

PEMETAAN HABITAT BENTIK BERBASIS PIXEL PERAIRAN DANGKAL DI PULAU SEBARU BESAR KEPULAUAN SERIBU MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2A

(Shallow Water Benthic Habitat Mapping based on Pixel in Sebaru Besar Island of the Kepulauan Seribu using Sentinel-2A Satellite Imagery)

Ayub Sugara¹, Citra Arum Sari², Ari Anggoro³, Esty Kurniawati⁴, Ullly Wulandari⁵, Robin Saputra⁶

^{1,3}Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Madura

⁴Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji

⁵Program Studi Teknik Penangkapan Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang

⁶Departemen Ilmu Kelautan, Universitas OSO, Pontianak Indonesia

Jl. W.R Supratman Kadang Limun, Bengkulu 38371

E-mail: ayubsugara@unib.ac.id

Diterima: 30 Desember 2021; Direvisi: 13 Juni 2022; Disetujui untuk Dipublikasikan: 05 September 2022

ABSTRAK

Pulau Sebaru Besar merupakan bagian dari Kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu yang memerlukan pengawasan dan pengelolaan yang baik dan benar. Pendekatan berbasis piksel digunakan untuk memetakan habitat benthik di Pulau Sebaru Besar, Kepulauan Seribu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran habitat benthik dan menghitung tingkat akurasi hasil klasifikasi habitat benthik dengan data citra Sentinel-2A di Pulau Sebaru Besar Kepulauan Seribu. Penelitian ini memanfaatkan data citra satelit Sentinel-2A untuk membandingkan citra setelah koreksi kolom air dan tanpa koreksi kolom air dengan metode klasifikasi *maximum likelihood (MLH)*. Penelitian ini menggunakan data *in situ* yang digunakan untuk validasi data. Survei pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 03-12 Mei 2018 dan 04-10 Desember 2018. Metode klasifikasi MLH menghasilkan peta habitat benthik dengan tujuh kelas tutupan. Berdasarkan hasil penelitian klasifikasi berbasis *pixel* dengan metode klasifikasi MLH yang terkoreksi kolom air memberikan hasil keakuratan menyeluruh (*overall accuracy*) yang lebih baik (63,33%) dari pada yang belum terkoreksi kolom air (56,67%). Pemetaan habitat benthik berbasis *pixel* di Pulau Sebaru Besar dengan koreksi kolom perairan dapat meningkatkan akurasi pemetaan sebesar 6,66%.

Kata kunci: Citra Sentinel-2A, habitat benthik, *maximum likelihood*, Pulau Sebaru Besar

ABSTRACT

Sebaru Besar Island is part of the Kepulauan Seribu National Park Area necessitates proper surveillance and maintenance. A pixel-based approach was used to map benthic habitats on Sebaru Besar Island, Seribu Islands. The goal of this research is to determine the distribution of benthic habitats are found and to calculate the accuracy level of benthic habitat classification results with Sentinel-2A imagery data in the Sebaru Besar Island, Seribu Islands. Using the maximum likelihood (MLH) classification method, this study compares images after and without water column correction using Sentinel 2A satellite imagery data. This study relies on in-situ data for data validation. The field data collection survey was conducted on 03-12 May and 04-10 December 2018. A benthic habitat map with seven cover classes is produced using the MLH classification approach. The pixel-based classification with the MLH classification approach corrected by the water column has a higher overall accuracy (63.33 percent) than the one without the water column correction (56.67 percent). Mapping of pixel-based benthic habitats on Sebaru Besar Island with water column correction can increase mapping accuracy by 6.66%.

Keywords: Sentinel-2A Imagery, benthic habitat, *maximum likelihood*, Sebaru Besar Island

PENDAHULUAN

Kepulauan Seribu merupakan bagian dari wilayah DKI Jakarta yang memiliki luas daratan sekitar 843,65 ha dan luas perairan sekitar 7.000 km². Kepulauan Seribu memiliki 106 pulau dengan gugusan pulau yang terbentuk oleh terumbu karang yang berupa biota koral dan asosiasinya. Ekosistem habitat benthik di Kepulauan Seribu sangat beragam,

salah satunya yaitu terdapat di Pulau Sebaru Besar. Pulau Sebaru Besar terletak di bagian utara Kepulauan Seribu yang memiliki ekosistem karang, mangrove, seagrass serta biota laut yang beragam. Pulau Sebaru Besar merupakan pulau yang tidak berpenghuni (Ningsih et al., 2021).

Pulau Sebaru Besar termasuk kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu yang masih jarang terjamah oleh wisatawan dibandingkan

dengan Pulau Pramuka, Pulau Pari, Pulau Tidung dan Pulau Harapan yang merupakan ikon Kepulauan Seribu (Sugara et al., 2020a). Kondisi perairan Pulau Sebaru Besar masih alami sehingga diperlukan pengelolaan dan pengawasan terhadap wilayah pulau-pulau kecil agar ekosistem tetap terjaga dan tidak mengalami kerusakan. Pulau-pulau kecil seperti Pulau Sebaru Besar sangat rentan dan sensitif terhadap perubahan iklim (Setyawan et al., 2014) serta berpotensi mengalami kerusakan habitat, perubahan pada proses alami ekosistem dan pencemaran (Marasabessy et al., 2018).

