

**ANALISIS VARIASI KATEGORI SUBSTRAT PADA
PAPARAN TERUMBU KARANG MENGGUNAKAN CITRA
LANDSAT 8 DI GUGUSAN GOSONG SENGGORA
KABUPATEN KOTAWARINGIN BARAT**

**ANALYSIS OF VARIATION OF SUBSTRATED CATEGORIES
IN EXPOSURE TO CORAL REEFS USING LANDSAT 8 IMAGES
IN THE GOSONG SENGGORA GROUP
WEST KOTAWARINGIN DISTRICT**

Achmad Badawi¹, M. Syahdan¹, Hamdani¹

Program Studi Ilmu Kelautan

Fakultas Perikanan dan Kelautan

Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Achmad Yani Km 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan

¹e-mail : achmadelbadawi@gmail.com

ABSTRACT

The Gosong Senggora Group is a tourist location that has a coral reef ecosystem. However, the condition of the coral reefs in the cluster has decreased due to environmental factors and human activities. The aim of this study was to determine the distribution, extent and classification of coral reef substrate categories using Landsat 8 images corrected by the GCP point. Analysis of variations in substrate categories on coral reef exposure using object-based image classification (OBIA) and information-gathering techniques from several spectral (dept-invariant-index) channels. The substrate class category in the Gosong Senggora cluster consists of 10 categories classified as class S, SR-SG, SR-SG-DCA, SG-DCA, SG-H-DCA, SG-HC-DCA, HC-SC-DCA-SR-SP, HC-SC-DCA-SR-OT, HC-SC-DC-SR-OT and HC-SC-DCA-SR. The area of coral reefs is 180.85 ha and spread over the reef flat zone, reef crest and reef slope.

Keywords: Senggora Gosong Group, coral reef, substrate class category

ABSTRAK

Gugusan Gosong Senggora merupakan lokasi wisata yang memiliki ekosistem terumbu karang. Namun, kondisi terumbu karang di gugusan tersebut mengalami penurunan yang disebabkan oleh faktor lingkungan dan aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran, luasan dan menentukan klasifikasi kategori substrat terumbu karang dengan menggunakan citra Landsat 8 yang terkoreksi dengan titik GCP. Analisis variasi kategori substrat pada paparan terumbu karang menggunakan metode klasifikasi citra berbasis objek (OBIA) dan teknik penggabungan informasi dari beberapa saluran spektral (*dept-invariant-index*). Kategori kelas substrat di gugusan Gosong Senggora terdiri dari 10 kategori yang dikelaskan seperti kategori kelas S, S-R-SG, S-R-SG-DCA, SG-DCA, SG-H-DCA, SG-HC-DCA, HC-SC-DCA-S-R-SP, HC-SC-DCA-S-R-OT, HC-SC-DC-S-R-OT dan HC-SC-DCA-S-R. Luas terumbu karang sebesar 180,85 ha dan tersebar pada zona *reef flat*, *reef crest* dan *reef slope*.

Kata kunci: Gugusan Gosong Senggora, terumbu karang, kategori kelas substrat

1. PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem perairan tropis yang bermanfaat sangat penting bagi kehidupan. Seperti sebagai benteng yang melindungi pantai dari hempasan ombak, sebagai tempat tinggal, memijah, mencari makan dan tempat berlindung. Selain itu, terumbu karang bermanfaat langsung kepada manusia seperti tempat mencari makan, mata pencaharian, bahan obat-obatan dan bahan lainnya.

Terumbu karang merupakan salah satu potensi sumber daya laut di Indonesia yang patut diperhitungkan. Oleh karena itu, pengamatan dan pemetaan ekosistem terumbu karang sangatlah dibutuhkan dalam hal pengembangan potensi sumber daya laut dan pesisir. Mengingat kondisi terumbu karang semakin lama semakin menurun dan harusnya menjadi sorotan berbagai pihak.

