

PEMETAAN DISTRIBUSI SPASIAL PADANG LAMUN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2A DI DESA BATU LUNGUN KECAMATAN NASAL KABUPATEN KAUR

(*Mapping Of Seagrass Distribution Using Sentinel-2A Satellite Images In Batu Lungun Village, Nasal District, Kaur District*)

Riska Ayu Kurniati¹, Zamdial² dan Ayub Sugara³

¹Laboratorium Ilmu Kelautan, FAPERTA

²Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

Jln. W. R. Supratman, Kandang Limun, Provinsi Bengkulu, 38371, Indonesia

E-mail: riskaayukurniati5@gmail.com

Diterima: 1 Maret 2024; Direvisi: 23 Maret; Ditetujui untuk Dipublikasikan: 29 April 2024

ABSTRAK

Lamun merupakan tumbuhan tingkat tinggi (*Anthophyta*) yang tumbuh subur dilingkungan laut. Lamun di lingkungan perairan juga berfungsi sebagai habitat dan sumber makanan bagi berbagai jenis hewan, termasuk ikan, burung dan invertebrata. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan distribusi spasial lamun dan menghitung tingkat akurasi dengan data citra Sentinel-2A di Desa Batu Lungun Kecamatan Nasal Kabupaten Kaur. Pengambilan data lapangan dilakukan secara *systematic random sampling*. Data diambil dengan metode *Underwater Photo Transect* (UPT) yang dilakukan di 138 titik dengan bantuan transek kuadrat berukuran 10 x 10 meter dengan jarak antar transek ± 20 meter. Foto hasil survei lapang dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak CPCE (*Coral Point Count with Excel Extensions*). Berdasarkan hasil pengamatan di perairan Pantai Batu Lungun ditemukan 2 jenis lamun yaitu jenis *Thalassiahemprichii* dan *Cymodocea rotundata*. Luasan tutupan lamun jarang dengan kondisi tutupan lamun buruk sebesar 1,40 ha (12%), luas tutupan lamun sedang dengan kondisi sedang sebesar 2,76 ha (24%), luas tutupan lamun padat dengan kondisi baik sebesar 4,43 ha (39%) dan luas tutupan lamun sangat padat dengan kondisi sangat baik sebesar 2,82 ha (25%). Tingkat akurasi secara keseluruhan yaitu (Overall Accuration) yaitu sebesar 61,53 %.

Kata kunci: pemetaan lamun, citra Sentinel-2A, Batu Lungun

ABSTRACT

Seagrass is a high-level plant (Anthophyta) that thrives in marine environments. Seagrass in aquatic environments also serves as a habitat and a food source for various types of animals, including fish, birds, and invertebrates. This research aims to map the spatial distribution of seagrass and calculate the accuracy level using Sentinel-2A image data in the Batu Lungun Village, Nasal District, Kaur Regency. Field data collection was carried out using systematic random sampling. Data was collected using the Underwater Photo Transect (UPT) method at 138 points with the assistance of 10 x 10 meter square transects with a distance of approximately 20 meters between transects. The photos from the field survey were analyzed using the CPCE (Coral Point Count with Excel Extensions) software. Based on the observations in the waters of Batu Lungun Beach, two types of seagrass were found: Thalassia hemprichii and Cymodocea rotundata. The extent of sparse seagrass cover with poor conditions was 1.40 ha (12%), the moderate seagrass cover with moderate conditions was 2.76 ha (24%), the dense seagrass cover with good conditions was 4.43 ha (39%), and the very dense seagrass cover with very good conditions was 2.82 ha (25%). The overall accuracy level was 61.53%.

