

MAPPING THE DISTRIBUTION OF MANGROVE BY REMOTE SENSING IN THE COASTAL OF KARAWANG REGENCY

Roberto Patar Pasaribu^{1*}, Aris Kabul Pranoto¹, Roni Sewiko¹, Elfa Afwafiah¹

¹Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang

Jl. Raya Lingkar Tanjungura, Karangpawitan, Karawang, 41314

*robertopasa37@gmail.com

ABSTRACT

Mangrove forest areas are generally found throughout the coast of Indonesia and grow in locations that have a tidal influence. At this time the condition of mangroves both qualitatively and quantitatively continues to decline from year to year. The decline in the quality of mangroves is a serious concern along with the shrinking of its area. The purpose of this study was to determine the condition and extent of mangrove distribution on the coast of Karawang Regency. The research was carried out on the coast of Karawang Regency from March to June 2021. The research method was carried out by survey methods and satellite data collection, to obtain field condition data and Landsat 8 satellite imagery data. Image data processing and analysis was carried out using the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) method which can create a boundary between mangrove and non-mangrove. With this method, it can be seen the changes in the mangrove distribution area from year to year. The results of data processing and analysis show that in 2013 the distribution of mangroves on the coast of Karawang Regency has an area of 207.88 km², in 2016 it has an area of 357.22 km² and in 2020 its area is 237.61 km².

Keywords: Mangrove, Remote Sensing, Normalized Difference Vegetation Index

I. PENDAHULUAN

Mangrove diartikan sebagai kelompok tumbuhan yang terdiri dari berbagai jenis dari suku yang berbeda, tetapi mempunyai persamaan kemampuan penyesuaian diri yang sama terhadap habitat yang dipengaruhi oleh pasang surut. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut ataupun dengan perairan sekitar muara sungai. Oleh karena itu, ekosistem mangrove dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Ekosistem mangrove juga memiliki fungsi fisik diantaranya adalah sebagai pencegah intrusi air laut, melindungi garis pantai dari abrasi dan erosi dan sebagai penyangga terhadap sedimentasi yang datang dari daerah daratan ke lautan [1].

Beberapa tahun terakhir ekosistem mangrove secara terus menerus mendapat tekanan akibat berbagai aktivitas manusia. Kerusakan ekosistem mangrove tersebut diawali dengan adanya degradasi luasan, degradasi jenis, konflik kepentingan, eksploitasi dan pemanfaatan mangrove yang berlebihan. Permasalahan kawasan pesisir Karawang adalah rusaknya ekologi pantai karena tidak adanya vegetasi pelindung kawasan pesisir, sehingga mengalami abrasi. Jumlah populasi mangrove kurang dari 10% dari total garis pantai dan hampir tidak ada ekologi mangrove yang memenuhi kualifikasi sebagai hutan mangrove. Ekologi mangrove yang semakin tipis ini tidak mampu lagi melindungi kawasan pantai dari penetrasi arus, ombak dan angin,

sehingga pantai utara Kabupaten Karawang sudah banyak dirusak oleh abrasi atau pengikisan pantai dan di tempat lainnya ada yang mengalami sedimentasi [2].

Berdasarkan pada hal tersebut, diperlukan adanya perhatian khusus untuk mengetahui penyebaran mangrove baik pertumbuhan maupun kerusakannya. Salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi yang ada dan telah banyak digunakan yaitu teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan satelit. Penginderaan jauh (*Remote Sensing*) adalah teknik yang berlandaskan pada penggunaan gelombang elektromagnetik. Teknologi tersebut menghasilkan citra/gambar yang diperoleh dengan cara membangun suatu relasi antara flux yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit dengan sifat-sifat fisik obyek yang diamati/obyek di permukaan bumi [3].

