

## PEMETAAN KERAPATAN VEGETASI MANGROVE DI TWA PANTAI PANJANG KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN DATA CITRA SENTINEL-2

Rizky Kurniawan\*, Mukti Dono Wilopo, Deddy Bakhtiar

Prodi Ilmu Kelautan, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Provinsi Bengkulu, 38371, Indonesia

\*E-mail penulis korespondensi: [Rk6695949@gmail.com](mailto:Rk6695949@gmail.com)

### ABSTRAK

Mangrove mempunyai fungsi yang sangat penting untuk makhluk hidup di sekitarnya sehingga pemetaan mangrove diperlukan untuk melihat potensi dan sumberdaya ekosistem mangrove secara partisipatif masyarakat dan pengembangan ekosistem masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk memetakan distribusi kerapatan vegetasi mangrove pada tahun 2018 dan 2022 dan uji akurasi hasil pemetaan. Penelitian ini menggunakan dua metode pengumpulan data yaitu data sekunder dan data primer, dimana data sekunder didapat dari data citra satelit sentinel-2a dan data primer merupakan data lapangan yang diambil dengan metode random sampling, dengan metode analisis menggunakan analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan uji akurasi menggunakan metode confusion matrix. Hasil pengolahan algoritma NDVI pada data citra Sentinel-2 tahun 2018 dan tahun 2022 diketahui bahwa perubahan luasan kerapatan vegetasi mangrove yaitu kelas kerapatan jarang dari 16,759 ha menjadi 31,727 ha pada tahun 2022 dan kategori kerapatan sedang mengalami penurunan dari 23,396 ha menjadi 16,955 ha pada tahun 2022. Berdasarkan hasil uji akurasi yang telah dilakukan pada penelitian ini diperoleh bahwa nilai akurasi pada citra Sentinel-2A pada tahun 2022 diperoleh sebesar 80%. Nilai uji akurasi yang didapatkan berasal dari data citra Sentinel-2 tahun 2022 dan pengambilan data lapangan yang dilaksanakan pada tahun 2022.

**Kata Kunci:** Mangrove, Pemetaan, Metode NDVI, Sentinel-2A

### PENDAHULUAN

Taman Wisata Alam (TWA) Pantai Panjang dan Pulau Baai ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam pada tahun 1995 melalui penunjukan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 383/KPTS-II/1985 tanggal 27 Desember 1985 dengan panjang 32,30 km dan diperkuat dengan SK Gubernur tanggal 28 Januari 1991 No. 12 Tahun 1991 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022).

Potensi Kawasan TWA Pantai Panjang dan Pulau Baai mempunyai 3 formasi tipe ekosistem vegetasi penyusun hutan pantai yaitu Formasi Cemara Laut, Formasi Bakung Laut dan Rerumpunan, Pandan laut dan Babokoan, serta Formasi Mangrove. Fauna yang terdapat di TWA pantai Panjang dan Pulau Baai adalah berbagai macam burung air, beberapa jenis mamalia yaitu Babi, Kera Ekor panjang, beberapa jenis reptil seperti Biawak dan Ular (Leaflet Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2012).

Provinsi Bengkulu memiliki luas sebaran ekosistem mangrove di pesisir sekitar  $\pm$  214,62 ha, status kawasan seluas 116,24 ha berada di dalam kawasan hutan Taman Wisata Alam Pantai Panjang – Pulau Baai dan 98,38 ha berada di luar kawasan hutan (Febriansyah, 2018). Kawasan mangrove hampir terdapat diseluruh pantai Indonesia dan tumbuh serta berkembang pada lokasi yang mempunyai hubungan pasang surut yang menggenangi aliran sungai yang terdapat di sepanjang pesisir pantai (Vivia dkk., 2018). Mangrove mempunyai kemampuan adaptasi terhadap salinitas yang tinggi dan juga kondisi pasang surut air laut. Peran ekosistem

ini penting pada kawasan pesisir, secara ekologis ekosistem mangrove berperan sebagai penahan intrusi air laut, mencegah erosi dan abrasi pantai, dan juga melindungi bagian daratan dari gelombang serta badai yang berasal dari laut (Rafdinal dkk., 2021).

