

PEMETAAN DISTRIBUSI SPASIAL LAMUN DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DI PULAU KELAPA DUA TAMAN NASIONAL KEPULAUAN SERIBU DKI JAKARTA

Riska Ayu Kurniati, Ayub Sugara*

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

*E-mail penulis korespondensi: ayubsugara@unib.ac.id

ABSTRAK

Lamun merupakan tumbuhan tingkat tinggi yang terdiri dari akar, batang, dan daun. Lamun memiliki kemampuan untuk hidup terbenam di lingkungan perairan yang dekat dengan pantai sampai pada kedalaman 40 meter. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan distribusi spasial lamun yang ada di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (*Remote Sensing*) dengan menggunakan citra sentinel-2A serta uji akurasi untuk pemetaan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data lapangan sebanyak 50 titik dengan meletakkan 1 transek kuadrat berukuran 10 x 10 m yang didalamnya terdapat 5 transek kuadrat berukuran 1 x 1 m. Pengambilan titik koordinatnya dilakukan di tengah-tengah transek. Berdasarkan hasil pengklasifikasian data lapangan tutupan lamun yang tersebar secara acak yang ada di Pulau Kelapa Dua memiliki luas total yaitu 44,97 ha. Berdasarkan pengambilan data di perairan Pulau Kelapa Dua ditemukan 4 jenis lamun yaitu jenis *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*. Total akurasi peta (*Overall accuracy*) mencapai 63,1579%.

Kata Kunci: Pemetaan, Lamun, Sentinel-2A, Pulau Kelapa Dua

PENDAHULUAN

Lamun adalah tumbuhan air berbunga yang mempunyai kemampuan adaptasi untuk hidup pada lingkungan laut. Secara taksonomi lamun (*seagrass*) termasuk dalam kelompok *Angiospermae* yang senantiasa membentuk hamparan permadani di laut yang dapat terdiri dari beberapa spesies yang disebut juga dengan padang lamun. Lamun adalah tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang hidup terendam dalam kolom air dan berkembang dengan baik di perairan laut dangkal dan estuari. Tumbuhan lamun terdiri dari daun dan seludang, batang menjalar yang biasanya disebut rimpang (*rhizome*), dan akar yang tumbuh pada bagian rimpang. Hamparan lamun, baik satu jenis maupun multijenis membentuk padang lamun yang menutupi area perairan laut dangkal dan membentuk suatu ekosistem (Hartini *dkk.*, 2018). Keberadaan ekosistem padang lamun masih belum banyak dikenal baik pada kalangan akademisi maupun masyarakat umum, jika dibandingkan dengan ekosistem lain seperti ekosistem terumbu karang dan ekosistem mangrove, meskipun diantara ekosistem tersebut di kawasan pesisir merupakan satu kesatuan sistem dalam menjalankan fungsi ekologi.

Teknologi penginderaan jauh (*Remote Sensing*) merupakan seni dan ilmu untuk memperoleh informasi mengenai suatu objek, area atau fenomena melalui analisis terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa adanya kontak langsung dengan objek, daerah ataupun fenomena yang dikaji. Perkembangan teknologi penginderaan jauh saat ini yang telah berkembang pesat banyak memberikan kemudahan. Penginderaan jauh menggunakan satelit untuk merekam data yang ada dipermukaan bumi. Berkembangnya teknologi penginderaan jauh terutama resolusi spasial dan temporalnya dapat mempermudah

dalam melakukan proses identifikasi objek yang akan diamati (Irawan dkk., 2016). Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk pemetaan dan pemantauan padang lamun yang secara efektif dan efisien mampu menghasilkan informasi secara spasial dan temporal. Data penginderaan jauh mampu memberikan informasi, persenutupan, spesies, biomassa, dan perubahan lamun (Ginting dkk., 2021).