Ekosistem perairan dangkal telah menjadi kajian yang sangat penting untuk menggambarkan kondisi ekosistem suatu wilayah pulau-pulau kecil baik secara temporal maupun spasial. Penelitian di Kepulauan Seribu telah banyak dilakukan yaitu dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yang berkaitan dengan pemetaan luasan, distribusi spasial serta geomorfologi karang telah tersedia (Anggoro et al., 2017; Kurniawati et al., 2020; Sugara et al., 2020b). Teknologi penginderaan jauh dipilih sebagai alternatif karena dapat menghemat tenaga, waktu serta biaya dibandingkan dengan survei lapang (Prawoto & Hartono, 2018). Keunggulan dari data penginderaan jauh yaitu tersedianya informasi baik secara spasial dan temporal (Mumby et al., 2004).

Penelitian di Kepulauan Seribu yang pernah dilakukan yaitu dengan memanfaatkan citra beresolusi tinggi seperti Worldview-2 (Kurniawati et al., 2020; Sugara et al., 2020a; Sugara et al., 2020b). Resolusi citra yang semakin tinggi dapat memetakan objek secara detail (Sugara et al., 2020a). Selanjutnya, data citra yang dapat diunduh secara gratis yaitu citra Sentinel yang mempunyai kualitas resolusi spasial yang lebih baik ($10 \times 10 \text{ m}^2/\text{pixel}$) dibandingkan citra *open source* lainnya yang sering digunakan seperti citra Landsat ($30 \times 30 \text{ m}^2/\text{pixel}$) (Mastu et al., 2018).

Metode pengolahan citra terdiri dari koreksi citra dan klasifikasi citra (Hafizt, et al., 2017a). Metode dan pengolahan citra yang tepat akan menjadi faktor utama dalam mengoptimalkan kemampuan citra untuk menghasilkan peta habitat bentik yang lebih akurat (Putra & Khakhim, 2013). Pemanfaatan data citra penginderaan jauh untuk pemetaan habitat bentik perairan dangkal seringkali permukaan perairan dan kedalaman perairan terhadap reflektansi dasar perairan (Lyzenga, 1981) mempengaruhi proses ekstraksi substrat dasar perairan (Budhiman et al., 2013).

Koreksi citra yang biasa digunakan yaitu koreksi kolom air untuk memperbaiki kualitas citra. Proses koreksi kolom air memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai spektral habitat bentik (Hafizt & Danoedoro, 2015). Banyak penelitian yang menerapkan koreksi kolom air dalam tahap pengolahan data citra untuk meningkatkan tingkat akurasi peta habitat bentik (Green et al., 2000; Putra & Khakhim, 2013; Hafizt & Danoedoro, 2015; Prawoto & Hartono, 2018).

Penelitian dengan memanfaatkan data citra Sentinel-2A juga telah banyak dilakukan sebagai penyedia informasi tentang habitat bentik (Hafizt et al., 2017b; Mastu et al., 2018; Prawoto & Hartono, 2018; Sari et al., 2020; Sari & Syah, 2021). Karakteristik Pulau Sebaru terletak pada bagian utara Gugusan Kepulauan Seribu, dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a pada perairan dangkal sebesar $2,4 \mu\text{g/l}$, dibandingkan yang terletak bagian selatan yaitu Pulau Lancang memiliki rata-rata konsentrasi klorofil-a $9,8 \mu\text{g/l}$. (Kurniawati et al., 2020). Hal ini berpengaruh terhadap kejelasan, warna, kekeruhan, warna dan sifat optik di perairan (Kirk, 1983; Ouillon et al., 2008). Pulau Sebaru juga merupakan salah satu pulau yang tidak berpenghuni di Indonesia, memiliki kedalaman 1-3 m di perairan dangkal dan sekitar 3-10 m di daerah tubir. Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi citra Sentinel-2A dalam memetakan habitat bentik dengan menggunakan koreksi kolom air dan tanpa koreksi kolom air serta mengetahui sebaran dan luasan habitat bentik dengan menggunakan algoritma *maximum likelihood* (MLH) di Pulau Sebaru Besar, Kepulauan Seribu.

METODE

Lokasi dan Data

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Sebaru Besar, Kepulauan Seribu (**Gambar 1**) dengan posisi $05^{\circ}46'00''$ LS $106^{\circ}44'50''$ BT. Pengambilan *in situ data* dilakukan tanggal 03-12 Mei 2018 dan 04-10 Desember 2018. Data yang digunakan yaitu Sentinel-2A level 1C yang dapat diunduh dari USGS (ND). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang sebelumnya dilakukan pada tahun 2018. Pemetaan habitat bentik di Pulau Sebaru Besar dengan citra satelit dan metode yang sama menghasilkan akurasi 67,5 % (Sugara et al., 2020b). Penelitian ini dilakukan untuk melihat perubahan sebaran habitat bentik di Pulau Sebaru Besar pada tahun 2021.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: GPS garmin 78s dan 64s untuk mencatat koordinat titik objek, *Coral Point Count with Excel extensions* (CPCe), peralatan SCUBA atau *snorkling*, kamera bawah air dan alat tulis, GPS *floating kit* dan *dry bag*, alat selam (*Scuba Set*), kamera + *housing underwater* dan kertas *newtop*. Sedangkan peralatan untuk analisis habitat bentik meliputi: komputer, perangkat lunak MS. Excel, perangkat lunak pengolahan satelit ENVI 4.5 dan perangkat lunak ArcGIS 10.5.

Pengambilan *In Situ Data*

Pembuatan desain survei dengan menggunakan metode *Unsupervised Classification* ISODATA. Algoritma Isodata adalah algoritma *clustering* yang memungkinkan penyesuaian otomatis jumlah cluster berdasarkan proses iteratif yang dilakukan. Pengambilan data lapang

dilakukan dengan cara identifikasi objek habitat, persentase penutupan dilakukan dengan cara *snorkeling* dan *diving* yang dibantu dengan pemotretan menggunakan transek kuadrat 1 x 1 m (English et al., 1997). Satu titik lokasi diwakili dengan dua kali foto untuk mengidentifikasi komposisi habitat bentik dalam satu *pixel*. Terdapat 150 titik habitat bentik yang dihasilkan dari pengambilan *in situ data*.