Luas terumbu karang Indonesia saat ini adalah 50.000 km² atau 16,5 % dari luasan terumbu karang dunia, yaitu seluas 255.300 km². Berdasarkan hasil penelitian Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI, kondisi terumbu karang pada tahun 2013 hingga tahun 2017 di perairan Indonesia mengalami penurunan. Pada tahun 2013, tercatat 5,29 % dalam kondisi sangat baik, sebesar 27,14 % masih dalam kondisi baik, dan sebesar 37,18 % dalam kondisi cukup. Sisanya sebesar 30,4 % dalam kondisi tidak baik. Sedangkan pada tahun 2017, tercatat 6,39 % dalam kondisi sangat baik, sebesar 23,4 % masih dalam kondisi baik, sebesar 35,06% dalam kondisi cukup dan sebesar 35,15 % kondisi tidak baik (Giyanto *et al.*, 2017). Perubahan kondisi terumbu karang tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas manusia. Oleh karena itu, sangat penting bagi kita untuk mengetahui luas dan sebaran terumbu karang.

Gugusan Gosong Senggora di Kabupaten Kotawaringin Barat merupakan lokasi wisata yang memiliki ekosistem terumbu karang dengan luas 180,85 ha berdasarkan hasil analisis dan interpretasi pada citra. Namun, kondisi terumbu karang di Gosong Senggora pada saat ini mengalami kerusakan. Kerusakan terumbu karang tersebut disebabkan oleh faktor alam dan faktor antropogenik. Faktor alam yaitu terjadinya perubahan iklim yang mengakibatkan pemutihan karang. Sedangkan faktor antropogenik yaitu penangkapan yang berlebih dan merusak,

pencemaran yang berasal dari aliran sungai dan pencemaran atau kerusakan yang berasal dari laut itu sendiri.

Dari uraian diatas, maka diperlukan pemetaan ekosistem terumbu karang dengan menggunakan metode penginderaan jauh (citra satelit landsat 8). Metode penginderaan jauh merupakan metode yang dapat mengetahui sebaran, luasan dan kategori substrat paparan karang. Untuk mengetahui hal tersebut diperlukan sebuah citra. Selanjutnya, hal yang dilakukan adalah melakukan interpretasi pada citra. Interpretasi citra ialah proses pengkajian citra melalui proses indentifikasi dan penilaian mengenai objek yang tampak pada citra. Akan tetapi citra tidak dapat diamati secara langsung, karena dipengaruhi oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air. Oleh karena itu, diperlukan algoritma *Lyzenga* (1978) untuk mengembangkan teknik pengabungan informasi dari beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman (*depth-invariant-index*) dari material penutup dasar perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan dan sebaran terumbu karang di gugusan Gosong Senggora. Selain itu untuk menentukan klasifikasi kategori substrat berdasarkan analisis *Lyzenga* yang terkoreksi dengan GCP.

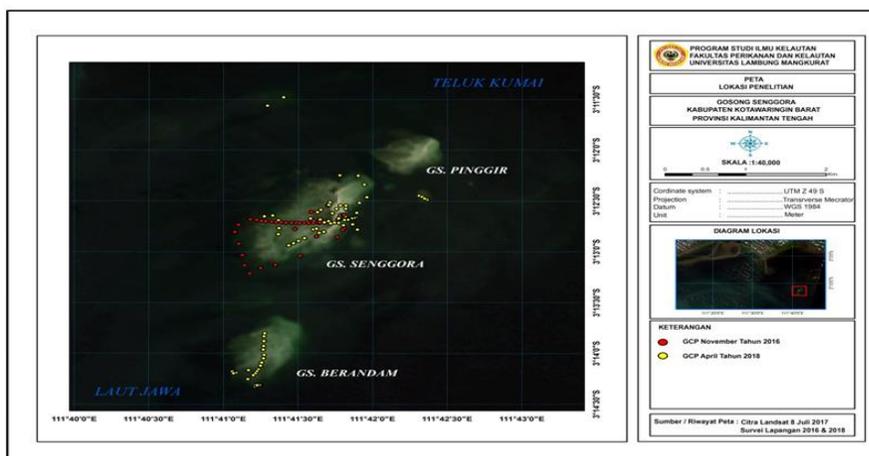
2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2018 – Mei 2019 di Perairan Gosong Senggora Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah (Gambar 1). Jangka waktu penelitian ini meliputi tahap persiapan, pengambilan data lapangan, pengolahan data hasil lapangan serta penyusunan laporan akhir.

