

**IDENTIFIKASI KERAPATAN TUTUPAN MANGROVE PULAU
GUSUNG MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8*****Identification Of Mangrove Cover Density In Gusung Island Using
Landsat 8 Image***

Ghina Yusriyyah Salma^{1*}, Adhil Nur Muhammad², Raihan Cahara Winaya Adiwirya³,
Riki Ridwana⁴, Lili Somantri⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Email Korespondensi: ghinays178@upi.edu

Received: 24/12/2021 | Revised: 16/12/2022 | Accepted: 17/12/2022

DOI: 10.31314/j sig.v5i1.1301

Abstract - Mangrove forest is one of the ecosystems that live in coastal areas and has a muddy substrate. Mangroves have an important role in maintaining water productivity and supporting the life of Indonesia's coastal areas. However, the increasing desire to convert or exploit mangrove forests can trigger a periodic decline in the number of mangrove forests, which will result in changes in the environment of coastal ecosystems, and have an impact on physical, biological and economic decline. This research objective is to analyze changes in mangrove forests using remote sensing data. The study used data for 2015 and 2019, which are located in the coastal mangrove forest of Gusung Island Bontoharu Subdistrict, Selayar Islands Regency, South Sulawesi Province. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) formula is used to calculate and classify in obtaining land cover. The results showed that the mangrove forest in the coastal area of Gusung Island experienced an increase in vegetation density. This can be an example for other areas so that mangrove forests need to be preserved and protected from damage.

Keywords: gusung island, selayar, mangrove, landsat 8, NDVI

Abstrak – Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem yang hidup di daerah pesisir pantai dan memiliki substrat yang berlumpur. Mangrove memiliki peranan penting dalam pemeliharaan produktivitas perairan dan menunjang kehidupan wilayah pesisir Indonesia. Namun, semakin tingginya keinginan untuk mengkonversi maupun mengeksploitasi hutan mangrove dapat memicu penurunan jumlah hutan mangrove secara berkala, yang akan berakibat terjadinya perubahan lingkungan ekosistem pesisir, dan berdampak pada penurunan segi fisik, biologi, dan ekonomi. Tujuan penelitian adalah menganalisis adanya perubahan hutan mangrove dengan menggunakan data penginderaan jauh. Penelitian menggunakan data pada Tahun 2015 dan 2019, yang berlokasi di hutan mangrove pesisir Pulau Gusung Kecamatan Bontoharu, Kabupaten Kepulauan Selayar, Provinsi Sulawesi Selatan. Formula NDVI digunakan untuk menghitung dan klasifikasi dalam memperoleh tutupan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan mangrove di wilayah pesisir Pulau Gusung mengalami kenaikan kerapatan vegetasi. Hal tersebut dapat menjadi percontohan bagi wilayah lain agar hutan mangrove perlu dilestarikan dan dijaga dari kerusakan.

Kata kunci: pulau gusung, selayar, mangrove, landsat 8, NDVI

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan ekosistem penting yang mendukung kehidupan di kawasan pantai serta dalam menjaga keseimbangan siklus biologis di lingkungannya. Bagi makhluk hidup ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis dan ekonomis. Secara ekologis, mangrove dapat berfungsi sebagai tempat hidup, tempat mencari makan biota laut, serta sebagai daerah pemijahan. Sedangkan secara ekonomis, mangrove dapat digunakan sebagai bahan bangunan, lahan tambak, dan objek wisata (Sukojo et al., 2019). Mangrove juga berfungsi sebagai pencegah intrusi air laut dan pencegah abrasi pantai (Irawan & Malau, 2016).

Sumber daya hutan mangrove di Indonesia sangatlah luas dan tersebar di kawasan pesisir di berbagai titik. Potensi kekayaan alam tersebut perlu dikelola dan dimanfaatkan seoptimal mungkin untuk mendukung pelaksanaan pembangunan nasional dan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Gunarto, 2004). Indonesia merupakan negara yang mempunyai hutan mangrove paling luas di dunia dengan total sekitar 4,25 juta ha atau 3,98% dari seluruh luas hutan Indonesia, tetapi hanya 2,5 juta ha dalam keadaan baik (Nontji, 2005).

Salah satu wilayah pesisir di Indonesia yang memiliki ekosistem mangrove adalah Pulau Gusung, Desa Bontolebang, Kecamatan Bontoharu, Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan. Ekosistem mangrove di wilayah ini banyak dimanfaatkan oleh penduduk sekitar. Hutan mangrove di Desa ini dijadikan tempat wisata edukatif, karena terbentuknya labirin-labirin yang cantik, dan masih dalam rangka pembenahan agar tempat wisata edukatif dapat optimal. Namun, pembangunan tersebut bisa saja mengakibatkan perubahan fungsi lahan menjadi kawasan pemukiman, kawasan industri, kawasan tambak, serta banyaknya penebangan pohon yang menyebabkan kerusakan ekosistem mangrove (Landgrebe, 2003). Pemantauan kondisi ekosistem mangrove di pesisir Pulau Gusung ini penting untuk dilakukan, agar dapat dianalisis bagaimana kelestarian ekosistem mangrove di wilayah tersebut.

Penurunan mangrove terus terjadi akibat semakin tingginya keinginan untuk mengkonversi maupun mengeksploitasi hutan mangrove. Salah satu contohnya adalah mangrove di kawasan Karimunjawa. Pada kawasan tersebut terjadi penurunan mangrove secara kuantitas dari tahun 2003 ke 2017. Semula mangrove di kawasan tersebut memiliki luas 600,75 ha pada tahun 2003, kemudian mengalami penurunan menjadi 391,57 ha pada tahun 2017 (Latifah et al., 2018). Hal ini tentu memicu penurunan jumlah hutan mangrove secara berkala, yang akan berakibat terjadinya perubahan lingkungan ekosistem pesisir, dan berdampak pada penurunan dari berbagai segi, baik fisik, biologi, dan ekonomi.