Hutan mangrove dapat mengalami degradasi akibat kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar. Menurut Nur (2020) Laju pertumbuhan masyarakat akan berbanding terbalik dengan jumlah luasan lingkungan yang lestari, luasan hutan mangrove dapat dipengaruhi akibat eksploitasi oleh masyarakat seperti konversi lahan menjadi pemukiman dan kebun rakyat serta penebangan batang mangrove untuk kayu bakar dan konstruksi bangunan. Hutan mangrove kawasan Taman Wisata Alam Pantai Panjang dan Pulau Baai Kota Bengkulu sempat rusak, akibat dari adanya abrasi pantai, alih fungsi mangrove menjadi pertambakan, alih fungsi mangrove menjadi pertambangan dan penebangan liar dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab (Febriyansah, 2018).

Keberadaan hutan mangrove mempunyai fungsi yang sangat penting untuk makhluk hidup di sekitarnya, menurut Hanum (2016) pemetaan mangrove diperlukan untuk melihat potensi dan sumberdaya ekosistem mangrove secara partisipatif masyarakat sekitar dan pengembangan ekosistem masyarakat, sedangkan menurut Iqbal (2009) pemetaan mangrove diperlukan sebagai informasi visual yang aktual dalam upaya pengelolaan ekosistem mangrove di wilayah pesisir serta inventarisasi parameter lingkungan biofisik mangrove, maka dari itu perlu dilakukan pemetaan hutan mangrove sebagai upaya untuk mendukung kegiatan monitoring, dan konservasi mangrove dalam skala lokal maupun nasional. Salah satu teknologi untuk mendukung pemetaan mangrove dengan penginderaan jauh.

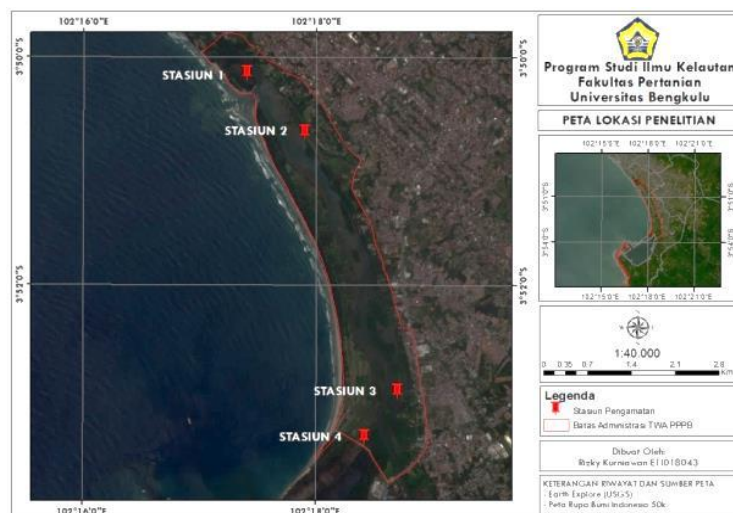
Hutan mangrove dapat diidentifikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh, dalam hal ini letak geografi hutan mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut sehingga memberikan hasil perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya. Monitoring terkait kondisi ekosistem mangrove dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Danoedoro (2012) menyebutkan keakuratan informasi yang diperoleh dari pengolahan citra satelit salah satu faktornya ditentukan oleh resolusi dari citra yang digunakan, salah satu data citra penginderaan jauh yaitu citra Sentinel-2A.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk memetakan distribusi kerapatan vegetasi mangrove secara temporal menggunakan data pada tahun 2018 dan 2022 dan melakukan uji akurasi hasil pemetaan di Taman Wisata Alam (TWA) Pantai Panjang Bengkulu.

