya program Sustainable Development Goals (SDGs) yang dibuat oleh PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa). Setiap 17 poin pada SDGs memiliki sasaran yang spesifik untuk dicapai pada tahun 2030. Untuk mencapai sasaran tersebut banyak sekali pelibatan berbagai pihak dengan peran masing-masing, baik pemerintah, swasta, dan masyarakat umum.

Poin-poin yang ada pada SDGs diharapkan dapat menciptakan kehidupan manusia yang berkualitas baik dan terhindar dari ancaman dari berbagai sektor. United Nations Development Program (UNDP) mengungkapkan salah satu ancaman nyata umat manusia adalah ancaman perubahan iklim dan pemanasan global, yang dengan ini SDGS menjawab ancaman tersebut dengan poin ke-13, climate action. Usaha yang dapat dilakukan dari poin ini adalah dengan mengintegrasikan pengukuran risiko bencana, manajemen keberlanjutan sumber daya alam, dan keamanan umat manusia kepada pengembangan nasional yang strategis. Adanya pelestarian ekosistem pesisir dapat membantu untuk mengentaskan masalah tersebut karena mampu menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar, dan dengan mengedepankan konsep demikian berarti memperhatikan daya blue carbon dalam upaya kontribusi pula kepada negara untuk mencapai target pengurangan emisi yang didasari oleh Paris Agreement (IUCN. 2017).

Blue Carbon adalah istilah yang mengacu pada karbon yang dapat tersimpan oleh vegetasi yang terdapat di ekosistem pesisir (Blue Carbon Initiative. 2015). Ekosistem pesisir terdiri atas terumbu karang, seagrass meadows, dan mangrove (Alongi et al. 2015). Berbeda dengan yang lainnya, ekosistem mangrove berperan sebagai penyerap karbon yang unik, karena menyimpan karbon sebagai fungsi dari stem biomass (Mitra, A & Zaman, S. 2015). Mangrove menyerap karbon dioksida, sehingga mengeluarkan karbon dari sirkulasi dan mengurangi jumlah gas rumah kaca yang berarti dapat melindungi manusia dari badai dan gelombang pemanasan global.

Indonesia merupakan negara terbesar dengan pulau terbanyak, 13.466 pulau, dan negara dengan garis pantai terpanjang yang terbentang lebih dari 95.180 km dimana menampung beberapa ekosistem laut tropis terkaya di dunia (Alongi et al. 2015). Indonesia terdiri atas 34 provinsi,

dimana Lampung merupakan provinsi yang mempunyai hutan mangrove terkecil ketiga di Pulau Sumatera (Wetlands. 2009, pada Yuliasamaya et al. 2014) dengan luasan 896 km dari keseluruhan panjang pantai 1.105 km (Priyanto. 2012, pada Yuliasamaya et al. 2014). Sayangnya, degradasi hutan mangrove kian terjadi dan diketahui dari Lembaga Penelitian Unila (2010, pada Cesario et al. 2015) bahwa lebih dari 50% kerusakan mangrove terjadi di pesisir Timur Lampung dengan banyak sebab diantaranya adalah konversi lahan, pencemaran pantai, dan kurangnya perhatian dari warga setempat terkait hutan mangrove, sehingga upaya penanggulangan dibutuhkan dengan melibatkan berbagai pihak (Yuliasamaya et al. 2014).

Sejak tahun 2016 pemerintah setempat melalui Dinas Pariwisata Kabupaten Lampung Timur sangat mendukung kegiatan wisata di Desa Margasari, salah satunya membangun beberapa fasilitas fisik (Irhamuddin. 2019). Penetapan kawasan ekowisata di desa tersebut diakui Sekretaris Desa Margasari baru dibuka pada Juni 2019 dengan persiapan yang sudah direncanakan dari setahun sebelumnya (Valentina, A & Qulubi, M. A. 2019). Adapun penetapan kawasan tersebut dilakukan dengan tujuan, selain menambah nilai ekonomi, juga menambah kepekaan masyarakat setempat untuk lebih memperhatikan kelestarian hutan mangrove. Oleh karena itu penulis, yang merasakan keprihatinan terhadap lingkungan dan pencapaian Indonesia dalam mengurangi emisi, merasa perlu untuk penelitian ini dilanjutkan dengan Penggunaan Teknologi Geospasial dalam Upaya Konservasi Mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur.

