

PEMETAAN ZONA GEOMORFOLOGI EKOSISTEM TERUMBU KARANG MENGGUNAKAN METODE OBIA, STUDI KASUS DI PULAU PARI (GEOMORPHIC ZONES MAPPING OF CORAL REEF ECOSYSTEM WITH OBIA METHOD, CASE STUDY IN PARI ISLAND)

Ari Anggoro¹, Vincentius P. Siregar, dan Syamsul B. Agus

Institut Pertanian Bogor

Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Dermaga, Bogor Indonesia

¹e-mail: arianggoro17@gmail.com

Diterima 23 April 2015; Direvisi 11 Mei 2015; Disetujui 15 Mei 2015

ABSTRACT

This study used object-based image analysis (OBIA) for geomorphic zones map of coral reef ecosystem in Pari Islands. The application of OBIA methods was used multiresolution segmentation algorithm with different scale parameter for each level. Classification methods for level 1 and 2 were used contextual editing classification. The results showed an overall accuracy for level 1 was 97% (reef level) and level 2 was 87% (geomorphic zone). Thus OBIA methods can be used and well-defined as an alternative for geomorphic zones map in other regions.

Keywords: *Segmentation, OBIA, Geomorphic zones, Pari island*

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan penerapan klasifikasi berbasis obyek (OBIA) untuk pemetaan zona geomorfologi ekosistem terumbu karang di Pulau Pari. Penerapan metode OBIA menggunakan algoritma multiresolusi segmentasi dengan parameter skala yang berbeda pada setiap level. Metode klasifikasi yang digunakan untuk level 1 dan 2 dengan klasifikasi kontekstual. Hasil menunjukkan akurasi keseluruhan untuk level 1 (level terumbu) sebesar 97% dan level 2 sebesar 87% (zona geomorfologi). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode OBIA mampu memetakan dengan baik dan dapat menjadi metode alternatif pada pemetaan zona geomorfologi ekosistem terumbu karang untuk di wilayah lainnya.

Kata Kunci: *Segmentasi, OBIA, Zona geomorfologi, Pulau Pari*

1 PENDAHULUAN

Gugus Pulau Pari merupakan kumpulan pulau-pulau kecil yang secara geomorfologi dibentuk oleh proses-proses laut dengan bentukan lahan yang cukup bervariasi di wilayah perairan laut yang dangkal. Zona geomorfologi adalah keberadaan bentangan suatu wilayah yang menempati suatu ruang meliputi *reef flat*, *reef slope*, *reef crest*, dan *lagoon* (Blanchon, 2011). Gugus Pulau Pari terkelompok secara alami dengan zona geomorfologi yang cukup bervariasi pada perairan laut yang dangkal sehingga

berpotensi sebagai tempat tumbuhnya terumbu karang, lamun, alga, dan *sponge*. Bentuk lahan tersebut mempengaruhi keberadaan suatu habitat bentik yang menempati di wilayah tertentu (Andrefouet *et al.*, 2003). Pemetaan wilayah lingkungan terumbu karang digunakan sebagai informasi dasar untuk perencanaan dan pengembangan suatu kawasan menuju pemanfaatan yang optimal.

Perkembangan teknologi satelit penginderaan jauh meningkat seiring dengan kemajuan teknologi saat ini. Perkembangan ini meliputi kemampuan

sensor dan wahana satelit yang membawa sensor mencapai orbit sehingga dapat mendeteksi obyek yang berada di permukaan bumi. Data yang dihasilkan juga mengalami peningkatan resolusi meliputi resolusi spasial, resolusi temporal, resolusi spektral, dan resolusi radiometrik. Kemajuan teknologi ini menuntut para praktisi bidang penginderaan jauh melakukan pengembangan metode-metode ekstraksi citra dengan metode klasifikasi untuk mendapatkan informasi yang tepat dan akurat. Klasifikasi citra meliputi klasifikasi secara manual menggunakan citra dan klasifikasi multispektral secara digital menggunakan komputer. Klasifikasi multispektral merupakan salah satu bagian dari pengolahan citra penginderaan jauh untuk menghasilkan peta tematik dan dijadikan masukan pada permodelan spasial dalam lingkungan sistem informasi geografis/GIS (Danoedoro, 2012).

Metode klasifikasi multispektral sebagian besar bertumpu pada satu kriteria yang digunakan yaitu nilai spektral (*band*). Metode klasifikasi diterapkan untuk mengekstrak informasi berdasarkan kebutuhan pengguna seperti pemetaan sumberdaya yang berada di daratan (*terrestrial*) dan perairan (*aquatic*). Telah banyak penelitian menggunakan citra satelit untuk pemetaan habitat bentik, antara lain klasifikasi multispektral dari citra Quickbird di wilayah perairan laut telah mampu memetakan habitat bentik (Siregar 2010). Pemetaan habitat dasar dan estimasi stok ikan terumbu dengan citra Worldview-2 (Siregar *et al.*, 2013). Pemantauan status lingkungan terumbu karang (Green *et al.*, 2000). Evaluasi beberapa lokasi untuk klasifikasi terumbu karang di wilayah tropis (Andrefouet *et al.*, 2003). Pemetaan geomorfologi dan ekologi terumbu karang (Phinn *et al.*, 2011). Namun, dalam pemanfaatan teknologi ini terdapat kesulitan dan permasalahan khusus yaitu pengaruh permukaan

perairan dan kedalaman perairan terhadap reflektansi dasar perairan (Lyzenga, 1981; Mumby *et al.*, 1999). Permasalahan yang lain adalah penentuan metode klasifikasi citra dengan tingkat akurasi yang baik dari peta yang dihasilkan (Green *et al.*, 2000; Congalton dan Green, 2009).

