

Zonasi Terumbu Karang Dengan Menggunakan Landsat 8 Untuk Pariwisata Di Pulau Lemukutan Kalimantan Barat

Muhammad Muslih¹, Fitria Nuraini Sekarsih²

^{1,2}Program Studi Geografi

Universitas Amikom Yogyakarta, Indonesia

e-mail: 1muhammad.muslih@students.amikom.ac.id, 2sekarsih.fitria@amikom.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Perairan Pulau Lemukutan yang memiliki potensi persebaran terumbu karang yang belum banyak dieksplor. Kualitas terumbu karang tentu akan menarik minat wisatawan untuk snorkeling dan diving. Citra Landsat 8 digunakan untuk mengetahui zonasi persebaran terumbu karang melalui metode Lyzenga. Melalui metode tersebut, terdapat 5 kelas klasifikasi, namun untuk kelas terumbu karang hanya didapati 3 kelas yaitu karang mati, karang hidup, dan lamun. Untuk mengetahui kondisi lapangan, dilakukan purposif sampling pengambilan 6 titik di lapangan. Dari hasil kelas yang sama, diharapkan ada potensi kesamaan karakter terumbu karang. Hasilnya, ekosistem kawasan terumbu karang Pulau Lemukutan memiliki luas 1.112 hektar dengan tiga jenis tutupan yaitu, lamun, karang hidup, karang mati. Luas masing-masing jenis tutupan, karang hidup memiliki luas 173,02 km², karang mati 676,67 km², lamun 132 ± 33,941 tegakan/m². Kondisi karang dikategorikan dalam kategori "Sedang", dengan nilai tutupan karang hidup berkisar 24 - 32%. Hasil analisis tutupan karang kemudian ditambahkan nilai kecerahan, jenis life form, jenis ikan, kecepatan arus, dan kedalaman terumbu karang, maka diperoleh kesimpulan bahwa pada 6 stasiun tersebut dibagi menjadi dua yaitu potensi wisata snorkeling pada stasiun 1, 2, 5 sedangkan potensi wisata diving pada stasiun 3, 4, dan 6. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat membantu pengelola wisata setempat untuk mengembangkan potensi wisata bahari di Perairan Pulau Lemukutan. Selain itu, karakteristik pada lokasi yang lain yang memiliki pantulan spektral menyerupai 6 stasiun tersebut, dapat dikembangkan untuk wisata bahari di Pulau Lemukutan.

Kata kunci: Landsat-8 OLI, Lezynga, Pulau Lemukutan, terumbu karang.

Abstract

This research was conducted in the seas of Lemukutan Island which has the potential for coral reefs that have not been explored much. The quality of coral reefs will certainly attract tourists to snorkel and dive. Landsat 8 imagery is used to determine the zoning distribution of coral reefs using the Lyzenga method. Through this method, there are 5 classification classes, but for the coral reef class only 3 classes are found, namely dead coral, live coral, and seagrass. To find out the condition of the field, purposive sampling was carried out by taking 6 points in the field. From the results of the same class, it is hoped that there will be potential similarities in the characteristics of coral reefs. As a result, the ecosystem of the coral reef area of Lemukutan Island has an area of 1,112 hectares with three types of cover, namely, seagrass, live coral and dead coral. The area of each type of cover, live coral has an area of 173.02 km², dead coral 676.67 km², but 132 ± 33.941 stands/m². Coral conditions are categorized in the "Medium" category, with live coral cover values ranging from 24 - 32%. The results of the analysis of coral cover were then added to the value of brightness, type of life form, type of fish, current speed, and depth of coral reefs, it was concluded that the 6 stations were divided into two, namely the potential for snorkeling tourism at stations 1, 2, 5 while the potential for diving tourism at stations 3, 4, and 6. The results of this research are expected to help local tourism managers develop the potential tourism in the Lemukutan Island. In addition, characteristics at other locations that have similar spectral reflections with the 6 stations can be developed for marine tourism on Lemukutan Island.

Keywords: Landsat-8 OLI, Lezynga, Lemukutan Island, Coral Reef.

1. Pendahuluan

Terumbu karang dan segala kehidupan yang terdapat di dalamnya merupakan salah satu kekayaan alam yang bernilai tinggi. Terumbu karang juga merupakan ekosistem yang rentan terhadap perubahan lingkungan [11]. Sangat pentingnya peran terumbu karang sehingga pemerintah melindungi kelestarian terumbu karang melalui undang-undang no 27 tahun 2007 pasal 73. Dalam undang-undang tersebut dikatakan bahwa setiap orang yang dengan sengaja melakukan kegiatan yang mengakibatkan rusaknya ekosistem terumbu karang maka akan dipidana [10].