Keywords: seagrass mapping, Sentinel-2A image, Batu Lungun

PENDAHULUAN

Sumberdaya pesisir dan kelautan, dalam perkembangannya memiliki potensi yang dapat dikelola dan dimanfaatkan dalam menunjang pembangunan di Indonesia. Satu diantara potensi sumberdaya pesisir adalah padang lamun. Komunitas padang lamun (*Seagrass*) berperan penting sebagai bagian penyusun kesatuan ekosistem pesisir bersama dengan terumbu karang dan mangrove. Provinsi Bengkulu memiliki 7 kabupaten/kota yang berada di pesisir pantai umumnya ditemukan komunitas padang lamun. Kabupaten Kaur selain memiliki ekosistem terumbu karang dan jugaterdapat komunitas padang lamun. Salah satu lokasi di Kabupaten Kaur yang memiliki komunitas pa dang lamun adalah di Desa Batu Lungun Kecamatan Nasal. Data dan Informasi mengenai distribusi spasial lamun di Desa Batu Lungun belum pernah dilakukan sebelumnya. Data dan informasi mengenai distribusi spasial lamun dapat diperoleh dengan memanfaatkan penginderaan jauh (*RemoteSensing*) yang memiliki peranan dan manfaat dalam perencanaan pengelolaan ekosistem pantai. Keberadaan lamun dapat dideteksi dengan memanfaatkan data dari citra satelit.

Wilayah pantai Desa Batu Lungun memiliki komunitas padang lamun yang tersebar dengan komunitas padang lamun yang cukup beragam serta memiliki fungsi penting bagi biota yang ada diperairan dan keseimbangan komunitas padang lamun perairan. Komunitas padang lamun yang tersebar disepanjang pantai dimanfaatkan oleh biota yang berasosiasi sebagai tempat pemijahan, menyediakan makan, dan tempat pengasuhan larva. Menurut Hidayat et al. (2014) Padang lamun mempunyai fungsi penting pada ekosistem perairan pantai.

Padang lamun memiliki fungsi yaitu sebagai tempat atau daerah asuhan (*nursery ground*), tempat mencari makan (*feeding ground*) dan tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi biota dan ikan yang berasosiasi di sekitar padang lamun yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Secara fisik lamun berfungsi sebagai penahan abrasi pantai sekaligus penahan sedimen. Selain itu komunitas padang lamun juga dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir yang tinggal di wilayah Pantai Batu Lungun sebagai sumber bahan makanan karena ekosistem lamun menjadi habitat bagi biota laut yang bernilai ekonomi tinggi seperti ikan, teripang, kima dan sebagainya. Menurut Oktawati et al. (2018) Padang lamun mempunyai fungsi ekonomis yaitu sebagai daerah penangkapan hal ini dikarenakan keberadaan lamun dapat mengoptimalkan produktivitas ikan. Fungsi ekonomis lamun lainnya antara lain untuk bahan kerajinan dan obat-obatan.

Penelitian ini bertujuan untuk inventarisasi komunitas padang lamun dan melengkapi data dari jenis-jenis lamun yang ada di perairan Desa

Batu Lungun Kecamatan Nasal Kabupaten Kaur

METODE

Lokasi dan Data

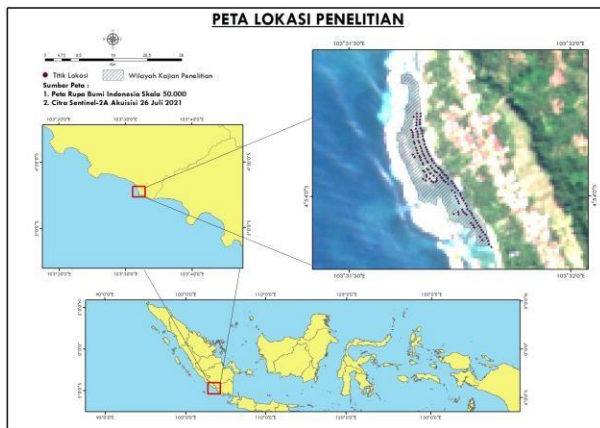
Pantai Desa Batu Lungun memiliki perairan yang jernih, dan memiliki hamparan lamun serta terumbu karang yang hidup di dasar perairan. Pantai Desa Batu Lungun yang berada di Kecamatan Nasal memiliki habitat perairan dangkal yang didominasi oleh hamparan padang lamun dan terumbu karang yang dikembangkan menjadi tempat wisata, dan juga memancing. Penelitian ini dilakukan di Desa Batu Lungun (**Gambar 1**). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2023. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu Sentinel-2A Akuisisi Tanggal 26 Juli 2021 yang dapat diunduh di *Copernicus*.