Klasifikasi citra merupakan proses mengelompokkan piksel ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan nilai kecerahan piksel (*brightness value/BV/digital number*) pada citra (Danoedoro, 2012). Klasifikasi citra pada perkembangannya dibagi menjadi dua basis yaitu klasifikasi citra berbasis piksel (*pixel base*) dan berbasis obyek (*object base image analysis/OBIA*) (Navulur, 2007; Blaschke, 2010). Penerapan metode klasifikasi berbasis piksel menggunakan algoritma *maximum likelihood* dari citra IKONOS dan Landsat 7 (Andrefouet *et al.*, 2003). Penerapan metode klasifikasi berbasis piksel telah menghasilkan peta zona geomorfologi dengan akurasi yang berbeda-beda. Penerapan beberapa metode klasifikasi citra diharapkan menghasilkan akurasi pemetaan yang baik. Metode yang menjadi pilihan pada klasifikasi citra selain metode berbasis piksel adalah dengan metode klasifikasi berbasis obyek/OBIA.

OBIA adalah paradigma baru dalam klasifikasi citra dan merupakan salah satu sub-kajian dari *GISscience* yang fokus pada pengembangan metode analisis citra penginderaan jauh berbasis obyek sehingga menjadi beberapa obyek yang memiliki makna tertentu (Navulur, 2007). OBIA mampu mendefinisikan kelas-kelas obyek berdasarkan aspek spektral dan aspek spasial secara sekaligus (Danoedoro, 2012). Tahapan OBIA dilakukan proses segmentasi citra (*pixel level*) menjadi segmen/obyek (*object level*) yang homogen sesuai dengan parameternya. Segmentasi satu level biasanya tidak efisien dalam merepresentasikan satu kajian dalam sebuah *scene* citra karena

dalam satu *scene* citra terdapat sebuah hirarki pola dan informasi pada skala yang berbeda dan secara simultan bisa ditampilkan melalui segmentasi multiskala (Meinel dan Neubert, 2004). Klasifikasi menggunakan metode OBIA terbukti mampu meningkatkan akurasi pada pemetaan geomorfologi dan ekologi ekosistem terumbu karang di tiga perairan yang berbeda wilayah Australia (Phinn *et al.*, 2011). Berdasarkan hal tersebut diatas, penggunaan metode OBIA perlu diuji cobakan pada wilayah perairan dengan memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akurasi. Penerapan metode OBIA dengan klasifikasi multiskala diharapkan mampu meningkatkan akurasi. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan zona geomorfologi ekosistem terumbu karang berdasarkan klasifikasi multiskala menggunakan metode OBIA di Pulau Pari.

2 METODE PENELITIAN

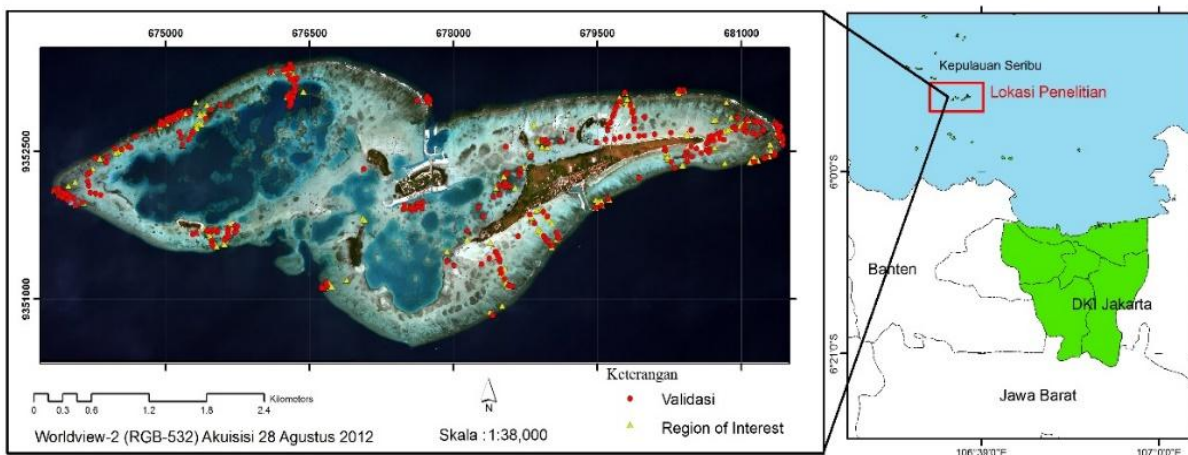
2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah terumbu karang gugusan Pulau Pari Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu pada Februari-Maret 2014. Secara geografis lokasi penelitian terletak antara 5°51'32,94"-5°51'37,71"

LS dan 106°34'6,469"-106°38'23,81" BT (Gambar 2-1).

2.2 Bahan dan Data

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Worldview-2 (standar level 2A 16bit) di akuisisi 28 Agustus 2012 dengan sistem proyeksi koordinat UTM zona 48S-WGS84. Karakteristik citra Worldview-2 terdiri dari 8 saluran multispektral (*coastal, blue, green, yellow, red, red-edge, NIR1* dan *NIR2*) dengan resolusi spasial 2 meter dan pankromatik dengan resolusi spasial 0.5 meter (Digitalglobe, 2010). Pengumpulan data lapangan berasal dari identifikasi zona geomorfologi dan penentuan kelas berdasarkan pengamatan langsung secara visual di lapangan. Informasi kedalaman perairan (batimetri) sangat menunjang untuk mengetahui zona geomorfologi, tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan pemeruman batimetri mengingat survei ini membutuhkan biaya yang mahal, sehingga data batimetri berdasarkan data sekunder (Biotrop, 2012). Skema klasifikasi citra pada penelitian ini mengacu pada Phinn *et al.* (2011) berdasarkan komposisi karang yaitu level 1 (*reef level*) dan level 2 (zona geomorfologi), sedangkan untuk level 3 (habitat bentik) tidak disajikan pada penelitian ini.