Dengan teknologi penginderaan jauh terutama pada resolusi spasial dan temporalnya dapat mempermudah proses identifikasi mangrove. Penginderaan jarak jauh mampu memonitor cakupan kawasan mangrove yang luas maupun relatif sempit, mengurangi biaya dan memerlukan waktu yang lebih pendek jika dibandingkan dengan pengukuran langsung ke lapangan. Pemanfaatan penginderaan jauh yang merekam gambaran muka bumi secara berkala dapat memantau penambahan dan pengurangan kawasan mangrove dengan waktu yang relatif singkat [4]. Letak geografis ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan objek vegetasi darat lainnya. Efek perekaman tersebut sangat erat kaitannya dengan karakteristik spektral ekosistem mangrove [5].

Salah satu satelit terbaru yang bisa dimanfaatkan untuk mendeteksi sebaran mangrove adalah Landsat 8. Satelit ini melanjutkan misi satelit Landsat 7 dengan beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan seperti jumlah band,

rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai dari tiap piksel data [6].

Untuk memetakan sebaran mangrove di pesisir Kabupaten Karawang ini dilakukan dengan menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Metode NDVI merupakan salah satu persamaan nilai indeks vegetasi yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu vegetasi. Perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa mangrove yang hijau tumbuh secara sangat efektif dengan menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (PAR atau *Photosynthetically Aktif Radiation*) [7].

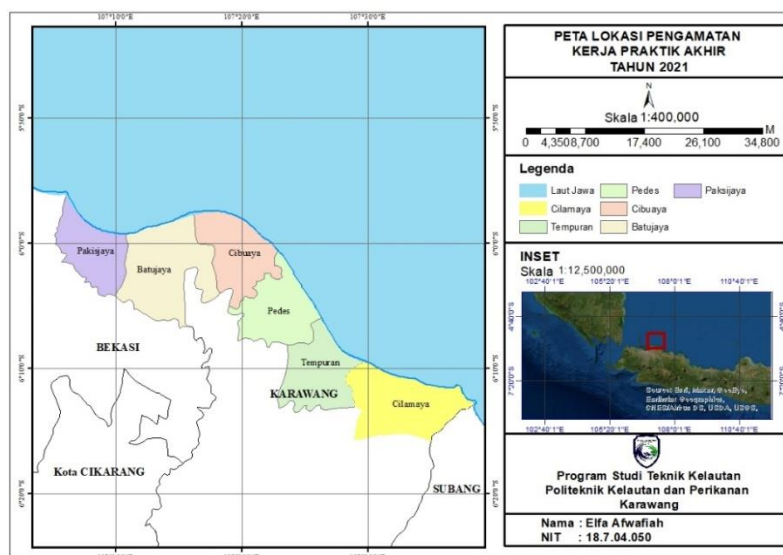
Pengolahan data sebaran mangrove dilakukan dengan aplikasi *Google Earth Engine* (GEE), GEE adalah *platform* berbasis *cloud* yang memudahkan untuk mengakses dan memproses kumpulan data geospasial yang sangat besar untuk melakukan analisis dan pengambilan keputusan. GEE merupakan layanan pemrosesan atau analisis data geospasial menggunakan sistem repository dan didukung oleh sistem berbasis cloud. Untuk menjalankan sistem yang ada di GEE digunakan bahasa pemrograman *java script* dan *python* [8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi sebaran mangrove di pesisir Kabupaten Karawang dengan cara melakukan pemetaan sebaran mangrove menggunakan data penginderaan jauh. Dengan pemetaan ini dapat diketahui perubahan luas penyebaran mangrove setiap tahunnya.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di pesisir Kabupaten Karawang dengan koordinat 107° 02' - 107° 40' BT dan 5° 56' - 6° 34' LS dan dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2021.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dengan metoda survei dan pengumpulan data Citra Satelit Landsat 8, pengolahan dan analisa data citra serta pemetaan penyebaran mangrove. Adapun metode kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Survei dan Studi Literatur

Melakukan survei ke lokasi penelitian dan mengkaji referensi atau sumber-sumber pustaka yang terdapat keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

b. Pengumpulan data Citra Landsat 8

Data citra yang digunakan adalah citra landsat-8 *surface reflectan tier 1*, akuisisi tahun 2013, tahun 2016 dan 2020. Data citra satelit yang digunakan adalah perekaman antara Januari sampai dengan Desember dengan batas lokasi pengamatan adalah wilayah pesisir Kabupaten Karawang, Jawa Barat.