Vegetasi mangrove dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, yang biasanya mangrove berada pada daerah peralihan darat dan laut, sehingga memberikan hasil perekaman yang khusus jika dibandingkan dengan objek vegetasi darat lainnya (Faizal & Amran, 2005). Dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, nilai spektral pada citra satelit dapat diekstrak menjadi informasi jenis mangrove pada kisaran spektrum tampak dan inframerah dekat (Suwargana, 2008). Salah satu citra satelit penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan mangrove adalah citra Landsat 8. Citra Landsat merupakan data penginderaan jauh yang sering bahkan paling banyak digunakan untuk memetakan mangrove (Kuenzer et al., 2011). Meskipun citra Landsat memiliki resolusi sedang (Roy et al., 2014), namun banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa akurasi pemetaan mangrove cukup baik (Long & Giri, 2011; Alatorre et al., 2011; Kirui et al., 2013).

Menurut Lillesand and Kiefer (1993), penginderaan jauh merupakan sebagai teknologi untuk mengidentifikasi suatu objek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan objek tersebut. Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan, salah satunya untuk mengidentifikasi potensi sumber daya wilayah pesisir dan lautan (Suwargana, 2008). Dengan kata lain penggunaan penginderaan jauh dapat digunakan sebagai media klasifikasi wilayah mangrove pada pesisir serta untuk melakukan monitoring penurunan dan perkembangan mangrove pada suatu wilayah.

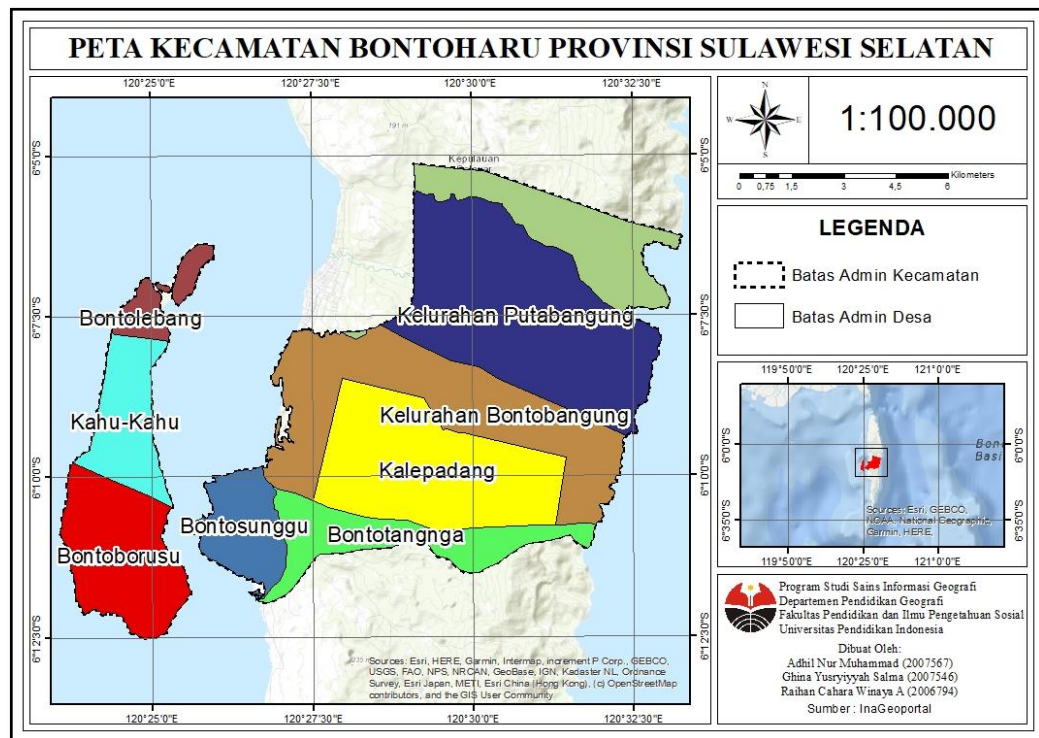
Pemantauan perubahan ekosistem mangrove menggunakan teknologi penginderaan jauh sudah banyak dilakukan, namun pemantauan di pesisir Pulau Gusung, Desa Bontolebang ini masih terbilang jarang dilakukan. Maka dari itu peneliti tertarik untuk mengambil penelitian pemantauan perubahan kerapatan tutupan mangrove di wilayah tersebut. Pemantauan menggunakan teknologi penginderaan jauh dipilih karena data dapat diolah dengan efektif dan tidak membutuhkan biaya yang besar. Selain itu, data dapat diganti dengan data terbaru yang didapatkan sesuai dengan kondisi lapangan (Prahasta, 2005). Oleh karena itu, penelitian ini

bertujuan untuk mengidentifikasi penyebaran mangrove di Pulau Gusung, serta untuk menganalisis bagaimana perubahan luasan dan kerapatan mangrove dengan memanfaatkan data citra penginderaan jauh yaitu Citra Landsat 8.