Ekosistem terumbu karang merupakan suatu ekosistem pada perairan tropis yang dibentuk oleh biota laut penghasil kapur bersama hewan laut lainnya yang hidup didalamnya. Indonesia merupakan

negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki luas terumbu karang mencapai 2,53 juta hektar [4]. Salah satu perairan di Indonesia yang memiliki potensi terumbu karang yang belum banyak dieksplorasi adalah Perairan Pulau Lemukutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengembangan wisata bawah laut di Pulau Lemukutan. Banyak titik wisata bahari di pulau tersebut yang belum banyak dieksplorasi oleh wisatawan. Penggunaan citra satelit Landsat 8 dan didukung dengan data lapangan diharapkan mampu menjadi sumber data yang akurat untuk tujuan tersebut. Pengamatan terumbu karang secara manual membutuhkan waktu yang lama dengan biaya yang sangat tinggi [2]. Pemanfaatan teknologi penginderaan dengan menggunakan citra Landsat dapat digunakan untuk mengetahui sebaran dan luasan karang dengan cepat. Sedangkan tiap kelas analisis yang sudah dihasilkan, dilakukan survey lapangan untuk mengetahui kondisi terumbu karang dan perairan yang ada di lokasi tersebut.

Hasil analisis dari citra dan didukung dengan data lapangan, maka dapat diketahui potensi wisata pada masing-masing titik. Data dan informasi persebaran terumbu karang pada kawasan ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu dasar untuk pengelolaan ekosistem terumbu karang yang berkelanjutan terutama untuk spot wisata diving atau snorkeling.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi dalam 3 tahap penelitian yaitu persiapan, pengumpulan, dan pengolahan data. Pada tahap persiapan, alat yang digunakan dibagi menjadi dua yaitu alat pengolah data dan alat pengambilan data di lapangan. Alat pengolahan data terdiri dari ArcGIS 10.8, Excel, dan Laptop. Sedangkan alat pengambilan data lapangan terdiri dari GPS (Global Positioning System), Kamera underwater, Sabak, Roll meter dan alat dasar selam. Sedangkan bahan yang digunakan adalah citra Landsat 8 OLI.

Pengolahan citra Landsat 8 menggunakan koreksi kolom dengan algoritma Lezynga. Namun sebelum dilakukan pemrosesan, dilakukan koreksi sun glint. Koreksi efek Glint merupakan koreksi efek gangguan oleh pantulan sinar matahari terhadap gelombang air laut [1]. Pemilihan metode ini dianggap penting karena memperhitungkan kemampuan radiasi elektromagnetik melakukan penetrasi ke dalam perairan [7]. Radiasi yang dipancarkan oleh sensor melalui atmosfer dan kolom air akan dipantulkan oleh objek dasar dan direkam kembali oleh sensor. Koreksi atmosfer dan kolom air diperlukan untuk menentukan pantulan dasar perairan [5].

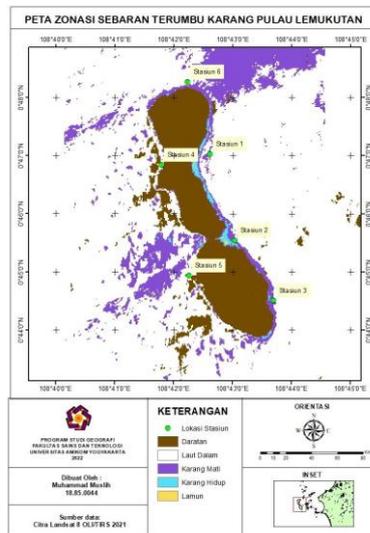
Setelah dilakukan koreksi sun glint, maka langkah selanjutnya adalah koreksi kolom. Algoritma Lyzenga [9] dipilih untuk melakukan koreksi ini karena dapat menggambarkan atau mengidentifikasi habitat dan perubahan luasan ekosistem terumbu karang dengan efektif [3]. Algoritma ini mensyaratkan adanya variasi kedalaman pada wilayah pesisir perairan yang akan dipetakan [8]. Koreksi kolom air ini bertujuan untuk mengeliminasi kesalahan identifikasi spektral habitat karena faktor kedalaman. Setelah dilakukan klasifikasi, tahap selanjutnya adalah penentuan titik sample untuk pengambilan data secara in situ.