c. Pengolahan Data dan Analisa Data

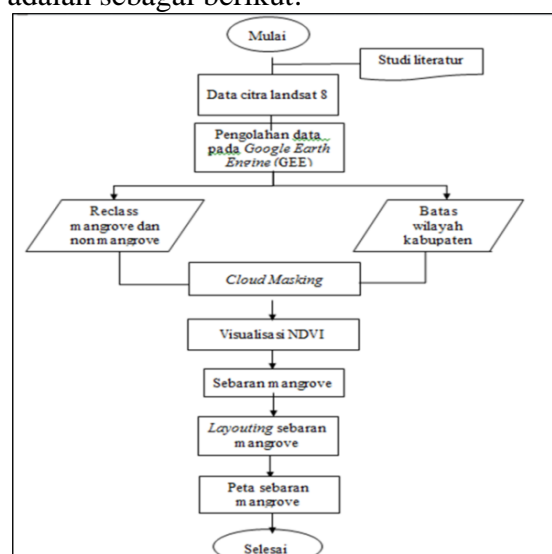
Data diolah dengan aplikasi web/platform GEE (*Google Earth Engine*) dan menggunakan metoda metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

d. Pemetaan sebaran mangrove

Pembuatan peta / layout sebaran mangrove dilakukan dengan menggunakan aplikasi QGIS 3.10

Untuk melakukan pengolahan data sebaran mangrove dengan penginderaan jauh ada beberapa tahapan yang dilakukan, diantaranya pengolahan awal citra satelit (*pre-processing*), pengolahan citra digital (*image processing*), verifikasi data citra (NDVI), analisis perubahan penutupan lahan, evaluasi akurasi, *ground check* dan *reklasifikasi* [9].

Adapun diagram alir penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Citra Satelit

Citra Satelit merupakan salah satu dari beragam proses penginderaan jauh

berupa gambaran yang terekam oleh kamera atau sensor lain yang dipasang pada wahana satelit luar angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 km dari permukaan bumi. Sensor yang berada di satelit merekam gelombang elektronik yang dipantulkan oleh objek di permukaan bumi. Citra satelit memiliki kemampuan merekam yang berbeda sesuai dengan resolusinya masing-masing. Resolusi merupakan kemampuan sistem optik elektronik yang berfungsi untuk membedakan informasi yang berdekatan secara spasial dan memiliki kemiripan secara spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal [10].

Penginderaan Jauh untuk Mangrove

Penginderaan jauh telah lama digunakan oleh manusia untuk mengenal dan mempelajari sifat dan karakter permukaan bumi dalam skala besar, sehingga tercapai efisiensi dan efektifitas. Vegetasi mangrove dapat diidentifikasi menggunakan teknologi *remote sensing* atau penginderaan jauh secara multi temporal. Teknologi *remote sensing* adalah teknik yang berlandaskan pada penggunaan gelombang elektromagnetik. Teknologi tersebut menghasilkan citra/gambar yang diperoleh dengan cara membangun suatu relasi antara flux yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit dengan sifat-sifat fisik obyek yang diamati/obyek di permukaan bumi [3].

Teknologi penginderaan jauh terutama pada resolusi spasial dan temporalnya dapat mempermudah proses identifikasi mangrove. Penginderaan jarak jauh mampu memonitor cakupan kawasan mangrove yang luas maupun relatif sempit, mengurangi biaya jika dibandingkan dengan menggunakan pengukuran langsung dan memerlukan waktu yang lebih pendek dalam menganalisa jika dibandingkan dengan pengukuran lapangan. Teknologi penginderaan jauh memiliki keunggulan karena sifat *synoptic*, yaitu mengukur objek

pada saat bersamaan pada suatu area yang luas dan juga dapat mengukur objek pada waktu yang berbeda secara periodik [4].