METODE DAN DATA

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah pesisir Pulau Gusung, Desa Bontolebang, Kecamatan Bontoharu, Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan. Kecamatan Bontoharu memiliki 8 Desa/Kelurahan yaitu Bontoborusu, Bontolebang, Bontosunggu, Bontobangun, Puta bangun, Bontotangnga, Kahu-Kahu, dan Kalepadang (BPS, 2020). Peta penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Data

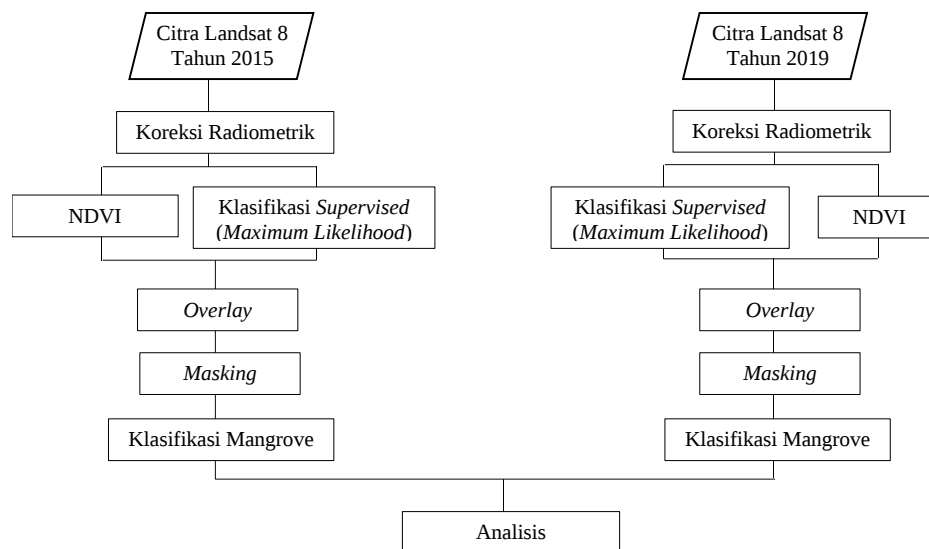
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat 8 OLI multitemporal yaitu citra yang memiliki tanggal perekaman 17 September 2015. Kemudian digunakan juga data citra yang memiliki tanggal perekaman 26 Juli 2019. Kedua data citra tersebut dipilih dikarenakan memiliki tutupan awan daratan di bawah 10%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Data Citra Landsat-8

Sensor	Tanggal Akuisisi	Cloud Cover Land	Cloud Cover	Path	Row
Landsat 8 OLI/TIRS	17 September 2015	5.99	36.42	113	64
	26 Juli 2019	1.03	0.77	113	64

C. Tahapan Pengolahan

Diagram alir penelitian disajikan sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan studi literatur metode yang biasa digunakan dalam menganalisis perubahan vegetasi hutan mangrove menggunakan data penginderaan jauh yaitu dapat menggunakan formula NDVI (Kawamuna et al., 2017). Adapun tahapan pengolahan data dalam penelitian yang menggunakan model NDVI, diantaranya:

1) Pengolahan Tahap Awal

Pada tahap awal ini dilakukan koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik terdiri dari dua tahap, yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer.

2) Klasifikasi Citra Tutupan Lahan

Mengklasifikasikan citra tutupan lahan menggunakan metode Supervised Maximum Likelihood. Maximum likelihood mengambil nilai probabilitas maximum dan cara untuk mendapatkan hasil klasifikasi dengan training area. Penelitian sejenis menunjukkan bahwa maximum likelihood memberikan tingkat dalam rata-rata 94,04%, 85,04% dan 99,61% pada daerah yang heterogen (Yousefi, 2014; Muhammad, 2016; Sampurno, 2016).

3) Perhitungan Algoritma Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang dapat mencerminkan kondisi kesehatan dan kerapatan vegetasi. Indeks vegetasi diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (brightness) beberapa kanal data sensor satelit (Rahmawan, A., dkk., 2020). Indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian perubahan hutan mangrove dengan penginderaan jauh biasanya adalah NDVI. NDVI merupakan indeks vegetasi yang sering digunakan (Sugiyono, 2008). Berikut adalah algoritma NDVI (Landgrebe, 2003):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan:

NIR = Band *Near Infrared*

Red = Band merah

4) Penggabungan (*Overlay*) klasifikasi lahan dan indeks vegetasi

Agar memperlihatkan persebaran mangrove menurut kerapatannya, harus dilakukan penggabungan hasil klasifikasi tutupan lahan dengan indeks vegetasi kerapatan mangrove terlebih dahulu.

5) Pemisahan Area Mangrove (*Masking*)

Dilakukan pemisahan area vegetasi berdasarkan tutupan lahan yang telah dibuat. Pemisahan dilakukan berdasarkan kerapatan wilayah dengan tutupan lahan mangrove dan juga wilayah dengan tutupan lahan non mangrove.

6) Klasifikasi Mangrove

Klasifikasi kerapatan mangrove mengacu pada Pedoman Inventaris dan Identifikasi Mangrove yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan (2003). Citra Landsat 8 multitemporal tahun 2015 dan 2019 masing-

masing diklasifikasikan berdasarkan rentang nilai NDVI terbagi menjadi kelas yakni mangrove lebat, mangrove sedang, dan mangrove jarang.

