

ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN MANGROVE DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN GRESIK PROVINSI JAWA TIMUR

Spatial Analysis of Mangrove Changes in the Coastal Area of Gresik Regency, East Java Province

Sodikin¹, Rahmat Hidayat², Gusti Nurdin³, Moh. Syaiful Anwar⁴

¹ Program Studi Magister Studi Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas
Terbuka

² Program Studi Magister Administrasi Publik, Sekolah Pascasarjana,
Universitas Terbuka

³ Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Terbuka

⁴ SMA Yadika 2 Jakarta

* Corresponding author, email : sodikinn@ecampus.ut.ac.id

Diterima : 27 Oktober 2024 / Disetujui : 16 Desember 2024

ABSTRACT

The mangrove is a vital coastal ecosystem that significantly contributes to maintaining the balance of the coastal environment. The existence of mangroves is very beneficial for the ecology, social and economy of coastal areas, so that the preservation of mangrove areas is very important to do. This study aims to map the changes in mangroves that occur in the coastal area of Gresik Regency, East Java Province. The method in the study uses a spatial approach with remote sensing technology, the distribution and area of mangroves were obtained from Landsat satellite imagery in 2000, 2010 and 2023. Validation was carried out by field ground checks, in addition, analysis to determine the type of vegetation was carried out using the transect line technique. The results of the study showed that in general in the period from 2000 to 2023 mangroves in the coastal area of Gresik Regency increased, in 2000 it had an area of 1,529.16 ha, and in 2010 it increased to 1,175.77 ha, and in 2023 mangroves in Gresik Regency in general increased again to 2,784.45 ha. In the period 2000-2010 mangroves in several sub-districts experienced a decline, but in the period 2010-2023 mangroves mostly experienced an increase, except in Kebomas Sub-district. This happened because of the increasing number of mangrove rehabilitation activities carried out by the government and local communities and the large sedimentation from the Bengawan Solo River. The mangrove decline factor that occurred in the Kebomas Sub-district area occurred because of the large conversion of mangrove land into other uses, such as for housing, fish ponds and industry.

Keywords : *coast, Gresik, mangrove changes, spatial*

ABSTRAK

Mangrove merupakan ekosistem pesisir yang sangat berperan penting dalam keseimbangan lingkungan pesisir. Keberadaan mangrove sangat bermanfaat untuk ekologi, sosial dan ekonomi wilayah pesisir, sehingga pelestarian kawasan mangrove sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perubahan mangrove yang terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. Penelitian menggunakan pendekatan spasial dengan teknologi *remote sensing*. Sebaran dan luasan mangrove diperoleh dari citra satelit landsat tahun 2000, tahun 2010 dan tahun

2023. Validasi dilakukan dengan *ground check* lapangan. Analisis untuk mengetahui jenis vegetasi dilakukan dengan menggunakan teknik transek garis. Hasil penelitian menunjukkan secara umum pada periode tahun 2000 sampai dengan tahun 2023, mangrove di pesisir Kabupaten Gresik mengalami peningkatan, tahun 2000 memiliki luas sebesar 1.529,16 ha, dan tahun 2010 meningkatnya menjadi 1.175.77 ha, dan pada tahun 2023 kembali meningkat menjadi 2.784,45 ha. Pada periode tahun 2000-2010 mangrove di beberapa kecamatan mengalami penurunan, namun pada periode tahun 2010-2023 mangrove mayoritas mengalami peningkatan, kecuali pada Kecamatan Kebomas. Hal ini terjadi karena semakin banyaknya kegiatan rehabilitasi mangrove yang dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat setempat dan adanya sedimentasi yang besar dari Sungai Bengawansolo. Faktor penurunan mangrove yang terjadi di wilayah Kecamatan Kebomas terjadi karena banyaknya konversi lahan mangrove menjadi peruntukan lain, seperti untuk pemukiman, tambak dan industri.