Teknologi aplikasi dari penginderaan jauh multispektral telah menitikberatkan pada estimasi jumlah dan distribusi sebaran vegetasi mangrove yang didasarkan pada pantulan dari kanopi. Intensitas pantulan tergantung pada panjang gelombang yang digunakan, tiga komponennya terdiri dari: daun, substrat dan bayangan. Hutan mangrove dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, letak geografi hutan mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut dapat memberi efek perekaman yang khas jika dibandingkan objek vegetasi darat lainnya [11].

Citra Landsat-8

Citra landsat-8 diluncurkan pada tahun 2011 yang merupakan kelanjutan dari misi landsat yang merupakan generasi baru menggantikan landsat 7 yang mempunyai sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan kanal yang berjumlah 11, kanal 1-9 berada pada OLI dan kanal 10 dan 11 pada TIRS. Citra satelit penginderaan jauh ini yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh pasif yang memiliki 7 saluran dimana tiap saluran menggunakan panjang gelombang tertentu [12].

GEE (Google Earth Engine)

GEE (*Google Earth Engine*) adalah *platform* berbasis *cloud* yang memudahkan untuk mengakses dan memproses kumpulan data geospasial yang sangat besar untuk melakukan analisis dan pengambilan keputusan. *Platform* ini memungkinkan pengguna untuk membuat dan menjalankan algoritma khusus dan komputasi yang cepat sehingga memungkinkan melakukan analisis skala global dengan mudah. Google telah mengarsipkan banyak dataset dan

menautkannya ke mesin cloud computing untuk penggunaan *open source* [13].

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu vegetasi. Perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa mangrove yang hijau tumbuh secara sangat efektif dengan menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak PAR (*Photosynthetically Aktif Radiation*), sementara itu tanaman hijau sangat memantulkan radiasi dari daerah inframerah dekat. Konsep pola spektral di dasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra band merah adalah sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Keterangan :

NIR = radiasi inframerah dekat dari piksel.

Red = radiasi cahaya merah dari piksel

Nilai indeks vegetasi NIR adalah band 5 dan Red adalah band 4 dari citra Landsat 8 [6].

Pengolahan dan Analisa Data

Data diolah dengan aplikasi web/*platform* GEE (*Google Earth Engine*). GEE menggunakan bahasa pemrograman *javascript*. Pengolahan data terdiri dari beberapa tahapan yang terdiri dari pemilihan lokasi, pengolahan dan analisa data. Tahap pertama pengolahan data yaitu dengan memasukkan batas lokasi pengamatan serta data citra satelit *Landsat-8 Surface Reflectance Tier 1* ke dalam GEE. Kemudian dilakukan *filtering cloud masking* pada citra untuk menghilangkan awan yang menutupi daerah pengamatan serta memilih *cloud cover minimum* atau awan dengan tutupann yang paling rendah. Tahap berikutnya adalah memisahkan antara daerah perairan dan daratan dengan cara nilai *digital number* (DN) darat dengan

nilai nol. Citra yang sudah terkoreksi dan sudah terpisah antara daratan dan perairan kemudian memunculkan citra *komposite* atau *true colour*. Pada citra Landsat-8 *true colour* sendiri terdapat tiga band yaitu band 4 (*Red*), band 3 (*Green*) dan band 2 (*Blue*). Transformasi indeks vegetasi menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

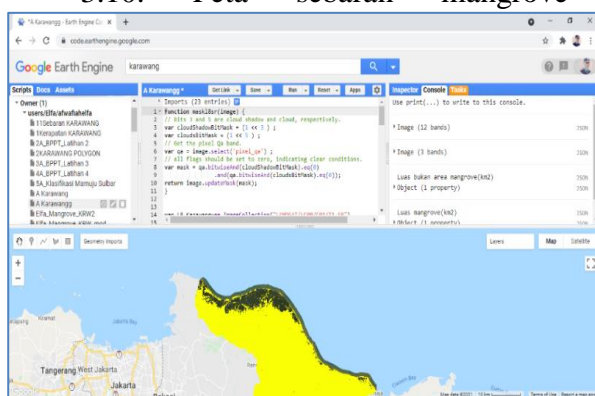
Langka pengolahan peta pada Google Earth Engine (GEE) dilakukan dengan membuka platform google earth engine yang dapat diakses di <https://earthengine.google.com/>. Kemudian menentukan lokasi yang ingin diolah datanya sebagai batas area yaitu pesisir Kabupaten Karawang. Setelah itu pilih jenis citra satelit yang digunakan dalam pengolahan data, yaitu Landsat 8 *Surface Reflectance Tier-1* dengan *code image collection* (LANDSAT/LC08/C01/T1_SR). Dengan menggunakan metoda NDVI hasil pengolahan citra nya akan diperoleh tampilan penyebaran mangrove sesuai warna yang diinginkan. Untuk pembuatan peta penyebaran mangrove dilakukan dengan menggunakan aplikasi QGIS 3.10.

