

PEMETAAN HABITAT BENTIK MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2A DI PULAU LIKI, PAPUA

(BENTHIC HABITAT MAPPING USING SENTINEL-2A SATELLITE IMAGERY ON LIKI ISLAND, PAPUA)

Citra Arum Sari^{1,a}, Achmad Fachruddin Syah^{1,b}, Bayu Prayudha^{2,b}, Abdullah Salatalohi^{2,b}

¹Prodi Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura

²Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

^aKontributor utama, ^bKontributor anggota

E-mail: citraarumsari031098@gmail.com

Diterima: 29 Maret 2020; Direvisi: 8 Juli 2020; Disetujui: 23 Juli 2020

ABSTRACT

There was measly research on the mapping of benthic habitat on Liki Island, so the availability of spatial data on benthic habitats in this area was very limited. Therefore, the goal of this study was to map the benthic habitat on Liki Island, Papua, and to test its accuracy using Sentinel-2A satellite imagery data. Image data used was obtained from the earthexplorer.usgs.gov website and in situ data was used for image data calibration. The Lyzenga algorithm was used in water column correction and the unsupervised classification method was used to classify objects in the water column. The results show that the map with the water column corrected has a better accuracy (60.78%) than the uncorrected map (37.25%). The distribution of benthic habitats consisting of coral reefs, seagrass and sand surrounds the entire marine area of Liki Island. In these waters, the coral reef ecosystem has a total area of 153.64 ha, a seagrass ecosystem of 143.53 ha and sand of 70.24 ha.

Keywords: Lyzenga Algorithm, Citra Sentinel-2A, Benthic Habitat, Liki Island

ABSTRAK

Penelitian pemetaan habitat bentik di Pulau Liki, masih sangat sedikit dilakukan, sehingga ketersediaan data spasial habitat bentik di daerah ini sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memetakan habitat bentik di Pulau Liki, Papua, dan menguji tingkat akurasi dengan menggunakan data citra satelit Sentinel-2A. Data citra yang digunakan diperoleh dari earthexplorer.usgs.gov website dan in situ data digunakan untuk kalibrasi data citra. Algoritma Lyzenga digunakan untuk melakukan koreksi kolom air dan metode klasifikasi unsupervised digunakan untuk mengklasifikasi objek yang ada di kolom perairan. Hasil menunjukkan bahwa peta yang terkoreksi kolom air memiliki akurasi lebih baik (60,78%) dari pada yang belum terkoreksi kolom air (37,25%). Sebaran habitat bentik yang terdiri dari terumbu karang, lamun dan pasir mengitari seluruh wilayah perairan Pulau Liki. Pada perairan tersebut ekosistem terumbu karang mempunyai luas total sebesar 153,64 ha, ekosistem lamun sebesar 143,53 ha dan pasir sebesar 70,24 ha.

Kata kunci: *Algoritma Lyzenga, Citra Sentinel-2A, Habitat Bantik, Pulau Liki*

1 PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kurang lebih 17.504 pulau terdiri dari pulau-pulau besar (Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua) dan dilengkapi dengan belasan ribu pulau kecil (Inounu et al., 2007). Keputusan Presiden Nomor 6 Tahun 2017 menetapkan pulau-pulau kecil terluar (PPKT) di Indonesia sebanyak 111 pulau baik berpenghuni atau tidak berpenghuni (Kepres RI No.6 tahun 2017). PPKT merupakan pulau yang memiliki luas kurang lebih 20.000 km² dengan dasar titik-titik koordinat geografis yang menghubungkan garis pangkal laut kepulauan sesuai hukum internasional dan hukum nasional (Batubara et al., 2014).

Salah satu pulau kecil terluar di wilayah bagian timur Indonesia adalah Pulau Liki. Pulau ini juga merupakan pulau terdepan di Samudera Pasifik. Pulau Liki terletak di Kecamatan Sarmi, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua dengan jumlah penduduk sebanyak 209 jiwa (Batubara et al., 2014). Sebagai salah satu pulau kecil terluar, pulau ini memiliki potensi yang strategis ditinjau dari aspek ekonomi, pertahanan dan keamanan serta memiliki ekosistem dengan produktivitas keanekaragaman hayati yang tinggi.