Gambar 2-1: Lokasi penelitian dan titik pengamatan lapangan

2.3 Pengolahan Citra

Pada pra-pengolahan citra Worldview-2 dilakukan koreksi atmosferik dengan perangkat lunak ENVI 5.1 menggunakan modul koreksi atmosferik FLAASH (Felde *et al.*, 2003). Proses selanjutnya, citra terkoreksi atmosferik digunakan sebagai *input* pada pengolahan citra yaitu estimasi kedalaman perairan menggunakan perangkat lunak ENVI 5.1 dan klasifikasi OBIA menggunakan perangkat lunak eCognition 9. Pengolahan awal klasifikasi OBIA yaitu proses segmentasi terhadap *input image layer* (IIL). IIL yang digunakan pada penelitian ini adalah saluran multispektral citra Worldview-2 (*coastal, blue, green, yellow, red, red-edge, NIR1 dan NIR2*). Selanjutnya adalah membangun *rule set* dalam proses *tree* untuk setiap segmen menjadi kelas-kelas pada setiap level.

2.3.1 Model kedalaman perairan

Model kedalaman perairan menggunakan modul *SPEAR relative water depth* pada perangkat lunak ENVI 5.1. Model ini mampu secara cepat memprediksi kedalaman perairan dari citra. Citra Worldview-2 diekstrak nilai pikselnya untuk menghasilkan model kedalaman perairan dengan menggunakan algoritma yang dikembangkan Stumpf dan Holderied (2003) sebagai berikut:

$$Z = m_1 \frac{\ln(nR_w(\lambda_i))}{\ln(nR_w(\lambda_j))} - m_0 \quad (2-1)$$

Keterangan

Z = kedalaman estimasi;
 m_1 = koefisien kalibrasi;
 m_0 = faktor koreksi untuk kedalaman 0; n = konstanta untuk rasio saluran
 $R_w(\lambda_{i,j})$ = nilai reflektansi saluran.

Algoritma ini diterapkan dengan merasiokan reflektansi dua saluran yang berbeda sehingga mendapatkan nilai kedalaman. Selanjutnya, citra

kedalaman perairan digunakan untuk mengidentifikasi zona-zona geomorfologi berdasarkan profil kedalaman perairan di Gugus Pulau Pari dan diklasifikasi dengan metode kontekstual.

2.3.2 Segmentasi

Segmentasi menggunakan algoritma *multiresolution segmentation* (MRS) dengan besaran skala berbeda-beda (multiskala) pada level 1 dan 2. Segmentasi multiskala ini menghasilkan sekumpulan layer obyek citra dalam suatu jaringan hirarki. Parameter yang terdapat dalam algoritma ini merupakan parameter pengatur homogenitas obyek yaitu *scale, shape, dan compactness*. *Scale* merupakan abstraksi untuk menentukan nilai maksimum heterogenitas untuk membangkitkan obyek. *Shape* merupakan homogenitas tekstur IIL berdasarkan nilai digital yaitu pengaruh *color* dapat dihitung dari *1-shape*. *Compactness* berperan dalam mengoptimalkan kekompakan obyek yang berasal dari *shape* (Trimble, 2014). Segmentasi level 1 menggunakan skala segmentasi sebesar 150 dan level 2 dengan skala segmentasi sebesar 100 sedangkan parameter *shape* dan *compactness* menggunakan nilai masing-masing 0.1 dan 0.9 untuk kedua level. Sampai saat ini belum ada *framework* teoritis tentang parameter segmentasi terbaik sehingga pengguna harus mencari sendiri parameter-parameter segmentasi terbaik pada tiap level melalui metode *try and error* (Blaschke dan Hay, 2001; Burnett dan Blaschke, 2003).

2.3.3 Klasifikasi

Klasifikasi zona geomorfologi menggunakan metode kontekstual yang terdiri dari level 1 dan 2 yang terdapat pada perangkat lunak eCognition 9. Klasifikasi kontekstual berdasarkan aspek spektral dan spasial dengan penentuan nilai *threshold* dari fitur yang tepat untuk setiap kelas. Fitur yang digunakan terdiri dari dua yaitu

fitur yang berhubungan dengan obyek dan fitur yang berhubungan dengan kelas (Trimble, 2014). Aspek spektral meliputi nilai *layer* (rata-rata, standart deviasi, dan rasio antar saluran) dan kostumasi dengan transformasi NDVI (*normalize different vegetation index*). Sedangkan, aspek spasial mengacu pada obyek-obyek yang telah memiliki kelas pada level yang sama ke dalam kelas hirarki obyek citra seperti fitur *relative boarder to*. Secara keseluruhan algoritma klasifikasi kontekstual dapat dilihat pada Tabel 2-1.

Deskripsi masing-masing zona geomorfologi sebagai berikut:

- *Lagoon*: wilayah perairan dangkal (relatif sampai kedalaman tertentu pada daerah sekitar terumbu karang) terletak antara zona rataaan terumbu dan *reef crest* atau *reef slope*. Zona ini dicirikan oleh kondisi terlindung dari gempuran gelombang yang besar. Pada penelitian ini dibagi menjadi 2 kelas yaitu (*deep lagoon* dan *shallow lagoon*).
- *Reef Slope*: memiliki kemiringan tertentu menghadap ke arah perairan dalam,

- *Reef Crest*: zona puncak terumbu yang muncul pada saat surut terendah. Zona ini terletak pada bagian yang menghadap perairan dalam dan mendapat energi yang tinggi dari gempuran gelombang,
- *Outer Reef Flat*: wilayah di sekitar puncak terumbu yang menghadap perairan dalam sebelum lereng terumbu,
- *Inner Reef Flat*: wilayah di sekitar rataaan terumbu yang dekat dengan daratan.

2.3.4 Uji akurasi

Pengujian akurasi dilakukan terhadap seluruh peta hasil klasifikasi untuk mengetahui akurasi dari teknik klasifikasi yang diterapkan. Uji akurasi yang umum dilakukan pada data hasil klasifikasi penginderaan jauh adalah matrik kesalahan (*error matrix*) dengan perhitungan akurasi keseluruhan (OA), *producer accuracy* (PA), *user accuracy* (UA) (Congalton dan Green, 2009).

Tabel 2-1: ALGORITMA KLASIFIKASI KONTEKSTUAL UNTUK SETIAP KELAS.