Secara umum tahapan proses pengolahan data dilakukan dilakukan sebagai berikut:

- a) Batas Wilayah Kabupaten Karawang. Batas wilayah ini berfungsi untuk membatasi lokasi pengamatan sehingga dapat terfokus untuk dilakukan pengamatan.
- b) *Reclass* Mangrove dan Non Mangrove. *Reclass* atau pengkelasan mangrove dilakukan menggunakan klasifikasi dengan mengelompokkan/ mengkelaskan piksel yang dilakukan pada Landsat 8 *Surface Reflectance Tier1*. sehingga memisahkan antara vegetasi mangrove dan non mangrove
- c) *Cloud Masking*. Tahap ini dilakukan untuk menghilangkan awan yang menutupi daerah pengamatan serta memilih dengan *cloud cover*

minimum atau awan dengan tutupan yang paling rendah.

- d) Visualisasi NDVI. Visualisasi NDVI didasarkan dari nilai indeks vegetasi NDVI dengan rumus matematis $(NIR-Red)/(NIR+Red)$. NIR adalah band 5 dan Red adalah band 4 dari citra Landsat 8 untuk memperoleh data grafis yang baru dan memiliki satuan pemetaan sehingga akan diperoleh satuan pemetaan baru.
- e) Pemetaan Sebaran Mangrove. Pembuatan sebaran mangrove dilakukan menggunakan aplikasi QGIS 3.10. Peta sebaran mangrove



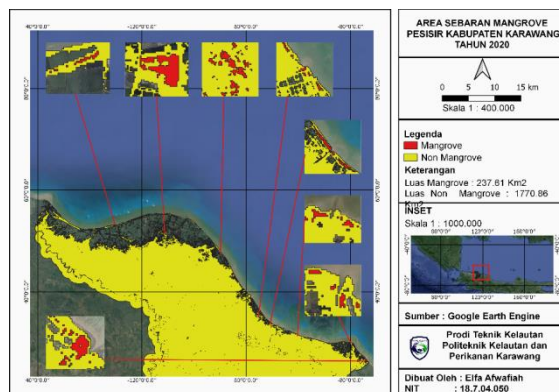
Gambar 3. Visualisasi NDVI penyebaran Mangrove

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan ada 2 jenis, yaitu data sekunder dan data primer. Data primer adalah survey langsung ke lapangan yaitu pesisir pantai utara Kabupaten Karawang untuk melakukan ground check point (GCP) untuk melihat kondisi mangrove di pantai serta wawancara kepada beberapa penduduk di sekitar pantai. Data sekunder adalah data citra dari satelit Landsat 8 untuk wilayah pesisir Kabupaten Karawang. Data citra yang digunakan adalah data citra dengan beda periode yaitu data citra tahun 2013, tahun 2016 dan tahun 2020. Pengumpulan data citra dari Satelit Landsat 8 dilakukan dengan menggunakan website : <https://earthexplorer.usgs.gov/>

kemudian dianalisis datanya yang meliputi analisis data mangrove yang meliputi kondisi sebaran mangrove dengan pemberian indeks vegetasi pada citra landsat-8 sehingga mendapatkan peta dari indeks *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Visualisasi penyebaran Mangrove sebagai hasil pengolahan data dengan menggunakan indeks NDVI dapat dilihat pada Gambar 3 dan pemetaan penyebaran Mangrove ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Penyebaran Mangrove