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *Global Positioning System* (GPS), Alat Tulis, Kamera *Underwater*, Plot 1 x 1 m, Transek 10 x 10 m, Laptop, Alat Dasar Selam (ADS), *Software Arcgis 10.8*, *Software Excel*, *Software Envi 5.2*, *Software Qgis*, *Software CPCE* (*Coral Point Count with Excel extensions*).

Pengambilan Data

Pembuatan desan survei penelitian dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi tak terbimbing (*Unsupervised Classification*). Pengumpulan data lamun dilakukan pada 138 titik dengan bantuan transek kuadrat berukuran 10 x 10 meter dengan jarak antar transek ± 20 meter. Menurut Roelfsema dkk. (2014) transek dipilih berdasarkan penilaian visual dari citra yang ada dikombinasikan dengan pengetahuan ahli dari wilayah studi, untuk menghasilkan data yang memberikan representasi yang memadai dari berbagai spesies lamun dan persentase cakupan yang diamati di seluruh Teluk. Pengambilan data lapangan dilakukan dengan metode *Underwater Photo Transect* (UPT). Metode transek foto bawah air (*Underwater Photo Transect = UPT*) merupakan metode yang memanfaatkan perkembangan teknologi, baik perkembangan teknologi kamera digital maupun teknologi perangkat lunak komputer. Pengambilan titik koordinatnya dilakukan ditengah-tengah transek dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Foto yang diperoleh dari kegiatan kemudian dihubungkan dengan koordinat hasil perekaman GPS. Foto hasil survei lapang dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak CPCE (*Coral Point Count with Excel Extensions*).

Untuk lokasi Penelitian dapat dilihat ada **Gambar 1.**



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Koreksi Atmosferik

Koreksi atmosferik adalah tahapan yang bertujuan untuk menghilangkan kesalahan yang disebabkan adanya pengaruh atmosfer pada citra. Pengaruh atmosfer terjadi saat proses perekaman citra dimana gelombang elektromagnetik dari matahari ke permukaan bumi dan objek ke sensor mengalami gangguan saat melewati atmosfer, gangguan tersebut dapat berupa hambatan maupun serapan. Hal ini akan mempengaruhi data citra yang didapat sehingga menyebabkan perbedaan data yang ditangkap oleh sensor satelit dengan data pada objek (Kristianingsih et al., 2016). Koreksi atmosferik dilakukan dengan menggunakan metode *Semi Automatic Plugin* di aplikasi QGIS.

Pemotongan Citra (*Cropping*)

Proses cropping atau pemotongan citra bertujuan untuk membatasi daerah kajian untuk meringankan proses pengolahan data agar proses pengolahan data menjadi lebih ringan (Kawamuna et al., 2017). Tujuan dari pemotongan citra untuk memilih lokasi yang diinginkan dengan menghapus bagian tertentu dari 1 *scene* citra. Pemotongan citra atau *cropping* dapat membantu fokus pada area tertentu, dengan menggunakan sedikit memori, dan mempercepat proses pengolahan data (Handayani et al., 2021).

Koreksi Kolom Air

Koreksi kolom air secara eksponensial memberikan pengaruh terhadap kedalaman perairan. Metode yang banyak digunakan dalam penerapan koreksi kolom air adalah dengan koreksi kolom air menggunakan algoritma Lyzenga (Ilyas et al., 2020). Algoritma Lyzenga atau *Depth Invariant Index (DII)* adalah algoritma yang diterapkan pada citra untuk koreksi kolom perairan. Prinsip dari metode ini yaitu menggunakan kombinasi kanal sinar tampak dari citra satelit (Rachmawati et al., 2018). Algoritma dalam

transformasi ini menggunakan dua saluran citra untuk menghasilkan citra baru untuk lebih menampilkan variasi tutupan dasar perairan, sehingga menghasilkan tiga citra baru yang merupakan gabungan kanal saluran biru-hijau, hijau-merah, dan merah-biru.