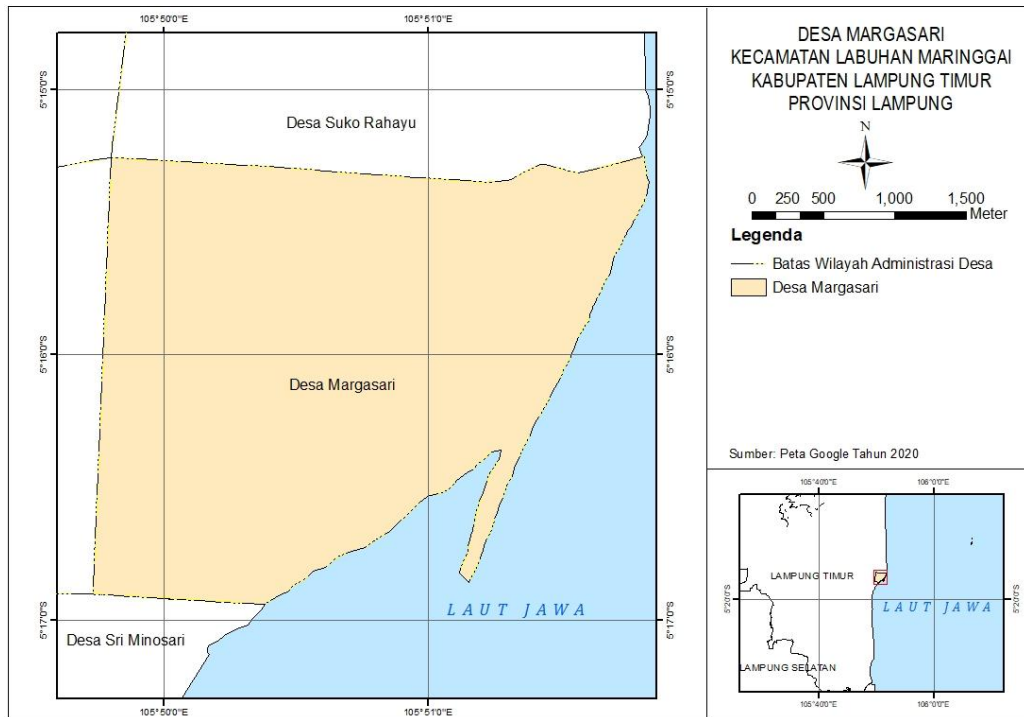
Dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya maka dirumuskan permasalahan yang akan dijawab oleh penelitian sebagai berikut (1) Bagaimana perubahan luas kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur selama periode 2014 – 2020 jika diperhatikan melalui citra satelit Landsat? (2) Apakah faktor yang menyebabkan perubahan kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur? Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut (1) Menganalisis perubahan luas kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur selama periode 2014 – 2020 yang diketahui melalui citra satelit Landsat. (2) Mengidentifikasi faktor yang menyebabkan perubahan kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur.

2. METODE PEMBAHASAN

2.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Wilayah yang menjadi lokasi penelitian adalah Desa Margasari, dimana desa ini merupakan desa yang berada di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Desa Margasari memiliki titik koordinat 5°15'60.0"LS, 105°50'42.8"BT. Menurut BPS (2019), Desa Margasari memiliki luas daratan 17,02 km² dengan persentase 11,93% terhadap luas kecamatan dimana terdapat 12 Dusun dan 48 RT. Dengan total jumlah keluarga 2.106 pada tahun 2018, desa ini memiliki jumlah penduduk 8.924 jiwa.

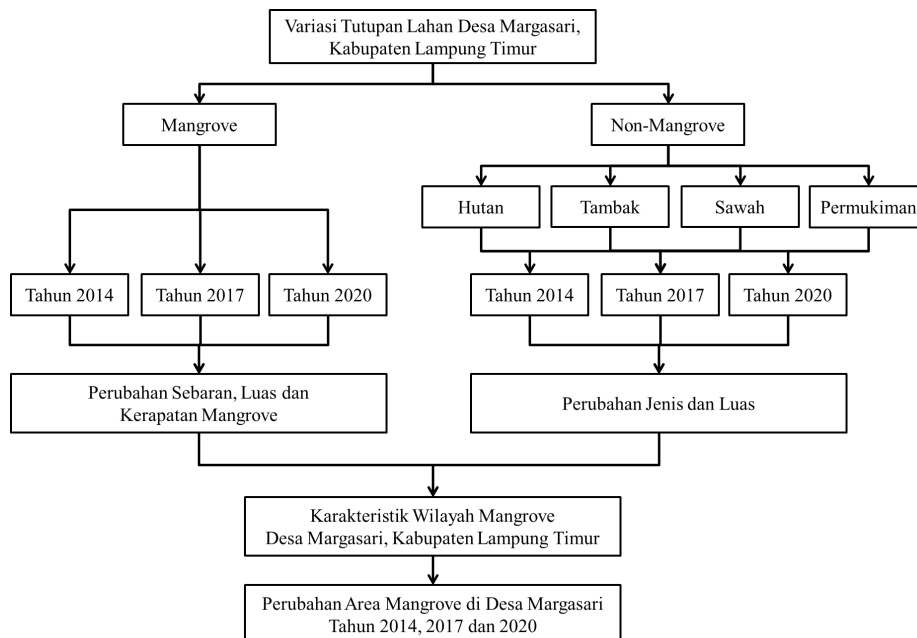
Dilansir dari laman web Desa Margasari, desa ini adalah salah satu desa di wilayah pesisir pantai timur Kecamatan Labuhan Maringgai yang dibuka pada tahun 1975 dan diresmikan pada tanggal 02 Februari 1981. Hutan Mangrove yang berada di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur yang menjadi lokasi penelitian memiliki luasan 6,65% (700 ha) dari keseluruhan total luasan hutan Mangrove yang berada di Lampung (Monografi Desa Margasari. 2012). Fluktuasi atas kualitas dan kuantitas dari ekosistem mangrove di desa ini terus terjadi (Valentina, A & Qulubi, M. A. 2019) dan hutan mangrove Desa Margasari menjadi pusat pengelolaan hutan di Lampung lestari (Rusita et al. 2016).



