

**PEMETAAN ZONA GEOMORFOLOGI DAN HABITAT BENTIK DI PULAU
KOTOK BESAR MENGGUNAKAN KLASIFIKASI BERBASIS OBJEK****GEOMORPHIC ZONE AND BENTHIC HABITAT MAPPING IN KOTOK BESAR
ISLAND USING OBJECT-BASED CLASSIFICATION****Ike Dori Candra¹, Vincentius P. Siregar², Syamsul B. Agus³**¹Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjan^a²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Korespondensi: i.doricandra@gmail.com, vingar56@yahoo.com, mycacul@gmail.com

ABSTRACT

This study used high-resolution satellite imagery of worldview-2 acquisition 5 October 2013. The purpose of this study was to explore the capability of high-resolution satellite imagery of worldview-2 to map the geomorphic zones of shallow water in Kotok Besar island. The method used is object-based image analysis. This method is able to define classes of objects based on spectral and spatial aspects. Image segmentation algorithm using multiresolution segmentation with different scala parameters for each level, level 1, level 2 and level 3. Shape and compactness are also customized for each level. Assign class at level 1 generates three classes, namely land, shallow water and deep water. Assign class at level 2 for geomorphic zone generates three class classes of reef flat, reef crest and reef slope. benthic habitat classification at level 3 produces 7 classes with an overall accuracy was 66.40%.

Keyword: benthic habitat, geomorphic zones, OBIA, satellite imagery of worldview-2

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan citra satelit resolusi tinggi *worldview-2* akuisisi 5 Oktober 2013. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kemampuan citra satelit resolusi tinggi *worldview-2* dalam memetakan zona geomorfologi dan habitat bentik perairan dangkal di Pulau Kotok Besar. Metode yang digunakan adalah metode klasifikasi *Object Based Image Analysis* (OBIA). Metode ini mampu mendefinisikan kelas-kelas objek berdasarkan aspek spektral dan spasial. Segmentasi citra menggunakan algoritma *multiresolution segmentation* dengan parameter skala yang berbeda untuk setiap level, baik level 1, level 2 dan level 3. *Shape* dan *compactness* juga disesuaikan untuk setiap level. Penentuan kelas pada level 1 menghasilkan tiga kelas yaitu daratan, perairan dangkal dan perairan dalam. Penentuan kelas pada level 2 untuk zona geomorfologi menghasilkan tiga kelas yaitu *reef flat*, *reef crest* dan *reef slope*. Klasifikasi habitat bentik pada level 3 menghasilkan 7 kelas dengan akurasi keseluruhan yaitu 66.40 %.

Kata kunci: citra satelit *worldview-2*, habitat bentik, OBIA, zona geomorfologi

PENDAHULUAN

Pemetaan terumbu karang memerlukan data yang dapat menggambarkan distribusi spasial terumbu. Metode penginderaan jauh dapat memberikan informasi penyebaran terumbu karang yang dapat digunakan sebagai bahan di dalam menentukan rencana *sampling* di lapangan. Penginderaan jauh untuk terumbu karang memanfaatkan sinar radiasi elektromagnetik pada daerah spektrum sinar tampak. Energi pada spektrum ini dapat menembus kolom air sehingga dapat mendeteksi terumbu karang yang berada di bawah permukaan air. Secara umum, spektrum sinar tampak dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu spektrum sinar biru, sinar hijau dan merah. Makin kecil panjang gelombangnya, maka energi pada spektrum tersebut lebih dalam dapat menembus air.

Teknik penginderaan jauh memiliki keunggulan untuk memetakan dan untuk melakukan pemantauan serta inventarisasi habitat perairan dangkal pada area yang luas, dengan biaya operasional relatif murah serta metode penginderaan jauh yang efektif untuk melengkapi pengamatan lapangan habitat bentik yang umumnya pada daerah yang sulit dijangkau. Oleh karena itu, teknik penggunaan teknik penginderaan jauh sangat memungkinkan untuk pemetaan dasar perairan dangkal (Siregar 2010), pemantauan kondisi terumbu karang (Green *et al.* 2000), deteksi perubahan dan dinamika sebaran terumbu karang (Klemas 2001), pemetaan geomorfologi dan ekologi terumbu karang (Phinn *et al.* 2011). Namun, pemanfaatan teknologi mempunyai kendala-kendala, yaitu kesulitan dalam mendeteksi habitat bawah air karena pengaruh kedalaman (Mumby & Edwards 2002). Permasalahan yang dihadapi dalam aplikasi penginderaan jauh yang lain adalah menentukan tingkat akurasi dan ketidakpastian (*uncertainty*) (Congalton & Green 2009). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dalam pemetaan geomorfologi laut dan habitat dasar perairan dangkal dengan akurasi keseluruhan >60 % sudah dapat menggambarkan bahwa klasifikasi yang dibangun sudah baik, maka pemilihan metode klasifikasi citra merupakan hal yang perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan akurasi yang baik (Phinn *et al.* 2011).