## METODE

### *Waktu dan Lokasi Penelitian*

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Bulan Juli–Agustus 2022, yang berlokasi di Taman Wisata Alam (TWA) Pantai Panjang Kota Bengkulu Provinsi Bengkulu.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini *Global Positioning System* (GPS), Laptop, *software* penginderaan jauh (Arcgis 10.3, Envi), *Google Earth Pro.*, Buku Identifikasi Mangrove, Tali rafia, GPS, Kamera, Alat tulis, *Fisheye*, Rol Meter dan Citra Sentinel-2A (citra tahun 2018 dan 2022).

### Metode Penelitian

#### 1. Persiapan Data

Data yang dipersiapkan menggunakan data citra Sentinel-2A yang bisa di-*download* pada website USGS *Science for a changing world*, dengan menggunakan data citra tahun 2018 dan citra tahun 2022. Dari dua data tersebut digunakan untuk melihat pola perubahan kerapatan mangrove. Data yang pernah diambil di ekosistem mangrove TWA Pantai Panjang dan Pulau Baai pernah diambil pada tahun 2018, sehingga data yang diambil didasarkan akan kondisi pada tahun tersebut, tanpa melihat faktor yang mempengaruhi.

#### 2. Penentuan Lokasi Ground Check

Pengambilan data lapang (*ground check*) dilakukan sebagai satu kegiatan yang penting dalam interpretasi citra satelit. Kegiatan ini memberikan penjelasan mengenai kondisi ekosistem sebenarnya di lapangan dimana menggunakan Simple random sampling. Menurut Margono (2004) dalam Prahesti (2021) Simple random sampling merupakan teknik menentukan sampel sampai unit tingkat sampel. Semua sampel mempunyai peluang yang sama untuk dijadikan sebagai sampel. Cara ini bisa dilakukan jika populasi bersifat homogen. Metode yang digunakan untuk memperoleh data kerapatan vegetasi mangrove di lapangan adalah metode transek plot dengan ukuran 10 x 10 m. Transek ini digunakan untuk menghitung jumlah tegakan mangrove tingkat pohon dengan tinggi >1 m dan diameter batang >4 cm dengan keliling batang >16 cm (Dharmawan & Pramudji, 2014). Metode identifikasi tajuk mangrove yang digunakan yaitu dengan mengambil foto ke atas atau ke bawah dengan kamera *wide angle* dengan ketinggian yang sama, masing-masing titik sampling 1 meter yang merupakan metode *hemispheric photography*.

#### 3. Pengolahan Citra

Pengolahan citra diawali dari pengolahan yang terdiri dari koreksi atmosferik. Menurut Zulkifli (2019) koreksi ini bertujuan untuk memperoleh informasi kuantitatif dari citra satelit multispektral, yang dapat mengubah nilai digital menjadi reflektansi spektral dan mampu meminimalkan efek penyerapan dan hamburan di atmosfer dan juga melalui proses penggabungan (*komposit*) band menggabungkan band yang ada pada citra Sentinel-2 menjadi satu file sehingga akan memudahkan dalam melakukan pengolahan data citra dilakukan pada proses klasifikasi dimana pemilihan band digunakan sesuai tujuan klasifikasi.

#### 4. Analisis Data

##### a. Algoritma NDVI Sentinel-2A

Pengolahan citra Sentinel-2A menggunakan algoritma NDVI, yaitu dengan mencocokkan *band-band* yang tersedia pada citra. Diketahui bahwa citra sentinel-2A memiliki 12 band. Pada citra Sentinel-2A untuk menentukan nilai NDVI digunakan *band* 8 sebagai NIR dan *band* 4 sebagai *red* dengan persamaan algoritma (Kawamuna, 2017). Algoritma NDVI untuk citra Sentinel-2A:

$$NDVI = \frac{NIR \text{ (Band 8)} - RED \text{ (Band 4)}}{NIR \text{ (Band 8)} + RED \text{ (Band 4)}}$$

**Tabel 1.** Karakteristik nilai NDVI mangrove.

No	Kriteria	Minimum	Maksimum
1	Rapat	0,42	1
2	Sedang	0,32	0,42
3	Jarang	-1	0,32

Sumber: (Departemen Kehutanan, 2005)