Kata kunci : Gresik, perubahan mangrove, pesisir, spasial

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan antara darat dan laut (*interface*) dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan wilayah lainnya. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang nomor dua di dunia, dengan panjang garis pantai 99.093 km (Badan Informasi Geospasial 2015). Tingkat keberagaman sumberdaya perairan di Indonesia memang sangat tinggi (Ariadi *et al.* 2021). Dinamika kawasan pesisir terus terjadi seiring dengan meningkatnya aktivitas penduduk di wilayah pesisir. Dampak dari dinamika perkembangan wilayah pesisir ini secara langsung maupun tidak langsung menimbulkan dampak positif dan dampak negatif. Salah satu dampak negatif bisa kita lihat secara langsung adalah hilangnya ekosistem mangrove yang menjadi penyeimbang dari ekosistem pesisir. Wilayah pesisir akan mengalami kerusakan yang disebabkan oleh arus dan ombak apabila tidak ada mangrove (Apriani *et al.* 2022).

Mangrove adalah ekosistem unik yang berada di wilayah pasang surut di pesisir, pantai, serta pulau-pulau kecil. Potensi sumber daya alam yang sangat besar terdapat dalam ekosistem ini. Ekosistem mangrove di pulau-pulau kecil seringkali menghadapi berbagai tantangan. Salah satunya adalah akibat dari aktivitas manusia yang merusak ekosistem mangrove, serta faktor alam seperti pemanasan global dan bencana alam. Pengurangan luasan dan penurunan kualitas perairan ekosistem mangrove merupakan ancaman serius bagi suatu kawasan yang penduduknya sangat bergantung pada sumber daya yang ada di ekosistem mangrove (Sulastri 2023).

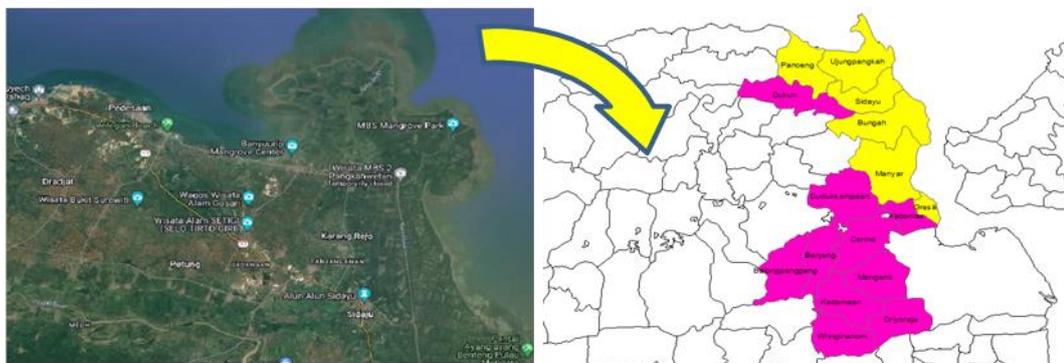
Mangrove adalah komunitas tumbuhan di wilayah tropis yang biasanya tumbuh di tanah lumpur aluvial di daerah pantai yang terlindung atau muara sungai yang masih terpengaruh oleh pasang surut (Hidayah 2023). Mangrove juga merupakan salah satu habitat penting pada ekosistem pesisir yang berada pada zona peralihan antara ekosistem darat dan laut (Yastika 2023). Tumbuhan ini dapat membentuk ekosistem dan menjadi salah satu ekosistem yang sangat produktif serta mempunyai peran yang sangat penting baik dari segi ekologi, ekonomi dan sosial (Darmo *et al.* 2018; L. W. Pratama & Isdianto 2017; Singgalen 2023).

Ekosistem mangrove pada beberapa wilayah pesisir Indonesia saat ini banyak mengalami kerusakan. Penyebab kerusakan mangrove antara lain aktivitas antropogenik yang semakin meningkat, seperti konversi mangrove menjadi peruntukan lain, seperti untuk tambak, pertanian, industri dll. Berdasarkan hasil pemetaan Kementerian Kelautan dan Perikanan (2020) diketahui bahwa luas mangrove Indonesia pada telah mengalami penurunan dengan luas di tahun 2020 adalah 3.311.208 ha.

Kabupaten Gresik menjadi salah satu wilayah yang memiliki ekosistem mangrove dengan kerapatan yang tinggi. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik, luas kawasan mangrove di Kabupaten Gresik mencapai 2.854,32 hektar. Dalam perkembangannya mangrove di wilayah Kabupaten Gresik mengalami perubahan dimaa beberapa wilayah yang mengalami peningkatan dan wilayah lainnya justru berkurang. Untuk itu diperlukan kegiatan pemantauan pada ekosistem mangrove agar dapat diketahui perubahan yang terjadi pada ekosistem mangrove dan juga untuk menganalisis kawasan-kawasan yang harus dilakukan perbaikan secara berkelanjutan (Saputra *et al.* 2021). Salah satu teknologi pemantauan mangrove yang sederhana, murah dan cepat adalah teknologi penginderaan jauh dengan melakukan pengolahan citra satelit (Silitonga 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahna mangrove yang terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur.