Pemanfaatan sumberdaya pulau-pulau kecil harus dilakukan secara bijaksana dan berkelanjutan karena secara umum perairan dangkal di pulau-pulau kecil 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). Di antara

sumberdaya alam yang dimiliki oleh Pulau Liki adalah habitat bentik yang terdiri dari ekosistem terumbu karang, ekosistem lamun dan pasir. Habitat bentik merupakan tempat hidup dari berbagai jenis organisme yang disusun oleh rumput laut, lamun, alga, karang hidup, karang mati dengan tipe substrat seperti pasir, lumpur, dan pecahan karang (Anggoro, 2015; Zhang et al., 2013). Ekosistem terumbu karang dan lamun merupakan komponen penyusun yang sangat penting sebagai tempat pemijahan, tempat mencari makan, tempat tinggal biota laut, sebagai pelindung pantai dari gelombang, menstabilkan sedimen, penjernih perairan, penyerap karbon, sumber material industri dan farmasi, serta pariwisata (Prawoto & Hartono, 2018).

Dengan berkembangnya ilmu dan teknologi saat ini, monitoring terhadap kondisi dan perubahan suatu sumberdaya alam dapat dideteksi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Salah satu citra satelit yang relative baru yaitu Citra Sentinel-2A. Citra ini mempunyai kualitas resolusi spasial yang lebih baik (10x10 m²/piksel) dibandingkan citra open source lainnya yang sering digunakan seperti citra Landsat (30 x 30 m²/piksel) (Mastu et al., 2018). Selain itu, 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)

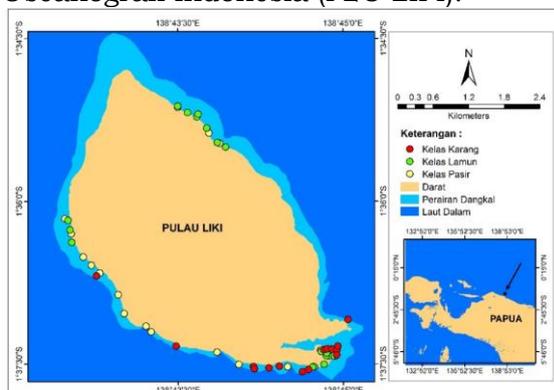
Kemampuan citra satelit dalam mendeteksi objek habitat bentik sangat dipengaruhi oleh gangguan yang ada dikolom air. Gangguan yang berada dikolom air dapat dikurangi dengan

memperbaiki kualitas citra melalui proses koreksi kolom air (Prayudha, 2014). Proses koreksi kolom air memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai spektral habitat bentik (Hafizt & Danoedoro, 2015). Penelitian terkait penerapan koreksi kolom air dalam meningkatkan tingkat akurasi peta habitat bentik telah banyak dilakukan (Green et al., 2000; Hafizt & Danoedoro, 2015; Prawoto & Hartono, 2018; Putra & Khakhim, 2013). Selain itu, pemanfaatan Citra Sentinel-2A sebagai penyedia informasi spasial habitat bentik perairan dangkal juga telah banyak dilakukan (Hafizt et al., 2017b; Immordino et al., 2019; Mastu et al., 2018; Prawoto & Hartono, 2018). Oleh karena itu, 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 di Pulau Liki.

2 METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Data

Penelitian ini dilakukan di perairan sekitar Pulau Liki, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua yang terletak pada posisi 138°42'-138°45' BT dan 1°34' -1°37' LS (Gambar 2-1). Data lapangan (*in situ data*) diperoleh dari P2O LIPI. Pengambilan *in situ data* dilakukan pada tanggal 20-23 November 2018. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh, Pusat Penelitian Oseanografi Indonesia (P2O LIPI).



Gambar 2-1: Peta lokasi penelitian

Data yang digunakan untuk penelitian ini meliputi: (i) citra satelit Sentinel-2A level 1 C yang direkam tanggal 04 April 2018 pada pukul

17.31. (ii) Peta Rupa Bumi (RBI) skala 1 : 1.000.000, (iii) Data lapang berupa identifikasi objek yaitu lamun, karang dan substrat terbuka.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: GPS garmin 76s untuk mencatat koordinat titik objek, peralatan SCUBA atau *snorkling*, kamera bawah air, dan alat tulis. Sedangkan peralatan untuk analisis habitat bentik meliputi: komputer, perangkat lunak MS. Excel, perangkat lunak pengolahan satelit ENVI 4.5, perangkat lunak ArcGIS 10.5.

2.2 Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data bentik dilakukan dengan cara observasi yang dilakukan oleh pihak P2O LIPI. Pencatatan pada lokasi sampel dilakukan secara random dan *purposive* (mempertimbangkan keterwakilan setiap kelas). Data yang dikumpulkan juga berupa foto bentik sebagai dokumentasi.