Koreksi Kolom air

Tahapan yang digunakan untuk pengolahan data citra yaitu koreksi kolom air. Penerapan koreksi kolom air ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan informasi yang diekstraksi dari substrat dasar perairan (Budhiman et al., 2013). Pada penelitian ini koreksi kolom air dilakukan dengan mencari nilai *ki/kj* atau koefisien atenuasi dari perairan dangkal Pulau Sebaru Besar. Koreksi kolom air dilakukan dengan memodifikasi algoritma yang telah dikembangkan oleh Lyzenga (1981) Kombinasi untuk koreksi kolom air biasanya menggunakan *band green* dan *blue*. Berdasarkan *band* multispektral yang digunakan pada penelitian ini, diperoleh 3 pasang *band* dengan komposisi yaitu 2/3 (biru-hijau), 2/4 (biru-merah) dan 3/4 (hijau-merah). Formulasi algoritma yang dikembangkan oleh Lyzenga (1981) seperti **Persamaan (1), (2) dan (3)**.

$$\text{Indexij} = \ln B_i - ((k_i/k_j) \times \ln B_j) \dots\dots\dots(1)$$

$$k_i/k_j = a + (a^2 + 1)^{1/2} \dots\dots\dots(2)$$

$$a = (\text{var } B_i - \text{var } B_j / (2 \times \text{cov} B_i B_j)) \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

Indexij : *water depth invariant bottom index*

B_i : saluran i

B_j : saluran j
 K_i/K_j : rasio koefisien pelemahan kolom air antara saluran i dan j

Klasifikasi Habitat Bentik

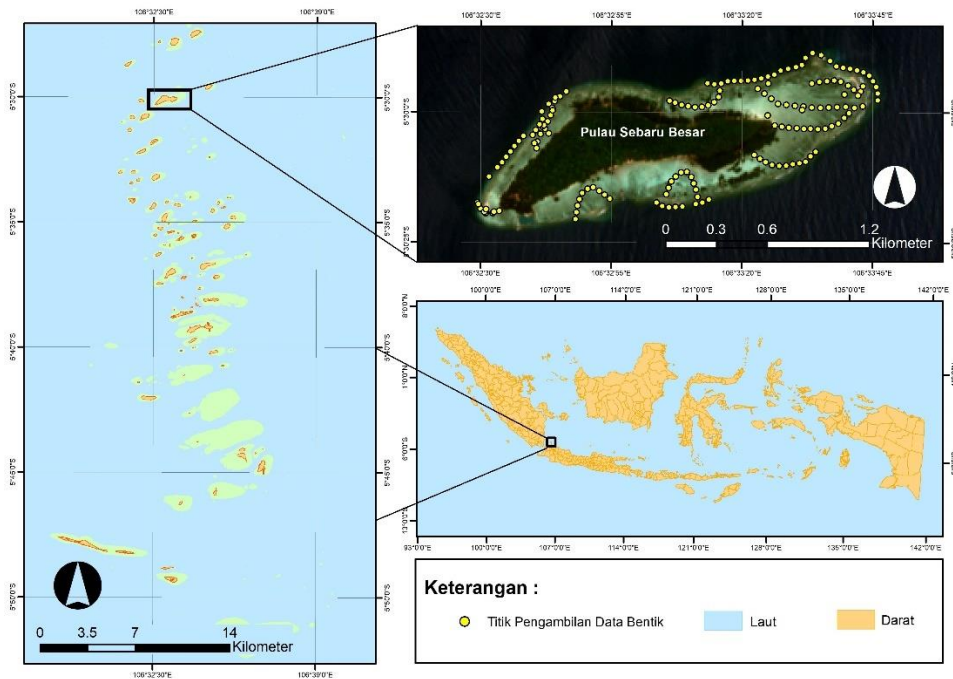
Metode yang digunakan untuk klasifikasi citra yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised*) berbasis *pixel*. Klasifikasi ini mengelompokkan *pixel* citra menjadi beberapa kelas tertentu dengan berdasarkan statistik sampel *pixel* atau *region of interest/ROI* (daerah uji) yang telah ditentukan oleh pengguna sebagai acuan (Prayudha, 2014). Algoritma metode klasifikasi yang digunakan yaitu MLH, yang merupakan algoritma yang dapat membandingkan dan memperhitungkan nilai rata-rata dari keragaman antar kelas dari satu karakteristik dengan sebaran normal dapat mewakili setiap *pixel* dalam kelasnya (Lillesand & Kiefer, 1979).

Menurut Richards (2013), perhitungan probabilitas atau dikenal dengan dengan *likelihood* ini bertujuan untuk menemukan sebuah *pixel* dari suatu kelas, yang dapat dijelaskan dengan **Persamaan (4)**.

