

# Dinamika Perubahan Luasan dan Kerapatan Ekosistem Mangrove Di Kawasan Taman Nasional Sembilang Menggunakan Citra Satelit Landsat 8

Sigit Febrianto\*, Hanan Azzahra Syafina, Nurul Latifah, Max Rudolf Muskananfola

Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang 50275 Indonesia  
Email : febrantosigit40@gmail.com

## Abstract

### **Dynamics of Changes in the Area and Density of Mangrove Ecosystems in the Sembilang National Park using Landsat 8 Satellite Imagery**

The Mangrove Ecosystem is the most extensive forest in the Sembilang National Park (TNS) area. This area is located on the east coast of South Sumatra Province. The Sembilang National Park area has a natural mangrove forest of 88,555 ha. This area is known as the largest natural mangrove forest on the island of Sumatra. The purpose of this study was to determine changes in the area and density of mangroves in a period of 5 years using Landsat 8 satellite imagery. The results of the analysis show that the mangrove area in 2014 was 92,731 ha and the mangrove area in 2019 was 88,586 ha, the area decreased by 4,145 ha or about 4.5%. The main factors influencing changes in mangrove area and density are human activities such as land clearing near mangrove forest areas. In addition, there are natural factors that are dominantly influenced by abrasion and river sedimentation.

**Keywords:** Mapping, Mangrove Ecosystem, NDVI, Satellite Imagery, Landsat 8

## Abstrak

Ekosistem Mangrove merupakan hutan paling luas yang terdapat di kawasan Taman Nasional Sembilang (TNS). Kawasan ini terletak di pesisir timur Provinsi Sumatera Selatan. Kawasan TN Sembilang memiliki hutan mangrove alami seluas 88.555 ha. Kawasan ini dikenal sebagai hutan mangrove alami terluas di Pulau Sumatera. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luasan dan kerapatan mangrove dalam kurun waktu 5 tahun menggunakan citra satelit Landsat 8. Teknik analisis spasial yang digunakan untuk mengelaskan mangrove dan non mangrove serta kerapatan dengan menggunakan *Supervised Classification* dan NDVI. Hasil analisa menunjukkan bahwa luasan mangrove pada tahun 2014 seluas 92.731 ha dan luasan mangrove tahun 2019 seluas 88.586 ha, luasan mengalami penurunan sebesar 4.145 ha atau sekitar 4,5%. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan luas dan kerapatan mangrove yang utama adalah aktivitas manusia seperti pembukaan lahan di dekat area hutan mangrove. Selain itu, terdapat faktor alam mempunyai yang dominan dipengaruhi oleh abrasi dan sedimentasi sungai.

**Kata kunci :** Pemetaan, Ekosistem Mangrove, NDVI, Landsat 8

## PENDAHULUAN

Salah satu kawasan mangrove alami yang cukup luas di Pulau Sumatera berada di Taman Nasional Sembilang (TNS). Mangrove di Kawasan TN Sembilang berada pada alur sungai-sungai besar. Di kawasan ini tumbuh baik vegetasi hutan mangrove, kearah daratan terdapat rawa belakang (*backswamps*) berupa hutan rawa air tawar dan hutan rawa gambut (Data BTNBS, 2019). Keberadaan mangrove alami di lokasi tersebut juga mengalami tekanan yang diakibatkan oleh antropogenik dan faktor alami. Luasan dan sebaran mangrove besar kemungkinan dapat berubah karena adanya berbagai kegiatan yang dapat meningkatkan luasan mangrove serta aktivitas yang mendegradasi mangrove. Pemantauan perubahan luasan mangrove ini dapat dilakukan secara efektif menggunakan citra satelit untuk memperoleh peta perubahan luasan mangrove pada lokasi tertentu (Shalihati, 2014). Pemanfaatan penggunaan pengindraan jauh salah satunya adalah bisa melihat kondisi mangrove secara *time series*. Ekosistem mangrove non mangrove mampu dengan