Gambar 1. Peta Administrasi Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur

2.2. Alur Pikir Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pemodelan perubahan tutupan dan sebaran mangrove serta perubahan penggunaan tanah lainnya, yang alur pikirnya digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. Alur Pikir Penelitian

2.3. Pengumpulan Data

Data citra Kabupaten Lampung Timur didapatkan melalui laman resmi www.earthexplorer.usgs.gov. Data citra tersebut menggunakan citra Landsat 8 C1 Level-1 yang diambil pada 3 (tiga) waktu yang berbeda, yaitu:

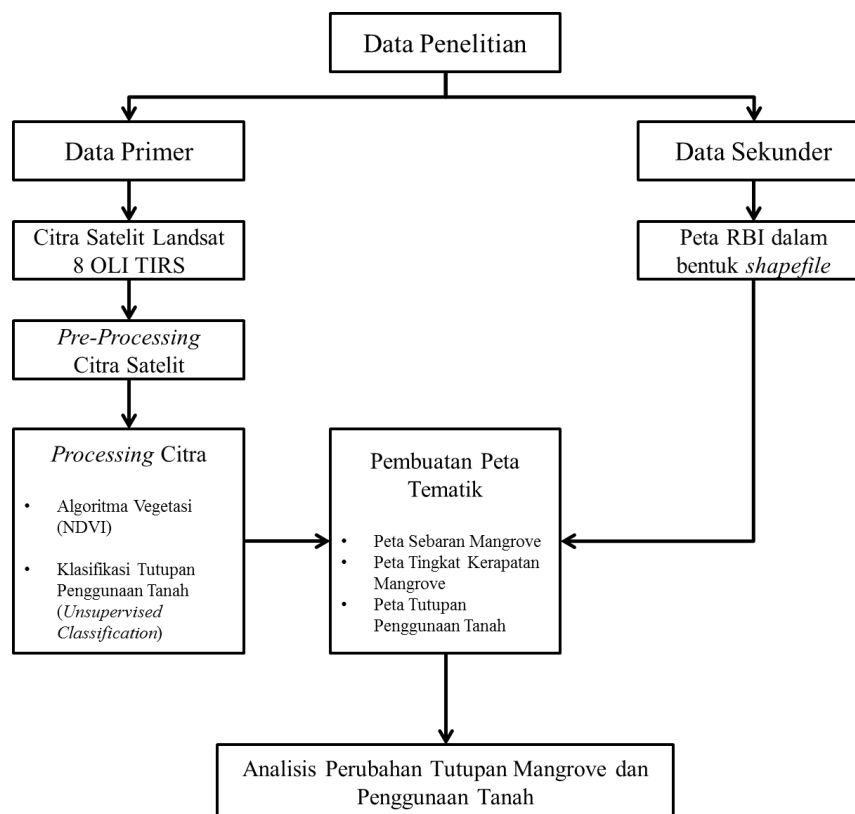
- 3 Agustus 2014 Path 123 Row 64;
- 27 Agustus 2017 Path 123 Row 64; dan
- 18 Juli 2020 Path 123 Row 64.

Pemilihan data citra pada 3 (tiga) waktu bertujuan agar terlihat perubahan luas kawasan mangrove di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur. Untuk pengolahan data juga dibutuhkan aplikasi ENVI 5.1, ArcMap 10.6.1, Google Earth Pro dan data SHP dari Desa Margasari.

2.4. Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan proses layer stacking yaitu penggabungan seluruh band yang ada menjadi satu dokumen citra. Lalu hasil dari layer stacking akan dilanjutkan dengan proses subset citra.

Citra yang sudah terpotong umumnya akan melalui tahap pre-processing yang terdiri dari koreksi radiometrik, koreksi atmosfer, dan koreksi geometrik. Namun karena penelitian ini menggunakan Landsat 8, sehingga ketiga proses tersebut tidak perlu dilakukan. Landsat 8 yang dilepas ke publik merupakan data citra yang telah terbebas dari kesalahan akibat sensor, satelit, dan atmosfer bumi. Lebih jelasnya alur kerja penelitian ini dapat dijelaskan oleh bagan sebagai berikut :



Gambar 3. Alur Kerja Penelitian

2.5. Analisis Data

Analisis data citra untuk melihat persebaran hutan mangrove secara temporal dilakukan dengan cara transformasi citra dengan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan klasifikasi citra tidak terbimbing (unsupervised classification). NDVI merupakan salah satu contoh algoritma dari transformasi citra yang berfokus dalam mengidentifikasi perubahan vegetasi secara bertahap seperti degradasi atau pemulihan lahan melalui analisis deret (contohnya temporal) yang berkaitan dengan indeks spektral (Li Y, et al. 2017). Band yang digunakan dalam melakukan NDVI adalah band 5 dan band 4, Roy et al (2019) memformulasikannya dengan rumus:

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

NDVI seringkali digunakan untuk menganalisis variasi vegetasi dan korelasinya dengan faktor iklim dan lingkungan yang akhirnya memicu dinamika vegetasi (Lamchin et al., 2017; Xu et al., 2017, dalam Chu, H et al. 2019). Dengan data yang bersifat time-series dapat memberikan pandangan yang lebih valid dan relevan dalam memahami dinamika spasial yang terjadi di wilayah penelitian (Alves, D. B, et al. 2015). Hasil dari klasifikasi NDVI akan memuat nilai indeks yang menunjukkan kerapatan pada hutan mangrove. Tabel kriteria tingkat kerapatan tajuk diambil berdasarkan BAPLAN (Badan Planologi Kehutanan, dalam Departemen Kehutanan 2005).