2.2. Pengambilan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini ialah Citra Landsat 8 akuisisi perekaman Juli 2017. Perekaman data pada *path* 120 dan *row* 62 yang di download dari *USGS Earth Resources Observation and Science data centre* (<http://glovis.usgs.gov/>). Tipe data citra satelit ini yaitu Level 1 T yang secara sistematis terkoreksi geometric (*Terrain Corrrcted*) dan diproyeksi ke sistem koordinat UTM zona 49 S – WGS1984. Sedangkan data GCP (*Ground Control Point*) diambil dengan cara menandai



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

titik koordinat menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dan data gambaran umum atau kawasan terumbu karang menggunakan metode PIT (*Point Intercept Transect*) dan *Manta Tow*.

2.3. Pengolahan Data

Sebelum memasuki tahap pengolahan data citra hal yang dilakukan ialah koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi geometrik dilakukan untuk mengasosiasikan piksel pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya di permukaan bumi. Pada penerapannya, lokasi tersebut biasanya dilambangkan dengan titik-titik yang diukur langsung pada objek tertentu yang mudah dikenali pada citra, misalnya : persimpangan jalan, percabangan sungai, dan lain-lain. (Guntur *et al.*, 2012).

Sedangkan koreksi radiometrik adalah proses untuk meniadakan gangguan (*noise*) yang terjadi akibat pengaruh atmosfer maupun karena pengaruh sistematik perekaman citra. Metode yang dilakukan untuk melakukan koreksi radiometrik adalah metode *Dark Object Substraction* (DOS). DOS mengasumsikan bahwa nilai digital objek tergelap di permukaan bumi haruslah nol. Pada kenyataannya, nilai digital masing-masing kanal (band) di sebuah citra satelit tidak mengurangi nilai digital masing-masing kanal hingga didapatkan nilai nol untuk objek dengan pantulan terendah (Ekadinata *et al.*, 1998 dalam Guntur *et al.*, 2012).

Pada pengolahan data citra mencakup pemotongan (*cropping*) yang bertujuan untuk

memfokuskan pengolahan citra pada suatu daerah saja. Kemudian melakukan *masking* untuk menghilangkan nilai digital dari daratan dan hanya menampilkan nilai digital dari daerah laut. Setelah melakukan *masking*, dilakukan proses penajaman citra untuk meningkatkan mutu citra yang lebih baik. Setelah itu maka akan dilakukan proses klasifikasi menggunakan pendekatan algoritma *Lyzenga*. Pengolahan ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi objek dibawah permukaan air, karena informasi yang didapatkan dari citra awal masih tercampur dengan informasi lain seperti kedalaman air dan kekeruhan.

Tranformasi citra menggunakan kanal biru dan kanal hijau yang mampu menembus kolom air hingga kedalaman tertentu dan dikombinasikan secara algoritma natural dan menghasilkan kanal baru. Persamaan tersebut kemudian diturunkan dengan dua kanal sinar tampak pada panjang gelombang yang ada di citra sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y = (\ln \text{band } 2) + \left(\frac{k_i}{k_j}\right) \times \ln \text{band } 3$$

$$\frac{k_i}{k_j} = a + \sqrt{a^2 + 1}$$

$$a = \frac{(\text{varian band } 3 - \text{varian band } 2)}{(2 \times \text{covarian band } 3 \text{ dan band } 2)}$$

Ki/kj = Rasio koefisien kanal biru dan kanal hijau.

2.4. Analisis Data

2.4.1. Interpretasi Citra

Interpretasi citra yaitu dengan cara mengidentifikasi dan menilai objek yang tampak pada citra dari hasil perhitungan *Lyzenga*. Objek-objek dapat dibedakan dengan jelas sebagai objek karang, lamun, pasir dan substrat. Pengklasifikasian objek tersebut menggunakan metode *Object-Based Image Analysis* (OBIA). OBIA merupakan metode klasifikasi berbasis objek untuk mengenali objek berdasarkan kelompok piksel, bukan berdasarkan individu piksel. Klasifikasi ini tidak hanya mempertimbangkan aspek spektral tetapi juga mempertimbangkan aspek geospasial objek yang dikaji. Objek dibentuk melalui proses segmentasi yang merupakan proses pengelompokan piksel yang mempunyai karakteristik spektral dan geospasial yang homogen (Prayuda, 2014).