2.3 Pengolahan Citra Satelit

Data citra yang telah diunduh melalui (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) kemudian dilakukan *preprocessing* yang digunakan untuk kalibrasi nilai digital number (biner) menjadi nilai *reflectance*, untuk koreksi TOA (*Top of Atmospheric*) serta *surface reflectance* dengan menggunakan DOS (*Dark Object Subtraction*). Koreksi yang selanjutnya adalah koreksi *sunlint*, fenomena ini biasanya terjadi ketika pantulan sinar matahari yang mengenai permukaan air membentuk sudut balik yang sempurna kearah sensor. Koreksi *sunlint* dilakukan dengan menggunakan algoritma yang dikembangkan Hochberg et al., (2003) seperti pada persamaan berikut:

$$R'_i = R_i - b_i (R_{NIR} - \text{Min}_{NIR}) \quad (1)$$

Keterangan:

R'_i : Nilai kanal i setelah direduksi

R_i : Nilai kanal i awal

b_i : Besarnya kemiringan regresi

R_{NIR} : Nilai kanal NIR

Min_{NIR} : Nilai minimal kanal NIR

Koreksi kolom air dilakukan dengan cara membuat algoritma yang telah dikembangkan oleh Lyzenga, (1981) untuk menghilangkan gangguan pada kolom air. Asumsi koreksi kolom air

adalah sinar yang masuk kedalam kolom perairan akan berkurang secara eksponensial dengan semakin bertambahnya kedalaman (atenuitas). Formulasi algoritma yang dikembangkan oleh Lyzenga, (1981) adalah sebagai berikut:

$$\text{Index}_{ij} = \ln B_i - ((k_i/k_j) \times \ln B_j) \quad (2)$$

$$k_i/k_j = a + (a^2 + 1)^{1/2} \quad (3)$$

$$a = (\text{var } B_1 - \text{var } B_2) / (2 * \text{cov} B_1 B_2) \quad (4)$$

Keterangan:

Index_{ij} : *water depth invariant bottom index*

B_i : saluran i

B_j : saluran j

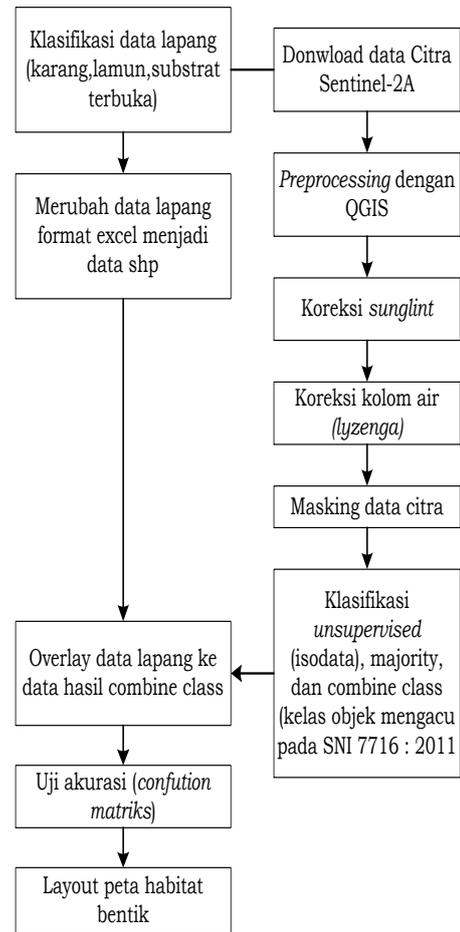
k_i/k_j : rasio koefisien pelemahan kolom air antara saluran i dan j

2.4 Klasifikasi Habitat Bentik

Klasifikasi habitat bentik dilakukan dengan memisahkan daratan dengan perairan dangkal. Hal ini dilakukan dengan cara *masking* pada citra satelit. Komposit kanal yang digunakan yaitu kanal 4 (*red*), kanal 3 (*green*) dan kanal 2 (*blue*). Klasifikasi dilakukan dengan metode tidak terbimbing (*unsupervised*). 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 lapangan. Uji akurasi untuk habitat bentik mengacu pada SNI 7716:2011 yaitu nilai tingkat akurasi sebesar 60% (BIG, 2014).

2.5 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data citra Sentinel-2A untuk pemetaan habitat bentik dapat dilihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2: Alur pengolahan data

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Koreksi Sunglint

Koreksi *sunglint* digunakan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara menghilangkan efek gangguan yang diakibatkan oleh pantulan sinar matahari yang mengenai gelombang laut secara tegak lurus. Pada penelitian ini, band yang digunakan untuk koreksi *sunglint* adalah B2 (*blue*), B3 (*green*), B4 (*red*) dan B8 (NIR). Efek *sunglint* yang semakin besar dapat menghilangkan informasi di bawah kolom perairan. Oleh karena itu, pengambilan ROI (*Region of Interest*) pada daerah yang terkena *sunglint* sebaiknya memiliki nilai R^2 yang tinggi (mendekati 1). Nilai tersebut akan menunjukkan bahwa algoritma yang akan dihasilkan dapat menghilangkan efek *sunglint* dengan baik. Hasil regresi tersebut kemudian ditransformasikan menjadi sebuah algoritma (Tabel 3-1) yang akan digunakan untuk mengurangi efek *sunglint* pada citra.