Tabel 1. Kriteria Tingkat Kerapatan Tajuk (Badan Planologi Kehutanan, 2005)

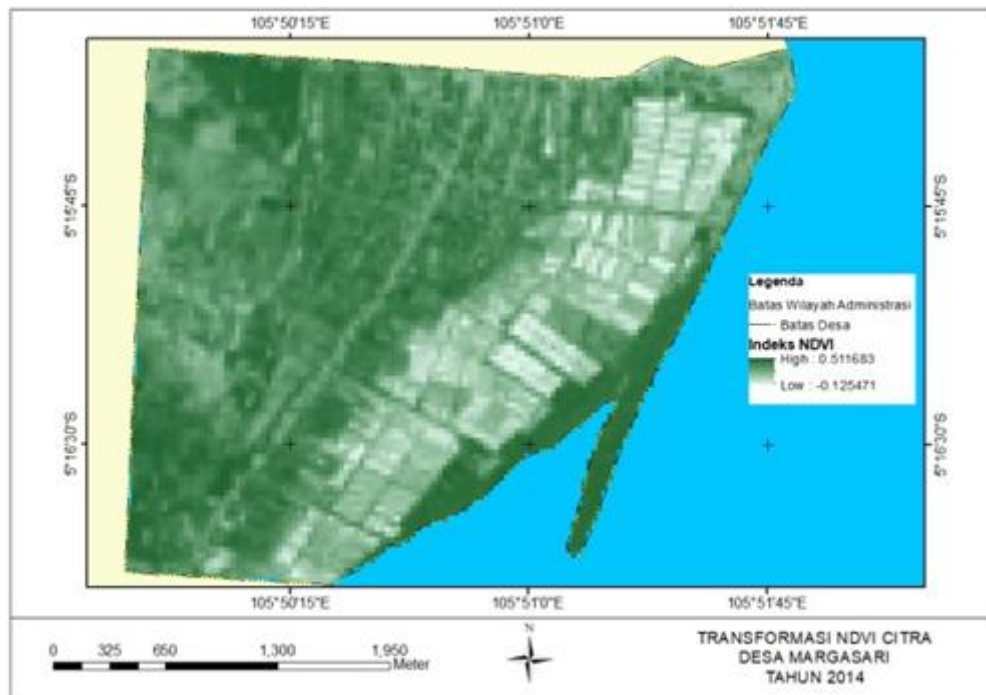
Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan Tajuk
$0.43 \leq \text{NDVI} \leq 1,00$	Lebat
$0,33 \leq \text{NDVI} \leq 0,42$	Sedang
$-1.0 \leq \text{NDVI} \leq 0.32$	Jarang

Untuk mengidentifikasi penggunaan lahan dan tutupan lahan dalam pemantauan jangka panjang dapat dilakukan dengan pengolahan citra satelit, hal ini dapat dikatakan fungsinya sebagai klasifikasi (Khalid A K. 2019). Klasifikasi pada citra bertujuan untuk melakukan kategorisasi (pengkelasan) nilai piksel citra secara otomatis ke dalam kelas penutup lahan atau tema tertentu. Klasifikasi yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan tool Classify Without Training pada ArcMap yang merupakan klasifikasi digital tidak terbimbing (unsupervised). Klasifikasi digital tidak terbimbing adalah proses dimana piksel-piksel dengan karakteristik spektral yang sama diasumsikan sebagai kelas yang sama tanpa sentuhan pengguna terkait bagian gambar mana yang harus diklasifikasikan (Shehri, A. A & Gudmundsson, A. 2019). Sedangkan klasifikasi digital terbimbing adalah klasifikasi yang menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah piksel yg tidak dikenal, dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan nilai digital citra.

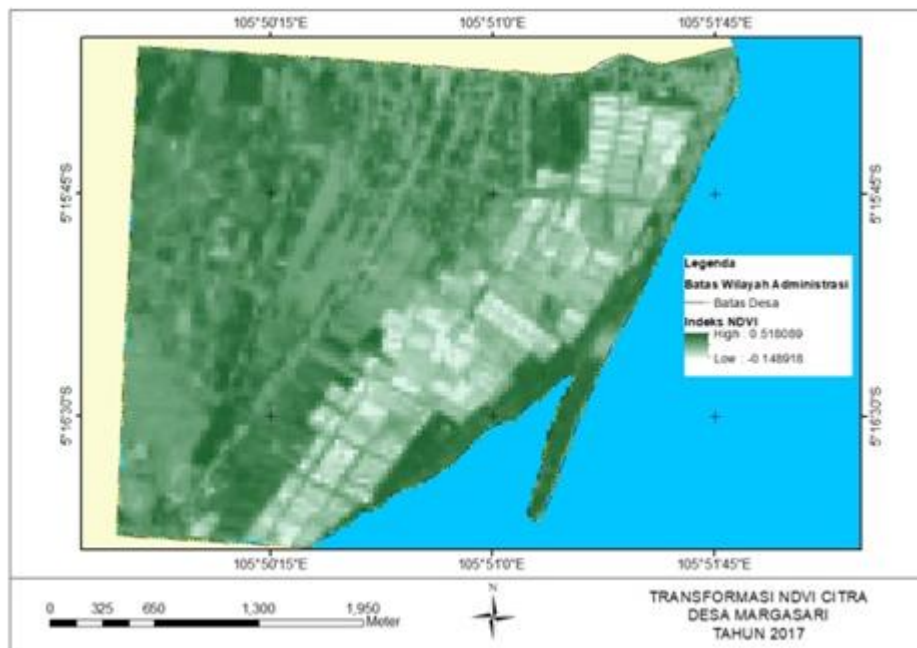
3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Dinamika Perubahan Luas Hutan Mangrove