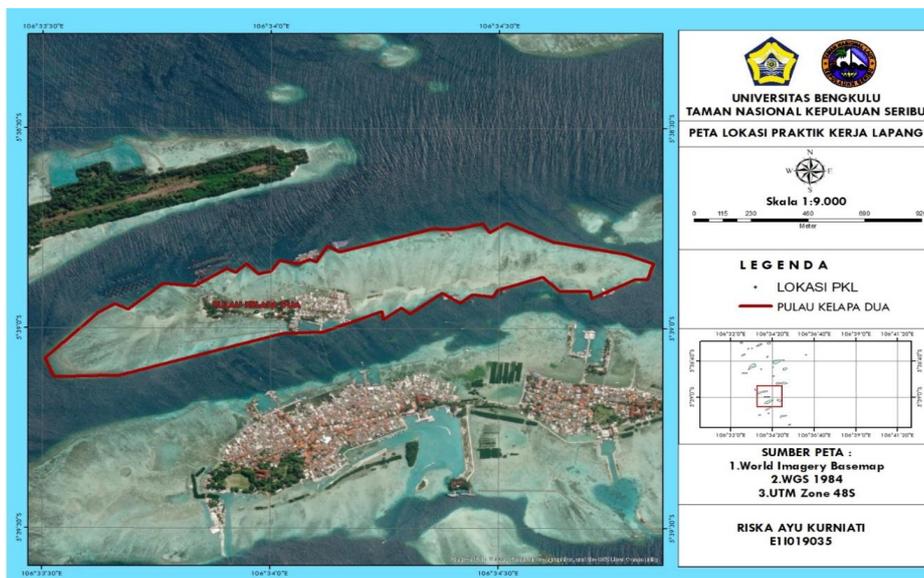
Keberadaan Sentinel-2 didesain secara khusus untuk membantu mempelajari dan memantau interaksi dan proses yang ada di bumi, menyiapkan strategi dalam menghadapi tantangan perubahan global yang sedang terjadi, serta mencapai tujuan pengembangan masyarakat (*Societal Development Goals*). Satelit ini diluncurkan untuk memantau kondisi permukaan bumi, sehingga mampu memberikan informasi kondisi terkini bumi dari angkasa untuk aplikasi lingkungan dan keamanan. Satelit Sentinel-2 memiliki misi menggabungkan kemampuan SPOT dan Landsat untuk memindai permukaan bumi, yaitu (1) cakupan daratan global yang sistematis dari 56°LS hingga 84°LU termasuk perairan pesisir, Laut Mediterania, dan Antartika (2) resolusi temporal tinggi yaitu setiap 5 hari di khatulistiwa dengan kondisi penampakan yang sama (3) multi resolusi spasial yaitu 10 m, 20 m, dan 60 m (4) 13 kanal multispektral termasuk VNIR dan SWIR (5) bidang pandang yang luas yaitu 290 km. Satelit sentinel-2 terdiri dari 2 satelit kembar yang memindai permukaan bumi secara simultan pada sudut 180° tiap satelitnya (Oktaviani dkk., 2017).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan pemetaan distribusi spasial lamun yang ada di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (*Remote Sensing*) dengan menggunakan Citra sentinel-2A serta melakukan uji akurasi hasil pemetaan. Sehingga diharapkan dapat menambah pengetahuan dalam aplikasi penginderaan jauh dan pemetaan dalam bidang kelautan mengenai sebaran padang lamun dan informasi mengenai jenis lamun di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari Bulan Oktober - November 2022 di Pulau Kelapa Dua Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu DKI Jakarta. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Sentinel-2A akuisisi 14 April 2022 dengan menggunakan 4 kanal dari 12 kanal yang dimiliki Citra Sentinel-2A, yaitu kanal 2, 3, 4 dan NIR (kanal 8).



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Satelit Sentinel-2A menghasilkan citra optik multispektral yang mempunyai 13 *band*, yang mana dibagi ke beberapa spektrum *visible*, *near infrared*, *shortwave infrared*. Dimana resolusi spasial dari satelit Sentinel-2A adalah 4 band dengan resolusi 10 m, 6 band dengan resolusi 20 m dan 3 band lainnya dengan resolusi 60 m. Sedangkan luas sapuan dari satelit Sentinel-2A adalah 290 km, selain itu satelit Sentinel-2A dapat peroleh secara gratis (Sinaga dkk., 2018). Citra Sentinel 2A bertujuan untuk menyajikan data untuk kepentingan monitoring lahan, dan merupakan data dasar untuk penggunaan pada beragam aplikasi, mulai dari pertanian sampai perhutanan, dari monitoring lingkungan sampai dengan perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan risiko bencana serta beragam aplikasi lainnya. Untuk karakteristik Citra Sentinel-2A dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Citra Sentinel-2A.