Teknik yang digunakan dalam klasifikasi berbasis objek yaitu menggunakan algoritma klasifikasi citra terbimbing berdasarkan sampel piksel sebagai masukan klasifikasi (Prayuda, 2014).

2.4.2. Perhitungan Luas Terumbu Karang

Luas dapat dihitung dari jumlah piksel pada masing-masing kelas atau kelompok dikalikan dengan ukuran piksel. Rumus yang digunakan untuk menghitung luas yaitu :

$$\text{Luas (ha)} = (\text{jumlah piksel}) \times (\text{resolusi spasial per piksel}) \times 0,0001$$

Ket : nilai 0,0001 merupakan koversi dari m² ke ha.

2.4.3. Uji Akurasi

Uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian atau untuk menilai kualitas peta yang dihasilkan. Batas akurasi yang dapat diterima untuk peta habitat dasar perairan dangkal berdasarkan SNI 7716:2011 tentang pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal sebesar 60%. Perhitungan akurasi dengan membuat tabel matrik yang membandingkan kelas hasil klasifikasi citra dengan kenyataan dilapangan berdasarkan data sampel uji lapangan (Prayuda, 2014).

Tabel 1. Matrik perhitungan uji akurasi

Uji Lapangan Hasil Klasifikasi	Pasir	Lamun	Campuran	Karang	Total	Pengguna (%)
Pasir	A				∑Pasir	$(A/\sum \text{Pasir}) * 100$
Lamun		B			∑Lamun	$(B/\sum \text{Lamun}) * 100$
Campuran			C		∑Campuran	$(C/\sum \text{Campuran}) * 100$
Karang				D	∑Karang	$(D/\sum \text{Karang}) * 100$
Total Kolom	∑Pasir	∑Lamun	∑Campuran	∑Karang	∑Sampel uji	
Produser (%)	$(A/\sum \text{Pasir}) * 100$	$(B/\sum \text{Lamun}) * 100$	$(C/\sum \text{Campuran}) * 100$	$(D/\sum \text{Karang}) * 100$		
Akurasi Total (%)	$((A+B+C+D)/\sum \text{Sampel uji}) * 100$					

3. Hasil dan Pembahasan

Terumbu karang di perairan Kalimantan Tengah ditemukan di perairan Kabupaten Kotawaringin Barat. Terumbu karang disana bertipe gosong/taka (*patch reef*). Gugusan gosong terkonsentrasi di perairan Teluk Kumai.

Posisinya terletak diantara pesisir barat Tanjung Puting dan timur Tanjung Penghujan. Secara umum terdapat dua gugusan gosong yaitu gugusan Gosong Senggora dan Gosong

Sepagar. Pada gugusan Gosong Senggora terdiri dari Gosong Pinggir, Gosong Senggora Besar dan Gosong Berandam serta gosong-gosong kecil di sekitarnya (DKP Kalteng, 2007).

Pada penelitian ini dilakukan pemetaan pada habitat terumbu karang untuk mengetahui sebaran, luasan dan analisis variasi kategori substrat pada paparan terumbu karang yang berada di gugusan Gosong Senggora.

Tabel 2. Luas terumbu karang di tiap – tiap gugusan Gosong Senggora

No	Nama Lokasi	Luas Terumbu Karang
1	Gosong Pinggir	19,67 ha
2	Gosong Senggora Besar	123, 41 ha
3	Gosong Berendam	37,77 ha
Total		180,85 ha

3.1. Kategori Kelas Substrat

Hasil dari analisis citra Landsat 8 menggunakan metode *Lyenga (depth invariant index)* dan klasifikasi berbasis objek (*Object Based Image Analysis*), bahwa variasi substrat pada paparan terumbu karang di gugusan Gosong Senggora di bagi menjadi 10 kategori

kelas. Adapun kategori kelas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Menurut Prayuda (2014) bahwa tiap-tiap kelas diperoleh dengan cara mengelompokkan kisaran nilai piksel yang mirip (karakteristik spektral) dan berdasarkan karakteristik geospasial yang homogen.