Tabel 2. Klasifikasi Nilai Indeks Vegetasi Mangrove (Sumber: Departemen Kehutanan, 2003)

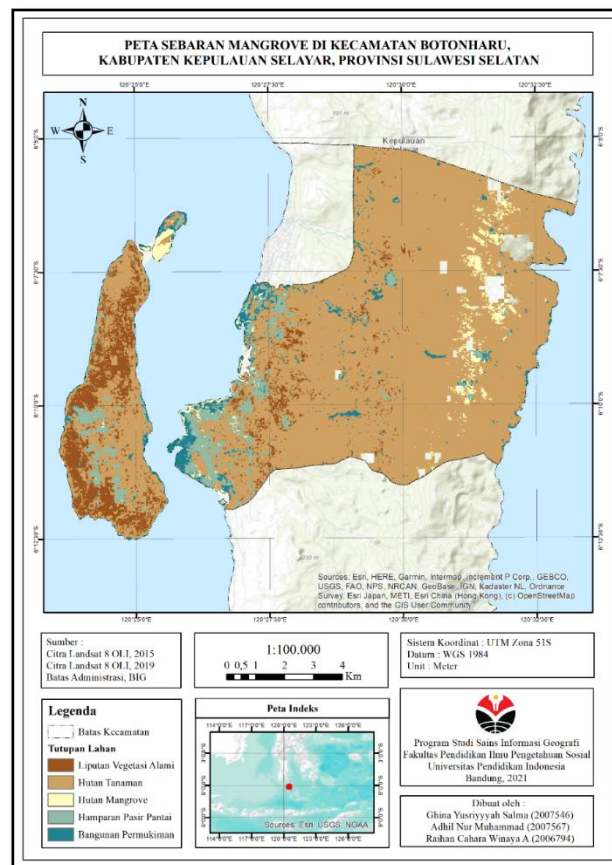
No	Klasifikasi	Nilai
1	Jarang	-1 – 0,32
2	Sedang	0,32 – 0,42
3	Lebat	0,42 – 1

Hasil pengolahan menunjukkan nilai NDVI berkisar antara -1 hingga 1 (Purboyo et al., 2021).

Hasil dari pengolahan citra penginderaan jauh bisa saja kurang akurat. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu resolusi citra yang digunakan, pemilihan band, dan kesalahan temporal (Wahrudin et al., 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

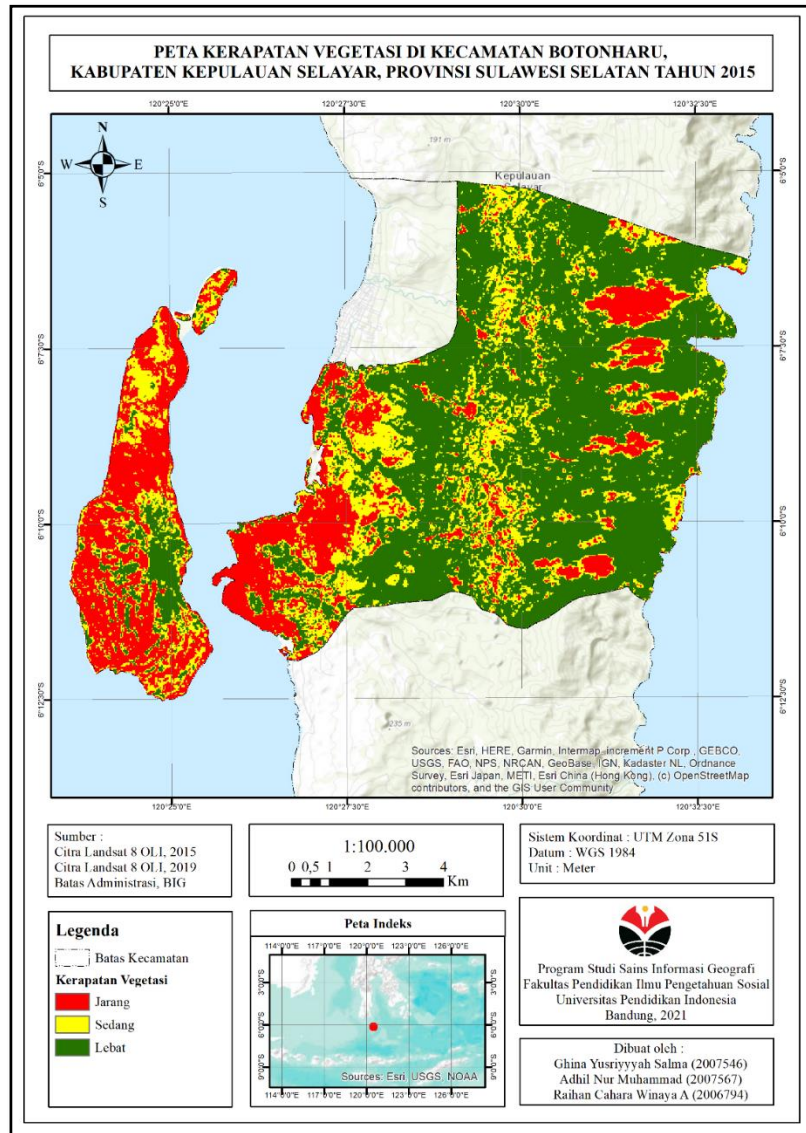
Berdasarkan hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan klasifikasi *Maximum Likelihood*, maka dapat dilihat tutupan lahan yang terdapat di Kecamatan Bontoharu. Tutupan lahan yang ada di wilayah tersebut yaitu liputan vegetasi alami, hutan tanaman, hutan mangrove, hamparan pasir pantai, dan bangunan permukiman, sebagaimana nampak pada Gambar 3. Untuk setiap klasifikasi ditunjukkan oleh beberapa simbol warna yang mewakili dari setiap klasifikasi. Pada wilayah tersebut, hutan tanaman merupakan tutupan lahan paling luas yang kemudian diikuti tutupan lahan liputan vegetasi alami.