Perkembangan metode klasifikasi data penginderaan jauh untuk berbagai kebutuhan semakin meningkat seiring

dengan kemajuan teknologi satelit dan komputer seperti sensor dan wahana serta peningkatan resolusinya meliputi resolusi spasial, resolusi temporal, resolusi spektral dan resolusi radiometrik. Metode klasifikasi dari data citra yang dikembangkan selama ini juga berkembang dari interpretasi visual menuju interpretasi citra secara otomatis dengan bantuan komputer. Kehadiran citra resolusi tinggi menuntut para praktisi untuk mengekstrak informasi data citra dari metode berbasis piksel menjadi klasifikasi berbasis objek untuk mendapatkan hasil yang tepat dan akurat, sehingga menuju pemanfaatan yang optimal.

Klasifikasi citra pada perkembangan baru-baru ini menyebutkan bahwa terdapat dua basis klasifikasi, klasifikasi berbasis piksel dan klasifikasi berbasis obyek (Nuvulur 2007). Klasifikasi citra yaitu proses mengelompokkan piksel ke dalam kelas-kelas yang telah ditentukan berdasarkan nilai kecerahan piksel pada citra. Klasifikasi citra berbasis piksel dibagi dua metode yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Metode klasifikasi pada citra resolusi tinggi juga mengalami perkembangan yaitu klasifikasi citra berbasis obyek (OBIA : *Object Based Image Analysis*). Klasifikasi ini terbukti mampu meningkatkan akurasi untuk pemetaan geomorfologi dan ekologi ekosistem terumbu karang pada tiga perairan yang berbeda (Phinn *et al.* 2011). Peneliti menerapkan OBIA dalam mengklasifikasi habitat perairan dangkal. Proses klasifikasi metode ini menggunakan prosedur segmentasi dengan sistem hierarki, sehingga suatu karakteristik objek dapat ditambahkan dengan kumpulan informasi tambahan dari objek yang diklasifikasikan seperti bentuk, tekstur, konteks dan informasi yang lain terkait dengan objek yang diklasifikasikan (Blaschke 2010). Tambahan informasi untuk setiap objek akan memperkaya informasi dalam klasifikasi, sehingga dapat menghasilkan klasifikasi yang jelas dan akurat. Perbedaan mendasar pada pendekatan ini dibandingkan dengan klasifikasi berbasis piksel terletak pada unit dasar proses analisis citra berupa objek citra atau segmen, tidak pada piksel tunggal. Keberhasilan pendekatan klasifikasi berbasis objek sangat tergantung pada kualitas segmentasi citra. Kim *et al.* (2008) menyatakan belum ada metode objektif dalam menentukan skala segmentasi, umumnya menggunakan metode uji coba.

Kombinasi beberapa teknik untuk mengekstraksi informasi dari data citra resolusi tinggi perlu mempertimbangkan beberapa faktor. Penerapan beberapa faktor koreksi untuk mempertajam interpretasi, metode klasifikasi citra dan survei lapangan yang tepat sangat mempengaruhi peningkatan akurasi dalam klasifikasi. Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti melakukan penelitian pemetaan geomorfologi dan habitat dasar perairan dangkal dari citra resolusi tinggi menggunakan klasifikasi berbasis objek.