Mengukur kerapatan mangrove pada saat di lapangan dilakukan untuk mengetahui kerapatan vegetasi mangrove pada saat dilakukannya survei lapangan. Rumus mengukur kerapatan pohon mangrove:

$$Di = ni/A$$

Keterangan:

Di : Kerapatan jenis mangrove

ni : Jumlah Total Tegakan

A : luas total area plot

**Tabel 2.** Contoh Tabel kesalahan klasifikasi (*Confusion Matrix*).

Hasil Klasifikasi	Reference Data			Total Baris X+k	User's Accura cy
	Jarang	Sedang	Lebat		
Jarang	Xii			X+k	Xkk/X+k
Sedang					
Rapat			Xkk		
Total Kolom	Xk+			N	
<i>Producer Accuracy</i>	Xkk/Xk+				

Sumber: Lillesand dan Kiefer (1994); Short (1982) dengan modifikasi (Billah, 2020).

Ketelitian dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$Producer's\ accuracy = \frac{X_{kk}}{X_{k+}} \times 100\%$$

$$User's\ accuracy = \frac{X_{kk}}{X+k} \times 100\%$$

$$Overall\ Accuracy = \frac{\sum X_{kk}}{N} \times 100\%$$

Keterangan

N : Banyaknya piksel dalam contoh

X<sub>1+</sub> : Jumlah piksel dalam baris ke-i

X<sub>+1</sub> : Jumlah piksel dalam kolom ke-i

X<sub>ii</sub> : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

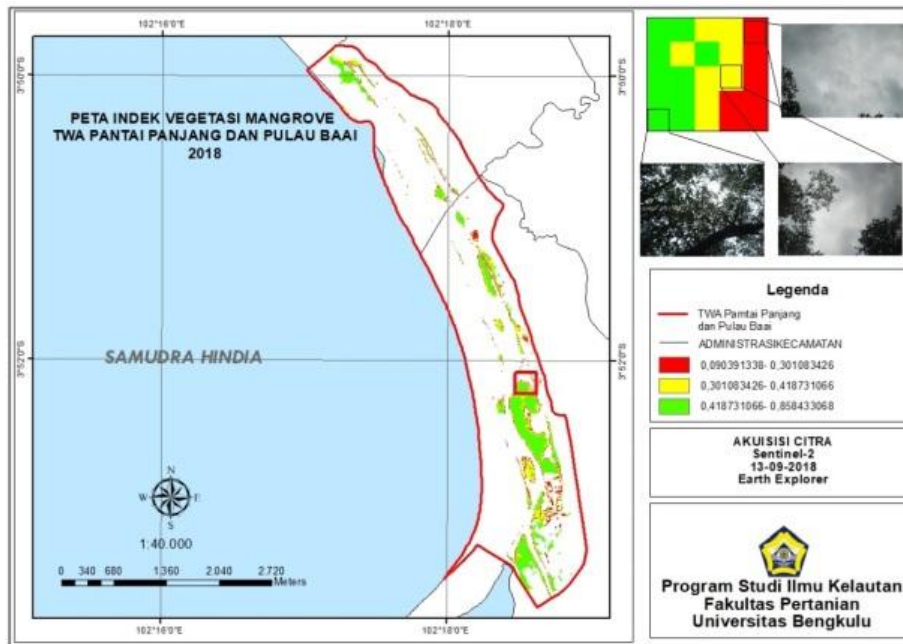
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