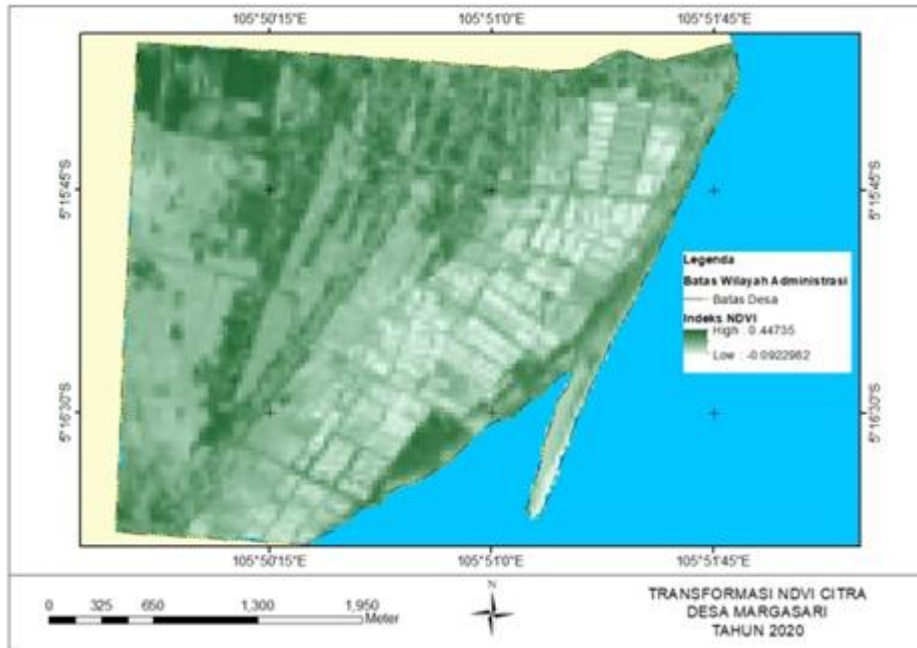
Keberadaan hutan mangrove di wilayah pesisir pantai timur Desa Margasari secara bertahap dalam rentang waktu 3 tahun terlihat adanya perubahan pada luas hutan mangrove. Berdasarkan hasil analisis klasifikasi NDVI, diketahui bahwa luasan hutan mangrove pada tahun 2014 sebesar 20,18 km², pada tahun 2017 perlahan mengalami penurunan sekitar 10,75% dan total luasan hutan mangrove sebesar 18,01 km², sedangkan pada tahun 2020 mengalami penurunan drastis hingga mencapai 10,27 km². Dengan demikian keberadaan hutan mangrove di pesisir pantai timur Desa Margasari mengalami penurunan yang sangat signifikan berkurang sebesar 42,98% dari tahun 2017.



Gambar 4. Transformasi NDVI Citra Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2014



Gambar 5. Transformasi NDVI Citra Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2017



Gambar 6. Transformasi NDVI Citra Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2020

Hasil klasifikasi NDVI digunakan untuk melihat kerapatan berdasarkan BAPLAN (Badan Planologi Kehutanan, 2005) Indeks NDVI yang terdapat di hutan mangrove pada tahun 2014 senilai 0,44 dengan kerapatan lebat, pada tahun 2017 senilai 0,40 dengan kerapatan sedang, dan pada tahun 2020 senilai 0,06 dengan kerapatan jarang.

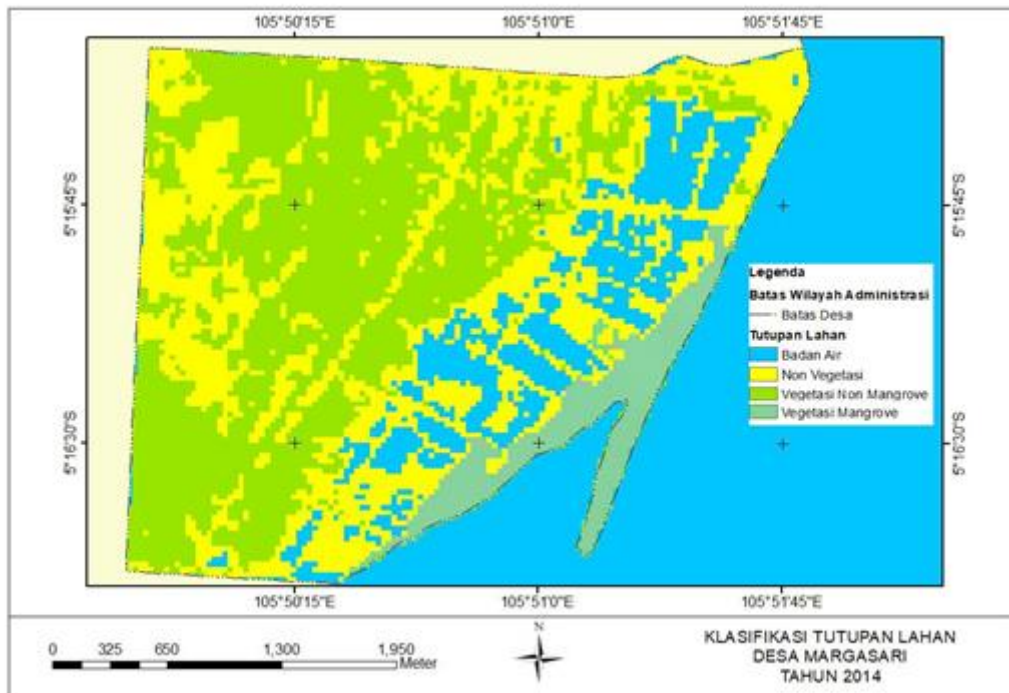
Tabel 2. Luasan Hutan Mangrove Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur

Tahun	Luasan Hutan Mangrove (km ²)	Persentase Perubahan
2014	20,18	
2017	18,01	-10,75%
2020	10,27	-42,98%

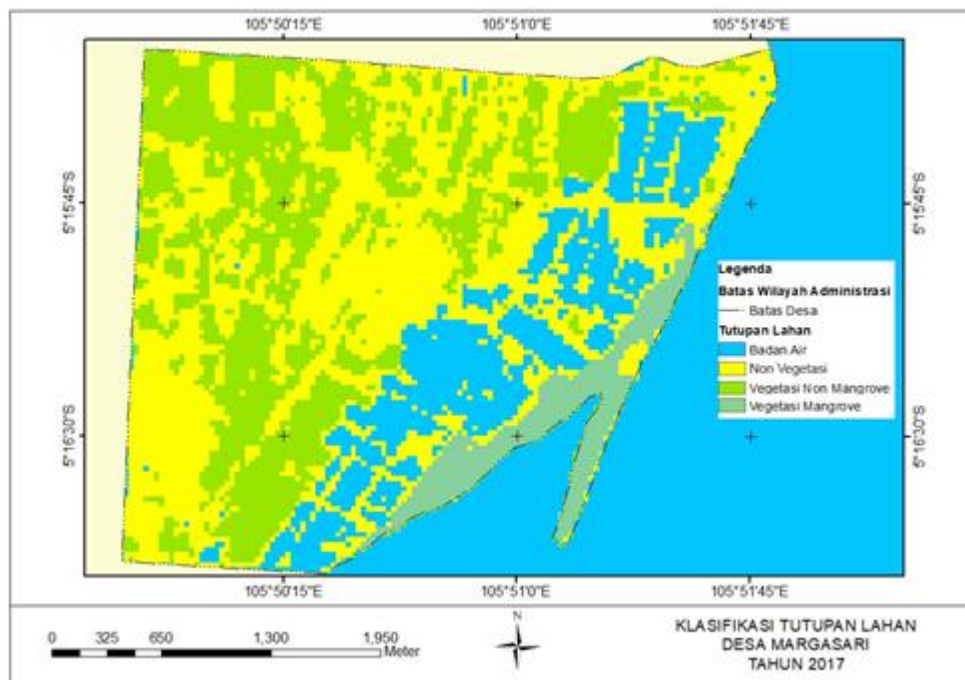


Gambar 7. Grafik Luasan Hutan Mangrove Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur

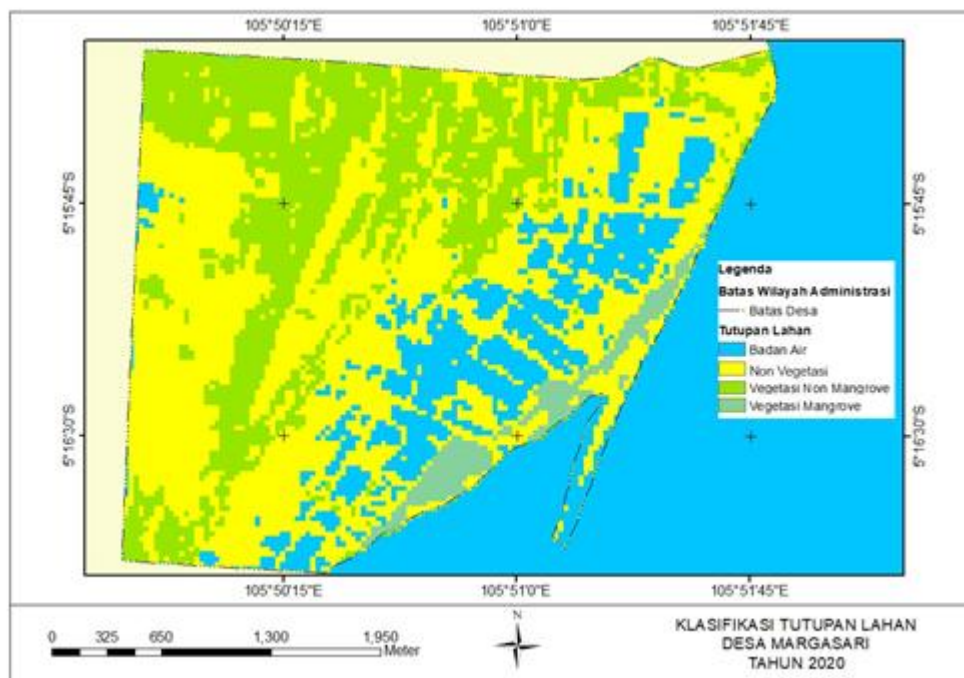
3.2. Dinamika Perubahan Tutupan Lahan Desa Margasari