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan (Sumber: Hasil Analisis Pengolahan, 2021)

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hanya beberapa area saja yang terdapat vegetasi hutan mangrove. Pada wilayah Barat hutan mangrove terdapat di Pulau Gusung, Desa Bontolebang. Kemudian pada wilayah timur, hutan mangrove berada di area pegunungan. Hal ini bisa terjadi karena pada area pegunungan tersebut terdapat tutupan awan yang menyebabkan adanya

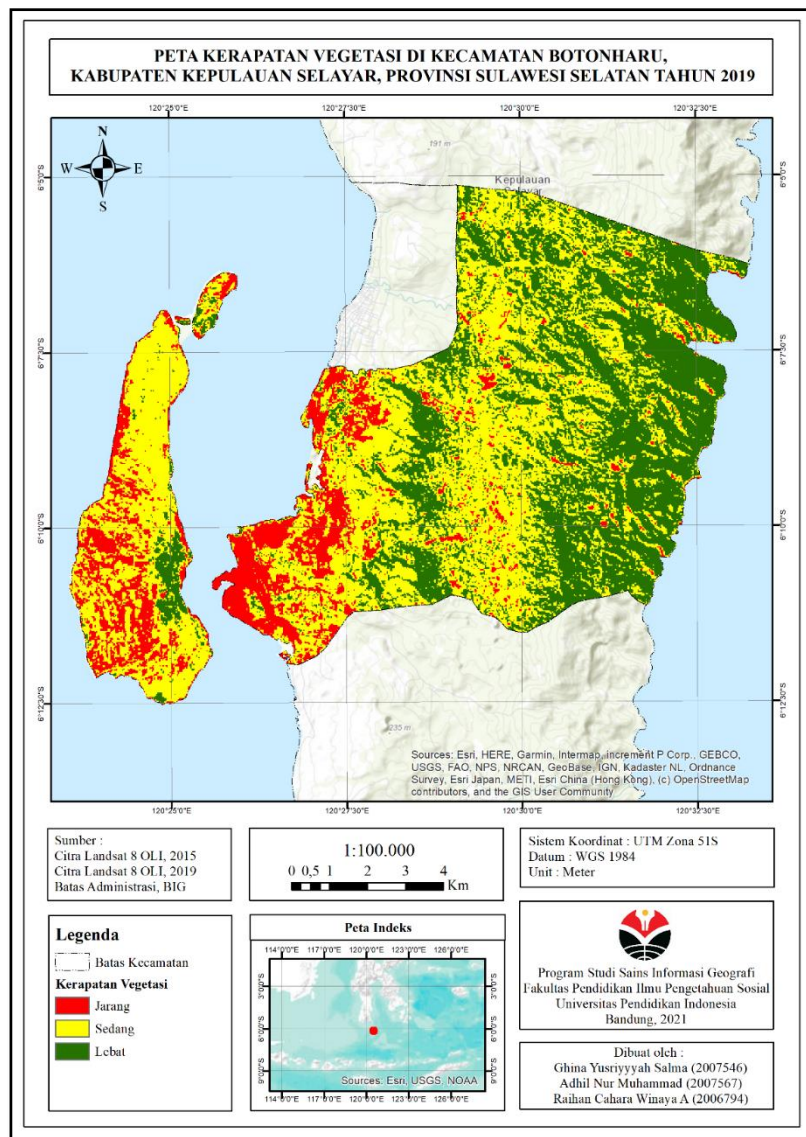
kesamaan nilai piksel hutan mangrove dengan awan tersebut. Sehingga melalui klasifikasi *maximum likelihood* teridentifikasi terdapat hutan mangrove di area pegunungan.



Gambar 4. Peta NDVI Tahun 2015 (Sumber: Hasil Analisis Pengolahan, 2021)

Pada penggambaran peta diatas menunjukkan mengenai kerapatan dari vegetasi pada area Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan Tahun 2015. Pada peta ini terdapat informasi kerapatan vegetasi yang diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi dasar sebagai simbol yang mewakili kerapatan vegetasi disetiap area. Untuk klasifikasi terkait kerapatan diatas terdiri dari kerapatan vegetasi yang jarang dengan diwakili oleh warna merah, kerapatan vegetasi sedang dengan diwakili oleh warna kuning dan kerapatan vegetasi lebat yang diwakili oleh warna hijau.