Tabel. 3. Luas kawasan masing-masing kategori kelas substrat

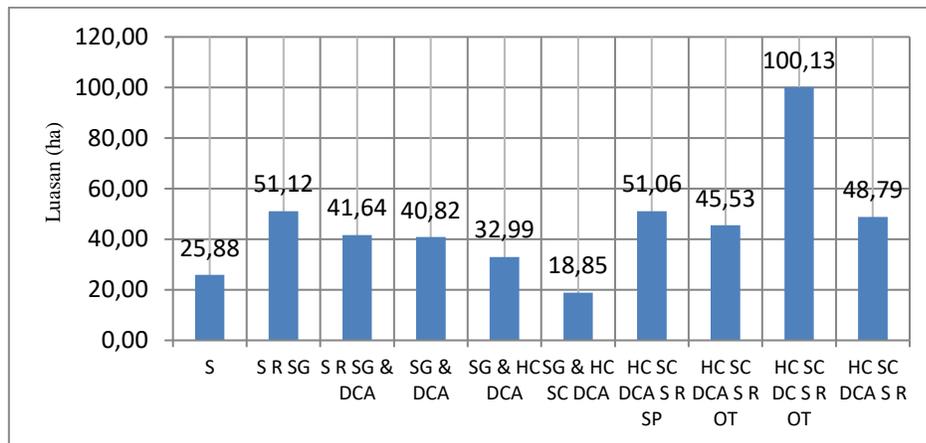
No	Nilai Piksel	Kelas	Luas (ha)	Keterangan
1	1 - 20	S	25,88	Pasir
2	21 - 40	S-R-SG	51,12	Pasir, pecahan karang disertai sedikit lamun
3	41 - 60	S-R-SG-DCA	41,64	Pasir bercampur pecahan karang, lamun dengan kondisi sedang dan disertai karang mati bercampur alga
4	51 - 70	SG-DCA	40,82	Lamun dengan kondisi sedang dan disertai karang mati bercampur alga
5	61 - 90	SG-HC-DCA	32,99	Lamun dengan kondisi sedang dan disertai karang hidup dan karang mati bercampur alga kondisi cukup
6	81 - 110	SG-HC-SC-DCA	18,85	Lamun dengan kondisi sedang dan disertai karang hidup, karang lunak dan karang mati bercampur alga kondisi cukup
7	91 - 120	HC-SC-DCA-S- SP	51,06	Kondisi terumbu karang sedang disertai sponge
8	121 - 130	HC-SC-DCA-S-R-OT	45,53	-
9	131 - 165	HC-SC-DC-S-R-OT	100,13	-
10	166 - 175	HC-SC-DCA-S-R	48,79	-

Pada Tabel 3. bahwa kategori kelas substrat SG-HC-SC-DCA merupakan kategori kelas substrat yang memiliki luas paling kecil dibandingkan dengan kategori kelas substrat lainnya. Kategori kelas substrat ini memiliki luas sebesar 18,85 ha dengan nilai piksel berkisar antara 81 - 110. Sedangkan kategori kelas substrat yang memiliki luas paling besar ialah kategori kelas substrat HC-SC-DC-S-R OT dengan luas sebesar 100,13 ha dengan nilai piksel antara 131 – 165

Pada kategori kelas substrat HC-SC-DCA-S-R dengan nilai piksel 166 – 175 banyak tersebar di wilayah Gosong Senggora Besar pada sisi timur, tenggara dan sisi barat

laut. Sedangkan kategori kelas substrat ini paling sedikit tersebar di sisi selatan dan timur laut Gosong Pinggir. Pada Gosong Berendam kategori kelas tersebut tidak ada. Posisi kategori kelas substrat ini banyak dijumpai di area tubir (*reef slope*). Menurut Tomascik *et al.*, (1997) pada area tubir (*reef slope*) tipe terumbu *patch reef* banyak dijumpai oleh jenis karang lembaran seperti *Pavona*, *Montipora tuberculosa*, *M. aequituberculata*, *M. crassituberculata*, *Pectinia alcornis*, *Pavona cactus*, *Leptoseris spp.* Jenis – jenis terumbu karang tersebut merupakan kategori kelas HC.