METODE PENELITIAN

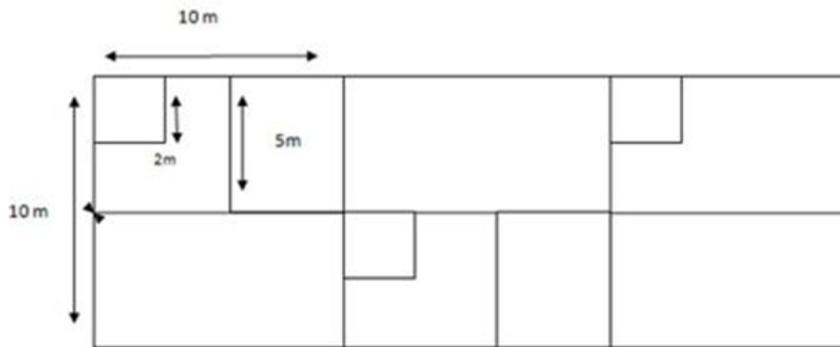
Penelitian ini dilakukan di wilayah pesisir Kabupaten Gresik Jawa Timur, lokasi penelitian di lakukan di 6 kecamatan antara lain, Kecamatan Manyar, Bungah, Sedayu, Kebomas, Ujungpangkah, dan Gesik. Lokasi Penelitian seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan yaitu pada bulan April sampai dengan bulan Juni tahun 2024. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini antara citra landsat tahun 2000, 2010 dan tahun 2023, *global positioning system* (GPS), salinometer, ph meter, *software quantum GIS* dan platform *google earth engine* (GEE). Pengumpulan data dilakukan dengan teknologi *remote sensing* dan teknik survei lapangan (*ground check*). Survei lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi jenis mangrove dan kerapatannya menggunakan transek garis berukuran 10 x 10 m² dengan arah tegak lurus dari tepi laut. Untuk tingkat pohon ukuran transek 10 x 10 m², untuk tingkat pancang 5 x 5 m², dan untuk

tingkat semai 2 x 2 m². Gambaran transek garis yang digunakan seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Transek line

Luasan mangrove hasil perhitungan setiap periode kemudian dilakukan analisis dan dibandingkan antar tahun untuk mengetahui perubahannya. Hal yang sama juga dilakukan untuk hasil perhitungan kerapatan tajuk, sehingga perubahan kondisi mangrove tiap periode dapat diketahui. Analisis kerapatan vegetasi mangrove dilakukan dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Metode NDVI terbukti sangat valid dalam memetakan vegetasi mangrove (Raynaldo *et al.* 2020). Metode NDVI mampu memvisualisasikan berbagai indikator vegetasi pada beberapa penelitian terkait degradasi lahan deforestasi (Yanti *et al.* 2020). Penilaian tingkat kerapatan berdasarkan kriteria NDVI disajikan pada Tabel 1. Adapun formulasi NDVI sebagai berikut:

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

Tabel 1 Kriteria kerapatan tajuk tutupan mangrove berdasarkan pada nilai NDVI

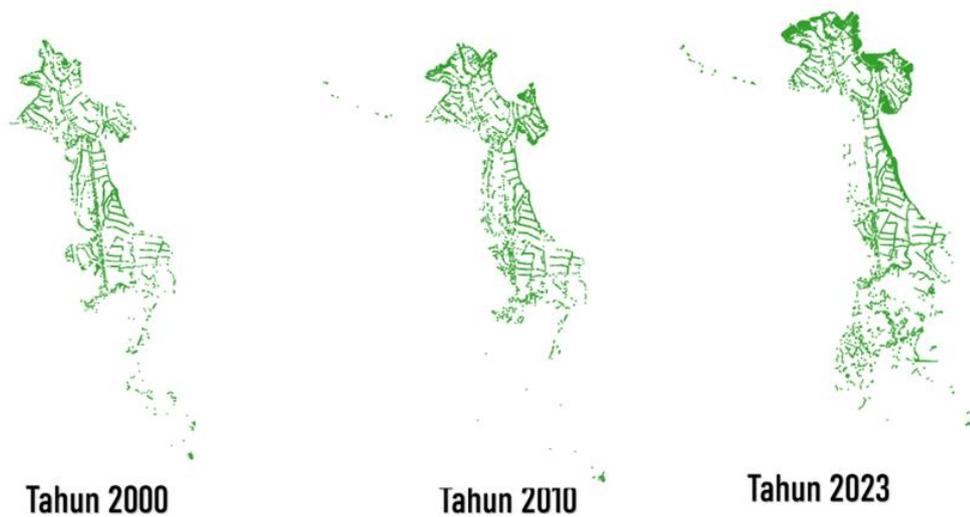
Nilai NDVI	Kriteria Kerapatan Tajuk
-1,0 ≤ NDVI ≤ 0,32	Jarang
0,33 ≤ NDVI ≤ 0,42	Sedang
0,43 ≤ NDVI ≤ 1,00	Lebat

Sumber : Departemen Kehutanan, 2005

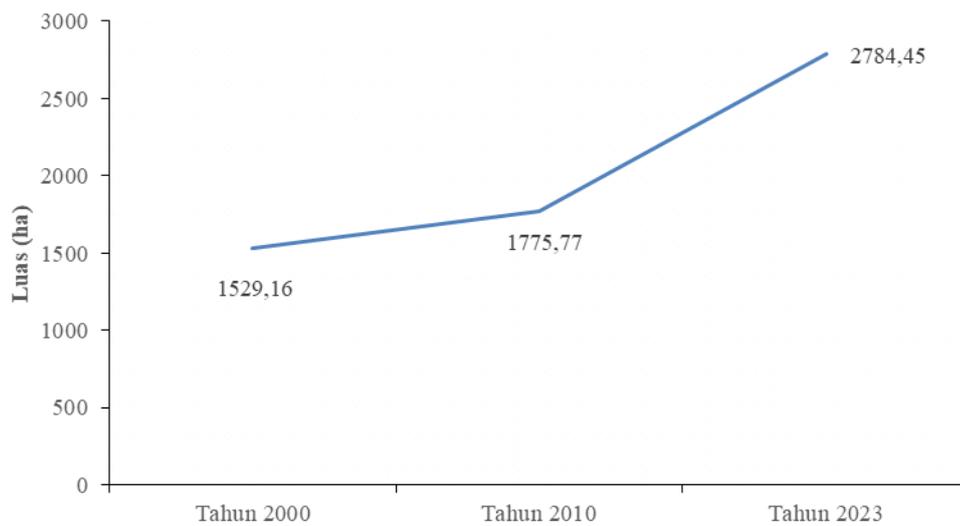
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Spasial dan Temporal Mangrove di Kabupaten Gresik

Kondisi mangrove di Kabupaten Gresik periode tahun 2000 sampai dengan tahun 2023 mengalami dinamika spasial yang cukup besar. Berdasarkan hasil analisis dari citra landsat, mangrove di Kabupaten Gresik tahun 2000-2023 mengalami peningkatan (Gambar 3 dan Gambar 4). Luas mangrove di Kabupaten Gresik pada rentang waktu tahun 2000-2023 mengalami peningkatan dari 1.529,16 ha di tahun 2000 menjadi 1.175,77 ha pada tahun 2010, dan pada tahun 2023 menjadi 2.784,45 ha.



Gambar 3. Peta perubahan *mangrove* di wilayah pesisir Kabupaten Gresik tahun 2000-2023



Tabel 2 Luas mangrove setiap kecamatan di wilayah pesisir Kabupaten Gresik

Kecamatan	Luas Mangrove (Ha)		
	Tahun 2000	Tahun 2010	Tahun 2023
Sidayu	271,38	270,30	277,05
Manyar	89,51	73,20	407,52
Gresik	16,57	6,14	10,67
Kebomas	13,31	15,62	0,75
Ujungpangkah	790,10	1.055,08	1615,54
Bungah	348,29	347,76	458,54
Panceng	0,50	7,67	15,13