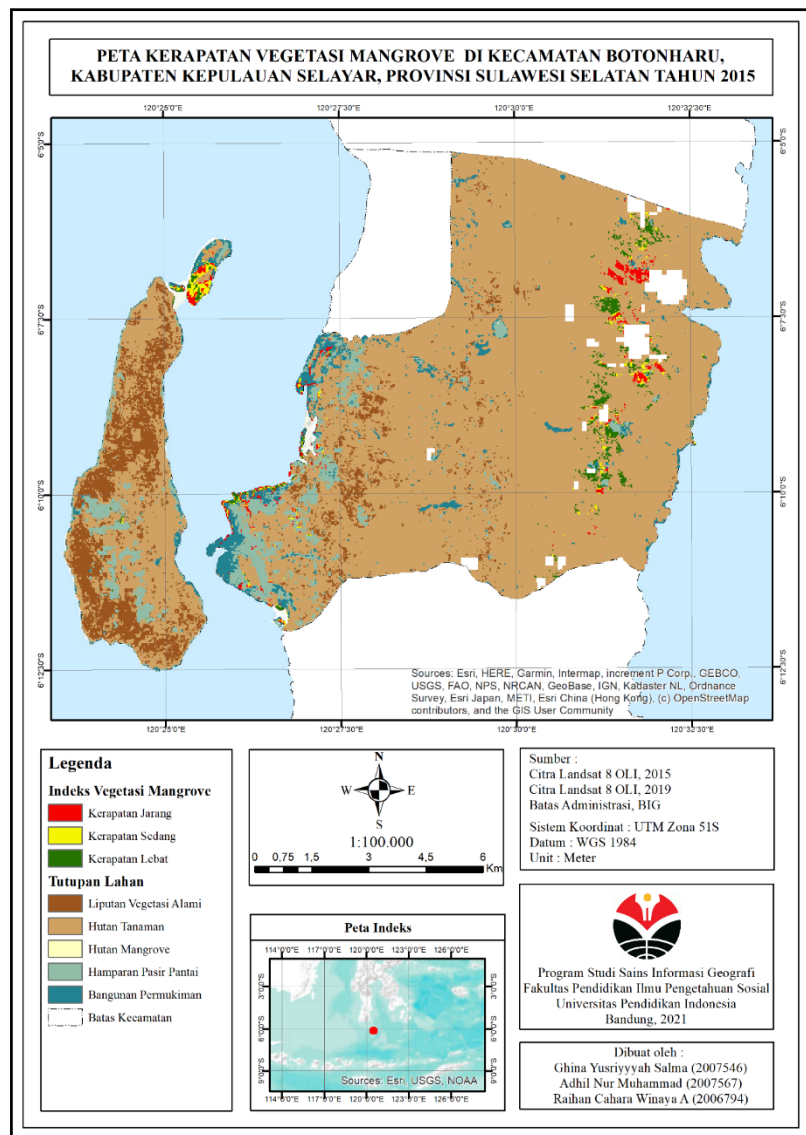
Pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa kerapatan vegetasi di Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan pada Tahun 2015 tergolong tinggi. Wilayah yang berwarna hijau atau menandakan vegetasi lebat mendominasi wilayah tersebut. Area dengan kerapatan vegetasi lebat tersebut berada di wilayah Timur Kecamatan Bontoharu.



Gambar 5. Peta NDVI Tahun 2019 (Sumber: Hasil Analisis Pengolahan, 2021)

Pada penggambaran peta diatas menunjukkan mengenai kerapatan dari vegetasi pada Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan Tahun 2019. Untuk kondisi yang ada pada tahun 2019 ini mengalami beberapa perubahan yang signifikan, dimana pada tahun 2019 terjadi pengurangan area vegetasi yang cukup besar. Hal ini disebabkan oleh beberapa perkembangan area tempat tinggal warga yang berkelanjutan.

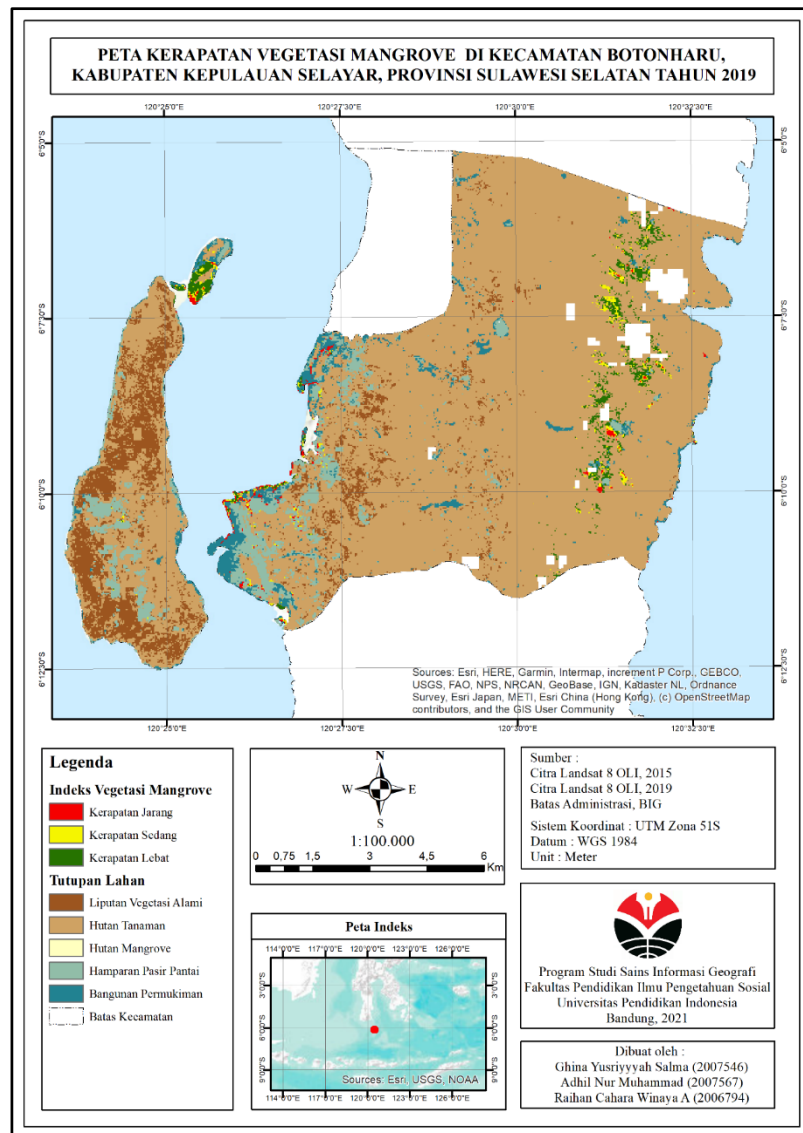
Untuk kondisi yang digambarkan pada peta diatas didominasi oleh lahan kerapatan vegetasi yang sedang yang terbagi merata pada setiap area Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan, kemudian diikuti oleh klasifikasi lahan vegetasi lebat dan jarang. Untuk kerapatan vegetasi lebat mendominasi area bagian Timur, sedangkan area yang jarang akan vegetasi didominasi pada area Barat. Nilai indeks kerapatan vegetasi di Kecamatan Bontoharu yaitu berada di rentang nilai -0,4729 hingga 0,9974, ini menunjukkan kerapatan vegetasi di wilayah tersebut masih dapat disebut rapat karena nilainya tinggi, bahkan ada yang hampir mendekati nilai 1.