1. Perhitungan Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI

**Tabel 3.** Nilai indeks kerapatan vegetasi pada citra Sentinel-2 tahun 2018.

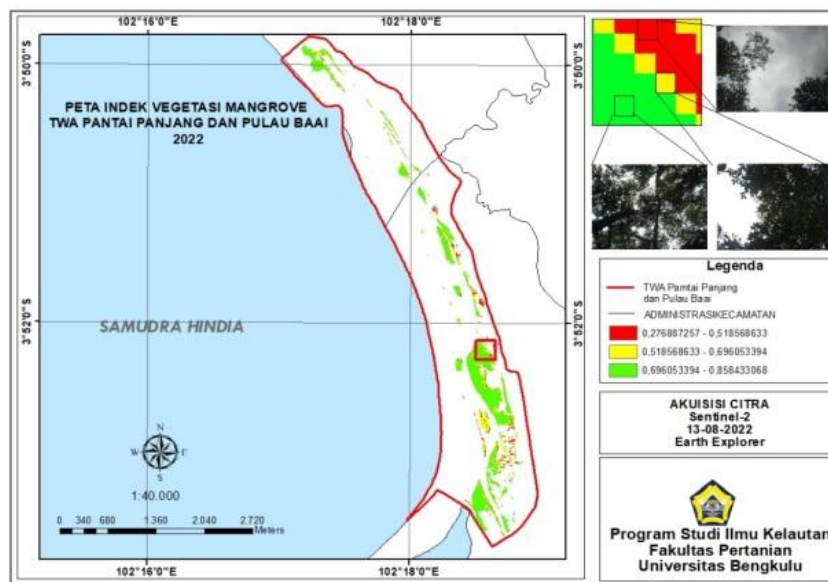
No.	Kelas Kerapatan	NDVI	Luas(ha)	Persentase(%)
1	Jarang	0,1- 0,32	16,76 ha	18%
2	Sedang	0,32 - 0,42	23,40 ha	25%
3	Rapat	0,42- 0,9	55,23 ha	58%
Luas Total			95,39 ha	100%



Gambar 2. Peta hasil kerapatan mangrove algoritma NDVI Sentinel-2 tahun 2018.

Tabel 4. Nilai indeks kerapatan vegetasi pada citra Sentinel-2 tahun 2022.

No.	Kelas Kerapatan	NDVI	Luas(ha)	Persentase(%)
1	Jarang	0,1- 0,32	8,78 ha	9%
2	Sedang	0,32- 0,42	16,80 ha	17%
3	Rapat	0,42- 0,9	74,72 ha	74%
Luas Total			100,30 ha	100%



Gambar 3. Peta hasil kerapatan mangrove algoritma NDVI Sentinel-2 tahun 2022.



**Tabel 5.** Perubahan luasan kerapatan mangrove Citra Sentinel-2A tahun 2018 dan 2022.

Tahun	Luas Kerapatan			Luas Total (ha)
	Jarang	Sedang	Rapat	
2018	16,76	23,40	55,23	95,39
2022	8,78	16,80	74,72	100,30

**Tabel 6.** Uji akurasi klasifikasi mangrove pada Sentinel-2A tahun 2021.

Data Klasifikasi	Data lapangan			Total	User Accuracy
	Mangrove Jarang	Mangrove Sedang	Mangrove Rapat		
Mangrove Jarang	2	0	0	2	100%
Mangrove Sedang	0	3	2	5	60%
Mangrove Rapat	0	0	3	3	100%
total	2	3	5	10	
Producer Accuracy	100%	100%	60%		
Overall Accuracy	80%				

### Pembahasan

#### 1. Kerapatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Algoritma Data Citra Sentinel-2 2018

Perbandingan luasan kerapatan vegetasi mangrove yang diperoleh dari proses pengolahan data citra Sentinel-2 tahun 2018 yang masuk kedalam tiga kategori yaitu kategori kerapatan jarang memiliki luas sebesar 16,76 ha atau sebesar 18% dari jumlah total vegetasi mangrove dengan nilai NDVI yang diperoleh antara 0,1 - 0,32. Untuk kerapatan sedang memiliki luas sebesar 23,40 ha dimana 25% dari jumlah total luasan mangrove dengan nilai NDVI sebesar 0,32 - 0,42. Kerapatan yang paling tinggi diperoleh dari kerapatan rapat dengan nilai NDVI 0,42 - 0,9 dan luasan vegetasi sebesar 55,23 ha atau 58% dari jumlah total seluruh vegetasi mangrove yang ada di TWA Pantai Panjang dan Pulau Baai.