Koreksi kolom perairan dilakukan dengan pengembangan algoritma yang dikembangkan oleh Lyzenga (1978) yaitu :

$$Y = \ln(L_i) - [(K_i/K_j) \cdot \ln(L_j)] \dots \dots \dots (1)$$

di mana:

- L_i = nilai refleksi band biru
- L_j = nilai refleksi band hijau
- K_i/K_j = rasio koefisien atenuasi band biru dan hijau

Pemetaan Distribusi Spasial Lamun

Citra baru yang diperoleh dari penajamancitra menggunakan metode Algoritma Lyzenga selanjutnya diklasifikasi. Proses klasifikasi ini dinamakan klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dengan metode *Maximum likelihood*.

Tujuan utama dari prosedur klasifikasi citra adalah mengklasifikasikan semua piksel citra secara otomatis semua piksel di citra ke dalam kelas-kelas. Menurut Maksum et al. (2016) klasifikasi *Maximum Likelihood* adalah metode klasifikasi yang paling ampuh bila dilengkapi *training* data yang akurat dan salah satu algoritma yang paling banyak digunakan. Pada pemetaan distribusi spasial lamun klasifikasi dibagi menjadi 4 kelas yaitu kelas lamun jarang, lamun sedang, lamun padat dan lamun sangat padat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

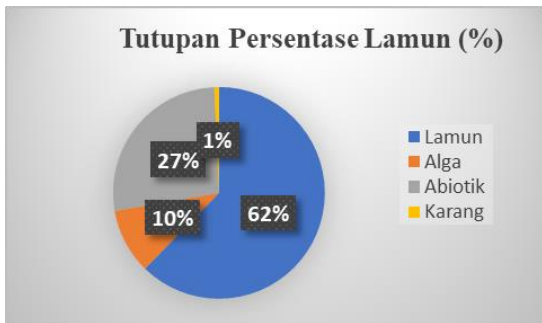
Kategori Tutupan Lamun (Persentase Tutupan Lamun)

Kategori hasil tutupan lamun didapat dari hasil analisis data berupa foto dengan menggunakan transek kuadrat menggunakan software CPCE. Matriks titik-titik yang terdistribusi secara acak diletakkan pada gambar, dan spesies atau jenis substrat yang terletak di bawah setiap titik diidentifikasi secara visual. *Coral Point Count with Excel extensions (CPCe)* adalah program *Visual Basic* mandiri yang mengotomatiskan, memfasilitasi, dan mempercepat proses analisis penghitungan titik acak. CPCe mencakup pengurutan bingkai-gambar otomatis, pelabelan jenis/substrat klik-tunggal, peningkatan otomatis fokus titik data, perbesar/perkecil, penahan perbesaran, dan spesifikasi nomor titik acak, jenis distribusi, dan lokasi batas bingkai (Kohler dan Gill, 2006). Foto yang diperoleh dari kegiatan lapangan dianalisis dengan menggunakan CPCe dengan 30 titik yang ditempatkan secara acak.

Menurut McKenzie et al., (2003) dalam Patty (2016) penutupan spesies lamun diestimasi berdasarkan standar persentase penutupan yang

digunakan dalam monitoring lamun oleh *Seagrass Watch*.