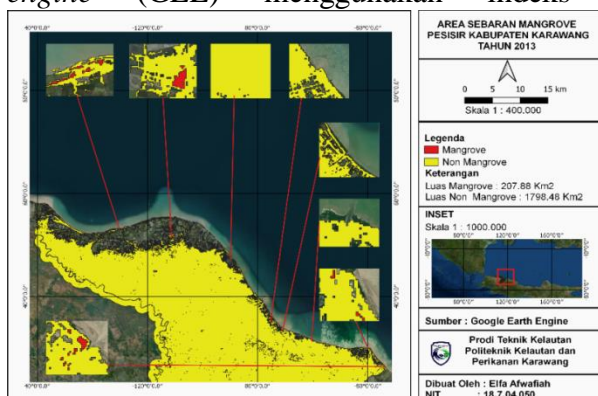
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan di *google earth engine* (GEE) menggunakan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dengan data citra satelit landsat 8 didapatkan peta sebaran mangrove di Kabupaten Karawang pada tahun 2013, 2016, dan 2020.

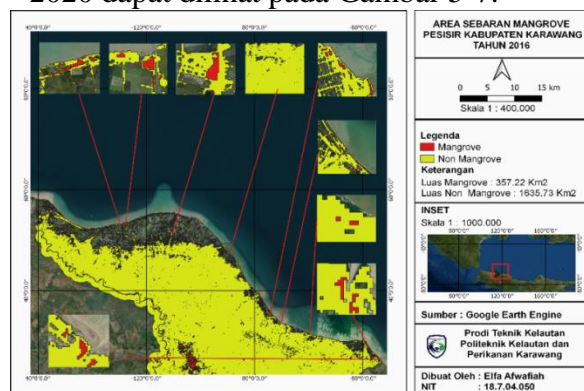
Sebaran mangrove di Kabupaten Karawang berdasarkan hasil interpretasi tersebar di 9 (Sembilan) kecamatan, yaitu Kecamatan Pakisjaya, Batujaya, Tirtajaya, Cibuaya, Pedes, Cilebar, Tempuran, Cilamaya Kulon dan Cilamaya Wetan. Tanaman hutan mangrove yang terbesar berada di Kecamatan Tirtajaya, Cilamaya, Cibuaya, Pakisjaya dan Batujaya. Sedangkan di Kecamatan lainnya luasan mangrove kecil dengan jumlah pohon yang

hanya tinggal beberapa saja. Peta sebaran mangrove hasil pengolahan di *google earth engine* (GEE) menggunakan indeks

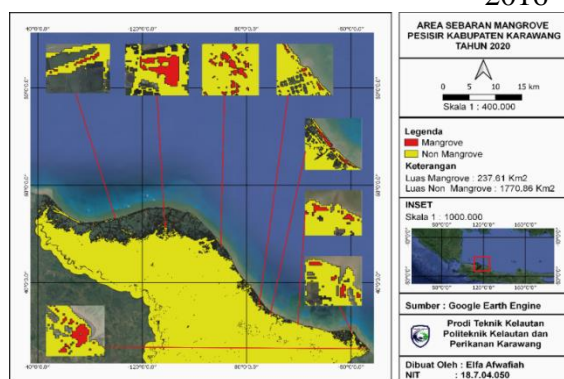
vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) pada tahun 2013, 2016, dan 2020 dapat dilihat pada Gambar 5-7.



Gambar 5. Peta Sebaran Mangrove Tahun 2013



Gambar 6. Peta Sebaran Mangrove Tahun 2016



Gambar 7. Peta Sebaran Mangrove Tahun 2020

Luasan Mangrove

Berdasarkan hasil analisis pada pengolahan di *platform Google Earth Engine* (GEE), pendeteksian kawasan mangrove di pesisir Kabupaten Karawang secara multitemporal berdasarkan hasil interpretasi citra dan pemetaan terlihat perubahan luasan area mangrove. Pada tahun 2013 sebaran mangrove di pesisir