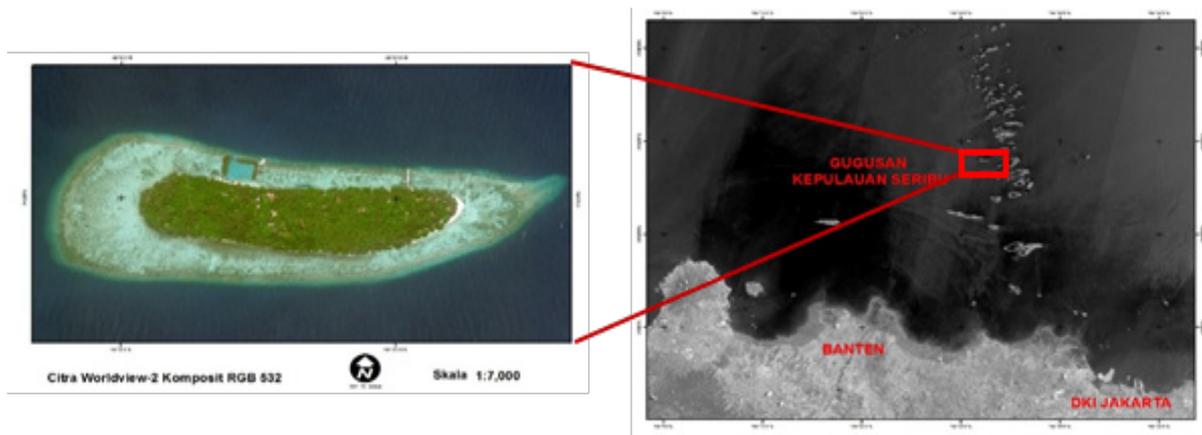
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah perairan Pulau Kotok Besar Kabupaten Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan

Maret sampai April 2015. Peta Pulau Kotok Besar dapat dilihat pada Gambar 1.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras, perangkat lunak dan peralatan lapangan. Perangkat keras yaitu personal laptop dan perangkat lunaknya adalah *microsof office*, *microsoft excel add ins XLSTAT*, *Coral point with Excel Extention 4.0*, *Garmin GPSMAP 76csx*, *ENVI 5.1*, *ArcGIS Dekstop 10.1*, dan *Ecognition 9.0*. Adapun peralatan lapangan tercantum pada Tabel 1.

Bahan yang digunakan adalah citra satelit *worldView-2* produk standar 2A dan dilengkapi dengan metadata (*header file*). Citra satelit *worldview-2* ini akuisisi tanggal 5 Oktober 2013 dan sistem proyeksi koordinat UTM zona 48S – WGS1984 (DigitalGlobe 2010).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tabel 1. Peralatan lapangan

No	Peralatan	Parameter
1	GPS Garmin 76csx	Pengumpulan data koordinat : <i>Ground truth point</i> , <i>Ground truth habitat</i>
2	SCUBA Diving	Pengambilan data habitat terumbu karang
3	Transek Kuadran	
4	Meteran rol 50 m	
5	Camera + Housing Underwater	
6	Underwater slater dan paper	Pencatatan data
7	GPS Floating Kit	Pelampung
8	Dry Bag	Pelindung GPS dari air

Analisis data

Data lapangan berasal dari pengamatan langsung di lokasi penelitian. Zona geomorfologi ditentukan berdasarkan pengamatan visual dan interpretasi citra. Habitat bentik ditentukan berdasarkan identifikasi teknik foto transek kuadrat (English *et al.* 1994; Roefselma & Phinn, 2008). Adapun karakteristik dari citra *worldview-2* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis persentase tutupan dengan teknik pengamatan *grid* kuadran menggunakan aplikasi *Coral Point Count With Excel Extension* (CPCe) (Kohler & Gill 2006). Metode yang digunakan adalah metode *uniform grid* dengan sebaran titik sebanyak 25 titik setiap foto. Setiap titik diidentifikasi

secara visual dengan acuan kode *liform* dari LIPI. Data hasil analisis dari CPCe ini disimpan dalam *file excel* untuk selanjutnya dilakukan analisis statistik. Analisis statistik dengan menggunakan algoritma *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC).

Tahapan pra pengolahan citra *worldview-2* terlebih dahulu dilakukan sebelum klasifikasi citra. *Worldview-2* dengan tipe produk standar 2A sudah terkoreksi geometrik. Kemudian dilakukan koreksi radiometrik dengan metode *Dark Pixel Substraction*. Prinsip metode ini adalah memperbaiki nilai radiometrik (*pixel value*) pada citra akibat gangguan atmosferik. Jika tidak ada atmosfer, objek berwarna gelap atau biasanya berupa air dan bayangan awan seharusnya memiliki nilai piksel 0 (Ardiansyah 2015).