Level	Kelas	Algoritma
<i>Reef level</i>	Daratan	NDVI
	Perairan dangkal	<i>Ratio band C/B</i>
	Perairan dalam	<i>Ratio band C/B</i>
Zona Geomorfologi	<i>Reef Slope</i>	<i>Rel. border to</i> perairan dalam
	<i>Reef Crest</i>	<i>Rel. border to reef slope</i>
	<i>Shallow Lagoon</i>	<i>mean B</i>
	<i>Deep Lagoon</i>	<i>Ratio band B</i>
	<i>Inner Reef Flat</i>	<i>Ratio C/B</i>
	<i>Outter Reef Flat</i>	<i>Ratio C/B</i>

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Klasifikasi Metode OBIA

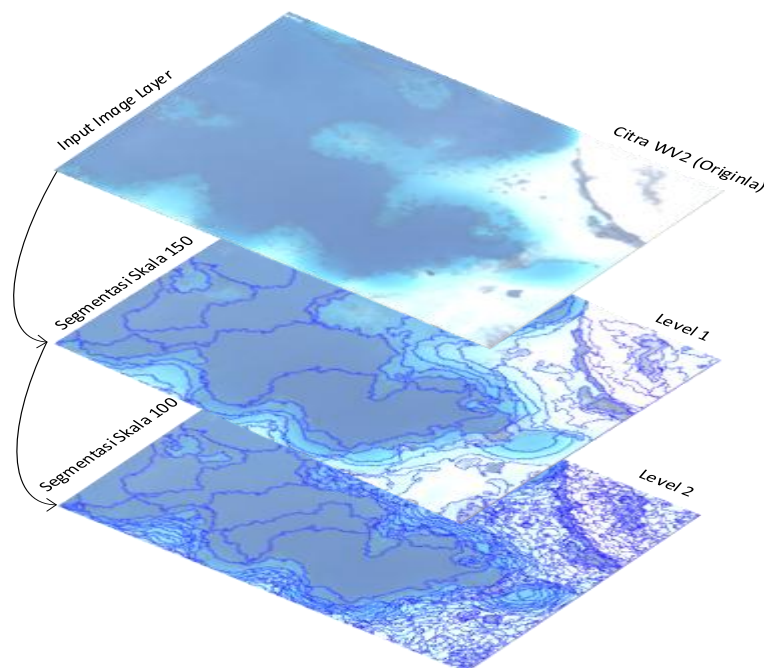
3.1.1 Segmentasi multiresolusi

Segmentasi multiresolusi menghasilkan obyek dengan ukuran yang berbeda berdasarkan heterogenitas obyek di wilayah studi. Parameter skala sangat menentukan ukuran obyek sehingga setiap level diterapkan dengan skala berbeda-beda. Wilayah yang heterogen pada satu citra menghasilkan obyek yang lebih banyak dibandingkan wilayah yang homogen. Hasil segmentasi berkaitan dengan jumlah kelas pada setiap level dengan tingkat kedetilan yang berbeda-beda. Level 1 berjumlah tiga kelas dan level 2 berjumlah enam kelas dengan batasan wilayah hanya pada perairan dangkal saja, sehingga ukuran obyek yang dibangun pada level 1 lebih besar dibandingkan level 2. Keseluruhan obyek pada level 1 dan 2 masing-masing sebanyak 12.986 obyek dan 28.425 obyek. Hasil segmentasi di wilayah penelitian disajikan pada Gambar 3-1.

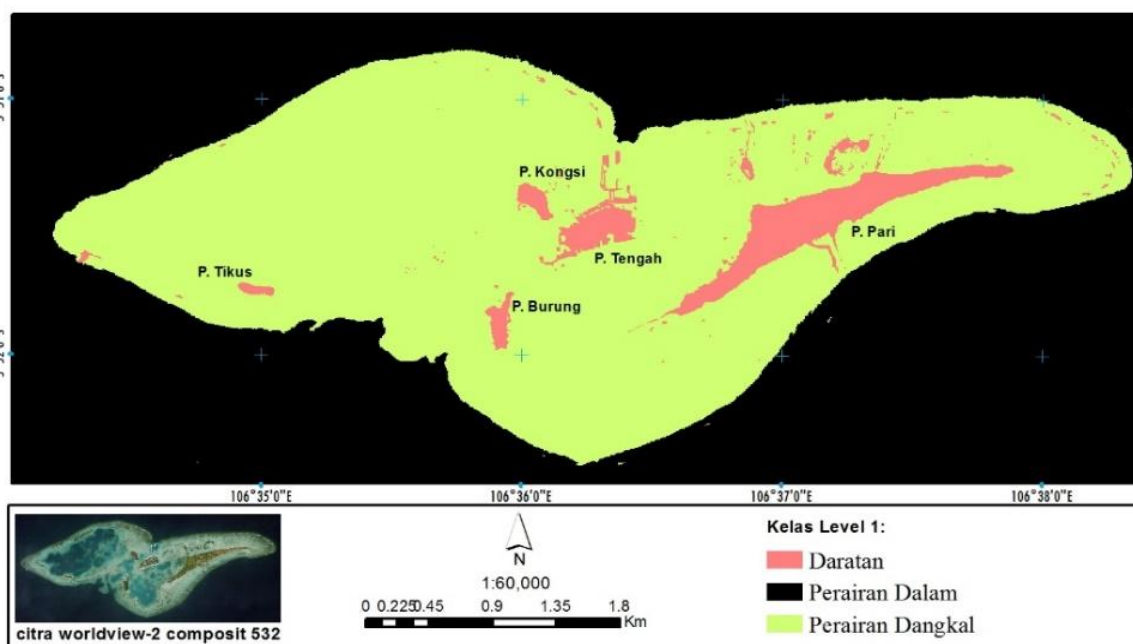
3.1.2 Klasifikasi Level 1 (Reef Level)