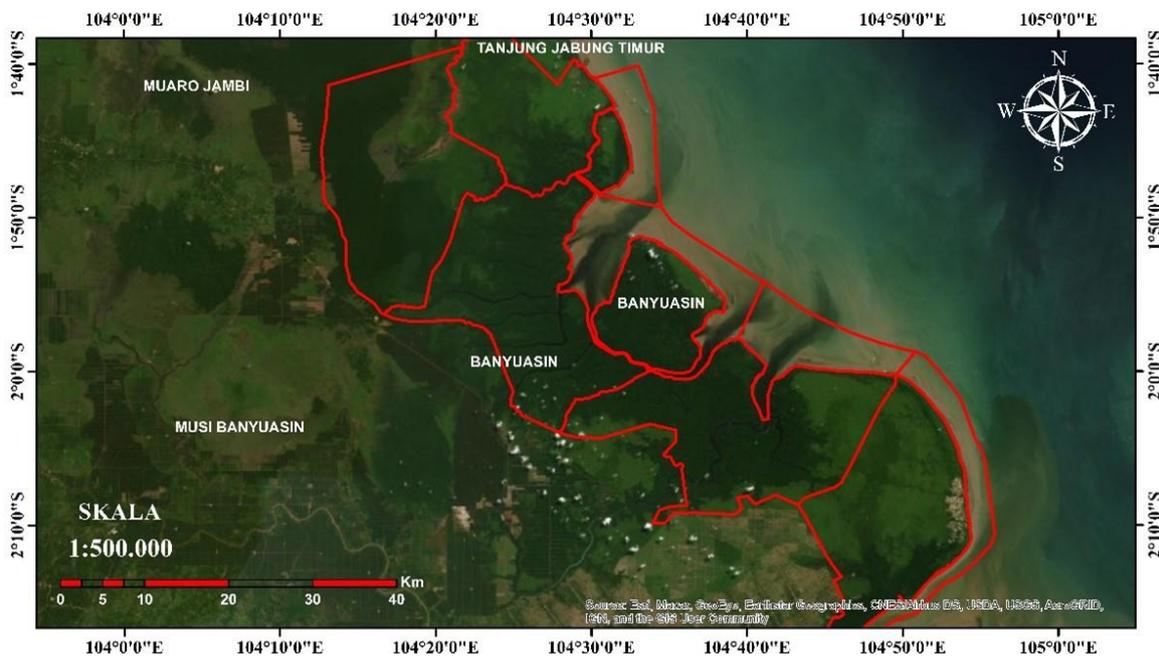
mudah dibedakan menggunakan kombinasi band (Utami *et al.*, 2016). Panjang gelombang infra merah dekat (NIR) dan kebasahan dari lahan akibat pasang surut dengan panjang gelombang infra merah jauh (SWIR), dimana kedua panjang gelombang tersebut dimiliki oleh sensor Landsat 8 (Winarso, 2019).

Belum adanya kajian secara spesifik mengenai perubahan luasan mangrove di Taman Nasional Sembilang menjadi dasar melakukan penelitian ini sehingga diharapkan diketahui kondisi existing mangrove yang ada serta faktor dominan yang menjadi sebab pengurangan luasan mangrove di lokasi tersebut serta menjadi acuan dalam memonitoring kondisi mangrove.

**MATERI DAN METODE**

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2022. Lokasi penelitian disajikan pada (Gambar 1). Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari beberapa perangkat keras seperti laptop dan perangkat lunak yaitu *Excel* yang berfungsi untuk mengetahui perubahan luas dan analisis data, ARC-GIS digunakan untuk pengolahan data citra satelit dan *layouting* peta luasan dan kerapatan mangrove. Sumber data utama yang digunakan adalah data Citra Satelit Landsat 8 yang diunduh langsung dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data citra Landsat 8 yang digunakan adalah rekaman tanggal 1 Januari – 31 Desember 2014, dan citra Landsat 8 rekaman tanggal 1 Januari – 31 Desember 2019. Syarat citra yang diambil yaitu data Citra Landsat dengan tutupan awan kurang dari 10%.

Metode yang digunakan dalam melakukan ekstraksi ekosistem mangrove menggunakan pengindraan jauh dengan kombinasi band 5 6 4 melalui beberapa tahapan: 1). Pra processing citra, 2). *Supervised classification* 3). *Reclass* Mangrove dan Non-Mangrove 4). Analisis NDVI, 5). *Reclass* NDVI, 6). Deteksi Perubahan Luasan dan Kerapatan Mangrove. Citra Landsat 8 terdiri dari sembilan band spektral dengan resolusi spasial 30 m. Terdapat dua sensor pada Landsat 8 yang merupakan hasil pengembangan dari sensor yang terdapat pada satelit-satelit pada Program Landsat sebelumnya. Kedua sensor tersebut yaitu sensor Operational Land Manager (OLI) yang terdiri dari 9 kanal serta sensor Thermal InfraRed Sensors (TIRS) yang terdiri dari 2 kanal (Asadullah *et al.*, 2019).