Tahap kedua yaitu pengumpulan data. Teknik pengumpulan data menggunakan metode LIT (Line Intercepts Transect) yaitu penggunaan transek garis yang digunakan untuk menggambarkan struktur komunitas karang dengan melihat tutupan karang hidup, karang mati, bentuk substrat (pasir, lumpur) alga dan keberadaan biota lainnya. Selain itu, data yang dikumpulkan adalah wawancara di lapangan.

Tahap ketiga adalah pengolahan dan analisis data. Pengolahan dan analisis data ini merupakan arahan potensi wisata pada kelas klasifikasi kawasan. Setiap kegiatan wisata memiliki kebutuhan sumber daya dan lingkungan yang sesuai dengan daya tarik yang akan dikembangkan. Setiap jenis kegiatan pariwisata memiliki parameter penerapan yang berbeda antara satu jenis kegiatan pariwisata dengan jenis kegiatan pariwisata lainnya. Parameter yang diambil secara in situ diantaranya adalah kecerahan, tutupan karang, jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, dan kedalaman terumbu karang.

Arahan potensi ini dikerucutkan menjadi 2 yaitu diving dan snorkling. Analisis data ini juga erat kaitannya dengan data lapangan seperti kecepatan arus, kekeruhan, dan kedalaman terumbu karang. Data lapangan kemudian dilakukan pembobotan. Setiap parameter memiliki bobot dan skor, dimana pemberian bobot berdasarkan tingkat kepentingan suatu parameter terhadap perencanaan kawasan wisata. Bobot yang diberikan adalah 5 (lima), 3 (tiga), dan 1 (satu). Kriteria untuk masing-masing pembobotan adalah sebagai berikut:

- a. Pemberian bobot 5: hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa unsur parameter sangat diperlukan atau parameter kunci.
- b. Pemberian bobot 3: hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa unsur parameter sedikit diperlukan atau parameter yang cukup penting.



Gambar 2. Peta lokasi Persebaran Terumbu Karang beserta Lokasi Stasiun Sampling

Tahap selanjutnya adalah pengambilan data lapangan. Metode pengecekan kualitas terumbu karang dilakukan dengan Line Intercepts Transect (LIT). LIT digunakan juga untuk menilai, menaksir kerapatan/keberadaan komunitas bentik dari terumbu karang. selain itu digunakan juga untuk memperkirakan suatu luasan penutupan terumbu karang dalam sebuah titik stasiun. Gambar 3 merupakan persiapan survey lapangan dan pengambilan sample kondisi terumbu karang dengan LIT.



Gambar 3. Pengambilan sample kondisi terumbu karang dengan LIT. (sumber : dokumentasi 2022)

Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan cara menghitung Persentase Penutupan yaitu panjang karang berdasarkan bentuk pertumbuhan dibagi panjang transek garis dikali 100 persen.

Sampel diambil sejajar dengan garis pantai sepanjang 50 Meter dengan satu kali pengulangan pada kedalaman yang berbeda yaitu 3, 6, dan 9 Meter yang mewakili tiap kedalaman. Selain itu juga dilakukan pengukuran untuk kecerahan perairan, kecepatan perairan dan kedalaman terumbu karang.

Hasil yang diperoleh adalah ekosistem kawasan terumbu karang Pulau Lemukutan memiliki luas 1.112 hektar dengan tiga jenis tutupan yaitu, lamun, karang hidup, karang mati. Luas masing-masing jenis tutupan, karang hidup memiliki luas 173,02 km², Karang Mati 676,67 km², Lamun 132 ± 33,941 tegakan/m². Hasil pengamatan terumbu karang di lokasi Pulau Lemukutan termasuk dalam kategori “Sedang”, dengan nilai tutupan karang hidup berkisar 24 - 32%.

Berikut hasil yang diperoleh dari pengambilan sample tersebut. Pada Stasiun 1 dapat dilihat pada gambar 6, kondisi dari substrat dasar perairannya dominan yaitu Pasir dengan persentasenya 52.94% disusul dengan batuan 14 %. Pada Stasiun 2, kondisi dari substrat dasar perairan dominan batu dengan persentase 51,14% dan coral sub masif sebesar 15,9 %. Berikut Gambar 4 merupakan gambar batuan dan Gambar 5 merupakan coral sub masif di Perairan Pulau Lemukutan.