Saluran	Kanal	Panjang gelombang (nm)	Resolusi Spasial(m)	Kegunaan
Band 1	Coastal aerosol	443-463	60	Studi pesisir dan aerosol
Band 2	Biru	490-555	10	Melihat fitur permukaan air/ kolom air dangkal, batimetri
Band 3	Hijau	560-595	10	Studi vegetasi di laut dan di darat serta sedimen
Band 4	Merah	665-695	10	Membedakan mineral dan tanah (studi geologi)/ lereng vegetasi
Band 5	Red Edge 1	705-720	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 6	Red edge 2	740-755	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 7	Red edge 3	783-803	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 8	Near infrared (NIR)	842-957	10	Studi konten biomassa dan garis pantai
Band 8a	NIR Narrow	865-885	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 9	Water vapour	945-965	60	Studi deteksi uap air
Band 10	Cirrus	1375-1405	60	Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus
Band 11	SWIR 1	1610-1700	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
Band 12	SWIR 2	2190-2370	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi

Sumber: ESA (2015)

Metode pengumpulan data lapangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Random Sampling*. Metode tersebut dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan di lapangan dan pengetahuan akan kondisi di lokasi penelitian, dipilih secara acak dengan penentuan interval (jarak) tertentu secara berurutan (Congalton & Green, 2009). Pengambilan data lapangan dilakukan di 50 titik dengan meletakkan 1 transek kuadrat berukuran 10 x 10 m yang didalamnya terdapat 5 transek kuadrat berukuran 1 x 1 m. Pengambilan titik koordinatnya dilakukan di tengah-tengah transek.

Pengolahan data citra satelit terdiri dari beberapa tahap, pertama pra prosesing yang terdiri dari koreksi atmosferik, komposit warna RGB, pemotongan citra (*Cropping*), *Masking*

untuk lokasi penelitian. Pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi tak terbimbing (*Unsupervised Classification*). Klasifikasi tak terbimbing (*Unsupervised classification*) merupakan klasifikasi dengan pembentukan kelasnya sebagian besar dikerjakan oleh komputer. Pengklasifikasian dalam metode ini menggunakan metode ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*).

Koreksi kolom air (*Lyzenga*) perairan dilakukan dengan pengembangan algoritma yang dikembangkan oleh lyzenga Adapun rumus yang digunakan sesuai dengan Lyzenga (1978) yaitu:

$$Y = \ln(L_i) - \left(\left(\frac{K_i}{K_j} \right) \times \ln(L_j) \right)$$

Keterangan:

L_i = nilai refleksi Band biru

L_j = nilai refleksi Band hijau

K_i/K_j = rasio koefisien atenuasi Band biru dan hijau

Koefisien Atenuasi dibentuk dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{K_i}{K_j} = a + \sqrt{a^2 - 1}$$

Nilai a ditentukan oleh persamaan sebagai berikut:

$$a = \frac{\alpha_{ii} - \alpha_{ij}}{2 \cdot \alpha_{i,j}}$$

Dimana:

α_{ii} = Ragam atau varian Band biru i

α_{jj} = Ragam atau varian Band hijau j

$\alpha_{i,j}$ = peragam atau *covarian* Band i dan Band j

Menurut Budhiman dkk. (2013) Perhitungan koreksi kolom air dipengaruhi oleh rentang dari kanal yang digunakan. Rentang kanal ini akan mempengaruhi seberapa dalam kanal tersebut dapat mendeteksi substrat dasar perairan, atau biasa disebut sebagai *depth of penetration*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari data lapangan menunjukkan bahwa lamun yang ada di lokasi penelitian terdiri dari 4 kelas yaitu lamun jarang, lamun sedang, lamun padat dan lamun sangat padat. Berdasarkan hasil pengambilan data di lapangan yang ada di di perairan Pulau Kelapa Dua ditemukan 4 jenis lamun, yaitu jenis *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis* dengan jenis lamun yang paling banyak tersebar yaitu jenis *Thalassia hemprichii*. Menurut Azzura dkk. (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. Ketebalan sedimen berperan vital bagi pertumbuhan lamun karena tebal substrat maka kondisi lamun akan semakin stabil karena akar lamun dapat melekat, menempel, dan mengikat sedimen dengan optimal. Untuk jenis-jenis lamun yang ditemukan di Pulau Kelapa Dua dapat dilihat pada Gambar 2.



(Thalassia hemprichii)



(Cymodocea rotundata)



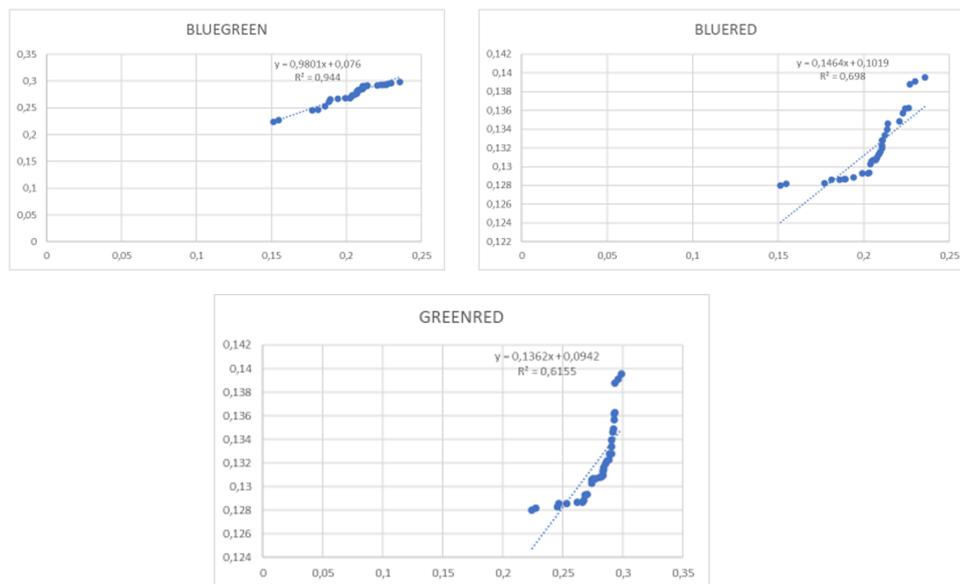
(Syringodium isoetifolium)



(Halophila ovalis)

Gambar 2. Jenis-jenis lamun yang ditemukan di Pulau Kelapa Dua.

Koreksi kolom air merupakan tahap terakhir dalam koreksi atenuasi kolom air. Tahap koreksi atenuasi adalah dengan melakukan pemilihan sampel pasir yang berada pada kedalaman yang berbeda-beda dalam bentuk *Region of Interest* (ROI). Hubungan antara perbedaan kedalaman objek pasir terhadap kombinasi saluran yang telah dinormalisasi (ln) ditunjukkan dalam grafik regresi dapat dilihat pada Gambar 3.