**Gambar 1.** Peta lokasi Penelitian di Kawasan Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan

Citra Landsat 8 bersifat *open access* sehingga dapat diunduh secara gratis di <https://earthexplorer.usgs.gov>, diproses menggunakan *software* ArcGIS. Beberapa tahap yang dilakukan dalam pengolahan citra antara lain Pre-processing citra, Composite band, Cropping Citra, Digitasi, dan klasifikasi citra. Pemotongan citra dilakukan karena citra awal yang diperoleh memiliki cakupan area yang terlalu luas. Proses ini bertujuan agar pengolahan data menjadi lebih mudah, efisien dan lebih efisien seiring dengan semakin kecilnya cakupan area pada citra baru. Umumnya, saat memproses citra, tidak semua atau tidak seluruh scene digunakan. Oleh karena itu, pemotongan dilakukan untuk mendapatkan area yang diperlukan (Silitonga *et al.*, 2018).

Setelah melaksanakan proses pemotongan citra selanjutnya adalah penggabungan citra (*Composite band*). *Composite band* dalam prosesnya melakukan komposit (penggabungan) 3 kanal (*band*) untuk mendapatkan warna merah (*Red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). Komposit band 4,3,2 merupakan *true color composite* atau warna sebenarnya yang ada di permukaan bumi (*natural color*) sedangkan komposit band 5,6,4 merupakan *false color composite* atau warna yang bukan sebenarnya yang ada di permukaan bumi. Penggunaan komposit band yang tepat untuk mendeteksi vegetasi mangrove seperti band inframerah dekat (*Near Infrared*) dan cahaya tampak merah (*False Color*) akan memberikan visualisasi kontras antara vegetasi mangrove dan non mangrove. Komposit kombinasi ketiga band ini vegetasi dapat dengan mudah dikenali berdasarkan beda kenampakannya serta dapat membedakan antara vegetasi mangrove dan vegetasi non mangrove (Simajuntak dan Rita, 2016). Ketiga band memiliki nilai resolusi yang sama yaitu 30 meter dapat dilihat pada Tabel 1.

Koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum dilakukan analisis untuk suatu tujuan. Koreksi radiometrik dilakukan untuk mengoreksi kesalahan tertentu yang terjadi pada citra satelit. Kesalahan radiometrik berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (piksel) pada citra hingga mendekati nilai yang seharusnya dan juga meningkatkan kualitas visual citra (Sinaga *et al.*, 2018). Koreksi radiometrik dilakukan karena rekaman satelit memiliki kesalahan yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Koreksi radiometrik bertujuan untuk mengatur ulang nilai pantul yang terekam oleh sensor agar mendekati atau memiliki pola seperti pantulan benda nyata tergantung pada panjang gelombang rekaman. Koreksi geometrik pada citra Landsat merupakan upaya untuk memperbaiki kesalahan registrasi geometrik sehingga citra yang dihasilkan memiliki sistem koordinat dan skala yang seragam serta dilakukan dengan translasi, rotasi atau penskalaan.

**Tabel 1.** Spesifikasi Citra Landsat 8

<i>Band</i>	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi Spasial (m)
<i>Band 1 – coastal aerosol</i>	0,43 – 0,45	30 m
<i>Band 2 - blue</i>	0,45 – 0,51	30 m
<i>Band 3 - green</i>	0,53 – 0,59	30 m
<i>Band 4 - red</i>	0,64 – 0,67	30 m
<i>Band 5 – Near Infrared (NIR)</i>	0,85 – 0,88	30 m
<i>Band 6 – Short Wave Infrared (SWIR) 1</i>	1,57 – 1,65	30 m
<i>Band 7 – Short Wave Infrared (SWIR) 2</i>	2,11 – 2,29	30 m
<i>Band 8 - Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	15 m
<i>Band 9 – Cirrus</i>	0,43 – 0,45	30 m
<i>Band 10 - TIRS 1</i>	0,45 – 0,51	100 m
<i>Band 11 - TIRS 2</i>	0,53 – 0,59	100 m

Digitasi visual mempunyai ketelitian yang lebih tinggi sebab dilakukan langsung oleh peneliti dalam menentukan daerah penelitian, namun terdapat kekurangan yaitu sulitnya membedakan daerah mangrove dan non-mangrove jika dilihat dari hasil peta RGB untuk pemula (Pramanta *et al.*, 2020). Peta digitasi dipotong berdasarkan posisi persebaran mangrove yang tampak pada citra hasil komposit 5,6,4 menggunakan *polygon cut tool*. Luas mangrove diolah menggunakan software ArcGIS, hasil digitasi mangrove berupa polygon dihitung secara otomatis dengan menggunakan *geometry calculate*.