Jika kita melihat berdasarkan kecamatan, luas mangrove di Wilayah Kabupaten Gresik dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2023 sangat berfluktuasi seperti disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa pada periode

tahun 2000 sampai 2010 mangrove di pesisir Kabupaten Gresik pada beberapa kecamatan mengalami penurunan. Kecamatan sedayu mengalami penurunan sebesar 1,08 ha, Kecamatan Manyar mengalami penurunan sebesar 16,31 ha, Kecamatan Gresik mengalami penurunan sebesar 10,43 ha, Kecamatan Bungah mengalami penurunan sebesar 0,53 ha. Penurunan terbesar pada periode ini terjadi di Kecamatan Gresik. Faktor penyebab perubahan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Gresik adalah adanya aktivitas penduduk yang semakin tinggi dan kebutuhan lahan di kawasan pesisir yang semakin meningkat. Menurut Eddy *et al.* (2016) dan Ginting (2015), aktivitas manusia seperti perikanan, perkebunan, pertanian, tambak garam, pemukiman, industri, penebangan hutan (legal dan illegal), serta tambang merupakan penyebab utama degradasi dan kerusakan mangrove di Indonesia. Menurut Prasetyo (2017) faktor pemicu deforestasi di ekosistem mangrove Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik ialah karena konversi lahan menjadi tambak.

Luas mangrove di Kecamatan Ujungpangkah pada periode tahun 2000-2010 mengalami peningkatan yang cukup drastis yaitu sebesar 264,98 ha. Kecamatan Kebomas mengalami kenaikan menjadi 2,31 ha dan Kecamatan Panceng mengalami peningkatan sebesar 7,17 ha. Pada periode tahun 2010-2023 mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Gresik mayoritas mengalami peningkatan. Peningkatan luasan mangrove tertinggi terletak di Kecamatan Ujungpangkah, mangrove di wilayah ini meningkat dari 1.055,08 ha menjadi 1.615,54 ha. Kecamatan Kebomas menjadi wilayah yang mengalami penurunan pada periode ini, saat ini mangrove di Kecamatan Kebomas hanya tersisa 0,75 ha. Wilayah yang konsisten terus mengalami peningkatan dari tahun 2000 sampai tahun 2023 adalah Kecamatan Ujungpangkah dan Kecamatan Bunga. Hal ini senada dengan hasil penelitian (Prasetyo, 2017) dimana mangrove di Kecamatan Ujungpangkah periode tahun 2006 sampai dengan tahun 2016 mengalami peningkatan sebesar 208.62 ha. Penambahan ini terjadi salah satunya pada wilayah tanah timbul akibat akresi.

Salah satu faktor yang menyebabkan penambahan luas mangrove di wilayah pantai Surabaya dan Sidoarjo adalah sedimentasi. Selain itu penambahan juga disebabkan oleh adanya beberapa kegiatan penanaman mangrove yang dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat setempat. Aliran sungai membawa endapan sedimen dari daratan dan dinamika proses pantai yang dipengaruhi oleh arus dan pasang surut berdampak signifikan terhadap sedimentasi di muara sungai. Keberadaan mangrove yang terus tumbuh akan memastikan ketersediaan benih secara alami. Hal ini juga menjadi faktor utama peningkatan luas hutan mangrove di lokasi penelitian (Hidayah 2023). Penambahan daratan (delta) berpengaruh positif terhadap peningkatan luasan mangrove, karena delta menjadi tempat tumbuh yang optimal untuk vegetasi mangrove (Sodikin 2022).

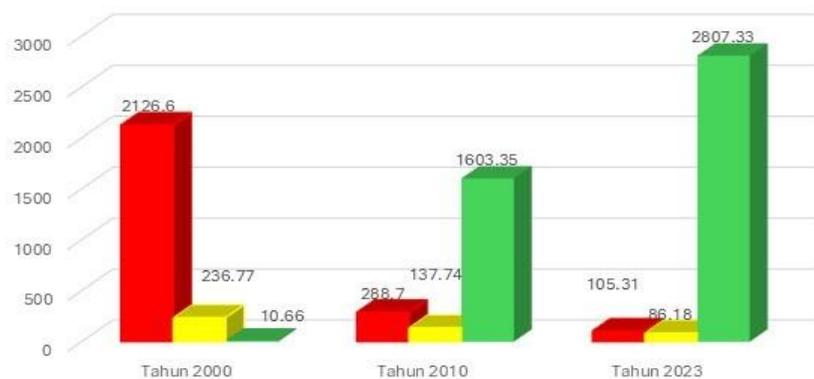
Karakteristik Mangrove di Pesisir Kabupaten Gresik