**Gambar 3.** Plot regresi pasangan 2 band yang dikoreksi dari substrat/habitat pasir di kedalaman berbeda.

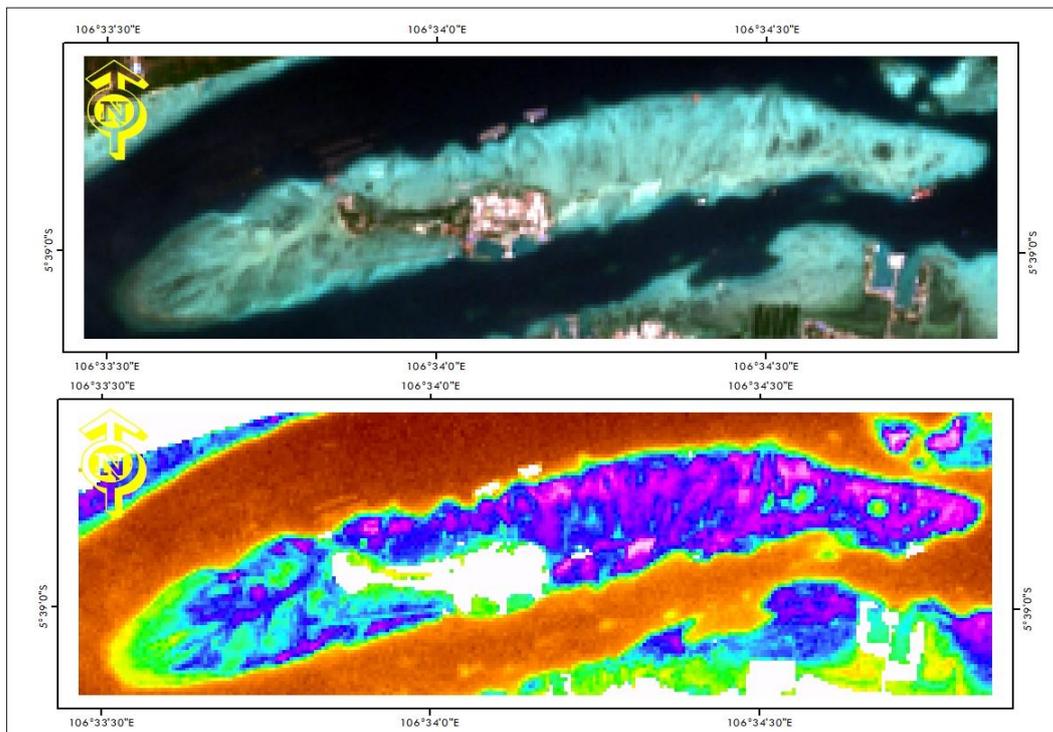
Koreksi kolom air berfungsi dalam mengurangi pengaruh dari kolom air yang terdapat pada kedalaman tertentu dengan membuat suatu kanal baru dari hasil perhitungan *band a* dan *band b* yang akan digabungkan menjadi 1 *band* dari hasil perhitungan hubungan *spectral*

antara *band* tersebut. Koreksi kolom air dilakukan dengan mencari nilai K_i/K_j atau koefisien atenuasi dari perairan dangkal Pulau Kelapa Dua. Perhitungan hasil Algoritma Lyzenga dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

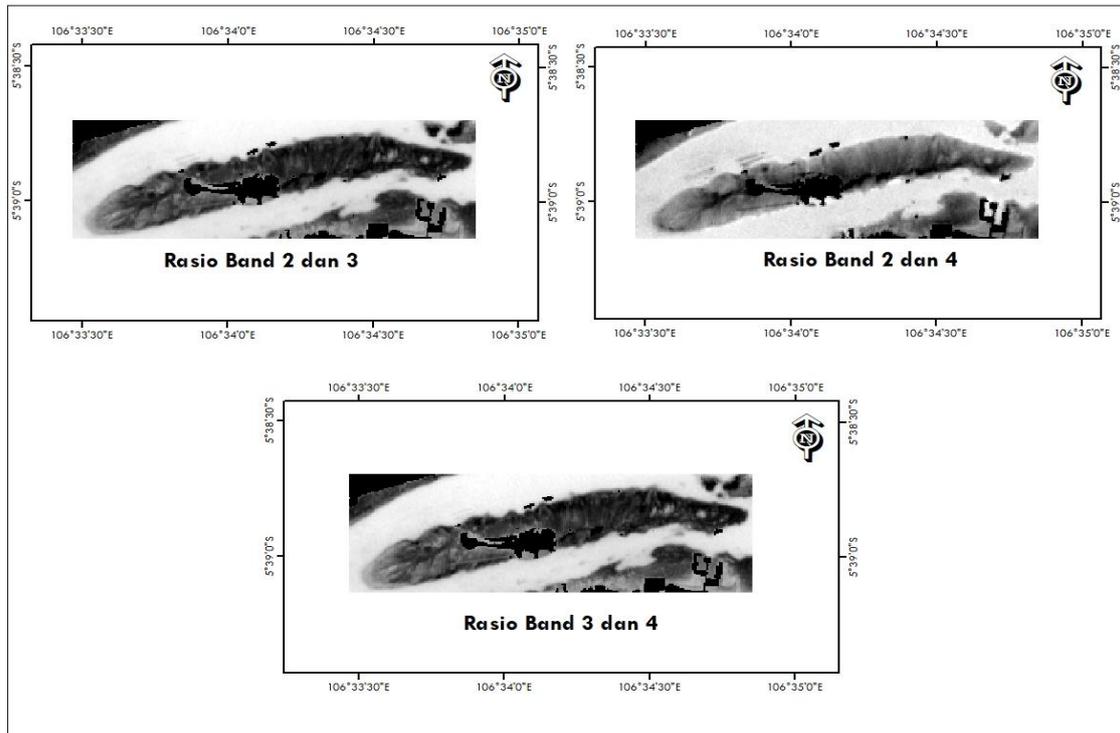
Tabel 2. Perhitungan Algoritma Lyzenga.