Klasifikasi pada level 1 menghasilkan tiga kelas yaitu daratan,

perairan dangkal, dan perairan dalam. Hasil klasifikasi ini merupakan dasar atau batasan dalam proses klasifikasi level 2 yaitu zona geomorfologi. Kelas daratan di gugus Pulau Pari terdiri dari beberapa pulau yaitu Pulau Pari, Kongsu, Burung, Tengah, dan Tikus (Gambar 3-2). Luas tiga kelas pada level 1 yaitu daratan 86.9 Ha, perairan dangkal 1094.7 Ha dan perairan dalam 1242.3 Ha. Perhitungan uji akurasi dihasilkan akurasi keseluruhan sebesar 97%. Sedangkan akurasi PA dan UA setiap kelas dengan akurasi >95%. Hasil akurasi ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan kelas mampu dipetakan dengan sangat baik, tetapi masih terdapat kesalahan pada klasifikasi. Kesalahan terjadi pada kelas perairan dangkal menjadi daratan, hal ini disebabkan kondisi perairan yang terdapat terumbu karang yang muncul ke permukaan sehingga didefinisikan sebagai daratan. Phinn *et al.* (2011) melaporkan bahwa klasifikasi pada level 1 (*reef level*) pada sistem klasifikasi hirarki merupakan batasan wilayah kajian dan diproses menjadi obyek/ segmen baru untuk klasifikasi pada level 2 (zona geomorfologi).



Gambar 3-1: Hasil segmentasi multiresolusi pada level 1 dan level 2



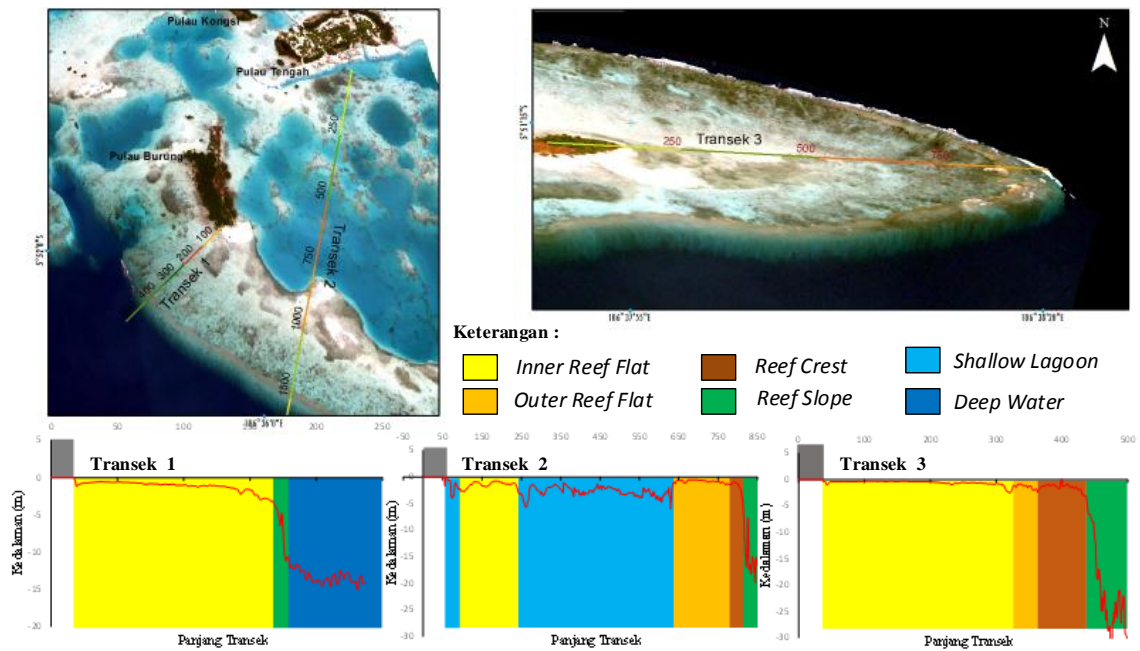
Gambar 3-2: Hasil klasifikasi level 1

3.1.3 Klasifikasi level 2 (zona Geomorfologi)

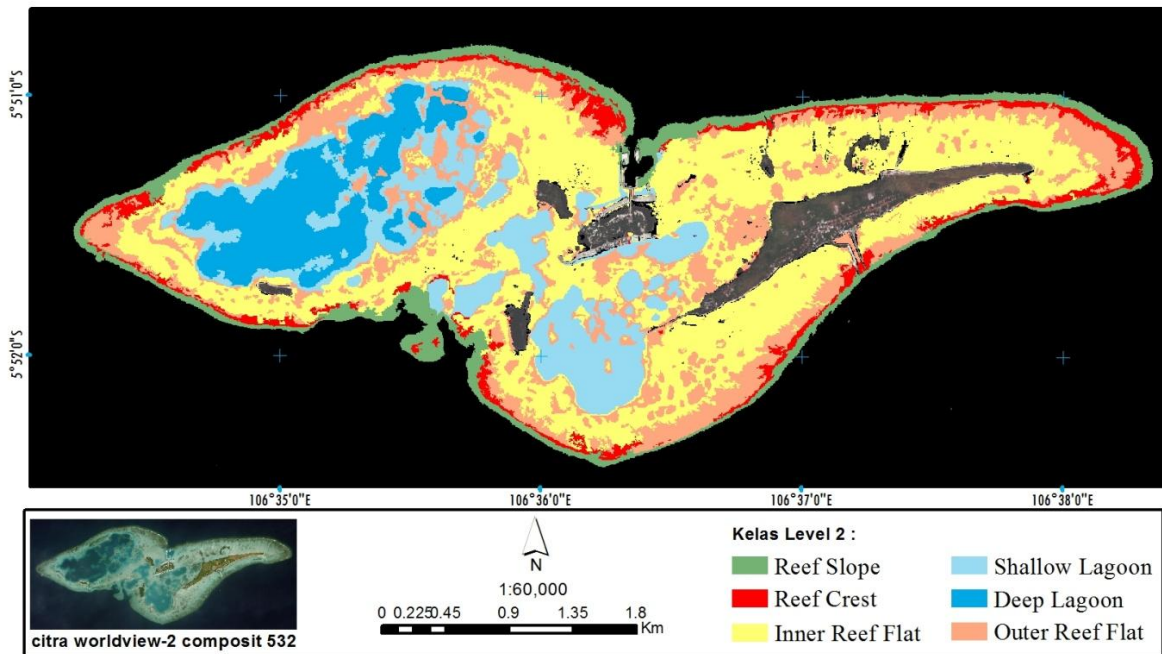
Gugus Pulau Pari terdiri dari beberapa pulau dengan ekosistem terumbu karang yang terdapat laguna pada sisi Barat dan Tengah. Gugus ini berbentuk memanjang arah diagonal Barat Daya – Timur Laut (Asriningrum, 2005). Hasil identifikasi zona geomorfologi secara visual di lapangan dan model kedalaman perairan diperoleh hasil klasifikasi sebanyak enam kelas meliputi *reef slope*, *reef crest*, *inner reef flat*, *outer reef flat*, *shallow lagoon*, dan *deep lagoon*. Berdasarkan model estimasi kedalaman perairan maka diperoleh perbandingan antara kedalaman estimasi dari citra terhadap kedalaman sebenarnya dari hasil pemeruman sebesar $R^2 = 0.729$. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model yang digunakan dapat menggambarkan profil kedalaman secara keseluruhan di Gugus Pulau Pari sebesar 72.9%. Profil kedalaman ini sangat membantu mengidentifikasi batas setiap zona geomorfologi untuk proses klasifikasi. Pada sisi Barat Gugus Pulau Pari terdapat variasi yang lebih banyak dibandingkan di sisi Timur. Sisi Timur didominasi hamparan zona *reef*