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang telah dilakukan, jenis mangrove yang terdapat di wilayah pesisir Kabupaten Gresik seperti terlihat pada Tabel 3. Untuk kawasan pesisir Jawa Timur secara umum telah dilaporkan sedikitnya 32 jenis mangrove sejati (Muzaki 2019). Berdasarkan hasil survei di wilayah pesisir eKabupaten Gresik, ditemukan 13 jenis mangrove. Jenis vegetasi yang dominan di wilayah pesisir Kabupaten Gresik adalah jenis *Avicennia* dan *Rhizophora*. Kondisi

lingkungan mangrove di pesisir Kabupaten Gresik cukup beragam, nilai salinitas antara 25 sampai dengan 27 ppt dan nilai pH tanah berkisar antara 6,5 sampai dengan 6,9.

Tabel 3. Jenis mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Gresik Jawa Timur

Jenis	Nama Lokal
<i>Rhizophora mucronata</i>	Tanjang lanang
<i>Acanthus ilicifolius</i>	Jeruju
<i>Acanthus ebracteatus</i>	Jeruju
<i>Avicennia lanata</i> ,	Api-api
<i>Sonneratia caseolaris</i>	Bogem, Pidada
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Nyiri
<i>Bruguiera cylindrica</i>	Tanjang putih, Lindur
<i>Ceriops tagal</i>	Tengar
<i>Xylocarpus mekongensis</i>	Nyiri
<i>Avicennia marina</i>	Api-api
<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau minyak
<i>Excoecaria agallocha</i>	Kayu wuta
<i>Sonegratia alba</i>	Bogem, Pidada



Gambar 5. Kerapatan vegetasi mangrove di wilayah peisir Kabupaten Gresik Tahun 2000, 2010, dan 2023

Gambaran kerapatan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Gresik seperti disajikan pada Gambar 5. Wilayah pesisir Kabupaten Gresik memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Kecepatan arus berkisar 0,85 sampai dengan 1.62 (cm/s). Salah satu aspek penting dalam menjaga keseimbangan ekologis di ekosistem mangrove adalah memantau kerapatan mangrove dan keanekaragaman fauna di dalamnya. Kerapatan mangrove dan keanekaragaman fauna dapat memberikan informasi tentang kondisi lingkungan yang terjadi di ekosistem mangrove (Arfan 2023). Berdasarkan hasil analisis NDVI Tingkat kerapatan mangrove di wilayah pesisir Kabupate Gresik periode tahun 2000-2023 kerapatan dengan kategori lebat mengalami peningkatan, sedangkan mangrove dengan kategori sedang dan jarang terus mengalami penurunan.

KESIMPULAN

Luas mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Gresik periode tahun 2000 sampai dengan tahun 2023 mengalami peningkatan luas dan kerapatan. Pada periode tahun 2000 sampai tahun 2010 mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Gresik mengalami penurunan yang disebabkan oleh adanya konversi lahan mangrove menjadi peruntukan lain, namun pada tahun 2010 sampai tahun 2023 karena banyaknya kegiatan rehabilitasi mangrove yang dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat mangrove di wilayah ini mengalami peningkatan kembali, selain itu pingkatan mangrove juga disebabkan oleh adanya penambahan daratan (akresi) dimuara Sungai Bengawan Solo, wilayah akresi merupakan area yang optimal untuk pertumbuhan mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada lembaga penelitian dan pengabdian masyarakat (LPPM) Universitas Terbuka atas pendanaan penelitian ini dan ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Pemerintah Kabupaten Gresik, Pokmaswas Kalimireng atas bantuan dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, A., Akbar, A. A., & Jumiati, J. (2022). Valuasi Ekosistem Mangrove di Pesisir Kayong Utara, Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20 (3), 553–562.
- Ariadi, H., Wafi, A., Supriatna., Musa, M. 2021. Tingkat Difusi Oksigen Selama Periode Blind Feeding Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeu vannamei*). *Rekayasa*, 14(2): 152-158.
- Arfan, A., Sanusi, W., Rakib, M. 2023. Analisis Kerapatan Mangrove dan Keanekaragaman Makrozoobenthos di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung Kota Makassar. *Journal of Marine Research*, 12 (3): 493-500.
- Badan Informasi Geospasial. (2015). Pentingnya Informasi Geospasial untuk Menata Laut Indonesia. Diakses pada 21 Maret 2019, dari <https://big.go.id/content/berita/pentingnyainformasi-geospasial-untuk-menata-lautindonesia>