$$P(i | x) = \frac{P(x|i) P(i)}{P(x)} \dots\dots\dots(4)$$

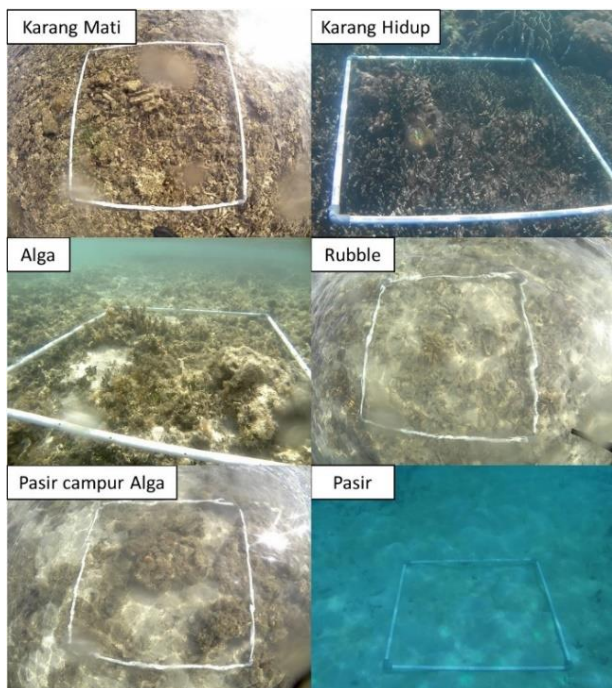
dimana:

- P (i | x) : Probabilitas bersyarat dari suatu kelas i, yang dihitung dengan ketetapan bahwa vektor x tanpa syarat
- P (x | i) : Probabilitas bersyarat dari vektor x, yang dihitung dengan kelas yang tanpa syarat
- P (i) : Probabilitas dari suatu kelas i yang muncul dari sebuah citra
- P (x) : Probabilitas dari vektor x



Gambar 1 Lokasi penelitian.

Pengolahan data identifikasi karang dilakukan agar dapat mengetahui kondisi habitat bentik perairan dangkal Pulau Sebaru Besar, Kepulauan Seribu. Data identifikasi karang diperoleh dengan mengambil foto transek. Foto-foto tersebut kemudian dipilah dan masing-masing setiap kategori habitat bentik (**Gambar 2**) kemudian dianalisis menggunakan software *Coral Point Count with Excel extensions (CPCe)*. CPCe adalah salah satu perangkat lunak yang membantu untuk mengidentifikasi dan mengetahui kondisi terumbu karang di suatu wilayah. Pengolahan data pada program CPCe ini akan menghasilkan data berupa file Excel yang menunjukkan hasil analisis identifikasi (Ramadhania et al., 2019)



Gambar 2. Kategori habitat bentik.

Uji Akurasi

Hasil klasifikasi data penginderaan jauh divalidasi menggunakan sebuah matriks kesalahan (*error matrix/confusion matrix*). Metode ini dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi citra dengan hasil observasi di lapang. Uji akurasi untuk habitat bentik mengacu berdasarkan SNI 7716:2011 yaitu nilai tingkat akurasi sebesar 60% (Prayudha, 2014). Uji akurasi mengacu pada (Congalton & Green, 2008) terdiri dari OA (*overall accuracy*), PA (*producer*) dan UA (*user accuracy*) seperti pada **Persamaan (5), (6)** dan **(7)**.

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \dots\dots\dots(5)$$

$$PA = \frac{n_{jj}}{n+j} \dots\dots\dots(6)$$

$$UA = \frac{n_{ii}}{n_i+} \dots\dots\dots(7)$$

dimana:

- k : jumlah baris pada matriks
- n : jumlah pengamatan
- n_{ii} : jumlah pengamatan pada kolom ke-i dan baris ke-i
- n_{jj} : jumlah pengamatan pada kolom ke-j dan baris ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi Kolom Air

Koreksi kolom air sangat bergantung dengan pemilihan ROI (*Region of Interest*) yang tepat yang mewakili setiap variasi kedalaman objek yang sama (Hafizt & Danoedoro, 2015). Pengambilan ROI menggunakan objek pasir yang memiliki kedalaman yang berbeda (Siregar, 2010). Pasir yang berada di perairan yang lebih dalam akan cenderung memiliki warna lebih kebiruan dibandingkan dengan pasir yang terletak di perairan yang lebih dangkal (Prawoto & Hartono, 2018).

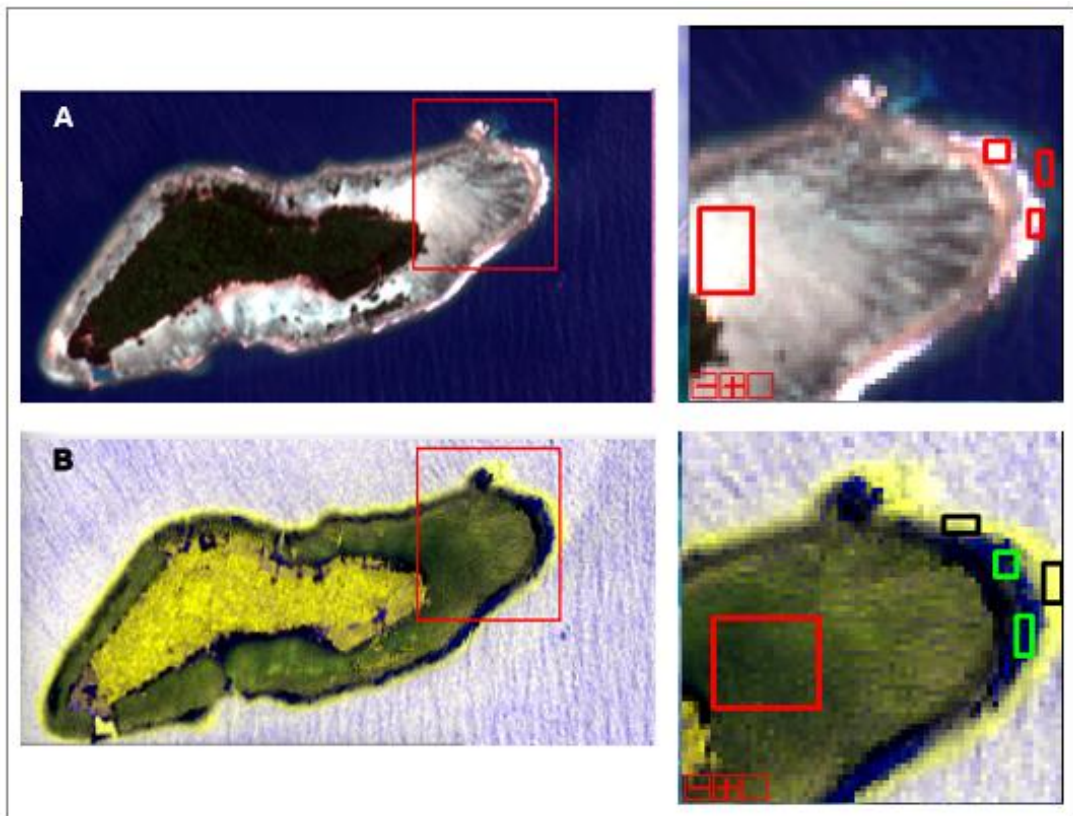
Panjang gelombang sensor citra pada *band* biru memiliki nilai atenuasi (ki/kj) yang lebih kecil dibandingkan *band* merah. Hasil atenuasi (ki/kj) kemudian digunakan untuk membangun Algoritma *Lyzenga*, dimana hasilnya seperti pada **Tabel 1**. Hal ini menyebabkan band biru bias menembus perairan yang lebih dalam dibandingkan band merah (Green et al., 2000).