flat yang sangat luas. Sedangkan sisi Barat hingga di sekitar Pulau Tengah variasi zona sangat beragam, terdapat zona *shallow lagoon* dan *deep lagoon*.

Penelitian mengenai model kedalaman perairan dari citra resolusi tinggi telah banyak dilakukan. Madden (2011) memodifikasi prosedur model kedalaman perairan algoritma Stumpf dan Holderied (2003) meliputi: 1) *masking citra*; 2) konversi nilai digital menjadi *top of atmosphere radiance (TOA)*; 3) koreksi hamburan *rayleigh* dan *aerosol*; 4) mengubah *radiance* menjadi *water leaving reflectance*; 5) menghitung kedalaman relative; 6) menghitung kedalaman aktual. Prosedur di atas dapat meningkatkan kemampuan deteksi kedalaman perairan dengan mencari regresi terbaik pada rasio kanal yang dipilih berdasarkan pemisahan tipe lokasi kajian dari citra Worldview-2. Siregar dan Selamat (2010) menerapkan algoritma Jupp pada pemetaan batimetri pada citra Quickbird di gobah karang Lebar, tidak konsisten pada gobah Pulau Panggang dan memberikan nilai kedalaman yang *overestimate*. Gambaran profil kedalaman disajikan pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3: Profil kedalaman perairan di Gugus Pulau Pari



Gambar 3-4: Hasil klasifikasi level 2

Klasifikasi kontekstual pada level 2 menghasilkan sebanyak enam kelas zona geomorfologi *reef slope*, *reef crest*, *inner reef flat*, *outer reef flat*, *shallow lagoon*, dan *deep lagoon* (Gambar 3-4). Hasil uji akurasi pemetaan zona geomorfologi (level 2) pada Tabel 3-1 menunjukkan akurasi keseluruhan (OA) sebesar 87%, sedangkan PA dan UA dihasilkan akurasi yang bervariasi antara 73%-100% dan dapat dipetakan dengan baik. PA terendah pada kelas

reef crest sebesar 73% menunjukkan bahwa pada kelas ini menjadi batas antara kelas *outer reef flat* dan *reef slope*. Sedangkan, UA tertinggi pada kelas zona *deep lagoon* sebesar 100% menunjukkan bahwa pada kelas ini sangat homogen sehingga dapat dikelaskan dengan sangat baik. Hasil uji akurasi pada kelas lainnya menunjukkan bahwa kelas tersebut mampu dipetakan dengan baik yaitu akurasi >80%.

Tabel 3-1: UJI AKURASI LEVEL 2

Citra	Lapang						Total	UA
	Reef Slope	Reef Crest	Shallow Lagoon	Deep Lagoon	Outer Reef Flat	Inner Reef Flat		
Reef Slope	43	2			4		49	88%
Reef Crest	2	29			4		35	83%
Shallow Lagoon			14	1			15	93%
Deep Lagoon				16			16	100%
Outer Reef Flat		9	2	1	39	2	53	74%
Inner Reef Flat			1		2	59	62	95%
Total	45	40	17	18	49	61	230	
PA	96%	73%	82%	89%	80%	97%		OA : 87%

Hasil klasifikasi zona geomorfologi diperoleh luas masing-masing adalah : zona *inner reef flat*, 421.6 Ha (41%); zona *outer reef flat*, 232.4 Ha (23%); zona *reef slope*, 101.3 Ha (10%); zona *reef crest*, 58.6 Ha (6%); zona *shallow lagoon*, 108.4 Ha (10%); dan zona *deep lagoon*, 107.7 Ha (10%). Diketahui bahwa zona *inner reef flat* mendominasi di perairan dangkal gugus Pulau Pari dengan luasan terbesar, sedangkan luasan terendah pada zona *reef crest*. Masing-masing kelas zona geomorfologi memiliki karakteristik tersendiri yang dipengaruhi faktor fisik perairan tersebut seperti gelombang dan arus sehingga membentuk zona tertentu. Berdasarkan penelitian (Rohmann *et al.*, 2005) melaporkan bahwa ekosistem terumbu karang tropis disusun oleh habitat-habitat dan zona-zona secara struktural. Habitat benthik yang ditemukan pada ekosistem terumbu karang terdiri dari sedimen-sedimen terhambur (pasir dan lumpur), vegetasi perairan dangkal (lamun dan alga makro), karang hermatipic dan asosiasi koloni habitat dasar keras (*spur* dan *groove*, gosong, kolonisasi gorgonian pada dasar yang keras dan *rock*) serta substrat keras yang terpecah di dasar (*rubble*). Sedangkan zona secara geomorfologi meliputi rata-rata terumbu (*reef flat*), puncak terumbu (*reef crest*), terumbu bagian depan (*front reef*) dan laguna.