- Darmo, K., Suarbawa, K. N., & Widagda, I. G. A. (2018). Analysis of Changes in Area of Mangrove Density at Ngurah Rai Bali Grand Forest Park Using Image of Landsat 8 Satellite. *Buletin Fisika*, 19(2), 58-63.
- Departemen Kehutanan, 2005. Pedoman inventarisasi dan identifikasi lahan kritis mangrove 13.
- Eddy S, Mulyana,A., Ridho, M.R., Iskadar, I. 2016. Dampak Aktivitas Antropogenik Terhadap Degradasi Hutan Mangrove di Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 2 (2): 292-306.
- Ginting, Y.R.S., Zaitunah, A., Utomo, B. (2015). Analysis of Degradation Level of Mangrove Forest Based on NDVI and Standard Criteria in Forest Region Percut Sei Tuan District Deli Serdang Regency. *Peronema For Sci J*. 4 (1) :1-9.
- Hidayah, Z., Rachman, H.A., As-Syakur, A.R. 2023. Pemetaan kondisi hutan mangrove di kawasan pesisir Selat Madura dengan pendekatan Mangrove Health Index memanfaatkan citra satelit Sentinel-2. *Majalah Geografi Indonesia*, 37 (1): 84-91.
- Kementarian Kelautan dan Perikanan. (2020). Kondisi Mangrove Indonesia. Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, Jakarta.
- Muzaki, FK, D Saptarini, I Trisnawati, Aunurohim, M Muryono, dan I Desmawati. 2019. Identifikasi Jenis Mangrove Pesisir Jawa Timur. Surabaya: Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prasetyo, A., Santoso, N., Prasetyo, L.B. 2017. Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur, *Jurnal Silvikultur Tropika*, 8 (2): 130-133.
- 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.
- Raynaldo, A., Mukhtar, E., Novarino, W., 2020. Mapping and change analysis of mangrove forest by using landsat imagery in mandeh bay, west sumatra, indonesia. *AAFL Bioflux*, 13, 2144-2151.
- Saputra, R., Gaol, J. L., & Agus, S. B. (2021). Studi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Objek (Obia) Menggunakan Citra Satelit Di Kawasan Mangrove, Pulau Dompok, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 39-55.
- Silitonga, O., Purnama, D., Nofridiansyah, E. 2018. Pemetaan Kerapatan Vegetasi Mangrove di Sisi Tenggara Pulau Enggano Menggunakan Data Citra Satelit. *Jurnal Enggano*, 3 (1) : 98-111.
- Singgalen, Y. A. (2023). Implementasi Hyper Spectral of Remote Sensing untuk Analisis Kawasan Ekowisata Mangrove Potensial di Kecamatan Tobelo Timur Menggunakan NDVI, SAVI, dan EVI. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(3), 928-935.
- Sulastri, I., Asbar, Rustam. 2023. Identifikasi Kerusakan dan Upaya Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Pantai Tadette Kecamatan Belopa, Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Pelagis*, 1 (1) : 24-33.

- Sodikin, Lestari K.L.A., Fahmi F. 2022. Dinamika Spasial Penambahan Daratan Serta Korelasinya Terhadap Luasan Mangrove di Delta Cimanuk Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Accelerating Sustainable Innovation Towards Society 5.0*. Universitas Terbuka 593-619.
- Yanti, D., Megantara, I., Akbar, M., Meiwanda, S., Izzul, S., Sugandi, D., Ridwana, R. (2020). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4 (1), 32–38.
- Yastika, P.E., Vipriyanti, N.U., Doan, T.U.T. 2023. Analisis Spatio-Temporal Perubahan Tutupan Vegetasi Mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Berbasis Citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI. *JASINTEK*, 4 (2): 82-92.