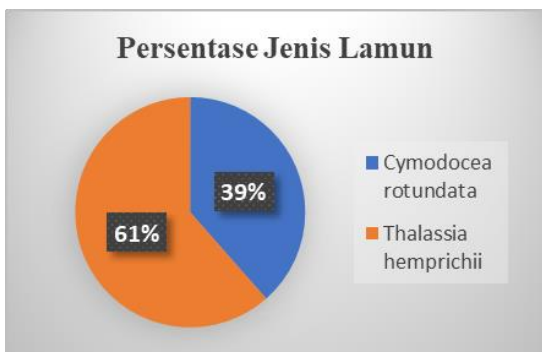
Berdasarkan hasil yang diperoleh didapatkan total persentase tutupan kelas lamun yaitu 62 % yang terdiri dari 2 % lamun jarang, 8 % lamun sedang, 23 % lamun padat dan 29 % lamun sangat padat. Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan untuk persentase jenis lamun diperoleh bahwa jenis lamun dengan persentase tertinggi yaitu jenis *Thalassia hemprichii* yaitu sebesar 61 % dan jenis *Cymodocea rotundata* yaitu sebesar 39%. Menurut pendapat Sari dan Dahlan (2015) dalam menghitung komposisi jenis dan tutupan lamun di Perairan Teluk Yos Sudarso Kota Jayapura didapatkan bahwa kondisi tutupan lamun tertinggi terdapat pada stasiun 5 (Pulau Kosong) sebesar 78,3 % (Baik), stasiun 4 (Kayupulo) sebesar 50% (kurang sehat) dan terendah di stasiun 3 (Depan Pelabuhan) sebesar 25% (rusak/kurang sehat). Menurut Kasim (2013) dalam Sari dan Dahlan (2015) Persentase tutupan lamun menunjukkan berapa banyak lamun yang ada dan menutupi suatu perairan, dan persentase yang tinggi tidak selalu sesuai dengan kerapatan jenis yang tinggi. Hal ini dipengaruhi pengamatan penutupan yang diamati adalah helaian daun, namun kerapatan yang diamati ditentukan oleh jumlah tegakan lamun. Semakin besar daun lamun menutupi substrat dasar perairan maka akan semakin lebar dan panjang daun lamun. Untuk tutupan persentase lamun (%) dan persentase jenis lamun (%) dapat dilihat pada Gambar



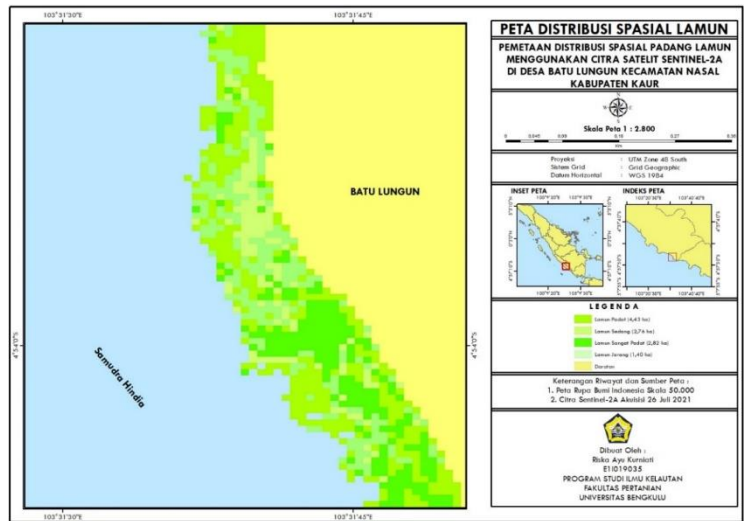
Gambar Persentase dan tutupan jenis lamun

Pemetaan Distribusi Spasial Lamun

Peta distribusi spasial lamun dilakukandengan menggunakan klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) *Maximum Likelihood* dan distribusi spasial lamun dibagi menjadi 4 kelas yang terdiri



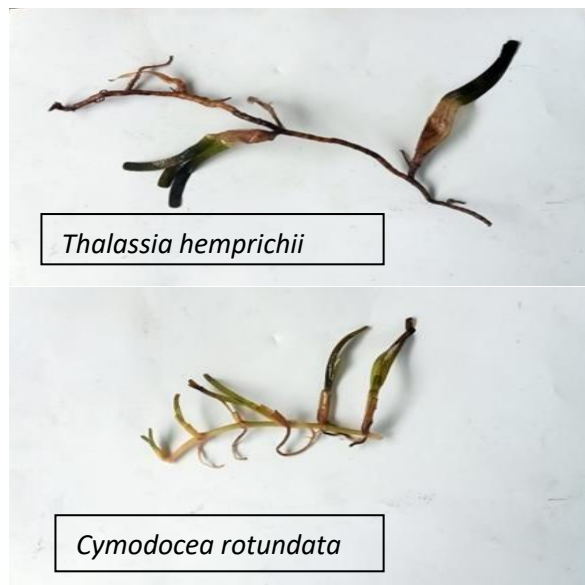
atas kelas lamun jarang, lamun sedang, lamun padat, dan lamun sangat padat. Peta distribusi spasial lamun dapat dilihat pada **Gambar 5**