Gambar 6. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2015 (Sumber: Hasil Analisis Pengolahan, 2021)

Pada penggambaran peta diatas menunjukkan mengenai kerapatan dari vegetasi mangrove pada area Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan Tahun 2015. Pada peta ini terdapat informasi mengenai indeks dasar klasifikasi kerapatan mangrove yang di ikuti oleh beberapa klasifikasi pendukung area sekitar mangrove seperti klasifikasi liputan vegetasi alami, hutan tanaman, hutan mangrove, hamparan r pantai, bangunan pemukiman, dan batas kecamatan. Untuk indeks dasar dari vegetasi mangrove sendiri terbagi menjadi 3 klasifikasi dasar yaitu, kerapatan jarang yang ditandai dengan warna merah, kerapatan sedang yang ditandai warna kuning, dan kerapatan lebat yang ditandai dengan warna hijau.

Informasi yang didapat dari paparan peta diatas mencakup beberapa indeks vegetasi mangrove pada beberapa area yang ada, dimana pada peta ini area persebaran dari vegetasi mangrove tersebar menjadi beberapa tempat seperti pada area Bontolebang yang memiliki vegetasi mangrove memusat yang cukup besar serta beberapa wilayah barat Kepulauan Selayar. Pada bagian barat yang merupakan area pegunungan teridentifikasi mengrove. Hal ini dikarenakan adanya tutupan awan yang mempengaruhi nilai piksel saat pengklasifikasian tutupan lahan. Sebaran vegetasi mangrove di dominasi pada klasifikasi jarang dan sedang.



Gambar 7. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2019 (Sumber: Hasil Analisis Pengolahan, 2021)

Gambar 7 menunjukkan mengenai kerapatan dari vegetasi mangrove pada area Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan Tahun 2019. Informasi yang didapat dari peta ini tidak lain merupakan perkembangan vegetasi mangrove sebagai dasar dari observasi berkelanjutan. Pada peta menunjukkan bahwa pada rentan waktu tahun 2015 – 2019, kerapatan vegetasi mangrove di wilayah ini terjadi perubahan.

Vegetasi mangrove pada area Kabupaten Kepulauan Selayar memiliki perkembangan dari setiap daerah, dimana pada beberapa daerah seperti Bontolebang memiliki vegetasi mangrove memusat yang cukup besar serta beberapa wilayah barat Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan yang memiliki sebaran vegetasi mangrove ini terdapat pertumbuhan dari vegetasi mangrove yang cukup signifikan. Nilai indeks kerapatan vegetasi tutupan mangrove di Kecamatan Bontoharu yaitu berada di rentang nilai -0,1718 hingga 0,5786. Hal ini dapat dilihat dari indeks vegetasi mangrove pada peta yang menunjukkan banyak nya area yang memiliki kerapatan mangrove yang sedang dan lebat.

Tabel 3. Perubahan Luas Kerapatan Tutupan Mangrove (Sumber: Hasil Analisis, 2022)

Kerapatan Mangrove	Luas (ha) 2015	Luas (ha) 2019	Perubahan Luas (ha)	Keterangan
Jarang	93,45	41,36	-52,09	Berkurang
Sedang	69,16	75,97	+6,81	Bertambah
Lebat	138,6	181,96	+43,36	Bertambah

Dari hasil pengolahan citra Landsat 8 di Pulau Gusung, dapat diketahui bahwa kerapatan vegetasi mangrove di wilayah tersebut mengalami kenaikan ke kelas kerapatan sedang dan lebat. Melalui perhitungan dengan *calculate geometry* dihasilkan luas tutupan mangrove berdasarkan tingkat kerapatannya. Pada kerapatan jarang mengalami pengurangan sebesar 52,09 ha, pada kerapatan sedang mengalami kenaikan 6,81 ha, dan pada kerapatan lebat mengalami kenaikan 43,36 ha. Berbeda dengan kawasan mangrove di pesisir Kecamatan Ciemas, Sukabumi yang mengalami kerusakan berat (Firmansyah et al., 2021). Selain itu, contoh lainnya adalah kerapatan vegetasi di wilayah Cekungan Bandung yang semakin berkurang dan menyebabkan peningkatan suhu di berbagai tutupan lahan harus dilestarikan kembali (Himayah et al., 2019). Ini menunjukkan bahwa pada Pulau Gusung, Sulawesi Selatan kawasan mangrove dijaga, dilestarikan, dipelihara, dikelola, dan dikembangkan dengan baik menurut peraturan pemerintah, sehingga dari tahun 2015 ke tahun 2019 kerapatan vegetasi mangrove meningkat.