Beberapa penelitian telah menghasilkan akurasi pemetaan dengan jumlah kelas yang berbeda-beda tergantung pada kompleksitas wilayah

studi. Pemetaan lingkungan terumbu karang berdasarkan zona geomorfologi menjadi salah satu aplikasi penginderaan jauh satelit yang paling sukses dengan akurasi yang tinggi, mulai dari citra Landsat hingga saat ini (Andrefouet *et al.*, 2001). Akurasi pemetaan secara linear menurun dengan peningkatan kompleksitas (jumlah kelas klasifikasi), sebanyak 4-5 kelas dengan rata-rata akurasi pemetaan sebesar 77%, 7-8 kelas dengan rata-rata akurasi sebesar 71%, 9-11 kelas dengan rata-rata akurasi sebesar 65%, dan lebih dari 13 kelas dengan rata-rata akurasi pemetaan sebesar 53% (Andrefouet *et al.*, 2003).

Terdapat asosiasi yang erat antara zona geomorfologi dengan keberadaan habitat benthik tertentu, sehingga penelitian ini menerapkan klasifikasi berdasarkan level 1 (*reef level*) dan level 2 (*geomorphic zone*). Selanjutnya, peta hasil klasifikasi level 2 menjadi batasan secara hirarki untuk klasifikasi pada level 3 (habitat benthik), akan tetapi pada level 3 tidak dilakukan pada penelitian ini. Phinn *et al.* (2011) melakukan penelitian geomorfologi dan ekologi ekosistem terumbu karang yang dibagi menjadi tiga level yaitu *reef level*, *geomorphic zones*, *benthic community zones*. Selanjutnya Roelfsema *et al.* (2013) membagi klasifikasi berdasarkan hubungan antar kelas secara hirarki menjadi empat level yaitu *reef*, *reef type*, *geomorphic*, dan *benthic community*. Penggunaan metode OBIA ini sangat memungkinkan untuk diterapkan berdasarkan prinsip-prinsip ekologi dan

zona geomorfologi yang dikombinasikan dengan pengamatan lapangan.

Pemetaan habitat bentik di gugus Pulau Pari telah banyak dilakukan dengan metode klasifikasi dan hasil akurasi yang berbeda-beda. Klasifikasi yang umum digunakan selama ini adalah metode klasifikasi berbasis piksel, sedangkan metode klasifikasi berbasis obyek belum pernah dilakukan pada wilayah ini. Siregar *et al.* (2013) memetaan habitat dasar dan estimasi ikan terumbu dengan citra Worldview-2 menggunakan metode klasifikasi berbasis piksel (*maximum likelihood classification*) dari enam kelas habitat bentik menghasilkan akurasi keseluruhan sebesar 78%. Helmi *et al.* (2012) menganalisis respon dan nilai spektral terumbu karang pada citra ALOS-AVNIR di gugus Pulau Pari dengan transformasi HSI dan Lyzenga menggunakan metode klasifikasi *unsupervised* dengan akurasi keseluruhan masing-masing sebesar 88.1% dan 77.3%. Selamat *et al.* (2014) melakukan pendekatan zona geomorfologi untuk meningkatkan akurasi tematik peta substrat dihasilkan dari metode koreksi kolom air di gobah Karang Lebar menunjukkan bahwa kombinasi ini cukup akurat untuk dijadikan dasar pada pembuatan peta substrat dasar di perairan gobah. Hasil akurasi peta zona geomorfologi dan substrat dasar di gobah Karang Lebar masing-masing sebesar 82.1% dan 68.8%. Menurut Green *et al.* (2000) menyatakan bahwa akurasi pemetaan habitat bentik yang dapat digunakan adalah dengan akurasi keseluruhan sebesar >60%. Perbedaan akurasi pemetaan dari beberapa penelitian di gugus Pulau Pari disebabkan perbedaan metode klasifikasi, jumlah titik pengamatan lapangan, jumlah kelas habitat bentik dan citra yang digunakan. Faktor yang mempengaruhi rendahnya akurasi disebabkan kompleksitas bentukan zona geomorfologi yang tinggi di wilayah kajian.

Metode klasifikasi OBIA dapat menjadi pilihan saat ini untuk pemetaan zona geomorfologi. Keunggulan dari metode OBIA yaitu dapat menghubungkan antara aspek spektral dan spasial citra secara bersamaan sehingga menjadi kelas-kelas tertentu. Kelas-kelas yang diklasifikasi dengan menghubungkan dua aspek diatas diterapkan dengan hubungan antar obyek. Phinn *et al.* (2011) melakukan pemetaan komunitas bentik menghasilkan akurasi keseluruhan yaitu 78% di wilayah Heron, 52% di wilayah Ngderack, dan 65% di wilayah Navakavu. Sedangkan, untuk pemetaan zona geomorfologi dihasilkan akurasi pemetaan >80%. Roelfsema *et al.* (2013) melaporkan hasil akurasi menggunakan metode OBIA pada pemetaan zona geomorfologi diperoleh akurasi keseluruhan antara 76%-82% dan pemetaan habitat bentik diperoleh akurasi keseluruhan antara 52%-75%. Zhang *et al.* (2013) melakukan pemetaan habitat bentik dengan metode OBIA algoritma *random forest classifier* (RF) pada citra AVIRIS (*airborne visible/infrared imaging spectrometer*) menghasilkan akurasi keseluruhan tertinggi yaitu 86.3% dari keseluruhan percobaan terhadap citra. Selaras dengan hasil penelitian ini yaitu diperoleh akurasi keseluruhan pada enam kelas zona geomorfologi sebesar 87%.