Gambar 5 . Peta distribusi spasial lamun di Desa Batu Lungun

Hasil dari klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) yang berdasarkan dari data lapangan yang didapat diperoleh bahwa sebaran luasan kelas lamun yang ada di Desa Batu Lungun yaitu 11,41 ha. Hasil pengklasifikasian data lapangan didapat bahwasanya tutupan lamun yang ada di Pantai Desa Batu Lungun bervariasi mulai dari tutupan lamun jarang sampai ke tutupan lamun yang sangat padat. Berdasarkan legenda yang ada di peta didapatkan luasan tutupan lamun jarang dengan kondisi tutupan lamun buruk (0- 25%) diperoleh luasannya 1,40 ha, luasan tutupan lamun sedang dengan kondisi tutupan lamun sedang (26-50%) diperoleh luasannya yaitu 2,76 ha, luasan lamun padat dengan kondisi tutupan lamun baik (51-75%) diperoleh luasannya yaitu 4,43 ha dan luasan lamun sangat padat dengan kondisi tutupan lamun sangat baik diperoleh luasannya yaitu 2,82 ha.

Berdasarkan pengambilan data di perairan



Pantai Batu Lungun ditemukan 2 jenis lamun yaitu jenis *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*. *Thalassia hemprichii* merupakan spesies lamun yang paling banyak ditemukan di lapangan dikarenakan jenis lamun tersebut memiliki toleransi terhadap perubahan suhu, salinitas, dan jenis substrat yang luas dibandingkan jenis lainnya. Menurut Azzura et al. (2022) Lamun jenis *Thalassia hemprichii* mampu hidup di berbagai jenis dan ukuran substrat, menyukai dan memiliki persebaran yang luas di daerah teluk dan daerah yang ditumbuhi mangrove. Untuk jenis lamun yang ditemukan saat pengambilan data lapangan dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Gambar 6. Jenis-jenis lamun yang ditemukan

Uji Akurasi

Uji akurasi hasil klasifikasi dilakukan untuk menguji tingkat akurasi peta penggunaan yang dihasilkan dari proses klasifikasi digital dengan sampel uji dari hasil kegiatan lapangan. Metode *Confusion Matrix* digunakan dalam uji akurasi untuk membandingkan citra hasil klasifikasi dengan kelas atau objek sebenarnya yang diperoleh berdasarkan observasi di lapangan. Berdasarkan hasil klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) memperoleh total akurasi secara keseluruhan atau *overall accuracy* 61,53% dengan nilai Kappa 0.490. Menurut Firmansyah et al. (2018) Hasil pengujian akurasi terdiri dari nilai *overall accuracy*, *producer's accuracy*, *user's accuracy* dan *kappa accuracy*.

Menurut PPO-LIPI tahun 2014 untuk menilai kualitas peta yang dihasilkan dengan keadaan di lapangan sebenarnya dilakukan uji akurasi. Berdasarkan SNI 7716:2011 akurasi peta sebesar 60% adalah batas terkecil yang dapat diterima untuk pemetaan ekosistem perairan dangkal. Secara umum berbagai penelitian tentang klasifikasi habitat dasar perairan dangkal menggunakan citra Sentinel 2 memberikan hasil akurasi yang berbeda-beda. Menurut Ginting & Arjakusuma (2021) Hasil uji akurasi hasil klasifikasi dengan akurasi model menunjukkan hasil yang sama yaitu akurasi terbaik ditunjukkan oleh data mentah dengan akurasi keseluruhan diatas 90% yang diperoleh dari Pemetaan Lamun Menggunakan Machine Learning Dengan Citra PlanetScope Di Nusa Lembongan. Menurut Ilyas et al (2020) berdasarkan Pemetaan Ekosistem Lamun Dengan Dan Tanpa Koreksi Kolom Air Di Perairan Pulau Pajene Kang, Sulawesi Selatan menghasilkan uji akurasi tanpa kolom air Pada umumnya hasil akurasi dari beberapa algoritma klasifikasi yang diujikan dengan penerapan koreksi kolom air dan tanpa koreksi kolom air masing-masing menunjukkan bahwa nilai akurasi pada klasifikasi habitat benthik (level 2) cukup baik (>65%) dan nilai terbaik diperoleh pada algoritma Bayes dengan nilai akurasi 70,36% pada perlakuan tanpa koreksi kolom air dan 69,17% dengan perlakuan koreksi