Klasifikasi terbimbing atau *Supervised Classification* merupakan teknik yang paling sering digunakan untuk analisis kuantitatif data citra penginderaan jauh. Intinya adalah konsep segmentasi domain spektral menjadi wilayah yang dapat dikaitkan dengan kelas objek yang dikehendaki pengguna dalam sampel yang dipilih. Klasifikasi multispektral yang diawasi dilakukan dengan menentukan objek sampel atau *Region Of Interest (ROI)* (Kristianingsih *et al.*, 2016). Klasifikasi *Supervised Classification* merupakan metode pengelompokan objek citra dengan berdasarkan pada gagasan bahwa dapat memilih piksel sampel dalam gambar yang mewakili kelas tertentu. Kemudian dapat mengarahkan perangkat lunak pengolah gambar untuk menggunakan beberapa sampel sebagai referensi untuk klasifikasi semua piksel lain dalam citra. Salah satunya pada ArcGIS dengan metode *Maximum likelihood*. Metode ini merupakan algoritma klasifikasi multispektral yang paling umum dan banyak digunakan dalam teknik klasifikasi terbimbing.

Tahapan pengolahan citra Landsat 8 menggunakan algoritma NDVI yaitu dengan mencocokkan band-band yang tersedia pada citra tersebut diketahui bahwa ketahu citra Landsat 8 memiliki 11 band. Pada citra Landsat 8 untuk menentukan nilai NDVI digunakan band 5 sebagai NIR (Near Infrared) dan band 4 sebagai RED dengan persamaan algoritma  $(NIR - RED) / (NIR + RED)$  (Amliana *et al.*, 2016). Nilai dari indeks NDVI digunakan untuk menentukan nilai kerapatan mangrove. Kemudian nilai kelas NDVI tersebut diklasifikasi ulang menjadi tiga kelas, yaitu kerapatan jarang, kerapatan sedang dan kerapatan padat. Umumnya mendeteksi suatu vegetasi seperti kerapatan mangrove dapat menggunakan indeks vegetasi. Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra satelit, untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan (K *et al.*, 2014).

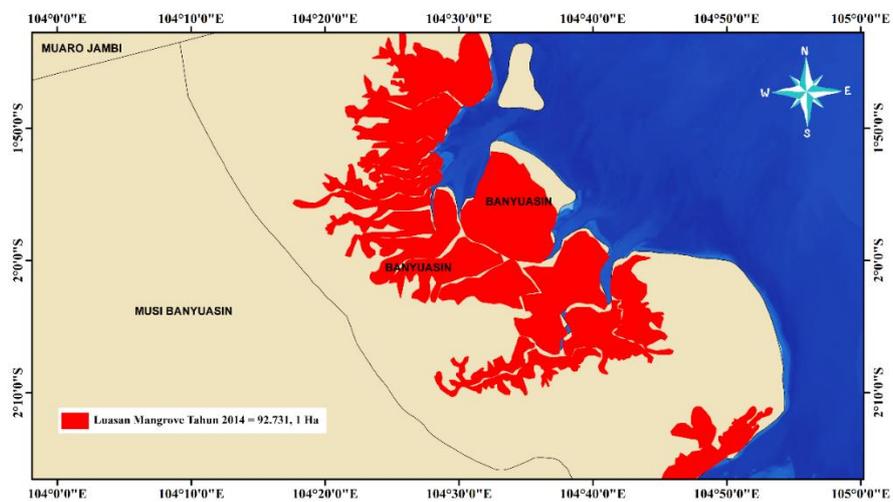
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Luasan mangrove di Kawasan Taman Nasional Sembilang disajikan pada (Gambar 2). Berdasarkan hasil yang diperoleh dari citra satelit Landsat 8 pada tahun 2014 sampai tahun 2019 telah mengalami perubahan. Luasan mangrove pada tahun 2014 sebesar 92.731 ha, pada tahun 2019 menurun menjadi 88.586 ha, penurunan luasan mangrove di Kawasan TN Sembilang seluas 4.145 ha. Penurunan luasan dapat disebabkan oleh faktor alam seperti abrasi pantai dan aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk area tambak. Menurut Suyono *et al.*, (2015) bahwa terjadinya abrasi pantai dipicu oleh berkurangnya hutan mangrove di suatu tempat dan abrasi pantai juga berperan penting dalam mengurangi luasan hutan mangrove yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ekologi, sosial, ekonomi dan warisan budaya masyarakat setempat.