Tabel 1. Persamaan algoritma *Lyzenga*.

band	Algoritma
B23	$\text{alog}(B2)-(0.914601*(\text{alog}(B3)))$
B24	$\text{alog}(B2)-(1.079773*(\text{alog}(B4)))$
B34	$\text{alog}(B3)-(1.181047*(\text{alog}(B4)))$

Proses koreksi kolom air menghasilkan objek yang berbeda yang dapat dilihat secara visual yaitu dengan adanya perubahan warna objek seperti pada **Gambar 3**. Tiga pasang *band* DII (*Depth Invariant Index*) yang dihasilkan dari citra Sentinel-2A akan digunakan sebagai *data feature input* untuk proses klasifikasi habitat bentik. Citra yang belum terkoreksi kolom air menunjukkan objek pasir pada kedalaman yang berbeda memiliki warna yang sama. Pada penelitian ini objek pasir memiliki warna yang terang/putih pada citra satelit yang dtunjukkan dengan kotak yang berwarna merah seperti pada **Gambar 3A**.

Gambar 3B menunjukkan hasil citra yang telah terkoreksi yaitu objek pasir yang memiliki warna yang sama telah menjadi objek yang berbeda. Pengamatan secara visual dapat dilihat dari perubahan warna objek tersebut. **Gambar 3B** kotak yang berwarna merah merupakan objek pasir dan kotak yang berwarna hijau merupakan objek berupa karang mati dan kotak yang berwarna hitam merupakan objek karang hidup.



Gambar 3. Citra yang belum terkoreksi kolom air Citra Sentinel (A), citra yang sudah terkoreksi kolom air Citra Sentinel (B).