kolom air. Pada level 3 untuk klasifikasi kondisi lamun juga menunjukkan hasil yang optimal dan terbaik dihasilkan oleh algoritma klasifikasi Bayes tanpa perlakuan koreksi kolom air sebesar 66,47% dan dengan koreksi kolom air sebesar 65,89%. Menurut Putra et al (2023) berdasarkan uji akurasi dari Pemetaan Luasan Ekosistem Lamun Menggunakan Citra Sentinel-2A Tahun 2018 Dan Tahun 2020 Di Perairan Desa Pengudang, Pulau Bintan, diperoleh Hasil dari akurasi total keseluruhan pada citra sentinel-2A yaitu 80%, pada akurasi ketelitian pengguna presentasi lamun mencapai 75%, Pecahan batu karang 80% dan pasir 86%. Sama dengan akurasi ketepatan Interpretasi, akurasi lamun mencapai angka 75% sedangkan pecahan karang 85% dan pada pasir 81%. Nilai uji akurasi yang didapatkan juga berhubungan dengan resolusi spasial pada citra..

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil Pemetaan Distribusi Spasial Padang Lamun Menggunakan Citra satelit Sentinel-2A di Desa Batu Lungun Kecamatan Nasal Kabupaten Kaur yaitu berdasarkan hasil pemetaan distribusi spasial didapatkan total luasan lamun yaitu sebesar 11,41 ha. Luasan tutupan lamun jarang dengan kondisi tutupan lamun buruk diperoleh luasannya 1,40 ha (12%), luasan tutupan lamun sedang dengan kondisi tutupan lamun sedang diperoleh luasannya yaitu 2,76 ha (24%), luasan lamun padat dengan kondisi tutupan lamun baik diperoleh luasannya yaitu 4,43 ha (39%) dan luasan lamun sangat padat dengan kondisi tutupan lamun sangat baik diperoleh luasannya yaitu 2,82 ha (25%). Berdasarkan uji akurasi yang telah dilakukan dengan menggunakan citra Sentinel-2A sebagai sumber data dalam pemetaan distribusi spasial lamun diperoleh tingkat akurasi secara keseluruhan yaitu (Overall Accuration) yaitu sebesar 61,53 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [BIG] (Badan Indonesia Geospasial). 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 8 Tahun 2014 Tentang Teknis Pengumpulan Dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal.
- [PPO] Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. 2014. Panduan Teknis Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal.
- Azzura, M, R, F, B., Riniatsih, I., dan Santosa, G, W. 2022. Kajian Kondisi Padang Lamun di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Journal of Marine Research*. 11 (4) : 720-728.
- Firmansyah, S., Gaol, J., dan Susilo, S, B. 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.
- Ginting, D. N. B., & Arjasakusuma, S. (2021). Pemetaan Lamun Menggunakan Machine Learning Dengan Citra PlanetScope Di Nusa Lembongan. *Jurnal*

Kelautan Tropis, 24(3), 323-332.