Band	K_i/K_j	Rumus Lyzenga
Band 23	1,382708539	$(\log(B2)) - (1,382708539 * (\log(B3)))$
Band 24	4,966009677	$(\log(B2)) - (4,966009677 * (\log(B4)))$
Band 34	3,709492078	$(\log(B3)) - (3,709492078 * (\log(B4)))$

Kualitas citra hasil dari koreksi kolom air sangat bergantung terhadap pemilihan *Region of Interest* (ROI) yang tepat yang dapat mewakili dari variasi-variasi kedalam objek yang sama. Berdasarkan citra dari hasil koreksi kolom air masih terdapat area yang secara sempurna belum terkoreksi. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan adanya faktor lain selain pengaruh dari kolom air terhadap nilai piksel citra seperti kandungan alga yang menempel pada pasir atau zat organik yang terlarut yang dapat meningkatkan penyerapan maupun pantulan energi elektromagnetik pada saat penetrasi pada kolom air hingga mencapai objek di dasar perairan (Hafizt & Danoedoro, 2015).

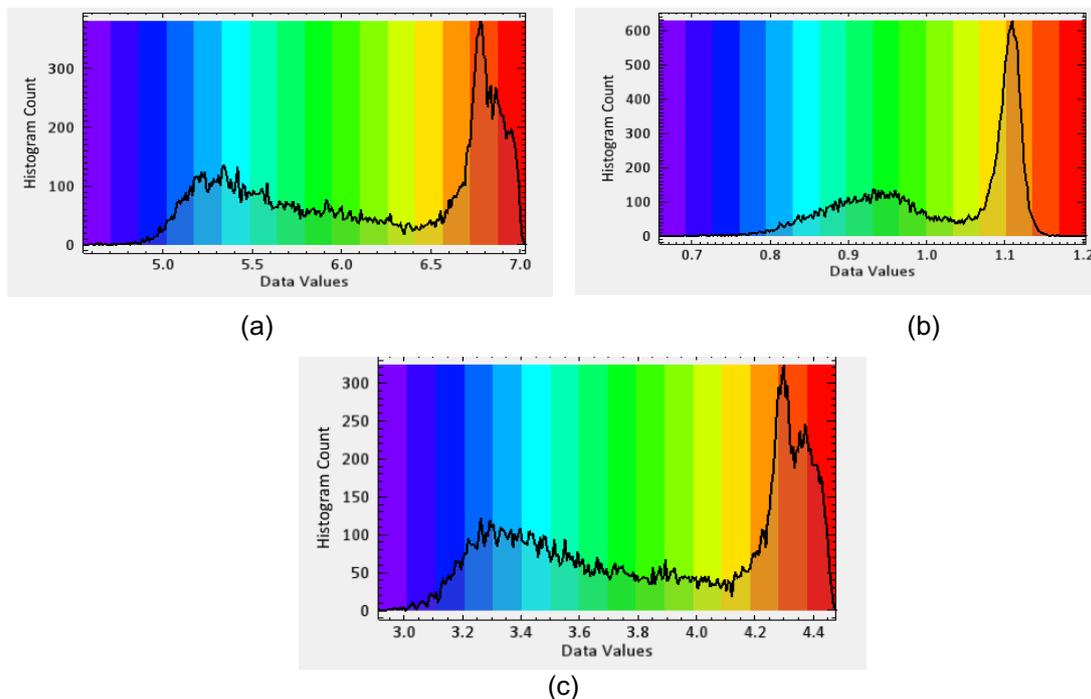


Gambar 4. Citra Belum Terkoreksi (gambar atas) Citra yang sudah dilakukan koreksi kolom air dengan menggunakan Metode Lyzenga (gambar bawah).



Gambar 5. Citra Transformasi Lyzenga.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh bahwa nilai dari K_i/K_j dari masing-masing perairan memiliki variasi nilai yang berbeda-beda pada setiap perhitungannya. Menurut Sugara dkk. (2022) Koreksi kolom air sangat bergantung terhadap pemilihan ROI (Region of Interest) yang tepat dalam mewakili setiap variasi kedalaman objek yang sama. Menurut Setiawan dkk. (2012) Perbedaan nilai (K_i/K_j) tergantung panjang gelombang band dan tingkat kekeruhan air.



Gambar 5. Histogram 2 dan 3 (a) Histogram Band 2 dan 4 (b) Histogram Band 3 dan 4 (c).