Tabel 2. Karakteristik citra *worldview-2*

No	Band	Kisaran λ (nm)	Resolusi
1	Pankromatik		0.5
2	Coastal	400-450	1.8
3	Blue	450-510	1.8
4	Green	510-580	1.8
5	Yellow	585-625	1.8
6	Red	630-690	1.8
7	Red-Edge	705-745	1.8
8	NIR-1	770-895	1.8
9	NIR-2	860-1040	1.8

Koreksi radiometrik tujuannya adalah untuk memperbaiki kualitas visual citra, dalam hal ini memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pancaran objek sebenarnya. Tahapan metode *Dark Pixel Substraction* ialah dengan menggunakan band minimum. Sejumlah piksel pada masing-masing kanal di laut dalam diambil dan rata-rata dari nilai-nilai piksel tersebut (nilai digital atau radiansi) digunakan sebagai faktor pengurang nilai piksel pada masing-masing kanal (Green *et al.* 2000), yang ditulis dengan persamaan :

$$L'i = Li - Lsi$$

dimana:

$L'i$ = nilai piksel terkoreksi pada kanal i ,
 Li = nilai piksel awal pada kanal i , dan
 Lsi = nilai piksel rata-rata sampling di laut dalam pada kanal i .

Citra yang sudah terkoreksi digunakan sebagai input untuk pengolahan

citra berbasis objek menggunakan software *eCognition 9.0*. *Input image layer* yang digunakan adalah citra multispektral *worldview-2* terkoreksi dengan 8 band (*coastal, blue, green, yellow, red, red edge, NIR 1* dan *NIR 2*) dan input *thematic layer* adalah *polygon* klasifikasi. Membangun ruleset pada pohon proses (*process tree*) untuk setiap segmen menjadi kelas pada setiap level dan penentuan kelas (*assign class*) dengan menggunakan penentuan ambang batas (*threshold*).

Algoritma yang digunakan untuk segmentasi adalah *multiresolution segmentation* (MRS). Algoritma MRS merupakan metode segmentasi berbasis *region growing* yang dikembangkan oleh Baatz & Schape (2000). Proses segmentasi dijalankan berdasarkan lima parameter yaitu skala (*scale*), bentuk (*shape*), warna (*colour*), kehalusan (*smoothness*) dan kekompakan (*compactness*). Parameter skala merupakan

nilai abstrak untuk menentukan besarnya heterogenitas objek yang diperoleh dalam satu objek (Trimble 2014). Segmentasi level 1 menggunakan skala 25, level 2 skala 10 dan level 3 skala 5. *Assign class level 1* dengan menggunakan *threshold NDVI* dan *ratio band green*. *Assign class level 2* menggunakan *threshold relatif border to deep water*, *relatif border to slope* dan *ratio red edge*. Penggunaan skala dan *threshold* bersifat *try and error* dan belum ada *framework* teoritisnya. Pengguna harus mencari sendiri parameter terbaiknya (Blaschke & Hay 2001; Burnett & Blaschke 2003).

Klasifikasi level 3 yang merupakan klasifikasi habitat bentik menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan input thematic layer untuk penentuan kelas. Menurut Wahidin *et al.* 2015 algoritma SVM mampu menghasilkan akurasi yang lebih baik pada metode berbasis OBIA. Klasifikasi level 3 dilakukan dengan mensegmentasi ulang hasil level 2. Langkah Selanjutnya *assign class by thematic layer* berikut atributnya, *classifier* algoritma SVM dan terakhir *apply classifier*. Hasil klasifikasi diekspor dalam bentuk *raster* dan *vector* lengkap dengan atribut kelasnya. Hasil klasifikasi level 3 dilakukan pengujian akurasi.

Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan pada peta hasil klasifikasi level 3 yaitu kelas hirarki habitat bentik. Uji akurasi diterapkan pada peta hasil klasifikasi untuk mengetahui akurasi dari teknik klasifikasi yang diterapkan. Uji akurasi yang umum dilakukan adalah matrik kesalahan (*error matrix*). Teknik matrik kesalahan yaitu membandingkan citra hasil klasifikasi sebagai peta terhadap kelas yang sebenarnya. Kelas yang sebenarnya diperoleh dari hasil pengamatan lapangan pada kelas-kelas yang telah didefinisikan berdasarkan skema klasifikasi. Penerapan uji akurasi menghasilkan persentase ketelitian pada sampel kelas yang diuji yaitu *producer's accuracy*, *user's accuracy* dan *overall accuracy* (Congalton & Green 2009). Persentase ketelitian suatu kelas diperoleh dari perbandingan jumlah piksel yang benar yang masuk pada *training area* suatu kelas. Persentase ketelitian klasifikasi secara keseluruhan dihitung dari perbandingan antara jumlah piksel yang benar setiap kelas dengan total piksel *training area* keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi level 1