#### 2. Kerapatan Vegetasi mangrove Berdasarkan Algoritma Data Citra Sentinel-2 2022

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa luas kerapatan mangrove menggunakan nilai NDVI, pada kerapatan jarang memiliki persentase yaitu 9% dengan total luasan untuk jarang pada angka 8,78 ha dengan nilai NDVI antara 0,1 - 0,32, kerapatan sedang memiliki persentase 17% dengan luasan 16,80 ha dari total seluruh luasan mangrove dengan rentang nilai NDVI sebesar 0,32 - 0,42. Kategori kerapatan rapat merupakan nilai yang paling tinggi dimana luasan mencapai 74,72 ha atau 74% dari jumlah luasan total vegetasi mangrove yang ada di TWA Pantai Panjang dan Pulau Baai dengan nilai NDVI, yaitu 0,42 - 0,9. Luasan kerapatan mangrove diperoleh dari menggunakan data citra Sentinel-2A pada tahun 2022.

#### 3. Perubahan Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI

Berdasarkan hasil pengolahan NDVI pada data citra Sentinel-2 tahun 2018 dan tahun 2022 diketahui bahwa perubahan luasan kerapatan vegetasi mangrove, yaitu kelas kerapatan jarang dari 16,76 ha menjadi 8,87 ha pada tahun 2022 dan kategori kerapatan sedang mengalami penurunan dari 23,40 ha menjadi 16,80 ha pada tahun 2022. Perubahan luasan kerapatan vegetasi mangrove pada kategori kerapatan rapat mengalami Kenaikan dari 55,23 ha menjadi 74,72 ha. Perubahan luasan kerapatan mangrove berdasarkan analisis data citra Sentinel-2A menggunakan algoritma NDVI mengalami peningkatan dari jumlah luas kerapatan mangrove pada tahun 2018.

#### 4. Uji Akurasi

Pada penelitian ini, uji akurasi menggunakan matriks kesalahan (*error matrix*)/matrik kontingensi/matrik konfusi (*confusion matrix*) untuk mengukur persentase kesesuaian tutupan lahan di lapangan dengan hasil klasifikasi yang diperoleh. Uji akurasi dihitung dengan mencari nilai *User's accuracy*, *Producer's accuracy*, *Overall accuracy*. Nilai persentase yang dapat diterima untuk uji akurasi pada klasifikasi tutupan lahan minimal 70-80% diperkuat oleh penelitian Mallinis (2018) dan Firmansyah (2019) hasil akurasi yang lebih baik bagi Sentinel-2 dengan akurasi mencapai 73,33%. Pada perhitungan *Producer's accuracy* di peroleh nilai yang tertinggi berada pada kelas kerapatan jarang sebesar 100% dan pada kelas kerapatan sedang memiliki nilai 100% dan kelas kerapatan rapat 60%.

Dari hasil uji akurasi pada citra Sentinel-2 diperoleh nilai *User's accuracy* pada kerapatan rapat 100% merupakan nilai yang tertinggi, nilai yang terendah dari hasil *User's accuracy* berada pada kelas kerapatan sedang sebesar 60% dan nilai kelas kerapatan jarang sebesar 100%. Hasil uji akurasi secara keseluruhan dapat dilihat pada perhitungan nilai *Overall accuracy* dimana nilai yang diperoleh sebesar 80%. Hasil ini tergolong cukup besar berada pada nilai 80% menunjukkan bahwa hasil klasifikasi dapat diterima dengan tingkat kesalahan 20%, sehingga hasil akurasi yang dapat sudah layak digunakan dan tidak perlu dilakukan klasifikasi ulang.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan algoritma NDVI pada data citra Sentinel-2 tahun 2018 dan tahun 2022 diketahui bahwa perubahan luasan kerapatan vegetasi mangrove, yaitu kelas kerapatan jarang dari 16,759 ha menjadi 31,727 ha pada tahun 2022 dan kategori kerapatan sedang mengalami penurunan dari 23,396 ha menjadi 16,955 ha pada tahun 2022. Perubahan luasan kerapatan vegetasi mangrove pada kategori kerapatan rapat mengalami Kenaikan dari 55,233 ha menjadi 70,724 ha.