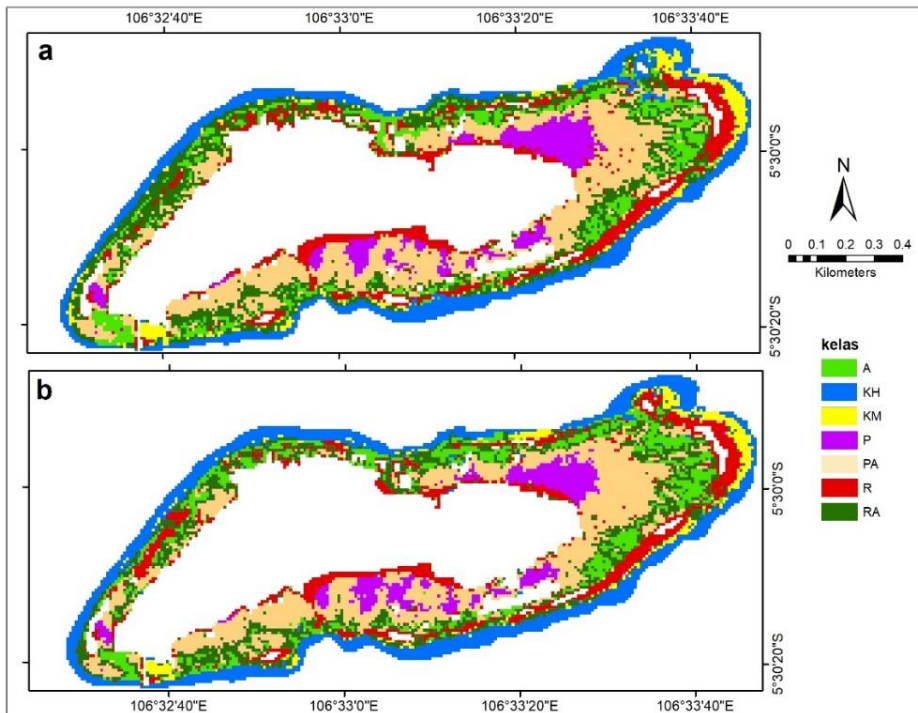
Klasifikasi Bentik

Klasifikasi citra berbasis *pixel* yang diterapkan pada penelitian ini dihasilkan dari citra yang tidak dikoreksi kolom air dan telah dikoreksi kolom air. Pada penerapannya klasifikasi berbasis *pixel* menggunakan algoritma MLH yang merupakan bagian dari klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*). Pada pemetaan klasifikasi berbasis *pixel* ini dihasilkan 7 kelas habitat yaitu KH (karang hidup), KM (karang mati), R (*rubble*), RA (*rubble* bercampur alga), A (alga), P (pasir) dan PA (pasir bercampur alga). Klasifikasi ini menggunakan klasifikasi MLH yang menghasilkan informasi sebaran habitat bentik yang telah dibedakan dengan berbagai warna **Gambar 4**. Hasil yang diperlihatkan pada **Gambar 4a** dan **Gambar 4b** menunjukkan bahwa distribusi habitat bentik di perairan dangkal Pulau Sebaru Besar didominasi oleh kelas pasir alga, alga dan *rubble* alga, sedangkan kelas karang hidup tersebar sekeliling tubir Pulau Sebaru Besar. Pada **Gambar 4a**, dominasi kelas *rubble* lebih sedikit dibandingkan pada **Gambar 4b** yang dimana dominasi kelas *rubble* hampir tersebar melingkari Pulau Sebaru Besar. Pada **Gambar 4b** hasil citra yang telah terkoreksi kolom air memiliki hasil yang hampir

sama dengan penelitian Sugara et al. (2020a) dengan jumlah kelas yang sama yaitu 7 kelas habitat bentik dan menghasilkan *overall accuracy* 50-54 % yang didominasi oleh kelas *rubble* yang tersebar melingkari Pulau Sebaru Besar, namun hasil pada penelitian ini menunjukkan persebaran habitat bentik yang berbeda dengan penelitian Sugara et al. (2020a) dikarenakan citra yang digunakan juga berbeda. Berdasarkan hasil klasifikasi pada penelitian ini, diperoleh luasan sebaran habitat bentik yang disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Perbedaan luasan habitat bentik sebelum dan setelah dikoreksi.

Kelas	Luas sebelum dikoreksi (ha)	Luas sesudah dikoreksi (ha)
P	7.13	6.81
PA	27.63	26.61
R	13.69	13.81
RA	21.06	18.2
KH	17.96	20.31
KM	4.5	4.4
A	10.99	12.82
Total	102.96	102.96



Gambar 4. Peta sebaran habitat bentik sebelum dikoreksi kolom air (a), peta sebaran habitat bentik sesudah dikoreksi kolom air (b).

UJI AKURASI

Validasi hasil dari klasifikasi *supervised* berbasis *pixel* dengan algoritma MLH menghasilkan akurasi sebesar 56,67% pada citra yang belum terkoreksi kolom air dan akurasi sebesar 63,33% pada citra telah dikoreksi kolom air (**Tabel 3** dan **Tabel 4**). Peningkatan akurasi tersebut menunjukkan bahwa koreksi kolom air memiliki pengaruh terhadap proses klasifikasi citra untuk membaca objek bawah air/habitat bentik. Hasil pada akurasi citra yang belum dikoreksi kolom air menunjukkan bahwa kelas habitat bentik sulit dipetakan dengan baik.

Akurasi citra yang dihasilkan dari citra yang sudah terkoreksi dapat digunakan sebagai informasi spasial tentang sebaran habitat bentik di Pulau Sebaru Besar karena nilai akurasi sudah sesuai dengan SNI 7716: 2011 yaitu sebesar 60%. Perbedaan akurasi yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya yaitu sebesar 63,2% untuk 9 kelas habitat bentik dan 67,5% untuk 7 kelas habitat bentik dengan citra Worldview-2 (Sugara et al., 2020a) dan menggunakan teknik GTH dan VGT menghasilkan Pulau Sebaru Besar masing-masing sebesar 67,5% dan 64,6% (Sugara et al., 2020b), serta akurasi menggunakan Sentinel-2B menghasilkan akurasi sebesar 52,13% dengan algoritma SVM, 67% dengan algoritma KKN dan 68,08% dengan algoritma DT (Kurniawati et al., 2020). Hasil yang diperoleh memiliki perbedaan dikarenakan metode dan citra yang digunakan berbeda.

Hasil penelitian tentang peningkatan akurasi citra sebelum dan sesudah dikoreksi kolom air juga dibuktikan dengan penelitian sebelumnya yang

dilakukan oleh (Prawoto & Hartono, 2018) menggunakan citra Sentinel-2A menghasilkan akurasi sebelum dikoreksi sebesar 71,56% dan setelah dikoreksi kolom air sebesar 80,73%. Penelitian Sari et al. (2020) menggunakan citra Sentinel-2A juga menunjukkan adanya peningkatan akurasi terhadap citra sebelum dan setelah koreksi kolom air, dimana citra yang belum terkoreksi sebesar 37,25% dan yang sudah terkoreksi sebesar 60,78. Hasil dari akurasi habitat bentik di Pulau Sebaru Besar pada penelitian ini memiliki perbedaan dengan kedua penelitian tersebut yang dapat disebabkan karena berbedanya lokasi penelitian serta cara pengambilan *in situ data*. Penelitian yang mendukung peningkatan akurasi setelah koreksi kolom air dengan citra beresolusi tinggi, yang dengan citra Quickbird yang memperoleh tingkat akurasi sebelum koreksi kolom air sebesar 58,38% dan setelah terkoreksi sebesar 67,70 (Putra & Khakhim, 2013) dan dengan citra Worldview yaitu sebelum terkoreksi sebesar 26,01% dan setelah terkoreksi sebesar 30,34% (Hafizt & Danoedoro, 2015).

Pulau Sebaru Besar memiliki hasil akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan Pulau Lancang yang merupakan salah satu pulau yang terletak di bagian selatan Kepulauan Seribu. Pulau Sebaru Besar merupakan pulau tanpa penduduk berbanding terbalik dengan Pulau Lancang dengan penduduk yang padat sehingga memiliki karakteristik perairan yang berbeda. Menurut Sugara et al. (2020) pemetaan habitat bentik Pulau Lancang menghasilkan akurasi 54-51 % dengan menggunakan algoritma MLH sedangkan pada penelitian ini pada Pulau Sebaru Besar menghasilkan akurasi 63-56 % dengan algoritma MLH.