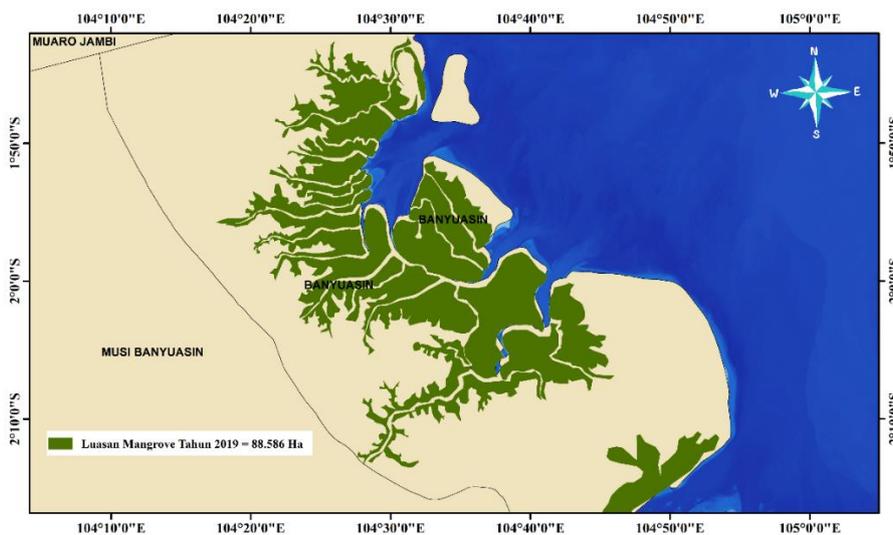
Berbagai faktor dapat menyebabkan penurunan kerapatan mangrove, salah satunya adalah aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan mangrove menjadi aktivitas tambak yang sejak dahulu sudah ada pada lokasi penelitian. Penurunan luasan mangrove pada TN Sembilang dalam kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2014 hingga 2019 sebesar 4.145 ha. Hasil tersebut lebih tinggi jika dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Latifah *et al.*, (2018) di pulau Karimunjawa, dimana pada tahun 2003 meningkat menjadi 600,75 ha sedangkan pada tahun 2017 menurun menjadi 391,57 ha, terjadi penurunan luasan mangrove sebesar 209,18 ha. Studi kasus yang dilakukab oleh Nugraha *et al.*, 2021, bahwa di Kabupaten Brebes pada tahun 2007 mengalami penurunan luasan ekosistem mangrove, dimana pada tahun 2007 hanya sebesar 43,29 ha. Faktor utama dari penyebab penurunan luasan mangrove antara lain penebangan liar, faktor alam, perubahan fungsi

lahan menjadi pertambakan. Aktivitas tambak merupakan penyumbang terbesar degradasi mangrove di Indonesia (Giri et al., 2011; Putra et al., 2022; dan Ulqodry et al., 2021).

Penelitian lainnya yang memetakan luasan mangrove menggunakan citra satelit landsat 8 diantaranya dari (Ulqody et al., 2021) di Taman Nasional Berbak Sembilang yang mendapatkan luasan mangrove sebesar 94.622,05 ha, selain itu (Purwanto et al., 2014) menggunakan citra landsat 8 untuk memetakan mangrove di Sagara Anakan sebesar 6.716 ha dan (Simajuntak dan Juliani, 2016) menggunakan landsat 8 mendapatkan luasan mangrove di Pesisir Kabupaten Langkat sebesar 1992,15 ha. Selain landsat 8 terdapat beberapa citra lainnya yang bisa digunakan untuk melakukan pemetaan dan mengidentifikasi luasan mangrove diantaranya (Prasetyo et al., 2017) yang menggunakan citra satelit ALOS PALSAR-2 di Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur mendapatkan sebaran luasan mangrove sebesar 722,70 ha. Penelitian dari (Savira et al., 2018) menggunakan citra satelit ASTER yang memiliki resolusi spasial tinggi memetakan mangrove di Pesisir Timur Kabupaten Bangka Tengah mendapatkan luasan mangrove sebesar 964,4 ha.