Kabupaten Karawang memiliki luasan 207.88 km², dan pada tahun 2016 mengalami peningkatan luasan 357.22 km² dengan penambahan seluas 149.34 km² dan pada tahun 2020 seluas 237.61 km² sehingga mengalami penurunan seluas 119.61 km². Luasan mangrove dan non mangrove disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Luasan Mangrove

No	Tahun	Luasan Mangrove (km ²)	Luasan Non Mangrove (km ²)
1	2013	207.88	1798.48
2	2016	357.22	1635.73
3	2020	237.61	1770.86

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa pada tahun 2013 luasan mangrove memiliki cakupan yang tidak terlalu luas hanya berkisar 207.88 km² dikarenakan telah

terjadi kerusakan yang lumayan parah, yaitu sekitar 54%. Kerusakan mangrove ini tersebar di sembilan kecamatan di pesisir Kabupaten sesuai dengan data yang

diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Karawang. Kerusakan mangrove tersebut diduga akibat dari ulah masyarakat dan juga faktor alam seperti, terjangan gelombang besar, banjir rob, dan terjadinya abrasi. Abrasi tak terbandung dikarenakan wilayah pesisir Kabupaten Karawang belum dilengkapi bangunan pemecah ombak yang kuat [10].

Pada tahun 2016 luasan mangrove mengalami peningkatan seluas 357.22 Km², dikarenakan dalam kurun waktu 3 tahun tersebut dilakukan penanaman-penanaman pohon mangrove. Pada tahun 2020 dalam kurun waktu 4 tahun luasan mangrove di pesisir Kabupaten Karawang kembali mengalami penurunan seluas 237.61 km², penurunan luasan ini diduga salah satunya akibat dari tumpahan minyak dari penambangan minyak Pertamina pada tahun 2019 yang mengakibatkan mangrove rusak dan mati sejumlah 77.713 mangrove terdampak *oil spill* begitupun dengan tanaman mangrove yang baru ditanam dan ukuranya masih kecil.

Beberapa penyebab perubahan luasan mangrove di pesisir Kabupaten Karawang adalah terjadinya konversi hutan mangrove menjadi lokasi pertambakan, dan juga pemukiman merupakan faktor menurunnya luasan hutan mangrove. Kerusakan dan pengurangan sumberdaya mangrove yang terus berlangsung tidak hanya mengurangi produksi perikanan dan keanekaragaman hayati, tetapi juga merusak stabilitas ekosistem pesisir laut disekitarnya [5].

Upaya rehabilitasi mangrove di kawasan pesisir Kabupaten Karawang sudah dilakukan oleh beberapa pihak baik dari pemerintahan maupun dari LSM, akan tetapi upaya tersebut dilakukan sendiri-sendiri tanpa ada kerjasama yang membuat upaya rehabilitasi tersebut dapat dipertahankan. Permasalahan ini juga akibat lemahnya upaya penegakan hukum terhadap pelanggaran eksploitasi sumber daya alam pesisir, rendahnya kesadaran untuk menyelesaikan status kepemilikan

lahan untuk rehabilitasi. Selain itu paska rehabilitasi tersebut tidak ada monitoring untuk memantau perkembangan hasil rehabilitasi tersebut. Seiring dengan ancaman dan degradasi mangrove akibat kegiatan manusia, maka diperlukan adanya pengamatan yang berkaitan dengan perubahan luasan mangrove. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan dan strategi pengelolaan mangrove yang lestari dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data, dapat disimpulkan: 1) Penggunaan aplikasi penginderaan jauh dengan metode NDVI dan dengan data citra tahun 2013, 2016 dan 2020 dapat mengetahui pola sebaran mangrove di Pesisir Kabupaten Karawang. Pada tahun 2013 sebaran mangrove memiliki luasan 207.88 km² yaitu sekitar 54 persen, sedangkan pada tahun 2016 memiliki luasan 357.22 km² dengan penambahan seluas 149.34 km² dan pada tahun 2020 seluas 237.61 km² terjadi penurunan seluas 119.61 km², sehingga secara keseluruhan antara tahun 2013 sampai tahun 2020 terjadi penambahan luas sebaran mangrove di Pesisir Kabupaten Karawang. 2) Pengoperasian aplikasi teknologi penginderaan jauh dengan metoda GEE (*Google Earth Engine*) dan aplikasi QGIS dapat mempermudah proses identifikasi dan pemetaan sebaran mangrove. Penginderaan jarak jauh mempunyai kelebihan karena mampu memonitor cakupan kawasan mangrove yang luas maupun relatif sempit dan mengurangi biaya jika dibandingkan dengan menggunakan pengukuran langsung serta memerlukan waktu yang lebih singkat dalam menganalisa jika dibandingkan dengan pengukuran lapangan.