Tabel 3-1: ALGORITMA *SUNGLINT*

Band	Algoritma	R ²
B2B8	B2-(1,1462*(B8-0,0332))	0,94
B3B8	B3-(0,9956*(B8-0,0332))	0,93
B4B8	B4-(0,8316*(B8-0,0332))	0,76

Sumber: Pengolahan Data 2019

Citra yang telah terkoreksi *sunlint* menampilkan objek di kolom perairan dengan jelas (kode A2) dibandingkan dengan citra yang belum terkoreksi (kode A1) yang masih terdapat garis-garis yang menutupi objek (Gambar 3-1). Warna hijau pada kode A2 menunjukkan bahwa efek *glint* pada citra yang telah dikoreksi telah berkurang.

3.2 Koreksi Kolom Air (Lyzenga)

Koreksi kolom digunakan untuk memperbaiki kualitas citra. Nilai pelemahan sinar matahari yang menembus keperairan dapat dicari dengan menentukan nilai varian dan kovarian dari data citra (Tabel 3-2). Prayudha (2014) menjelaskan informasi dasar laut dapat ditentukan dari nilai koefisien atenuasi (pelemahan) kolom

air antara saluran i dan j (ki/kj) (Tabel 3-3). Nilai tersebut dapat diperoleh dari pemilihan ROI objek pasir (*training area*) dengan kedalaman yang berbeda (Gambar 3-1). Perairan yang jernih memiliki nilai pelemahan energi yang rendah.

Tabel 3-2: HASIL PERHITUNGAN NILAI VARIAN DAN KOVARIAN

Varian	Nilai	Kovarian	Nilai	R ²
Band 2	0,014	B2B3	0,015	0,93
Band 3	0,019	B2B4	0,017	0,96
Band 4	0,027	B3B4	0,021	0,84

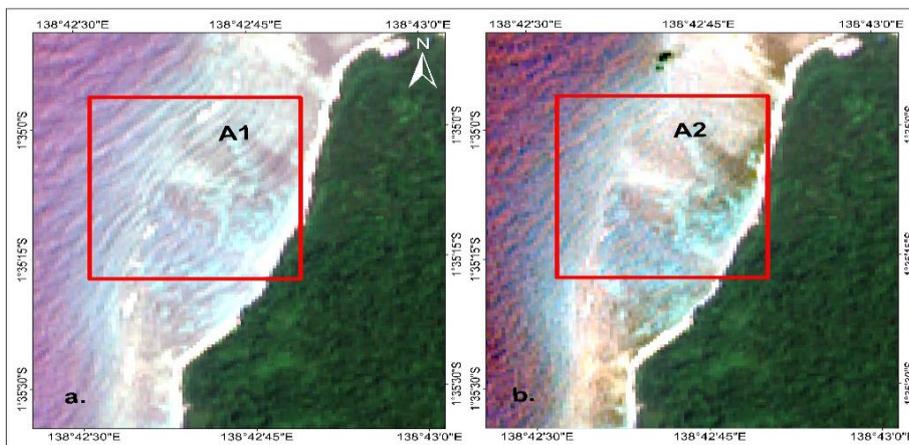
Sumber: Pengolahan Data 2019

Tabel 3-3: NILAI PERHITUNGAN STATISTIK LYZENGA

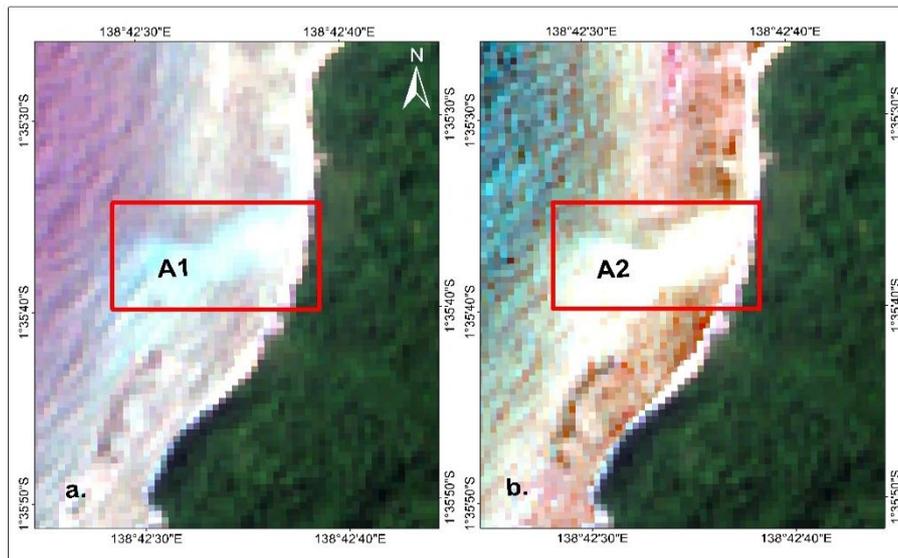
Band	A	ki/kj
B2B3	-0,16739	0,346619
B2B4	-0,04665	0,454434
B3B4	-0,18866	0,329133