Hasil akurasi pada lokasi penelitian menunjukkan adanya pengaruh koreksi kolom air pada klasifikasi berbasis *pixel*. Menurut (Green et al. 2000) yang menyatakan bahwa metode klasifikasi berbasis *pixel* perlu dilakukan koreksi kolom air dalam penerapannya yang dinilai dapat meningkatkan nilai akurasi dari pemetaan habitat bentik yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh (Manessa et al. 2016) yang menyatakan bahwa kinerja koreksi kolom air dengan algoritma Lyzenga

dipengaruhi oleh kualitas perairan, keanekaragaman tipe dasar perairan, dan noise dari citra, evaluasi dari metode tersebut dapat terjadi kesalahan karena kemungkinan kesalahan yang disebabkan oleh instrumen, kesenjangan waktu perekaman gambar dan tanggal pengukuran. Hal-hal tersebut dapat menjadi faktor yang mempengaruhi efek koreksi kolom air pada suatu lokasi.

Tabel 3 Hasil uji akurasi citra sebelum koreksi kolom air.

Kelas Habitat	Lapangan								TOTAL	UA
	P	PA	R	RA	KH	KM	A			
P	11	5	2	2	0	0	2	22	50.00	
PA	3	18	2	4	0	1	0	28	64.29	
R	0	1	6	7	0	1	1	16	37.50	
RA	0	0	1	5	0	3	3	12	41.67	
KH	3	0	1	4	34	1	1	44	77.27	
KM	1	1	5	2	3	6	1	19	31.58	
A	0	2	0	0	2	0	5	9	55.56	
TOTAL	18	27	17	24	39	12	13	150		
PA	61.11	66.67	35.29	20.83	87.18	50.00	38.46	OA =	56.67	

Tabel 4 Hasil uji akurasi citra setelah koreksi kolom air.

Kelas Habitat	Lapangan								TOTAL	UA
	P	PA	R	RA	KH	KM	A			
P	13	4	1	2	0	0	2	22	59.09	
PA	3	20	2	2	0	1	0	28	71.43	
R	0	1	8	4	0	1	2	16	50.00	
RA	0	0	1	6	1	2	2	12	50.00	
KH	0	2	1	5	33	1	2	44	75.00	
KM	0	2	1	4	0	7	5	19	36.84	
A	0	0	0	0	1	0	8	9	88.89	
TOTAL	16	29	14	23	35	12	21	150		
PA	81.25	68.97	57.14	26.09	94.29	58.33	38.10	OA =	63.33	

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pemetaan habitat bentik berbasis *pixel* perairan dangkal Pulau Sebaru dengan 7 kelas habitat bentik yaitu KH (karang hidup), KM (karang mati), R (*rubble*), RA (*rubble* bercampur alga), A (alga), P (pasir) dan PA (pasir bercampur alga) menghasilkan akurasi keseluruhan (OA) sebelum terkoreksi kolom air sebesar 56,67% dan setelah terkoreksi kolom air sebesar 63,33%. Pada penelitian ini koreksi kolom air meningkatkan akurasi sebesar 6,66%. Pemetaan habitat bentik ke depan dapat menjadi basis data awal dalam inventarisasi data habitat bentik dalam pengelolaan ekosistem pesisir secara berkelanjutan.

Penelitian ini, ke depan dapat dikembangkan, yaitu dengan pemanfaatan citra resolusi tinggi dalam pemetaan habitat bentik perairan dangkal, penerapan metode klasifikasi berbasis objek (OBIA) dan pemanfaatan spectrometer dalam upaya

memberikan informasi terkait pola reflektansi spektral habitat bentik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada *U.S. Geological Survey (USGS)* untuk penyediaan data Citra Sentinel-2A serta Tim Majalah Ilmiah *Globe*.

DAFTAR PUSTAKA

Anggoro, A., Siregar, V.P. & Agus, S.B. (2017). Klasifikasi multiskala untuk pemetaan zona geomorfologi dan habitat bentik menggunakan metode OBIA di Pulau Pari. *J. Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*. 14(2), 89-93. DOI: <https://doi.org/10.30536/j.pjpdcd.1017.v14.a2622>.

Budhiman, S., Winarso, G. & Wikanti, A. (2013). Pengaruh pengambilan training sample substrat dasar berbeda pada koreksi kolom air menggunakan data penginderaan jauh. *J. Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*. 10(2), 83-91.