KESIMPULAN

Pemanfaatan Citra Landsat 8 dapat dijadikan sebagai alat bantu menghitung dalam mengidentifikasi kerapatan tutupan hutan mangrove di Pulau Gusung. Kerapatan vegetasi mangrove pada Tahun 2019 lebih tinggi daripada Tahun 2015. Tahun 2015 kerapatan vegetasi mangrove didominasi oleh klasifikasi rendah dan sedang. Sedangkan pada tahun 2019, kerapatan vegetasi mangrove didominasi oleh klasifikasi sedang dan lebat. Vegetasi kerapatan hutan mangrove pada kerapatan jarang mengalami pengurangan sebesar 52,09 ha, pada kerapatan sedang mengalami kenaikan 6,81 ha, dan pada kerapatan lebat mengalami kenaikan 43,36 ha. Sehingga, berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari tahun 2015 hingga 2019 perkembangan kerapatan vegetasi mangrove terus mengalami kenaikan. Ini menandakan bahwa perkembangan mangrove yang terjadi setiap tahunnya tidak mengalami penurunan, melainkan mengalami kenaikan yang signifikan.

Hal ini tentunya perlu menjadi contoh bagi wilayah mangrove lainnya agar bisa dilestarikan, dijaga, dikelola, dipelihara, dikembangkan, dan tidak mengalami kerusakan. Sehingga, vegetasi mangrove dapat dimanfaatkan sebagai pencegah erosi dan abrasi, pemecah gelombang, mendukung ekosistem penting kehidupan dikawasan pantai, serta menjaga keseimbangan siklus biologis dilingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatorre, L.C., R. Sánchez-Andrés, S. Cirujano, S. Beguería, and S. Sánchez-Carrillo. (2011). Identification of mangrove areas by remote sensing: The roc curve technique applied to the northwestern Mexico coastal zone using landsat imagery. *Remote Sens.*, 3(8):1568-1583.
- BPS. (2020). Kecamatan Bontoharu Dalam Angka.
- Faizal, A., dan Amran, M.A. (2005). Model Transformasi Indeks Vegetasi yang Efektif untuk Prediksi Kerapatan Mangrove *Rhizophora Mucronata*. Prosiding PIT MAPIN XIV ITS Surabaya, 14-15 September 2005.
- Firmansyah, A., Arifin, E. T. N., Nurfalah, I., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Pemanfaatan Citra Satelit Landsat 8 Dan Sentinel 2A Dalam Identifikasi Lahan Kritis Mangrove Di Wilayah Kecamatan Ciemas Kabupaten Sukabumi. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 21-34.
- Gunarto. (2004). Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23 (1), hal. 15-21.
- Himayah, S., Ismail, A., Ridwana, R., Arrasyid, R., Affriani, A. R., & Ihsan, M. (2019). Correlation between Land Surface Temperature and Vegetation Greenness using Multi-temporal Images. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 286, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.
- Irawan, S., & Malau, A. O. (2016). Analisis persebaran mangrove di Pulau Batam menggunakan teknologi penginderaan jauh. *Jurnal Integrasi*, 8(2), 80-87.
- Kawamuna, A., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2017). Analisis Kesehatan Hutan Mangrove Berdasarkan Metode Klasifikasi NDVI Pada Citra Sentinel-2 (Studi Kasus : Teluk

- Pangpang Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 277-284.
- Kirui, K.B., J.G. Kairo, J. Bosire, K.M. Viergever, S. Rudra, M. Huxham, and R.A. Briers. (2013). Mapping of mangrove forest land cover change along the Kenya coastline using Landsat imagery. *Ocean Coast. Manage*, 83:19-24
- Kuenzer, C., A. Bluemel, S. Gebhardt, T.V. Quoc, and S. Dech. (2011). Remote sensing of mangrove ecosystems. A review. *Remote Sens.*, 3(5):878-928.
- Landgrebe, D. (2003). *Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- Latifah, N., Febrianto, S., Endrawati, H., & Zainuri, M. (2018). Pemetaan Klasifikasi Dan Analisa Perubahan Ekosistem Mangrove Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Di Karimun Jawa, Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 97-102.
- Lillesand, Kiefer. (1988). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Long, J.B. and C. Giri. (2011). Mapping the Philippines mangrove forests using Landsat imagery. *Sensors*, 11(3):2972-2981.
- Nontji A. (2005). *Laut Nusantara*. Cetakan ketiga. Djambatan : Jakarta.
- Purboyo, A. A., Ramadhan, A. H., Safitri, E., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Identifikasi Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index Di Kota Depok. *Jurnal Sains Informasi Geografi*, 4(1), 12-21.
- Prahasta, E. (2005). *Sistem Informasi Geografis (Konsep-Konsep Dasar)*. Bandung.
- Rahmawan, A. D., Pawestri, D. A., Fakhriyah, R. A., Pasha, H. D. S., Ferryandy, M., Sugandi, D., & Somantri, L. (2020). Penggunaan Metode Unsupervised (ISO Data) untuk Mengkaji Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 8(1), 01-11.
- Roy, D.P., M.A.Wulder, T.R. Loveland, R.G. Allen, M.C. Anderson, D. Helder, J.R. Irons, D.M. Johnson, and R. Kennedy. (2014). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sens, Environ.*, 145(0): 154-172.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukojo, B. M., & Arindi, Y. N. (2019). Analisa Perubahan Kerapatan Mangrove Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya). *Geoid*, 14(2), 1-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j24423998.v14i2.3874>
- Suwargana, N. (2008). Analisis perubahan hutan mangrove menggunakan data penginderaan jauh di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 5, 64-74.
- Wahrudin, U., Atikah, S., Al Habibah, A., Paramita, Q. P., Tampubolon, H., Sugandi, D., & Ridwana, R. (2019). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk identifikasi sebaran kerapatan vegetasi di Pangandaran. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 3(2), 90-101.