Berdasarkan hasil uji akurasi yang telah dilakukan pada penelitian ini diperoleh bahwa nilai akurasi pada citra Sentinel-2A pada tahun 2022 diperoleh sebesar 80%. Nilai uji akurasi yang didapatkan berasal dari data citra Sentinel-2 tahun 2022 dan pengambilan data lapangan yang dilaksanakan pada tahun 2022. Nilai uji akurasi yang telah dilakukan pengolahan menggunakan confusion matrix menunjukkan tingkat akurasi hasil klasifikasi kelas kerapatan dengan data lapangan dapat diterima dan cukup akurat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terimakasih kepada para Dosen Pembimbing saya dimana dengan senantiasa membantu dan memberikan saran dalam penulisan penelitian ini, juga terhadap teman teman saya yang selalu membantu dalam pengambilan data saat turun kelapangan. Tidak lupa rasa terima kasih yang sebesar-besarnya terhadap orang tua saya yang telah mendukung baik secara emosional maupun material saat penelitian ini dilaksanakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andhika R. L. F. 2020. Perubahan Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove di Pesisir Pantai Bama, Taman Nasional Baluran Menggunakan Citra Satelit SPOT 4 dan SPOT 6. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 9(2): 184-192.
- Ardiansyah. 2015. Pengolahan Citra Penginderaan Jauh Menggunakan Envi 5.1 dan Envi Lidar. P. T. Labsig Inderaja Islim. Jakarta Selatan.
- Bachmid, Salahuddin. 2020. Hubungan Kepadatan Teripang (*Holothuroidea*) Dengan Kerapatan Lamun di Perairan Pulau Buntal-Teluk Kotania, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal TRITON*. 16(2): 84 – 96.

- Bashit, N., Prasetyo, Y., dan Suprayogi, A. 2019. Klasifikasi Berbasis Objek Untuk Pemetaan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Spot 5 Di Kecamatan Ngaglik. *Teknik*. 40(2), 122–128.
- Billah, M., Arthana, I. W., Restu, I. W., dan As-syakur, A. R. 2020. Analisis Perubahan Luasan dan Kerapatan Tajuk Mangrove di Kecamatan Borong Kabupaten Manggarai Timur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 6(1): 43–50.
- Budhi, P., Latifah, N., dan Purwanto, A. 2019. Metode Pemetaan Mangrove Menggunakan Citra Landsat Multitemporal Di Segara Anakan, Cilacap. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6*. 439–446.
- Calvert, J., Strong, J. A., Service, M., Mcgonigle, C., dan Quinn, R. 2015. *An Evaluation of Supervised and Unsupervised Classification Techniques for Marine Benthic Habitat Mapping Using Multibeam Echosounder Data*. *The American Biology Teacher*. 72(5).
- Chandra, D., Frananda, H., Geografi, P. P., Padang, U. N., Barat, S., Chandra, D., Frananda, H., dan Pendahuluan, A. 2018. Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Pemetaan Ekosistem Mangrove di Kota Padang. *Jurnal Geo Rafflesia: Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*. 3(1): 56–63.
- Departemen Kehutanan. 2005. *Pedoman Inventarisasi Dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove*. Departemen Kehutanan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial, 13.
- Dharmawan, I. W. E., dan Pramudji. 2014. *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove*.
- Dwirama, P. R., Sihar, N. H., Hikmat, N. A., Putra, S. M., Rahman, R. A., Yulika, S. T. E. 2022. Pemetaan Luasan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Citra Satelit di Pulau Mapur, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*. 25(1): 20-30.
- European Space Agency. 2012. *ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services*. ESA Communication, Noordwijk.
- Fauzi, S. I., Zaky, N. A., Tyas, N. C., Wahwakhi, S. 2018. Kajian Perubahan Tutupan Lahan di Ekosistem Mangrove Pantai Timur Surabaya. *Media Konservasi*. 23(2): 122-131.
- Febriyansah. 2018. Struktur Komunitas Hutan Mangrove di Pulau Baai Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*. 3(1): 112-128.
- Firmansyah, Septiyan. 2019. Perbandingan Klasifikasi SVM dan *Decision Tree* Untuk Pemetaan Mangrove Berbasis Objek Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 9(3): 746-757.