Hasil dari koreksi lyzenga mampu membedakan substrat perairan dangkal dengan baik dan jelas. Selain itu, pengetahuan tentang kedalaman air juga diperlukan salah satu syarat penggunaan metode lyzenga adalah adanya variasi kedalaman. Menurut Maulana *dkk.* (2018) Koreksi kolom air (*water column correction*) dan transformasi *Lyzenga* dapat mereduksi pengaruh efek kedalaman. Pergerakan dan kekeruhan air, untuk meningkatkan perolehan informasi karakteristik dasar perairan dangkal.

Hasil dari pasangan RGB *Lyzenga* B2-B3, B2-B4, B3-B4 dilakukan proses klasifikasi untuk memetakan objek lamun. Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *unsupervised classification* dengan membuat 10 kelas. Hasil editing proses klasifikasi diatas merupakan peta klasifikasi yang dihasilkan oleh pasangan RGB *Lyzenga* B2-B3, B2-B4, B3-B4 yang dibuat. Peta klasifikasi tersebut menghasilkan empat kelas yaitu lamun jarang, lamun sedang, lamun padat dan lamun sangat padat. Berdasarkan hasil pengklasifikasian data lapangan tutupan lamun yang tersebar secara acak yang ada di Pulau Kelapa Dua memiliki luas total yaitu 44,97 ha dengan luasan masing-masing kelas lamun yaitu lamun jarang (15,50 ha), lamun sedang (15,50 ha), lamun padat (6,90 ha) dan lamun sangat padat (7,17 ha).



Gambar 6. Peta distribusi spasial lamun di Pulau Kelapa Dua.

Berdasarkan hasil uji akurasi yang dilakukan dengan metode *confussion matrix* dengan membandingkan citra hasil klasifikasi terhadap kelas atau objek sebenarnya yang diperoleh berdasarkan pengamatan di lapangan. Hasil dari uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel hasil uji akurasi.

DATA KLASIFIKASI	DATA LAPANGAN				TOTAL KOLOM	<i>Producer accuracy</i>	<i>User accuracy</i>
	LAMUN SEDANG	LAMUN SANGAT PADAT	LAMUN PADAT	LAMUN JARANG			
LAMUN SEDANG	7		3		10	63,64 %	70,00 %
LAMUN SANGAT PADAT		7	1		8	63,64 %	87,50%
LAMUN PADAT	1	3	3	1	8	37,50 %	37,50 %
LAMUN JARANG	3	1	1	7	12	87,50 %	58,33 %
TOTAL BARIS	11	11	8	8	38	<i>Overall accuracy = 63,1579 %</i>	