Sumber: Pengolahan Data 2019

Algoritma pada Tabel 3-4 di transformasikan ke data citra untuk koreksi kolom air. Hasil koreksi kolom air tersebut akan digunakan untuk mengklasifikasikan habitat bentik.



Gambar 3-1: a). Citra yang belum terkoreksi *Sunlint*, b) Citra yang terkoreksi *Sunlint*



Gambar 3-2: a) Citra yang belum terkoreksi, b) Citra yang sudah terkoreksi Kolom Air

Tabel 3-4: PERSAMAAN ALGORITMA LYZENGA

Band	Algoritma
B2B3	$\log(B2) - (0,346619 * (\log(B3)))$
B2B4	$\log(B2) - (0,454434 * (\log(B4)))$
B3B4	$\log(B3) - (0,329133 * (\log(B4)))$

Sumber : Pengolahan Data 2019

Data citra yang telah dikoreksi kolom air dan yang belum terkoreksi memiliki perbedaan yang jelas. Perbedaan ini dapat dilihat secara visual dengan melihat perubahan warna pada objek yang sedang diindera (Gambar 3-2).

Sensor citra yang mengenai kolom air akan memantulkan efek pantulan yang lebih gelap saat mengenai objek yang sama pada kedalaman yang berbeda. Prawoto & Hartono (2018) melaporkan bahwa pasir yang berada pada perairan yang lebih dalam akan cenderung memiliki warna lebih kebiruan dibandingkan dengan pasir yang terletak di perairan yang lebih dangkal. Adanya pengurangan intensitas cahaya akibat adanya peningkatan kedalaman (atenuasi) diduga menjadi penyebab terjadinya hal tersebut (Budhiman et al., 2013).

Panjang gelombang sensor citra pada band biru memiliki nilai atenuasi yang lebih kecil dibandingkan band merah. Hal ini menyebabkan band biru bisa menembus perairan yang lebih dalam dibandingkan band merah (Green et al., 2000) Kode A1 dan A2 pada Gambar 3-2 adalah objek pasir dengan kedalaman yang berbeda. Citra yang belum terkoreksi (A1) menunjukkan pasir yang berada lebih dalam dengan warna yang cenderung kebiruan sedangkan pada citra yang terkoreksi (A2) menunjukkan pasir dengan warna yang terang.