4 KESIMPULAN

Pemetaan pada level 1 (level terumbu) dan level 2 (zona geomorfologi) di gugus Pulau Pari telah mampu menghasilkan akurasi keseluruhan masing-masing sebesar 97% dan 87%. Penggunaan metode OBIA mampu memetakan zona geomorfologi dengan baik. Umumnya metode klasifikasi yang diterapkan selama ini masih menggunakan metode klasifikasi berbasis piksel yang hanya bertumpu pada aspek spektral saja. Penerapan metode OBIA mampu menghubungkan aspek spektral dan spasial secara

bersamaan sehingga dengan mudah memetakan zona geomorfologi dan menjadi keunggulan dari metode OBIA. Metode OBIA dapat menjadi pilihan yang menjanjikan dan menjadi dasar untuk pemetaan zona geomorfologi ekosistem terumbu karang di wilayah lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Andrefouet S, Muller-Karger FE, Hochberg EJ, Hu C, Carder KL. 2001. *Change Detection in Shallow Coral Reef Environments using Landsat 7 ETM+ Data, Remote Sens Environ* 78: 150-162.
- Andrefouet S, et al. 2003. *Multi-site Evaluation of Ikonos Data for Classification of Tropical Coral Reef Environments, Remote Sens Environ* 88: 128-143.
- Asriningrum W. 2005. *Studi Identifikasi Karakteristik pulau Kecil Menggunakan Data Landsat dengan Pendekatan Geomorfologi dan Penutup Lahan (Studi Kasus kepulauan Pari dan Kepulauan Belakang Sedih)*, Surabaya: Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV.
- Blanchon P. 2011. *Geomorphic Zonation*, Pages 469-486 in Hopley D, ed. *Encyclopedia of modern coral reefs*, Springer Netherlands.
- Blaschke T. 2010. *Object Based Image Analysis for Remote Sensing, Isprs J Photogramm* 65: 2-16.
- Blaschke T, Hay GJ. 2001. *Object-oriented Image Analysis and Scale-Space: Theory and Methods for Modeling and Evaluating Multiscale Landscape Structure, Isprs A Photogramm* 34: 22-29.
- Burnett C, Blaschke T. 2003. *A multi-scale Segmentation/object Relationship Modelling Methodology for Landscape Analysis, Ecol Model* 168: 233-249.
- Congalton RG, Green K. 2009. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data-Principles and Practices (second edition)*. Boca Raton: CRC Press.
- Danoedoro P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Yogyakarta (ID) ANDI Press.
- Digitalglobe. 2010. *Radiometric use of Worldview-2 imagery: Technical note*. 1601 Dry Creek Drive Suite 260 Longmont, Colorado, USA, 80503 DigitalGlobe®.
- Felde GW, Anderson GP, Cooley TW, Matthew MW, Adler-Golden SM, Berk A, Lee J. 2003. *Analysis of Hyperion Data with the FLAASH Atmospheric Correction Algorithm*. 2003 IEEE IGARSS: Learning from Earth's Shapes and Colours; Toulouse.p 90-92.
- Green EP, Mumby PJ, Edwards AJ, Clark CD. 2000. *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. Paris [FR]: UNESCO.
- Helmi M, Hartoko A, Herkiki S, Munasik M, Wouthuyzen S. 2012. *Analisis Respon Spektral dan Ekstraksi Nilai Spektral Terumbu Karang pada Citra Digital Multispektral Satelit ALOS-AVNIR di Perairan Gugus Pulau Pari*.
- Lyzenga DR. 1981. *Remote Sensing of Bottom Reflectance and Water Attenuation Parameters in Shallow Water using Aircraft and Landsat Data, Int J Remote Sens* 2: 71-82. 10.
- Madden CK. 2011. *Contributions to Remote Sensing of Shallow Water Depth with the Worldview-2 Yellow Band [tesis]*, California : Naval Postgraduate School. 83 hlm.
- Meinel G, Neubert M. 2004. *A Comparison of Segmentation Programs for High Resolution Remote Sensing Data, Uncertainty, Consistency and Accuracy of Data and Imagery: Weberplatz 1, D-01217 Dresden, Germany*.
- Mumby PJ, Green EP, Edwards AJ, Clark CD. 1999. *The Cost-effectiveness of Remote Sensing for Tropical Coastal Resources Assessment and Management, J Environ Manage* 55: 157-166.
- Navulur K. 2007. *Multispectral Image Analysis using the Object-oriented Paradigm*, Taylor & Francis Group, LLC.
- Phinn SR, Roelfsema CM, Mumby PJ. 2011. *Multi-scale, Object-based Image Analysis for Mapping Geomorphic and Ecological Zones on Coral Reefs, Int J Remote Sens* 33:3768-3797.
- Roelfsema C, Phinn S, Jupiter S, Comley J, Albert S. 2013. *Mapping Coral Reefs at*

- Reef to Reef-system Scales, 10s–1000s km², using object-based image analysis, Int J Remote Sens 34: 6367-6388.*
- Rohmann S, Hayes J, Newhall R, Monaco M, Grigg R. 2005. *The Area of Potential Shallow-water Tropical and Subtropical Coral Ecosystems in the United States, Coral Reefs 24: 370-383.*
- Selamat MB, Jaya I, Siregar VP, Hestirianoto T. 2014. *Geomorphology Zonation and Column Correction for Bottom Substrat Mapping using Quickbird Image, Jurnal Itkt 2.*
- Siregar V. 2010. *Pemetaan Substrat Dasar Perairan Dangkal Karang Congkak dan Lebar Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Satelit Quickbird, E-Jurnal Itkt 2: 19-30.*
- Siregar VP., Selamat MB. 2010. *Evaluasi Citra Quickbird untuk Pemetaan Batimetri Gobah dengan Menggunakan Data Perum: Studi Kasus Gobah Karang Lebar dan pulau Panggang, Jurnal Ilmu Kelautan, Undip.*
- Siregar V, Wouthuyzen S, Sunuddin A, Anggoro A, Mustika AA. 2013. *Pemetaan Habitat Dasar dan Estimasi Stok Ikan Terumbu dengan Citra Satelit Resolusi Tinggi, E-Jurnal Itkt Vol. 5: Hlm. 453-463.*
- Stumpf, R.P., K. Holderied. 2003. *Determination of Water Depth with High-Resolution Satellite Imagery Over Variable Bottom Types, Limnology and Oceanography, 48(1):547-556.*
- Trimble. 2014. *Ecognition Developer : User Guide, Munich, Germany Trimble.*
- 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, Estuar Coast Shelf S 134: 88-97.*