Tahun 2014

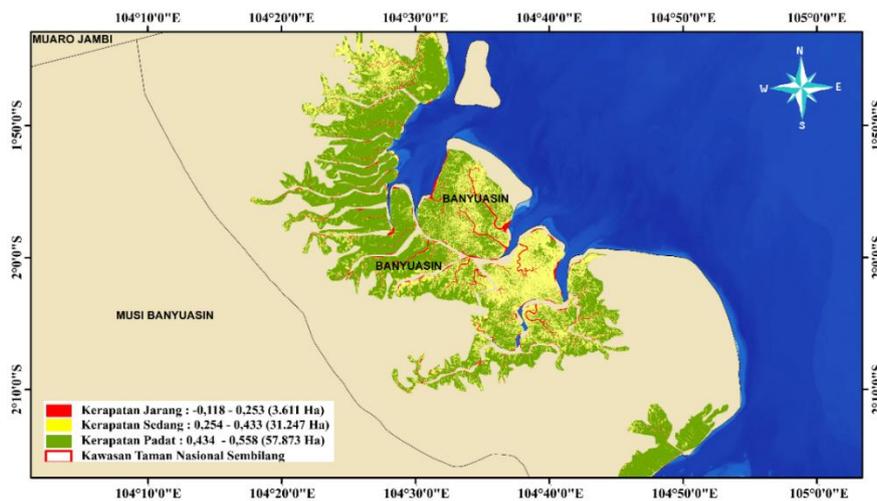


Tahun 2019

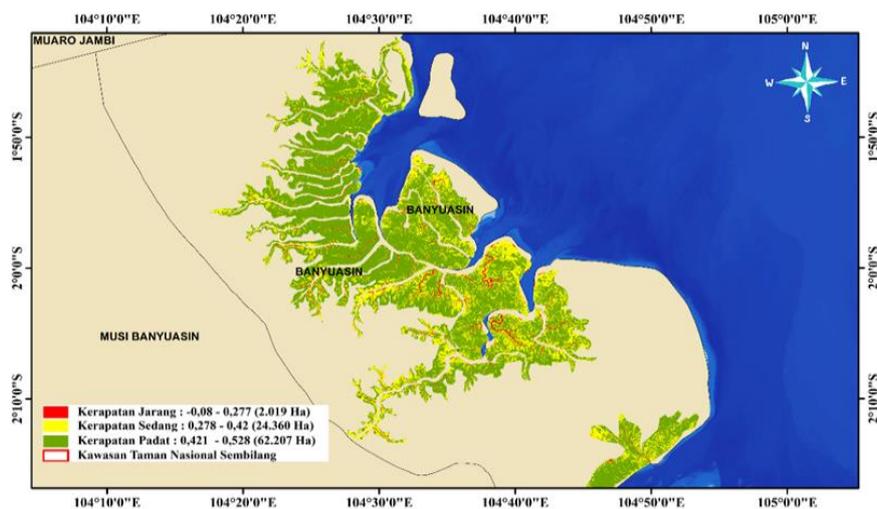
**Gambar 2.** Distribusi spasial ekosistem mangrove menggunakan citra Landsat 8 tahun.

Analisis kerapatan mangrove di Kawasan TN Sembilang yang juga mengalami perubahan selama tahun 2014-2019. Nilai kerapatan mangrove dibagi berdasarkan nilai NDVI yang berada pada selang -1 sampai 1. Kemudian dilakukan klasifikasi kerapatan yang terbagi dalam tiga kelas kerapatan, yaitu rendah, sedang dan lebat (Tabel 2). Semakin tinggi nilai kerapatan mangrove maka jumlah individu mangrove akan semakin tinggi dalam piksel tersebut (Pratama dan Isdianto, 2017).

Pada tahun 2014 hingga 2019 terjadi perubahan yang cukup signifikan (Gambar 3). Kerapatan mangrove tahun 2014 dengan kelas NDVI jarang memiliki luasan sebesar 3.611 ha, kerapatan mangrove dengan kelas NDVI sedang memiliki luasan sebesar 31.247 ha dan kerapatan mangrove dengan kelas NDVI padat memiliki luasan sebesar 57.873 ha. Sedangkan pada tahun 2019, kerapatan mangrove dengan kelas NDVI jarang memiliki luasan sebesar 2.019 ha. Kerapatan mangrove dengan kelas NDVI sedang memiliki luasan sebesar 24.360 ha dan kerapatan mangrove dengan kelas NDVI padat memiliki luasan sebesar 62.207 ha. Interval waktu dalam lima tahun, kategori padat semakin bertambah. Hal ini disebabkan dari waktu ke waktu bibit mangrove yang



Tahun 2014



Tahun 2019

**Gambar 3** Kerapatan Mangrove di Kawasan TN Sembilang pada Tahun 2014 dan 2019

**Tabel 2.** Klasifikasi Kerapatan dan luasan Mangrove Tahun 2014 dan 2019

Kerapatan	Luas 2014 (Ha)	Luas 2019 (Ha)	Perubahan
Jarang	3.611 (4%)	2.019 (2%)	(-) 1.592 Ha
Sedang	31.247 (34%)	24.360 (27%)	(-) 6.887 Ha
Padat	57.873 (62%)	62.207 (70%)	(+) 4.334 Ha

berhasil tumbuh akan semakin tinggi dan lebat. Kemudian, bibit mangrove yang awalnya ditanam dengan kerapatan jarang akan tumbuh secara bertahap berubah menjadi kepadatan sedang dan padat. Penambahan luasan kerapatan mangrove selain karena adanya kegiatan restorasi dan rehabilitasi yang dilakukan sejak tahun 2011 silam, juga karena adanya penambahan luasan area TNBS yang ditetapkan berdasarkan atas Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: SK.886/Menhut-II (Lampiran Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: SK.454/MENLHKII/SETJEN/PLA.2/6/2016 Tanggal 17 Juni 2016).