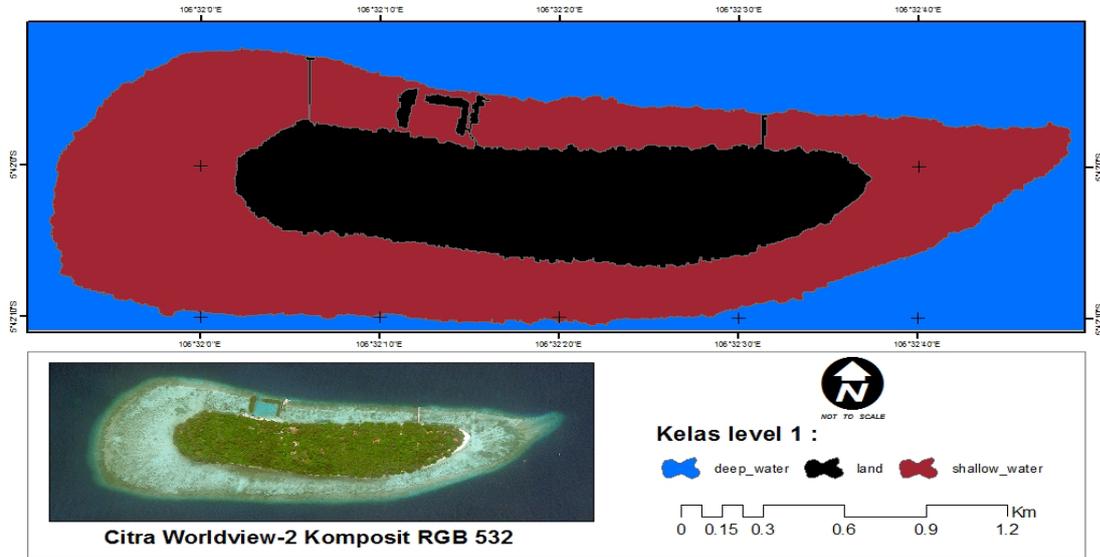
Klasifikasi level 1 merupakan langkah awal dalam klasifikasi berbasis objek dengan menggunakan *software eCognition 9.0*. Langkah pertama dimulai dengan melakukan segmentasi citra dan *assign class*. Segmentasi level 1 menghasilkan segmen sebanyak 419 segmen. Kemudian dilakukan *assign class* dengan menggunakan *threshold Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *ratio green*. *Assign class* menghasilkan 3 kelas utama yaitu kelas daratan (*land*) dengan luas 22.83 Ha, kelas perairan dangkal (*shallow water*) dengan luas 46.46 Ha dan kelas perairan dalam (*deep water*) dengan luas 52.60 Ha. Phinn *et al.* 2011 melaporkan bahwa klasifikasi pada level 1 (*reef level*) pada sistem klasifikasi hirarki yaitu kelas perairan dangkal menjadi batasan area kajian dan diproses menjadi segmen baru untuk klasifikasi pada level 2 (zona geomorfologi). Hasil klasifikasi level 1 ini nanti digunakan atau diperbanyak untuk proses segmentasi level 2. Hasil klasifikasi level 1 dapat dilihat pada Gambar 2.