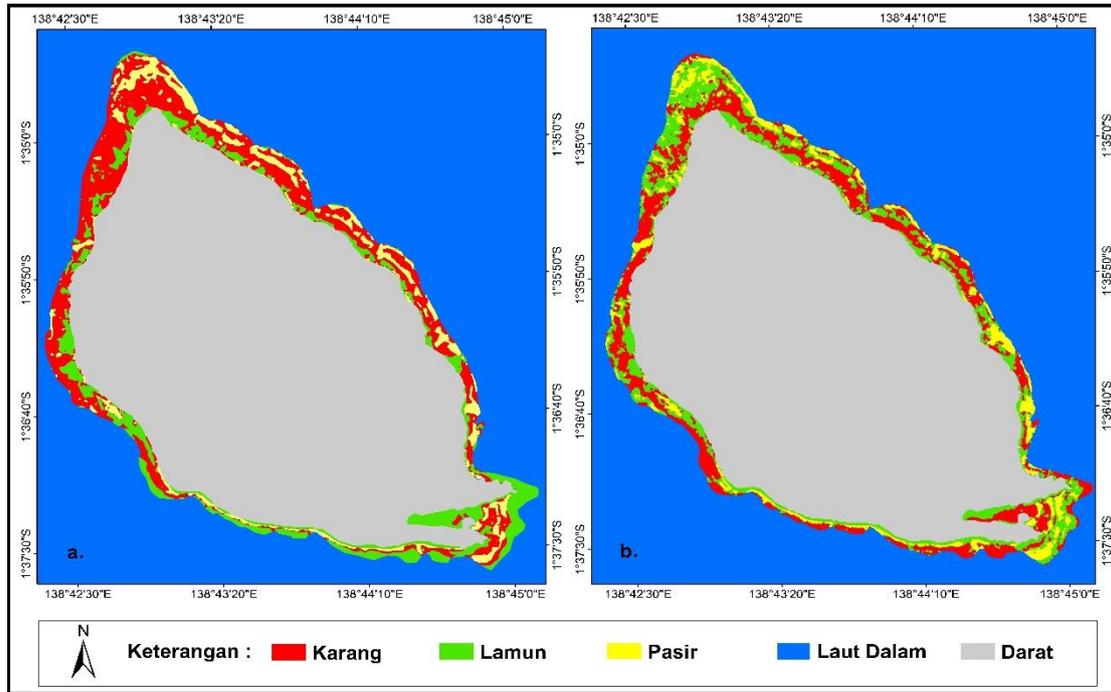
3.3 Klasifikasi *Unsupervised*

Klasifikasi habitat benthik menggunakan metode *unsupervised* dengan algoritma *isodata classifications*. Pengklasifikasian citra dilakukan secara tidak terbimbing dikarenakan minimnya data lapang. Interpretasi pada klasifikasi dilakukan secara visual yaitu dengan melihat warna, rona, tekstur, dan pola (Tabel 3-5). Distribusi habitat benthik di Pulau Liki melalui citra satelit yang sudah dan belum terkoreksi kolom air dapat dilihat pada Gambar 3-3.

Tabel 3- 5: INTERPRETASI CITRA

Kelas	Warna dan rona	Tekstur	Pola	Situs
Karang	Gelap	Kasar	Cenderung paraler	Zone tubir, lereng
Lamun	Gelap	Halus	Cenderung paraler	Zone ratahan terumbu
Pasir	Cenderung cerah	Halus	Acak	Zone ratahan terumbu

Sumber : Pengolahan Data 2019



Gambar 3-3: a) Citra yang belum terkoreksi Kolom Air, b) citra yang telah terkoreksi Kolom Air

Pada Gambar 3-3a terlihat bahwa sisi utara pulau di dominasi oleh terumbu karang dan pasir. Akan tetapi setelah melalui koreksi kolom air (Gambar 3-3b), terlihat bahwa selain terdapat terumbu karang, pada sisi utara juga banyak terdapat ekosistem lamun. Hal ini menunjukkan bagaimana koreksi kolom air dapat meningkatkan kemampuan citra satelit dalam mendeteksi objek habitat bentik (Prayudha, 2014).

3.4 Uji Akurasi

Uji akurasi pada klasifikasi citra menggunakan 15 titik untuk terumbu karang, 20 titik untuk lamun, dan 16

titik untuk pasir dari data lapang.

Akurasi dari citra yang belum terkoreksi sebesar 37,25 % dengan *kappa* sebesar 0,0451. Nilai *producer accuracy* (PA) dan *user accuracy* (UA) menghasilkan akurasi berkisar antara 10-50 %. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelas habitat bentik sulit dipetakan dengan baik (Tabel 3-6). Kelas bentik yang sulit dipetakan dapat diakibatkan oleh adanya gangguan kolom air dan kondisi kedalaman yang berbeda sehingga nilai spektral objek yang seharusnya memiliki nilai yang sama akan menjadi nilai spektral objek yang berbeda.

Tabel 3-6: HASIL *CONFUSION MATRIX* DATA CITRA YANG BELUM TERKOREKSI KOLOM AIR

Overall Accuracy = (31/51) 37,25%					
Kappa Coefficient = 0,0451					
Citra/ Lapang	Karang	Lamun	Pasir	Total	UA (%)
Karang	6	2	4	12	50
Lamun	5	10	8	23	21,74
Pasir	5	8	3	16	31,25
Total	16	20	16	51	31,37
PA (%)	37,5	10	25		

Sumber : Pengolahan Data 2019

Tabel 3-7: HASIL CONFUSION MATRIX DATA CITRA YANG SUDAH TERKOREKSI KOLOM AIR

Overall Accuracy = (31/51) 60,78%

Kappa Coefficient = 0,412

Citra/ Lapang	Karang	Lamun	Pasir	Total	UA (%)
Karang	10	6	4	20	50
Lamun	3	12	3	14	21,42
Pasir	3	2	9	14	21,42
Total	15	20	16	51	
PA (%)	66,67	60	56,25		

Sumber : Pengolahan Data 2019

Akurasi pada citra yang terkoreksi kolom air sebesar 60,78% dengan *kappa* 0,4128 (Tabel 3-7). Perbedaan tingkat akurasi pada citra yang belum dan sudah terkoreksi sebesar 23,53%. Tingkat akurasi hasil dari citra Sentinel-2A yang digunakan untuk pemetaan habitat bentik di Pulau Liki sudah sesuai dengan SNI 7716:2011 yaitu tentang pemetaan habitat dasar perairan dangkal yang harus mempunyai tingkat akurasi minimal 60% (BIG 2014).