Klasifikasi citra berdasarkan hasil klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) mendapatkan total akurasi secara keseluruhan atau *overall accuracy* sebesar 63,1579%. Menurut Firmansyah dkk. (2018) Pengujian akurasi akan menghasilkan nilai *overall accuracy*, *producer's accuracy*, *user's accuracy* dan *kappa accuracy*. Menurut PPO-LIPI tahun 2014 uji akurasi dilakukan untuk menilai kualitas peta yang dihasilkan dengan keadaan lapangan sebenarnya. Batas terkecil keakurasian peta yang dapat diterima untuk pemetaan habitat dasar perairan dangkal berdasarkan SNI 7716:2011 sebesar 60%.

KESIMPULAN

Pemetaan ekosistem terumbu karang di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu menggunakan kombinasi komposit RGB dari pasangan algoritma Lyzenga B2-B3, B2-B4, B3-B4 dari Citra Sentinel -2A berhasil membedakan dalam empat kelas yaitu lamun jarang, lamun sedang, lamun padat dan lamun sangat padat dengan luasan masing-masing kelas lamun yaitu lamun jarang (15,50 ha), lamun sedang (15,50 ha), lamun padat (6,90 ha) dan lamun sangat padat (7,17 ha). Berdasarkan uji akurasi yang telah dilakukan dengan menggunakan citra sentinel 2 A sebagai sumber data dalam pemetaan distribusi spasial lamun diperoleh tingkat akurasi secara keseluruhan yaitu (*Overall Accuracy*), yaitu sebesar 63,1579%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu yang telah memberikan izin dan membantu berlangsungnya penelitian di wilayah Pulau Kelapa Dua, dan Bapak Isai Yusidarta selaku Kepala Seksi 1 Taman Nasional Kepulauan Seribu Pulau Kelapa Dua yang telah mendukung dalam melaksanakan penelitian serta kepada bapak Hardian selaku pembimbing lapangan yang telah membantu selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [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.
- Budhiman, S., Winarso, G., dan Asriningrum, W. 2013. Pengaruh Pengambilan Training Sample Substrat Dasar Berbeda Pada Koreksi Kolom Air Menggunakan Data Penginderaan Jauh (Effect of Training Sample of Different Bottom Substrates on Water Column Correction Using Remote Sensing Data). *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*.10(2).
- Congalton, R. G. dan K. Green 2009. *Assessing the accuracy of remotely sensed data principles and practices (Second Edition)*. CRC Taylor & Francis Group. France. 183 p.
- 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., dan 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 Koreksi Kolom Air Pada Citra Multispektral 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.
- Hartini, H., dan Lestarini, Y. 2019. Pemetaan Padang Lamun Sebagai Penunjang Ekowisata di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*. 19(1): 1-7.

- Irawan, S., dan Malau, A. O. 2016. Analisis Persebaran Mangrove di Pulau Batam Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal integrasi*. 8(2) : 80-87.
- Lyzenga, D. R. 1978. *Passive Remote Sensing Techniques For Mapping Water Depth dan Bottom Feature*. Applied Optics. 17(3): 379-383.
- Maulana, Y, R., Supriharyono., dan Febrianto, S. 2018. Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Menggunakan Citra Satelit Spot-6 Di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Journal Of Maquares*. 7 (3): 279-287.
- Oktaviani, N., dan Kusuma, H. A. 2017. Pengenalan Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Pemetaan Kelautan. *OSEANA, XLII.3*: 40-55.
- Setiawan, F., Harahap, S, A., Andriani, Y., dan Hutahaeen, 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.
- Sinaga, S. H., Suprayogi, A., dan Haniah, H. 2018. Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode *Normalized Difference Vegetation Index* dan *Soil Adjusted Vegetation Index* Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*.7(1): 202-211.
- Sugara, A., Sari, C, A., Anggoro, A., Kurniawati, E., Wulandari, U., dan Saputra, R. 2022. Pemetaan Habitat Bentik Berbasis *Pixel* Perairan Dangkal Di Pulau Sebaru Besar Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A. *Majalah Ilmiah Globë*. 24 (2): 73-80.