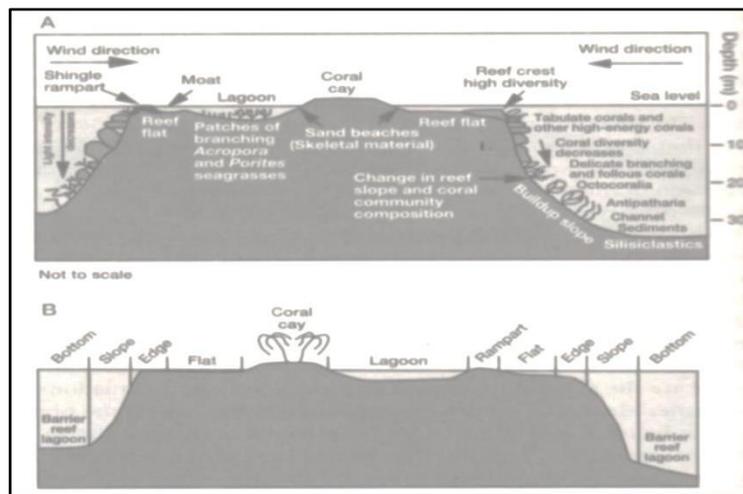
Pada penelitian Budimansyah (2018) bahwa kategori kelas pasir (S)



Gambar 2. Grafik luasan masing – masing kategori kelas substrat

memiliki kisaran nilai piksel antara 159,44 - 196,75 dengan menggunakan citra ALOS ANVIR-2 dan SPOT 7. Sedangkan pada penelitian ini kategori kelas tersebut memiliki nilai antara 1 - 40 dengan menggunakan citra Landsat 8. Perbedaan ini disebabkan karena

citra yang digunakan berbeda jenis dan resolusinya. Selain itu, adanya perbedaan karakteristik perairan yang meliputi kedalaman, kekeruhan dan variasi paparan tutupan substrat terumbu karang.



Sumber : Tomascik *et al.*, (1997)

Gambar 3. Zona geomorfologi terumbu karang

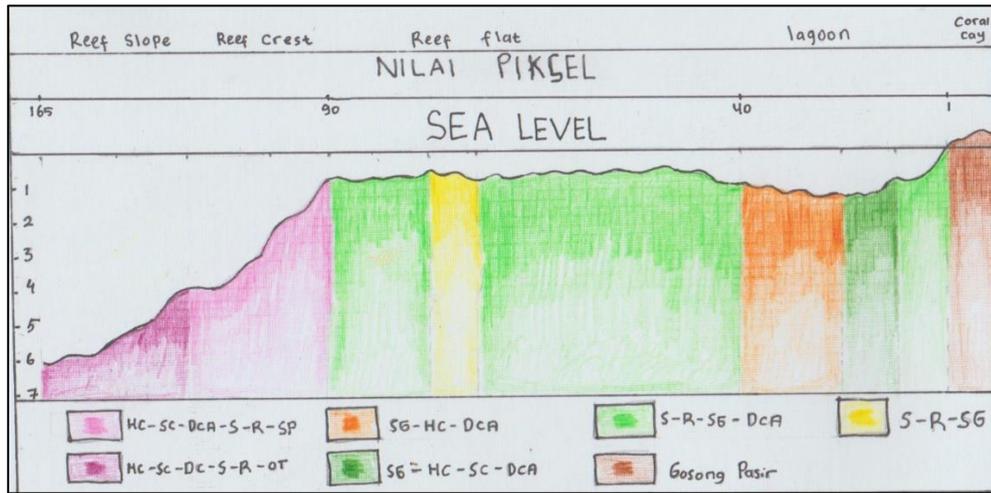
Berbeda dengan kategori kelas substrat S-R-SG-DCA dengan nilai piksel 41 - 60 dapat ditemukan di ke tiga gosong yaitu Gosong Pinggir, Gosong Senggora dan Gosong Berandam. Selain itu pada kategori kelas pasir (S) dengan nilai piksel antara 1 - 20 yang memiliki luas kawasan sebesar 25,88 ha dapat juga dijumpai di tiga gosong tersebut. Kedua kategori tersebut pada umumnya ditemukan pada zona geomorfologi ratahan terumbu (*reef*