- Congalton, R.G. & Green, K. (2008). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Second Edition. CRC Press. Taylor & Francis Group, LCC. Boca Raton, Florida, USA.
- English, S., Wilkinson, C. & Baker, V. (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Mc Graw Publication. Australia (AU).
- Green, E.P., Edwards, A.J. & Clark, C.D. (2000). *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. UNESCO Pub. Paris (FR).
- Hafizt, M. & Danoeoro, P. (2015). Kajian pengaruh koreksi kolom air pada citra multispektral Worldview-2 untuk pemetaan habitat bentik di Pulau Kemujan Kepulauan Karimun Jawa Kabupaten Jepara. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX 2015. Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN)*.
- Hafizt, M., Iswari, M.Y. & Prayudha, B. (2017a). Kajian metode klasifikasi Citra Landsat-8 untuk pemetaan habitat bentik di Kepulauan Padaido, Papua. *Oseanologi dan Limnol. di Indones.* 2(June 2015), 1-13.
- Hafizt, M., Manessa, MDM., Adi, N.S. & Prayudha, B. (2017b). Benthic habitat mapping by combining Lyzenga's Optical Model and Relative Water Depth Model in Lintea Island, Southeast Sulawesi. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*(98), 1-10.
- Kirk, JTO. (1983). *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems*. Cambridge University Press. Australia.
- Kurniawati, E., Siregar, V., Nurjaya, I.W. (2020). Classification of shallow water habitat based on object using Worldview 2 and Sentinel 2B images in Kepulauan Seribu waters. *Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 12(2), 421-435.
- Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley New York, Chichester. 612 pp.
- Lyzenga, D.R. (1981). Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and landsat data. *International Journal of Remote Sensing* 2(1), 71-82. DOI: <https://10.1080/01431168108948342>.
- Manessa, MDM., Haidar, M., Budhiman, S., Winarso, G., Kanno, A., Sagawa, T. & Sekine, M. (2016). Evaluating the performance of Lyzenga's water column correction in case-1 coral reef water using a simulated Worldview-2 imagery. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 47(1). DOI: <https://10.1088/1755-1315/47/1/012018>.
- Marasabessy, I., Fahrudin, A., Imran, Z. & Agus, S.B. 2018. Strategi pengelolaan berkelanjutan pesisir dan laut Pulau Nusa Manu dan Nusa Leun di Kabupaten Maluku Tengah. *Journal of Regional Rural Development Planning.* 2(1), 1-22. DOI: <https://10.29244/jp2wd.2018.2.1.11-22>.
- Mastu, LOK, Nababan, B. & Panjaitan, J.P. (2018). Pemetaan habitat bentik berbasis objek menggunakan Citra Sentinel-2 di Perairan Pulau Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi. *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 10(2), 381-396. DOI: <https://10.29244/jitkt.v10i2.21039>.
- Mumby, P.J., Skirving, W., Strong, A.E., Hardy, J.T., LeDrew, E.F., Hochberg, E.J., Stumpf, R.P. & David L.T. (2004). Remote sensing of coral reefs and their physical environment. *Marine Pollutan Bulletin*, 48(3-4), 219-228. DOI: <https://10.1016/j.marpolbul.2003.10.031>.
- Ningsih, E.N., Setiawan, A., Hartoni & Fauziyah. 2021. Perubahan luasan Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya Kepulauan Seribu DKI Jakarta menggunakan data citra satelit penginderaan jauh. *J. Penelit. Sains.* 23(2), 84-90.
- Ouillon, S., Douillet, P., Petrenko, A., Neveux, J., Dupouy, C., Froidefond, J.M., Andréfouët, S. & Muñoz-Caravaca, A. (2008). Optical algorithms at satellite wavelengths for total suspended matter in tropical coastal waters. *Sensors.* 8(7), 4165-4185. DOI: <https://doi.org/10.3390/s8074165>.
- Prawoto, C.D. & Hartono. 2018. Pemetaan habitat bentik dengan Citra Multispektral Sentinel-2a di Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Bumi Indonesia.* 7(3), 2-8.
- Prayudha, B. (2014). *Panduan Teknis Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal*. Suyarso, Editor. Coremap CTI LIPI, Jakarta.
- Putra, FMGP & Khakhim, N. (2013). Pemetaan habitat bentik menggunakan Citra Quickbird di Sebagian Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa. *J. Bumi Indones.* 3(2), 2-12. DOI: <https://10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Ramadhania, A.F., Luthfi, O.M. & Utama, R.S. (2019). Penggunaan Program CPCe (Coral Point Count with Excel Extensions) untuk mengetahui kondisi terumbu karang di Perairan Sekitar Pulau Batam. *J. Fish. Mar. Res.* 3(3), 337-343. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.03.8>.
- Richards, J.A. (2013). *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Fifth Edition. Springer Heidelberg. New York Dordrecht London. 494pp.
- Sari, C.A. & Syah, A.F. (2021). Pemetaan habitat bentik Pulau Salarangan menggunakan Metode Object-Based Image Analysis. *Rekayasa.* 14(1), 128-136. DOI: <https://10.21107/rekayasa.v14i1.7996>.
- Sari, C.A., Syah, A.F., Prayuda, B. & Salatalohi, A. (2020). Pemetaan Habitat Bentik di Pulau Liki, Papua, Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A Benthic Habitat Mapping on Liki Island, Papua, Using Sentinel-2A *J. Penginderaan Jauh dan Pengolah. Data Citra Digit.* 17(1), 335-344.
- Setyawan, I.E., Siregar, V.P., Pramono, G.H. & Yuwono, D.M. (2014). Pemetaan Profil habitat dasar perairan dangkal berdasarkan bentuk topografi: studi kasus Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah. Globè* 16(2), 125-132. DOI: <https://10.1080/00140138208925032>.
- Siregar, V.P. (2010). Pemetaan substrat dasar perairan dangkal karang congkak dan lebar Kepulauan Seribu menggunakan Citra Satelit Quick Bird. *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 2(1), 19-30.
- Sugara, A., Siregar, V.P. & Agus, S.B. (2020a). Evaluation of Accuracy level of shallow waters benthic habitat mapping in different classes using High Resolution. *Maj. Ilm. Globè.* 22(1), 113-120.
- Sugara, A., Siregar, V.P. & Agus, S.B. (2020b). Klasifikasi habitat bentik perairan dangkal dari Citra Worldview-2 menggunakan data in-situ dan drone. *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 12(1), 135-150. DOI: <https://10.29244/jitkt.v12i1.26448>.
- USGS (United States Geology Survey). (ND). *Earth Explorer*. Diunduh dari: (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), [12 Agustus 2021].