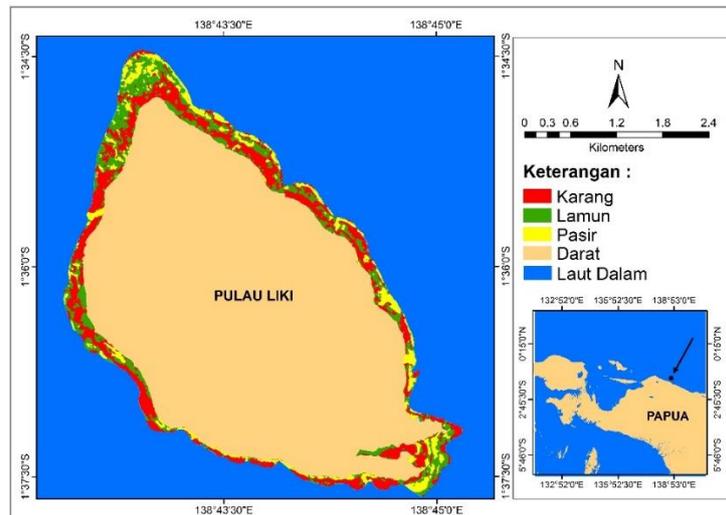
Penelitian habitat bentik dengan menggunakan Citra Sentinel-2A juga pernah dilakukan oleh Prawoto dan Hartono (2018). Penelitian tersebut menghasilkan tingkat akurasi sebelum dikoreksi kolom air sebesar 71,56% dengan *kappa* 0,6164 dan setelah dikoreksi kolom air sebesar 80,73% dengan *kappa* 0,7372. Tingkat akurasi habitat bentik di Pulau Liki memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Prawoto dan Hartono (2018). Hal ini diduga disebabkan karena keterbatasan data lapang yang ada dan juga proses klasifikasi yang menggunakan metode *unsupervised*, sedangkan Prawoto dan Hartono (2018) menggunakan metode *supervised* dan data lapang yang lebih banyak dalam melakukan klasifikasi habitat bentik. Peningkatan akurasi setelah koreksi kolom air juga didukung oleh penelitian Putra & Khakhim (2013) yang menggunakan metode *unsupervised* dengan citra Quickbird yang

memperoleh tingkat akurasi sebelum koreksi kolom air sebesar 58,38% dan setelah terkoreksi sebesar 67,70. Penelitian Hafizt & Danoedoro (2015) juga menunjukkan peningkatan akurasi yaitu sebelum terkoreksi sebesar 26,01% dan setelah terkoreksi sebesar 30,34% menggunakan citra Worldview dengan metode *spectral angle mapper*.

3.5 Peta Habitat Bantik

Peta habitat bentik Pulau Liki memiliki skala 1 : 40.000. Pemetaan habitat bentik mengacu pada SNI 7716:2011 tentang Pemetaan Habitat Bantik Perairan Luat Dangkal. Skala pada panduan pemetaan yang ditetapkan oleh BIG (2014) yaitu 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000, 1 :50.000 dan 1:250.000, sehingga citra Sentinel-2A memiliki skala yang sesuai sehingga peta yang dihasilkan dapat digunakan.

Gambar 3-4 menunjukkan distribusi habitat bentik di Pulau Liki. Gambar tersebut menunjukkan bahwa terumbu karang tersebar mengelilingi Pulau Liki dengan total luasan sebesar 153,64 ha. Selain terumbu karang, Pulau Liki juga banyak dikelilingi oleh lamun dan pasir. Hasil menunjukkan bahwa lamun dan pasir secara berurutan mempunyai luasan masing- masing 143,35 ha dan 70,24 ha. Pengelolaan yang baik terhadap habitat bentik diharapkan dapat menjaga fungsi dan kelestarian habitat bentik yang ada di Pulau Liki.