Gambar 8. Klasifikasi Tutupan Lahan Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2014



Gambar 9. Klasifikasi Tutupan Lahan Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2017



Gambar 10. Klasifikasi Tutupan Lahan Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2020

Jika merujuk kepada peta klasifikasi tutupan lahan (Gambar 8, 9, dan 10) Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur Tahun 2014, 2017, dan 2020, terlihat bahwa penurunan luasan hutan mangrove dipengaruhi oleh ekspansi lahan non vegetasi yang terdiri dari tambak dan pemukiman dan kenaikan muka air laut pada tahun 2020. Secara garis besar, faktor utama yang mempengaruhi dinamika hutan mangrove adalah aktivitas manusia dan fenomena alam.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil analisis citra satelit di 3 waktu berbeda dengan interval 3 tahun (2014-2020) didapatkan fluktuasi adanya penurunan dan penambahan luasan sebagai berikut:

1. Perubahan luasan hutan mangrove di Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur terjadi pada tahun 2014-2017, yaitu sebesar -10,75%; dan 2017-2020, yaitu sebesar -42,98%.
2. Nilai yang diperoleh dari proses NDVI adalah 0,44 (kerapatan lebat) pada tahun 2014, 0,40 (kerapatan sedang) pada tahun 2017, dan 0,06 (kerapatan jarang) pada tahun 2020 di Desa Margasari Kabupaten Lampung Timur.
3. Faktor pemicu dari penurunan luasan mangrove antara lain adanya ekspansi lahan non vegetasi, berupa tambak dan merambahnya pemukiman, serta kenaikan muka air laut. Faktor pemicu tersebut diketahui dengan proses klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Landsat 8.

Melihat penurunan luasan mangrove yang kian terjadi diperlukan adanya penelitian mengenai perubahan luasan mangrove secara berkala dengan menggunakan teknologi geospasial lalu divalidasi dengan survey lapangan untuk mendapatkan hasil yang lebih kuat. Penelitian ini harus dilanjutkan dengan melakukan uji validasi lapangan dan menghitung nilai kappa dengan membuat Confusion Matrix untuk melihat keakuratan dari proses klasifikasi. Selain itu perlu juga ditetapkan regulasi pembatasan adanya aktivitas tambak dan pembangunan pemukiman sejauh 1-2 km dari jangkauan hutan mangrove agar pemukiman tidak terus merambah ke area hutan mangrove.

Pemerintah setempat dapat mempertimbangkan kembali efektivitas penetapan kawasan ekowisata terhadap kelestarian ekosistem mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Supriatna M.T. yang bersedia untuk menjadi dosen pembimbing dalam penulisan karya tulis ini, Institut Teknologi Kalimantan yang telah mengadakan acara seminar nasional COMPACT 2021, dan seluruh pihak yang telah membantu penyusunan karya tulis ini. Penulis berharap karya tulis ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya, dan bagi para pembaca pada umumnya.

REFERENSI

- [1] Alongi, D.M., et al. (2016) Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecol Manage* 24, 3–13. doi: 10.1007/s11273-015-9446-y
- [2] Ariftia, R. I. et al. (2014). Nilai Ekonomi Total Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 2 (3). 19-28.
- [3] Blue Carbon Initiative. (2015). Guidance for national blue carbon activities: fasttracking national implementation in developing countries. Diakses pada 11 Oktober 2020 dari https://www.iucn.org/downloads/national_recommendations_final.pdf
- [4] BPS. (2019). Kecamatan Labuhan Maringgai Dalam Angka 2019. Lampung: BPS Lampung Timur.
- [5] Cesario, A. E. et al. (2015). Partisipasi Kelompok Masyarakat dalam Pelestarian Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 3, (2), 21-30.
- [6] Chu H, Venevsky S, Wu C, Wang M. (2018). NDVI-based vegetation dynamics and its response to climate changes at Amur-Heilongjiang River Basin from 1982 to 2015. . *Sci Total Environ*. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.115.
- [7] D, B. A., Pérez-Cabello, F., & M, R. M. (2015). Land-use and land-cover dynamics monitored by NDVI multitemporal analysis in a selected southern amazonian area (brazil) for the last three decades. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. doi: 10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-329-2015
- [8] Departemen Kehutanan. (2005). Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove. Jakarta: Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial.
- [9] Dirhamsyah. (2006). Pengelolaan Wilayah Pesisir Terintegrasi di Indonesia. *Jurnal Oseana*. XXXI (1). 21-26.
- [10] Djunaedi, A & Basuki, M. N. (2002). Perencanaan Pengembangan Kawasan Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3 (3). 225-231.
- [11] Hartini, I, et al. (2013) TUGAS AKHIR ARAHAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM PESISIR TELUK PALABUHAN RATU KABUPATEN SUKABUMI. Skripsi(S1) thesis. Bandung: Fakultas Teknik Unpas.
- [12] Irhamuddin. (2019). Potensi Ekosistem Esensial Hutan Mangrove Margasari. Fajar Sumatera. Diakses pada 9 Oktober 2020 dari <http://fajarsumatera.co.id/potensi-ekosistem-esensial-hutan-mangrove-margasari/>
- [13] IUCN. (2017). Issues Brief: Blue Carbon. Diakses pada 10 Oktober 2020 dari <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/blue-carbon>