Gambar 4. Batuan pada kedalaman 9 m. Sumber : dokumentasi 2022.



Gambar 5. Coral Sub Masif di Perairan Pulau Lemukutan diambil pada kedalaman 3 m. Sumber : dokumentasi 2022

Pada stasiun 3, kondisi dari substrat dasar perairan dominan yaitu batu dengan persentase 39,06% dan pasir 25 %. Pada Stasiun 4, kondisi dari substrat dasar perairan dominan yaitu pasir dengan persentase 71,6% dan acropora digitate sebesar 27 %. Pada Stasiun 5, kondisi dari substrat dasar perairan dominan yaitu pasir dengan persentase 62,7% dan acropora digitate sebesar 31,9 %. Pada Stasiun 6, kondisi dari substrat dasar perairan dominan yaitu pasir dengan persentase 78 % dan acropora digitate sebesar 18 %. Berikut Gambar 6 merupakan Acropora Digitate di Perairan Pulau Lemukutan.



Gambar 6. Acropora Digitate di Perairan Pulau Lemukutan diambil pada kedalaman 9 m. Sumber : dokumentasi 2022.



Gambar 7. Coral masive diambil pada kedalaman 3 m. Sumber : dokumentasi 2022.

Dari ke enam Stasiun tersebut dapat disimpulkan bahwa substrat dasar yang dominan di perairan Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat adalah abiotik (benda mati) dengan tutupan rata-rata sebesar 75,60%, dengan tutupan substrat lumayan besar yaitu (51%) berupa Sand (Pasir). Substrat dasar lainnya yaitu terumbu karang yang didapat dengan tutupan karangnya rata-rata sebesar 22,33%, yang didominasi jenis coral massive (Gambar 7) terutama ditemui di stasiun 1, stasiun 3, dan stasiun 5 dengan tutupan rata-rata 9,7%. Berdasarkan Kategori di atas kondisi tutupan terumbu karang di Pulau Lemukutan termasuk kategori sedang 22,32%, dan perlu adanya konservasi terumbu karang lebih lanjut dari pemerintah daerah beserta penduduk setempat agar keberadaan ekosistem terumbu karang di Pulau Lemukutan Lebih meningkatkan kualitas karangnya.

3.2. Kesesuaian wisata bahari

Perpaduan antara data Citra Landsat 8 dengan hasil yang ditemukan di lapangan, sangat berguna bagi pengelola untuk mengembangkan potensi titik snorkling dan diving baru di perairan ini.

Hasil dari pengamatan terumbu karang di lokasi Perairan Pulau Lemukutan termasuk dalam kategori "Sedang", dengan nilai tutupan karang hidup berkisar 24 - 32%. Selain kondisi karang, pengukuran oceanografis juga menjadi pertimbangan potensi wisata di perairan ini. Berikut Tabel 1 merupakan hasil pengukuran di lapangan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Perairan Pulau Lemukutan

Stasiun	Kecerahan (%)	Kedalaman (m)	Arus (m/s)	
			Pasang	Surut
1	92	24	11,52	12,39
2	100	14	12,88	10,44
3	60	4	4,17	5,1
4	65	34	11,73	12,31
5	100	24	9,23	10,35
6	70	32	10,49	11,37

Sumber : Data Lapangan (2023)

Berdasarkan hasil analisis citra diwakilkan melalui 6 titik stasiun ini, diharapkan mampu mewakili kondisi hamparan terumbu karang di perairan Pulau Lemukutan. Kriteria penelitian ini harapannya menjadi penentuan zonasi sebaran terumbu karang untuk upaya pengembangan destinasi wisata bawah laut yaitu wisata diving dan snorkeling.

Pembagian kedalaman untuk kegiatan wisata snorkeling yang sesuai berkisar antara kedalaman 1 sampai 3 Meter. Sedangkan kegiatan wisata diving memiliki rentang berkisar antara 6 sampai 15 Meter dan untuk kedalaman lebih dari 15 sampai 20 Meter masih cukup sesuai untuk dilakukan wisata penyelaman.

Hasil pengukuran kecerahan perairan dari titik stasiun yang ada, menunjukkan kecerahan perairan Pulau Lemukutan untuk kegiatan selam menunjukkan kategori sangat baik sampai kurang baik. Sedangkan untuk kegiatan wisata snorkeling termasuk kategori sangat baik sampai buruk. Secara spasial tingkat kecerahan di Pulau Lemukutan. Tabel 2 dan Tabel 3 berikut merupakan data lapangan yang telah dikumpulkan.