Kisaran kerapatan mangrove mengacu pada rentang nilai NDVI pada pedoman klasifikasi mangrove yang dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan (2005) yaitu jarang  $-1.0 \leq NDVI \leq 0.32$ , sedang  $0.33 \leq NDVI \leq 0.42$  dan padat  $0.43 \leq NDVI \leq 1.00$ . Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Indica et al., 2011 di Taman Nasional Sembilang menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Hasil penelitian menunjukkan kerapatan mangrove pada tahun 2009, kategori mangrove jarang sebesar 10.695 ha, mangrove sedang sebesar 28.545 ha, dan mangrove lebat 44.207 ha. Selain itu hasil penelitian oleh (Susilo et al., 2019) di Muara Sungai Gangsal menggunakan metode NDVI didapatkan kriteria jarang 16 ha, sedang 2.135 ha, padat 542 ha.

## KESIMPULAN

Luasan mangrove di Kawasan Taman Nasional Sembilang pada tahun 2014 adalah 92.731 ha dan pada tahun 2019 adalah 88.586 ha. Terjadi pengurangan luasan sebesar 4.145 ha (4,5%). Hasil integrasi Citra Satelit Landsat 8 dengan nilai indeks NDVI kerapatan vegetasi mangrove mengalami perubahan luasan dari tahun 2014-2019. Nilai indeks NDVI didapatkan kategori kerapatan jarang dan sedang mengalami penurunan seluas 1.592 ha (2%), 6.887 ha (7%), dan kerapatan padat mengalami penambahan seluas 4.334 ha (8%).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Diponegoro atas hibah Riset Pengembangan dan Penerapan (RPP) No: 185-25/UN7.6.1/PP/2021 dan No: 569-04/UN7.D2/PP/VII/2022 sehingga kegiatan penelitian ini bisa berjalan dan membuahkan publikasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Fathin, M. A., Sudarsono, B., & Bashit, N. (2019). Analisis Perbandingan Peningkatan Sedimentasi Di Waduk Mrica Dengan Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Merawu Menggunakan Data Citra Satelit Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 388–397
- Amliana, D. R., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2016). Analisis Perbandingan Nilai NDVI Landsat 7 Dan Landsat 8 Pada Kelas Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kota Semarang, Jawa tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 264-274
- Ardiansyah, F., & Safe'i, R. (2021). Analysis of Changes in Health of Coastal Mangrove Forest on the East Coast of Lampung Analysis of Changes in Health of Coastal Mangrove Forest on the East Coast of Lampung. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 755(1), p.012028. doi: 10.1088/1755-1315/755/1/012028
- Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2016). Pemetaan Sebaran Mangrove Menggunakan Citra LANDSAT 8/ETM+ Di Teluk Pangempang Kecamatan Muara Badak Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. 22(1), 001-009.

- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J. & Duke, N (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159. doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x
- Hendrawan, H., Gaol, J. L., & Susilo, S. B. (2018). Studi kerapatan dan perubahan tutupan mangrove menggunakan citra satelit di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 99-109. doi: 10.29244/jitkt.v10i1.18595
- Indica, M., Ulqodry, T. Z., & Hendri, M. (2011). perubahan luasan mangrove dengan menggunakan teknik penginderaan jauh di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 2(1), 77-81.
- K, H., Sukojo, B. M., & Parwati, E. (2014). Studi Tingkat Kerapatan Mangrove Menggunakan Indeks Vegetasi Hernandi. *Geoid*, 09(02), 101–107. doi: 10.56064/maspari.v2i1.1289
- 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.
- Latifah, N., Febrianto, S., Endrawati, H., & Zainuri, M., (2018). Pemetaan Klasifikasi Dan Analisa Perubahan Ekosistem Mangrove Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Di Karimunjawa, Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21 (2),97-102. doi: 10.14710/jkt.v21i2.2977
- Nugraha, F. W., Pribadi, R., & Wirasatriya, A. (2021). Kajian Perubahan Luasan untuk Prediksi Simpanan Karbon Ekosistem Mangrove di Desa Kaliwlingi , Kabupaten Brebes Kajian Perubahan Luasan untuk Prediksi Simpanan Karbon Ekosistem Mangrove. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), 104–116. doi: 10.14710/buloma.v9i2.30039
- Pimple, U., Simonetti, D., Hinks, I., Oszwald, J., & Berger, U. (2020). Forest Ecology and Management A history of the rehabilitation of mangroves and an assessment of their diversity and structure using Landsat annual composites (1987 – 2019) and transect plot inventories. *Forest Ecology and Management*, 462(1), p.118007. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118007
- Pramanta, R. F., Moulana, R., & Rusdi, M. (2020). Klasifikasi Visual On Screen Citra Satelit Untuk Pemetaan Pinus Di Kecamatan Blangjerango. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 615–622. doi: 10.17969/jimfp.v5i1.13726
- Prasetyo, A., Santoso, N., & Prasetyo, L.B. (2017). Kerusakan Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur Degradation of Mangrove Ecosystem in Ujung Pangkah Subdistrict Gresik District East Java Province. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 8(2), 130-133. doi: 10.29244/j-siltrop.8.2.130-133
- Pratama, L.W., & Isdianto, A. (2017). Mapping of Mangrove Forest Density in Segara Anakan, Cilacap, Central Java using Landsat 8 at the National Aeronautics and Space Agency (Lapan). *J. Floratek*, 12(1), 57-61.
- Purwanto, A.D., Asriningrum, W., Winarso, G., & Parwati, E., (2014). Analisis Sebaran dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap. Seminar Nasional Penginderaan jauh 2014, p232–241.
- 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. doi: 10.14710/jkt.v25i1.12294
- Rahma, I.Y. (2020). Analisis Komparasi Metode Pemetaan Ekosistem Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 17(2), 49-55. doi: 10.15294/jg.v17i2.24417
- Savira, N., Hartoko, A., & Adi, W. (2018). Perubahan luasan mangrove pesisir timur Kabupaten Bangka Tengah menggunakan citra Satelit ASTER. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(1), 53-60. doi: 10.33019/akuatik.v12i1.691
- Shalihati, S. F. (2014). Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Dalam Pembangunan Sektor Kelautan Serta Pengembangan Sistem Pertahanan Negara Maritim. *Geo Edukasi*, 3(2), 115-126.
- Simanjuntak, B. C., & Juliani, R. (2016). Aplikasi Citra Landsat 8 Oli Untuk Menganalisa Kerapatan Vegetasi Mangrove Di Pesisir Kabupaten Langkat. *EINSTEIN (e-Journal)*, 4(1), 1-6. doi: 10.24114/einstein.v4i1.7866
- Sinaga, S. H., Suprayogi, A., & Haniah. (2018). Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index Dan Soil Adjusted Vegetation Index

- Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2a (Studi Kasus : Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 202–211.
- Susilo, H., Ghalib, M., & Mulyadi, A. (2019). Mapping Of Mangrove Vegetation Using Landsat Satellite Imagery in The Estuary Of Gangsal River Indragiri Hilir Regency Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3), 181-189. doi: 10.31258/ajoa.2.3.181-189
- Suyono, Supriharyono, Hendrarto, B., & Radjasa, O.K. (2015). Pemetaan Degradasi Ekosistem Mangrove dan Abrasi Pantai Berbasis Geographic Information System di Kabupaten Brebes-Jawa Tengah. *Oceatek*, 9(01), 90–102.
- 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. doi: 10.33512/jpk.v8i1.3682
- Turiso, B.E., Suharto, R., & Priyono, E.A. (2018). Peran serta masyarakat dan kewenangan pemerintah dalam konservasi mangrove sebagai upaya mencegah rob dan banjir serta sebagai tempat wisata. *Masalah-Masalah Hukum*, 47(4), 479-497. doi: 10.14710/mmh.47.4.2018.479-497
- Ulqodry, T.Z., Aprianto, A.E., Agussalim, A., Aryawat, R., & Absori, A. (2021). Analisis Tutupan Mangrove Taman Nasional Berbak – Sembilang melalui Citra Landsat-8 dan Pemantauan Leaf Area Index (LAI). *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(3), 393–401. doi: 10.14710/jkt.v24i3.12278
- Utami, F. P., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2016). Analisis spasial perubahan luasan mangrove akibat pengaruh limpasan sedimentasi tersuspensi dengan metode penginderaan jauh (Studi kasus: Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 305-315.
- Winarso, G. (2019). Metode Cepat Pemantauan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Seminar Nasional Geomatika 2019*, p.901-910.