- [14] Khalid, A. K. (2019). Using unsupervised classification to determined land cover northern of Ninvah provianec by using Remote sensing Techniques. *Journal of Physics: Conference Series*. 1294 (9). IOP Publishing Ltd. DOI: 10.1088/1742-6596/1294/9/092037
- [15] Lamchin, M., Lee, W.-K., Jeon, S.W., Wang, S.W., Lim, C.H., Song, C., et al., (2017). Long-term trend and correlation between vegetation greenness and climate variables in Asia based on satellite data. *Sci. Total Environ.* 618, 1089–1095.
- [16] Latifah, N. et al. (2018). Pemetaan Klasifikasi Dan Analisa Perubahan Ekosistem Mangrove Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Di Karimunjawa, Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21 (2). 97-102.
- [17] Le Wang, Mingming Jia, Dameng Yin, Jinyan Tian. (2019). A review of remote sensing for mangrove forests: 1956–2018, *Remote Sensing of Environment*, 231, 111223, doi: 10.1016/j.rse.2019.111223.
- [18] Lillesand and Kiefer. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley and Sons.
- [19] Marten G. (2001). *Human Ecology: Basic Concepts for Sustainable Development*. UK: Earthscan.
- [20] Mitra, A & Zaman, S. (2015). *Blue Carbon Reservoir of the Blue Planet*. India: Springer India.
- [21] Monografi Desa Margasari. (2012). *Potensi Desa Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung, Lampung*. Lampung: Monografi Desa Margasari.
- [22] Priyono, A. (2010). *Teknik Rehabilitasi Mangrove di Kawasan Pesisir Indonesia*. Semarang: KeSEMaT UNDIP.
- [23] Roy, S., Mahapatra, M. & Chakraborty. (2019). A. Mapping and monitoring of mangrove along the Odisha coast based on remote sensing and GIS techniques. *Model. Earth Syst. Environ.* 5, 217–226. doi: 10.1007/s40808-018-0529-7
- [24] Rusita, et al. (2016). Kajian Potensi Hutan mangrove di Lampung Mangrove Center (LMC) untuk Pengembangan Ekowisata Berbasis Masyarakat. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*, 1 (2). 84-91.
- [25] SAI, S. A., & Gudmundsson, A. (2019). Unsupervised classification of lava flows in Harrat Lunayyir using remote sensing and GIS. *Arab J Geosci* 12, 522. doi: 10.1007/s12517-019-4707-3
- [26] Sorensen, Jens C & McCreary, Scott T. (1990). *Institutional Arrangement for Managing Coastal Resources and Environments*, 2nd edn, National Park Service, U.S. California: National Park Service, U.S. Department of the Interior.
- [27] Supriatna. (2008). *Analisis dan Aplikasi SIG*. Depok: Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia
- [28] Suratman, M.N. (2008). Carbon sequestration potential of mangroves in Southeast Asia. In: Bravo, F. (Ed.), *Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change*. 297-315. doi: 10.1007/978-1-4020-8343-3_17
- [29] Syah, A. F. (2010). Penginderaan jauh dan aplikasinya di wilayah pesisir dan lautan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 3(1), 18-28.
- [30] Syahputra, D. I. et al. (2018). Pengaruh Kawasan Minapolitan terhadap Tata Ruang Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Spasial*. 5 (2).
- [31] Tien, D. P., Yokoya, N., Dieu, T. B., Yoshino, K., & Friess, D. A. (2019). Remote sensing approaches for monitoring mangrove species, structure, and biomass: Opportunities and challenges. *Remote Sensing*, 11(3) doi: 10.3390/rs11030230.

- [32] UNDP. (20XX). Goal 13: Climate action. Diakses pada 12 Oktober 2020 dari <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-developmentgoals/goal-13-climate-action.html>
- [33] Valentina, A & Qulubi, M. A. (2019). Model Pengembangan Ekowisata Mangrove di Pesisir Timur Lampung (Studi di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur). *SocialWork Jurnal*. 9 (2). 149-156. doi: 10.24198/share.v9i2.24881
- [34] WCED. (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- [35] Xu, H.-j., Wang, X.-p., Yang, T.-b., (2017). Trend shifts in satellite-derived vegetation growth in Central Eurasia, 1982–2013. *Sci. Total Environ*. 579, 1658–1674.
- [36] Yuliasamaya, et al. (2014). Perubahan Tutupan Hutan Mangrove di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 2 (3), 111-124.
- [37] Yurui Li, Zhi Cao, Hualou Long, Yansui Liu, Wangjun Li, (2017). Dynamic analysis of ecological environment combined with land cover and NDVI changes and implications for sustainable urban–rural development: The case of Mu Us Sandy Land, China, *Journal of Cleaner Production*, 142 (2). 697-715., doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.011.