Gambar 3-4. Peta Habitat Bentik Pulau Liki

4 KESIMPULAN

Dengan resolusi spasial yang cukup tinggi (10 x 10 m²/piksel), Citra Sentinel-2A mampu memetakan habitat bentik di Pulau Liki dengan baik. Uji akurasi menggunakan transformasi lyzena menghasilkan nilai sebesar 60,78% dengan peningkatan akurasi 23,53% dari citra tanpa koreksi kolom air. Hasil uji tersebut memenuhi standar SNI 7716:2011 tentang pemetaan habitat dasar perairan dangkal. Hal ini mendukung penelitian-penelitian sebelumnya yang juga menunjukkan kemampuan Citra Sentinel-2A dalam memetakan habitat bentik dibandingkan dengan citra satelit lainnya seperti Landsat 8 yang hanya mempunyai tingkat akurasi 47,57% (Hafizt et al., 2017a). Pulau Liki dikelilingi oleh 3 habitat bentik yaitu terumbu karang (153,64 ha), lamun (143,35 ha), dan pasir (70,24 ha). Pemanfaatan sumber daya alam yang optimal di Pulau Liki dapat terus dilakukan dengan tetap menjaga kelestarian sumberdaya alam yang ada.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada U.S. Geological Survey (USGS) untuk penyediaan data Citra Sentinel-2A dan kepada Pusat Penelitian Oseanografi (P2O LIPI) yang telah memfasilitasi penggunaan data hasil surveinya serta Tim Redaksi Jurnal Penginderaan Jauh dan Mitra Bestari.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggoro, A. (2015). *Pemetaan Zona Geomorfologi Dan Habitat Bentik Menggunakan Citra Worldview-2 Dengan Metode Obia Di Gugus Pulau Pari*. Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Batubara, R. M., Andi, R., Eko, S. S., Muhandis, S., Nugroho, A., & Pingkan, K. R. (2014). *Album Peta Pulau-Pulau Kecil terluar di Wilayah Indonesia Bagian Timur*. Jakarta : PT Tempo Inti Media dan Kementerian Kelautan dan Perikanan republik Indonesia.
- Budhiman, S., Winarso, G., & Wikanti, A. (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), 83–91.
- Geospasial, B. I. (2014). *Badan Informasi Geospasial : Peraturan Kepala Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengelolaan Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal* (Issue c). <https://doi.org/10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2014.11.051>
- Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J., & Clark, C. D. (2000). Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. In *Remote*

Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. Paris (FR): UNESCO Pub.
<https://doi.org/10.1109/6.367967>

- Hafizt, M., & Danoedoro, P. (2015). Kajian Pengaruh Koreksi Kolom Air pada Citra Multispektral Worldview-2 untuk Pemetaan Habitat Benthik di Pulau Kemujan Kepulauan Karimun Jawa kabupaten Jepara. *Prosiding Pertemuan Ilmiah*.
- Hafizt, M., Iswari, M. Y., & Prayudha, B. (2017a). Kajian Metode Klasifikasi Citra Landsat-8 untuk Pemetaan Habitat Benthik di Kepulauan Padaido, Papua Assessment of Landsat-8 Classification Method for Benthic Habitat Mapping in Padaido Islands, Papua Abstrak Pendahuluan Metodologi. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, (2), 1-13.
<https://jurnal-oldi.or.id/index.php/oldi/article/view/69/67>
- Hafizt, M., Manessa, M. D. M., 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. Series: Earth and Environmental Science*, (98), 0-10.
- Hochberg, E. J., Andrefouet, S., & Tyler, M. R. (2003). Sea Surface Correction of High Spatial Resolution Ikonos Images to Improve Bottom Mapping in Near Shore Environments. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*, 41(7), 1724-1729.
- Immordino, F., Barsanti, M., Candigliota, E., Cocito, S., Delbono, I., & Peirano, A. (2019). Application of Sentinel-2 Multispectral Data for Habitat Mapping of Pacific Islands: Palau Republic (Micronesia, Pacific Ocean). *Journal of Marine Science and Engineering Article*, 7(316), 1-16.
- Inouu, I., Martindah, E., Saptati, R. A., & Priyanti, D. A. (2007). Potensi Ekosistem Pulau-Pulau Kecil Dan Terluar Untuk Pengembangan Usaha Sapi Potong. *Wartazoa*, 17(4), 156-164.
- Keputusan Presiden Nomor 6 Tahun 2017 tentang Penetapan Pulau-Pulau Kecil Terluar. (n.d.).
- 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.
<https://doi.org/10.1080/01431168108948342>
- Mastu, L. O. K., Nababan, B., & Panjaitan, J. P. (2018). Pemetaan Habitat Benthik Berbasis Objek Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Perairan Pulau Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(2), 381-396.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i2.21039>
- Prawoto, C. D., & Hartono. (2018). Pemetaan Habitat Benthik 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 (Ed.); Issue 1). Coremap CTI LIPI, Jakarta.
- Putra, F. M. G. P., & Khakhim, N. (2013). Pemetaan Habitat Benthik Menggunakan Citra Quickbird Di Sebagian Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(2), 2-12.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Zhang, C., Selch, D., Xie, Z., Roberts, C., Cooper, H., & Chen, G. (2013). Object-based benthic habitat mapping in the Florida Keys from hyperspectral imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 134(June 2018), 88-97.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.09.018>