Tabel 2. Matriks kesesuaian lokasi untuk wisata snorkeling

No	Parameter	Bobot	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4		Stasiun 5		Stasiun 6	
			Skor	Nilai										
1	Kecerahan Perairan (%)	5	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15
2	Tutupan Karang (%)	5	2	10	1	5	2	10	3	15	2	10	3	15
3	Jenis Life Form	3	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	3	9
4	Jenis Ikan Karang	3	1	3	1	3	1	3	2	6	2	6	2	6
5	Kecepatan Arus (cm/dtk)	1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3
6	Kedalaman Terumbu Karang (m)	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	Luas Hamparan Karang (m)	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL			43		37		42		51		46		54	

Sumber : Pengolahan Data (2022)

Tabel 3. Matriks kesesuaian lokasi untuk wisata diving

No	Parameter	Bobot	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4		Stasiun 5		Stasiun 6	
			Skor	Nilai										
1	Kecerahan Perairan (%)	5	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15
2	Tutupan Karang (%)	5	2	10	1	5	2	10	3	15	2	10	3	15
3	Jenis Life Form	3	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	3	9
4	Jenis Ikan Karang	3	1	3	0	0	1	3	1	3	2	3	2	3
5	Kecepatan Arus (cm/dtk)	1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3
6	Kedalaman Terumbu Karang (m)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL			39		31		38		44		39		47	
IKW (N Max 54)			70,4		55,5		68,5		79,6		70,3			

Sumber : Pengolahan Data (2022)

Keterangan :

S1 : Sangat sesuai; S2 : Cukup sesuai; S3 : Sesuai bersyarat; N : Tidak Sesuai

Pada kelas S1, kesesuaian ini tidak mempunyai faktor pembatas yang berat untuk suatu penggunaan tertentu secara lestari, atau hanya mempunyai pembatas yang kurang berarti dan tidak berpengaruh secara nyata. Pada kategori S2, kelas kesesuaian ini mempunyai faktor pembatas yang agak berat untuk suatu penggunaan kegiatan tertentu secara lestari. Faktor pembatas tersebut akan mempengaruhi kepuasan dalam kegiatan wisata dan keuntungan yang diperoleh serta meningkatkan input untuk mengusahakan kegiatan wisata tersebut. Pada kategori S3, kelas kesesuaian ini mempunyai faktor pembatas yang lebih banyak untuk dipenuhi. Faktor pembatas tersebut akan mengurangi kepuasan sehingga untuk melakukan kegiatan wisata faktor pembatas tersebut harus benar-benar lebih diperhatikan sehingga stabilitas ekosistem dapat dipertahankan. Terakhir kategori N, kelas kesesuaian ini mempunyai faktor pembatas berat atau permanen, sehingga tidak mungkin untuk mengembangkan jenis kegiatan wisata secara lestari.

Tingkat kecerahan untuk wisata selam pada daerah terumbu karang masuk dalam dua kategori, yaitu kategori sangat baik yang mendominasi daerah terumbu dan kategori baik pada daerah terumbu yang menjorok ke arah laut. Sedangkan nilai kecerahan di luar daerah terumbu karang, menunjukkan penurunan tingkat kecerahan seiring bertambah jauhnya dari daerah terumbu karang.

Kondisi tersebut dapat dikatakan sangat menunjang kenyamanan dalam menikmati keindahan bawah laut, karena dengan tingkat kecerahan pada kategori terumbu karang tepi, wisatawan dapat menikmati keindahan tanpa ada gangguan pandangan di bawah air. Cukup berbeda dengan kategori kecerahan pada wisata selam pada stasiun 3, 4 dan 6, kategori kecerahan pada wisata snorkeling pada stasiun 1, 2 dan 5, lebih didominasi oleh kategori terumbu karang yg baik. Untuk lebih lengkapnya hasil analisis kesesuaian wisata bahari di perairan Pulau Lemukutan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kesesuaian Wisata Bahari di Perairan Pulau Lemukutan

Titik Stasiun	Wisata Diving & Snorkeling
1	Snorkeling (2-3Meter)
2	Snorkeling(2-3Meter)
3	Diving (9-16 Meter)
4	Diving (9-16 Meter)
5	Snorkeling(2-3Meter)
6	Diving (9-16 Meter)

Sumber : Data Analisis (2023)

Hasil analisis dari 6 stasiun ini diharapkan mampu mewakili kondisi terumbu karang di Perairan Pulau Lemukutan. Kombinasi pengolahan citra satelit dan analisis data dilapangan diharapkan membuka potensi wisata baru yang dapat dikembangkan oleh pengelola wisata di pulau tersebut.