Dalam mengolah dan menganalisa data dengan GEE (*Google Earth Engine*) sangat diperlukan pemahaman dan

ketelitian yang tinggi mengenai data citra satelit dan diperlukan pengambilan data secara langsung untuk melakukan validasi. Perlu adanya perhatian yang lebih intensif dan pengawasan terhadap sumberdaya

mangrove di pesisir Kabupaten Karawang agar keberadaan dan kelestarian mangrove dapat terjaga dengan baik dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pranata, R., A.J. Patandean, A. Yani. (2014). Analisis Sebaran dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Kabupaten Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 12 (1): 88-95. <https://doi.org/10.35580/jspf.v12i1.2037>
2. Muharam. (2014). Penanaman Mangrove Sebagai Salah Satu Upaya Rehabilitas lahan dan Lingkungan di Kawasan Pesisir Pantai Karawang. *Jurnal Ilmiah Solusi*, 1(1): 1–10. <https://doi.org/10.35706/solusi.v1i1.36>
3. Pasaribu, R., Liliek., Dian, S. (2019). Kajian Abrasi dan Sedimentasi dengan Teknologi Remote Sensing di Pantai Karawang. *Jurnal Airaha*, 8(2):137–147.
4. Winarso, G. (2018). Metode Cepat Pemantauan Hutan Mangrove Menggunakan (Rapid Method for Mangrove Forest Monitoring using Remote Sensing Data). *Seminar Nasional Geomatika*, 901–910.
5. Muzakki, S. A., Zeny, A., Mourniaty, A., Rahardjo, P., Triyono, H. (2021). Mapping and Evaluation of Mangrove Forest Health in Karawang Regency Using Multitemporal Landsat. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 4(2), 137–143.
6. 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*, 21(2): 232–241.
7. Noviantoro., Prasetyo, N., Sasmito, B., Prasetyo, Y. (2017). Area Studi : Kabupaten Semarang. *Jurnal Geodesi*, 6(3): 21–27.
8. Fikri, A.S., F. Setiawan, W.A. Violando, A.D. Muttaqin, F. Rahmawan. (2021). Analisis Perubahan Penutupan Lahan Menggunakan Google Earth Engine dengan Algoritma Cart (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur). *Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)*.
9. Husodo, T., Ali, T., Mardiyah, S.R., Shanida, S., Abdoellah, O.S., Wulandari, I. (2021). Perubahan lahan vegetasi berbasis citra satelit di DAS Citarum, Bandung, Jawa Barat. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1): 54-63. <https://doi.org/10.22146/mgi.61217>
10. Pasaribu, R.P., Irwan, A., Soeprijadi, L., Pattirane, C. (2020). Studi Alternatif Bangunan Pengaman Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang. *Pelagicus*, 1(2): 83–95. <http://dx.doi.org/10.15578/plgc.v1i2.8875>
11. Pratama, L.W., Isdianto, A. (2017). Mapping of Mangrove Forest Density in Segara Anakan , Cilacap, Central Java Using Landsat Image 8 at the National Aeronautics and Space Agency (Lapan), Jakarta. *Jurnal Floratek* 12(1): 57–61
12. Sitanggang, G. (2011). Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan : Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). *Berita Dirgantara*, 11(2)
13. Julianto, F.D., D.P.D. Putri, H.H. Safi'i. (2020). Analisis Perubahan Vegetasi dengan Data Sentinel-2 menggunakan Google Earth Engine (Studi Kasus Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 2(02).