- Hafizt, M., dan Danoedoro, P. 2015. Kajian pengaruh koreksikolom air pada citramultispektral worldview-2 untuk pemetaan habitat bentik di Pulau Kemujan Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara.
- C. Ita, M. Setyardi P, S. Ahmad, Y. Dipo, & Y. Fajar (Eds), MAPIN. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX. 566-575.
- Hidayat, W., Warpala, I. S., dan Dewi, N. S. R. 2018. Komposisi jenis lamun (seagrass) dan karakteristik biofisik perairan di kawasan Pelabuhan Desa Celukanbawang Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 5(3) : 133-145.
- Ilyas, T. P., Nababan, B., Madduppa, H., dan Kushardono, D. 2020. Pemetaan ekosistem lamun dengan dan tanpa koreksi kolom air di perairan Pulau Pajeneang, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(1) : 9-23.
- Kasim, M., A. Pratomo. Muzahar. 2013. Struktur Komunitas Padang Lamun pada Kedalaman yang Berbeda di Perairan Desa Berakit KabupatenBintan. Programme Study of Marine Science.Maritime Raja Ali Haji University. Riau
- Kawamuna, A., Suprayogi, A., dan Wijaya, A. P. 2017. Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel-2(Studi kasus: Teluk Pangang Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Geodesi Undip*. 6(1) : 277-284.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KMLH) 2004. Kepmen. No. 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun, 16 hal
- Kristianingsih, L., Wijaya, A. P., dan Sukmono, A. 2016. Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-A Menggunakan Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*. 5(4) : 56-64.
- Kurniawati, E., Siregar, V., & Nurjaya, I. W. (2020). Klasifikasi Habitat Perairan Dangkal Berbasis Objek Menggunakan Citra Worldview 2 Dan Sentinel 2B Di Perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(2). 421- 435.
- Lyzenga, D. R. 1978. Passive Remote Sensing Techniques For Mapping Water Depth dan Bottom Feature. *Applied Optics*. 17(3) : 379-383.
- McKenzie, L.J., Campbell, S.J. dan Roder, C.A. 2003 SeagrassWatch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) volunteers. 2nd Edition. (QFS, NFC, Cairns) 100pp.
- Oktawati, N. O., Sulistianto, E., Fahrizal, W., & Maryanto, F. (2018). Nilai ekonomi ekosistem lamun di Kota Bontang. *EnviroScienteeae*. 14(3). 228-236.
- Putra, R. D., Handayani, R. P., Idris, F., Suhana, M. P., & Nugraha, A. H. (2023). Pemetaan Luasan Ekosistem Lamun Menggunakan Citra Sentinel 2A Tahun 2018 Dan Tahun 2020 Di Perairan Desa Pengudang, Pulau Bintan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 403-412.
- Putri, E. S., Sari, A. W., Karim, R. A., Somantri, L., dan Ridwana, R. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel-2 Untuk Analisis Vegetasi Di Wilayah Gunung Manglayang. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha* 9(2) : 133-143.
- Rachmawati, D. N., Sasmito, B., dan Sukmono, A. 2018. Studi Perkembangan Terumbu Karang Di Perairan Pulau Panjang Jepara Menggunakan Citra Sentinel-2 Dengan Metode Algoritma Lyzenga. *Jurnal Geodesi Undip*.7(4) : 223-243.
- Rahmani,E.,Karang,I,W,G,A., dan Putra I,D,N,N. 2022. Pemetaan Habitat Bantik Menggunakan Citra Sentinel-2A dan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) di Perairan Pemuteran, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology*. 5(1) : 29-39.
- Rahmawati, S. , H. Indarto, M.H. Azkab dan W. Kiswara, 2014. Panduan monitoring padang lamun. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jakarta. 34 hal.
- Roelfsema, C. M., Lyons, M., Kovacs, E. M., Maxwell, P., Saunders, M. I., Samper-Villarreal, J., and Phinn, S. R. (2014). Multi-temporal mapping of seagrass cover, species and biomass: A semi- automated object based image analysis approach. *Remote Sensing of Environment*. 150. 172-187.
- Sari, A., dan Dahlan, D. 2015. Komposisi jenis dan tutupan lamun di perairan teluk yos sudarso Kota Jayapura. *The Journal of Fisheries Development*. 2(1). 1-8.
- Sari,C,A.,Syah,A,F.,Prayudha,B., dan Salatalohi,A. 2020. Pemetaan Habitat Bantik MenggunakanCitra satelit Sentinel-2a Di Pulau Liki, Papua. *Jurnal Penginderaan Jauh*. 17 (1) : 33-42.
- Sativa,D,Y.,Septian,I,G,I., dan Atmanegara,F,K. 2022. Benthic Habitat Mapping Using Sentinel-2A Satellite Imagery in Serewe Bay. *Jurnal Biologi Tropis*. 22 (1): 55 – 61.
- Setiawan,F.,Harahap,S,A.,Andriani,Y.,anHutahaeen,A,A. 2012. Deteksi Perubahan Padang Lamun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Kaitannya Dengan Kemampuan Menyimpan Karbon di Perairan Teluk Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3 (3) : 275-286.