flat). Pernyataan ini didukung oleh Tomscik *et al* (1997) bahwa ratahan terumbu (*reef flat*) terdiri dari *reefal sediment, coral rubble, sand flat, and seagrass*.

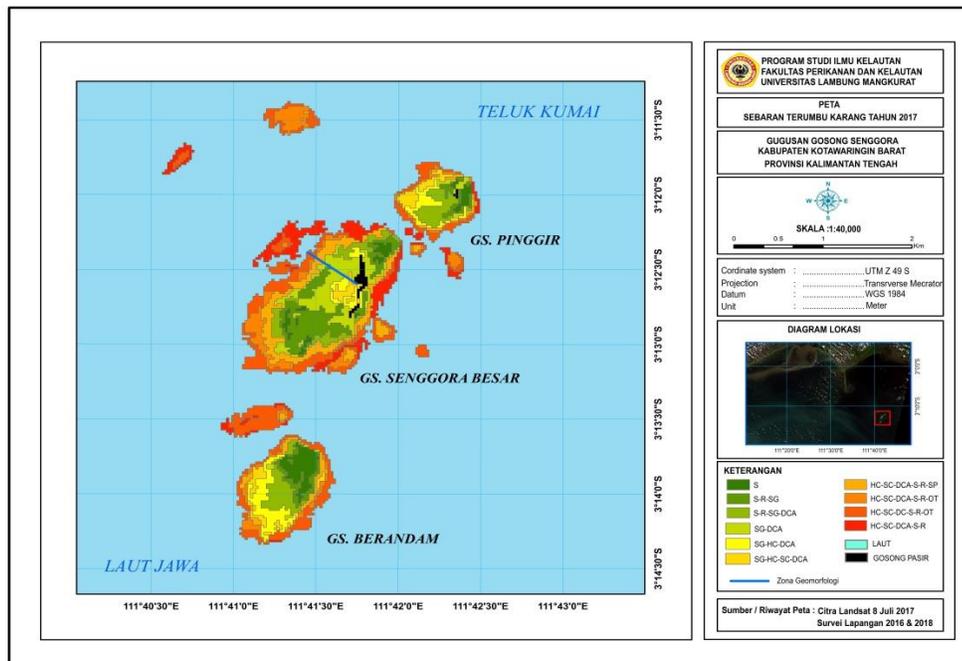
Pada peta Gambar 5. kategori kelas substrat SG-HC-DCA dengan nilai piksel antara 61 - 90 memiliki luas kawasan sebesar 32,99 ha. Kategori kelas ini paling banyak tersebar pada Gosong Berandam dan paling sedikit tersebar di gosong senggora besar. Letak

atau posisi kategori kelas SG-HC-DCA berdekatan dengan kategori kelas SG-HC-SC-DCA. Luas dari kategori tersebut sebesar 18,85 ha dengan nilai piksel antara 81 – 110. Kedua kategori ini tersebar didalam zona

geomorfologi yang sama yaitu pada zona *reef flat* dan *reef crest*. Pada umumnya zona reef crest domina pertumbuhan berjenis karang bercabang dan karang meja.