4. Kesimpulan

Zona persebaran terumbu karang di perairan Pulau Lemukutan terdiri dari karang hidup, karang mati, dan lamun, yang didominasi oleh karang mati pada wilayah yang sangat dekat dengan Pulau Lemukutan. Kondisi karang yang hidup tersebar jarak beberapa ratus meter dari garis pantai pulau. Persentase karang hidup sebesar 24,05% sampai 32%, karang mati 75,60%, lamun 43,09%. Luasan karang hidup 173,02 km², karang mati 676,67 km² sedangkan lamun 132 ± 33,941 tegakan/km². Kemudian berdasarkan data lapangan, dari 6 stasiun yang telah dilakukan pembobotan, titik 1,2,5 sangat cocok untuk wisata snorkeling sedangkan titik 3, 4, dan 6 cocok untuk wisata diving. Citra Landsat 8 dengan metode Lyzenga pada perairan Pulau Lemukutan yang memiliki nilai spektral yang mirip dengan 6 stasiun di atas, diharapkan mampu membuka titik lokasi wisata baru (diving dan snorkling). Hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan wisata bahari di Pulau Lemukutan.

Daftar Pustaka

- [1] Aldin, F; Prasetyo, Y; Helmi, M. (2022). Studi Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal Berdasarkan Analisis Digital Menggunakan Citra Pleiades Multispektral Di Perairan Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip (JGU) Vol 9 No 1*.
- [2] Alamsyah, R; Uspar; Permatasari, A; Nurfadillah. (2019). *Sebaran Dan Luasan Terumbu Karang Di Perairan Pulau Larearea Menggunakan Citra Landsat 8. Jurnal Agrominansia*, 4 (1).
- [3] Chairunnisa, A; Cahyani, EP; Maulida, V; Lestari, AD; Ahmad, TE. (2022). *Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang Menggunakan Citra Landsat 8 Di Pulau Matahora, Wakatobi. Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan* Vol. 13 No. 1 Mei 2022: 103-110.
- [4] DataIndonesia. (2022). *Luas Ekosistem Terumbu Karang Indonesia Capai 2,53 Juta Hektare. Cited in <https://dataindonesia.id/varia/detail/luas-ekosistem-terumbu-karang-indonesia-capai-253-juta-hektare>. [14 Juni 2023]*.
- [5] Ginting, DNB & Arjasakusuma S. (2021). Pemetaan Lamun Menggunakan *Machine Learning* Dengan Citra PlanetScope Di Nusa Lembongan. *Jurnal Kelautan Tropis November 2021 Vol. 24(3):323-332*.
- [6] Hafizt, M; Iswari1, MY; Prayudha, B. (2017). *Kajian Metode Klasifikasi Citra Landsat-8 untuk Pemetaan Habitat Bentik di Kepulauan Paddaido, Papua. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 2017 2(1): 1–13.
- [7] Irawan, J; Sasmito, B; Suprayogi, A. (2017). *Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Dengan Metode Algoritma Lyzenga Secara Temporal Menggunakan Citra Landsat 5 7 Dan 8 (Studi Kasus : Pulau Karimun Jawa). Jurnal Geodesi Undip (JGU) Vol 6 No 2*.
- [8] Jaelani, LM; Laili, N; Marini, Y. (2015). *Pengaruh Algoritma Lyzenga Dalam Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Worldview-2, Studi Kasus: Perairan Pltu Paiton Probolinggo (The Effect Of Lyzenga'S Algorithm On Coral Reef Mapping Using Worldview-2, A Case Study: Coastal Waters Of Paiton Probolinggo. Jurnal Penginderaan Jauh* Vol. 12 No. 2 Desember 2015 :123-132.
- [9] Lyzenga, D.R. 1978. *Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. Applied Optics*, 17(3):379-383. doi : 10.1364/ao.17.000379.
- [10] RI (Republik Indonesia). (2007). Undang-Undang No 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil. Sekretariat Negara. Jakarta.
- [11] Rohfika, I; Bulan, DE; Syahrir, M. (2019). *Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang Menggunakan Citra Landsat Di Pulau Beras Basah Bontang Kalimantan Timur. Jurnal Aqurarine* Vol. 6, no.1