Gambar 4. Zona geomorfologi beserta sebaran nilai piksel di Gosong Senggora



Gambar 5. Peta sebaran terumbu karang kategori kelas substrat

Tabel. 4. Matriks uji akurasi kategori kelas substrat

Uji Lapangan	S	S-R-SG	S-R-SG-DCA	SG-DCA	SG-HC-DCA	SG-HC-SC-DCA	HC-SC-DCA-S-R-SP	HC-SC-DCA-S-R-OT	HC-SC-DC-S-R-OT	HC-SC-DCA-S-R	Total	Pengguna (%)
Hasil Klasifikasi												
S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100
S-R-SG	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	17	94
S-R-SG-DCA	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24	100
SG-DCA	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	22	100
SG-HC-DCA	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	22	100
L-HC-SC-DCA	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	10	90
HC-SC-DCA-S-R-SP	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	5	80
HC-SC-DCA-S-R-OT	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	100
HC-SC-DC-S-R-OT	0	0	0	0	1	0	1	0	39	1	42	93
HC-SC-DCA-S-R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	80
Total	2	16	25	22	24	10	5	7	40	5	156	
Produser (%)	100	100	96	100	92	90	80	100	98	80		
Akurasi Total (%)	96											

Pada Tabel 4. Akurasi total pada peta sebaran terumbu karang kategori kelas substrat yang dihasilkan dari citra Landsat 8 menggunakan metode OBIA yaitu sebesar 96%. Sedangkan pada penelitian Budimansyah (2018) nilai akurasi total yang dihasilkan sebesar 92%. Perbedaan nilai akurasi total disebabkan perbedaan metode klasifikasi, jumlah titik dilapangan, jumlah bentik dan citra yang digunakan (Anggoro, 2015). Adapun pendapat lain tentang perbedaan nilai akurasi disebabkan oleh faktor tingkat kekeruhan perairan, kedalaman terumbu karang dan kondisi atmosfer pada saat perekaman citra (Helmi, 2011).

Nilai akurasi pemetaan antara 60% - 80% dapat direkomendasikan bagi kegiatan inventarisasi untuk pemantauan sumberdaya (Green *et al.*, 2000 di dalam Wahiddin *et al.*, 2014) dan menurut Prayuda (2014) batas akurasi yang dapat diterima untuk peta habitat dasar perairan dangkal berdasarkan pada SNI 7716:2011 tentang pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal yaitu sebesar 60%.

4. KESIMPULAN

Terumbu karang di gugusan Gosong Senggora tersebar di tersebar pada zona *reef flat*, *reef crest*, *reef edge* dan *reef slope*. Keseluruhan luas terumbu karang di Gosong Senggora yakni sebesar 180,85 ha.

Kategori substrat di gugusan Gosong Senggora terdiri dari 10 (sepuluh) kategori yang dikelaskan seperti kategori kelas S, S-R-SG, S-R-SG-DCA, SG -DCA, SG-HC-DCA, SG-HC-SC-DCA, HC-SC-DCA-S-R-SP, HC-SC-DCA-S-R-OT, HC-SC-DC-S-R-OT dan HC-SC-DCA-S-R.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro A, Siregar P V, Agus B S. 2015. Pemetaan Zona Geomorfologi Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Metode OBIA, Studi Kasus di Pulau Pari. Jurnal Pengideraan Jauh. 12 : 10.
- Budimansyah. 2018. Pemetaan Perubahan Kategori Substrat Pada Paparan Terumbu Karang Menggunakan Citra Alos Anvir-2 dan Spot 7 di Wilayah Selatan Pulau Laut Kabupaten Kotabaru. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- DKP Kalteng, 2007. Laporan Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang di Kabupaten Kotawaringin Barat. Dinas Kelautan dan Perikanan. Provinsi Kalimantan Tengah.
- Giyanto, Abrar M, Hadi TA, Budiyanto A, Hafizt M, Salatalohy A, Iswari M. 2017. Status Terumbu Karang Indonesia 2017. Jakarta: LIPI Press.

- Guntur, M.S, Dita Prasetyo, Wawan. 2012. Pemetaan Terumbu Karang Teori, Metode, dan Praktik. Bogor. Ghalia Indonesia.
- Lyzenga, D. R. (1978). *Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features. Applied Optics*, 379–383.
- Prayuda, B. 2014. Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal. LIPI. Jakarta.
- Tomascik T, Mah A J, Nontji A, Moosa M K. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas*. C.V. Java Books. Jakarta
- Wahiddin, N., V.P. Siregar, B. Nababan, I. Jaya, dan S. Wouthuyzend. 2014. Deteksi perubahan habitat terumbu karang menggunakan citra Landsat dipulau morotai provinsi maluku utara. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*