Klasifikasi level 2

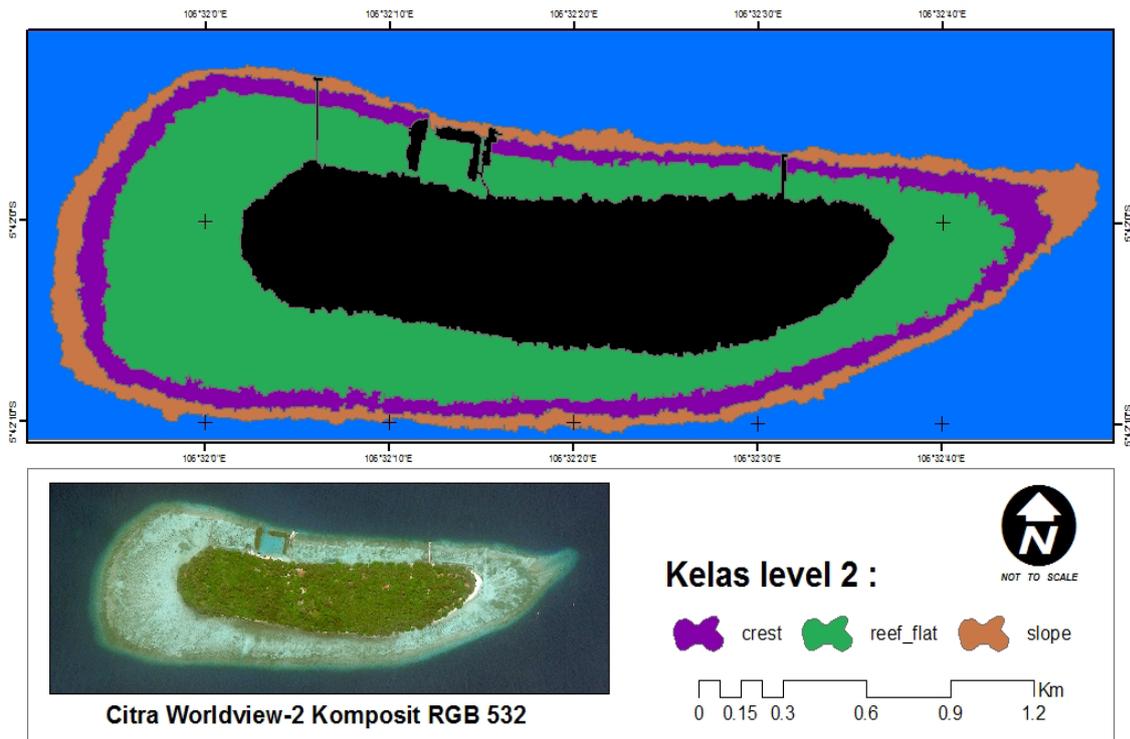
Klasifikasi level 2 merupakan klasifikasi zona geomorfologi dimana class filternya diambil dari perairan dangkal level 1. Perairan dangkal ini pada level 2 disegmentasi ulang dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* (MRS) dengan skala 10, *shape* 0.1 dan *compactness* 0.9. Dari hasil segmentasi ini dihasilkan sebanyak 1080 segmen. Selanjutnya dari segmen dilakukan *assign class* dengan penentuan ambang batas (*threshold*) untuk setiap zona geomorfologi. *Threshold* relatif *border to deep water* menghasilkan zona geomorfologi *reef slope*. *Threshold* relatif *border to slope* menghasilkan zona geomorfologi *reef crest*. *Threshold* *ratio red edge* menghasilkan zona geomorfologi *reef flat*. Klasifikasi level 2 menghasilkan 3 zona geomorfologi yaitu *reef slope*, *reef crest* dan *reef flat*. Phinn *et al.* (2011) mendeskripsikan bahwa rata-rata terumbu (*reef flat*) merupakan perairan dangkal, sebagian muncul ke permukaan terletak antara puncak terumbu (*reef crest*). Lereng terumbu (*reef slope*) merupakan wilayah yang memiliki kemiringan tertentu menghadap ke arah perairan atau biasa disebut tubir. Puncak terumbu (*reef crest*) merupakan zona yang muncul pada saat

surut terendah. Zona ini terletak pada bagian yang menghadap perairan dan mendapat energi yang tinggi dari gempuran gelombang. Dari hasil klasifikasi, zona *reef flat* memiliki luasan 27.79 Ha, zona *reef*

crest 9.44 Ha dan zona *reef slope* 8.22 Ha. Jadi zona *reef flat* merupakan zona dengan luasan yang paling besar. Hasil klasifikasi level 2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Klasifikasi level 1 (*reef level*)



Gambar 3. Klasifikasi level 2

Klasifikasi level 3

Analisis habitat bentik di perairan dangkal Pulau Kotok Besar menggunakan *Coral Point Count With Excel Extension* (CPCe) 4.0 dan hasilnya dianalisis kluster menggunakan algoritma *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC) dengan *truncation 0.4*. Kehadiran kurang dari 4% diabaikan dalam menentukan jumlah kelas habitat bentik (Green *et al.* 2000). Dendrogram hasil analisis kluster disajikan pada Gambar 4.

Analisis kluster AHC ini menghasilkan 7 komposisi habitat bentik. Pelabelan kelas habitat bentik berdasarkan kelas *centroid* setiap kelas dan komposisi yang paling dominan. Kelas habitat bentik yang diberi label yaitu karang hidup (KH), karang mati (KM), karang mati + pasir (KHP), lamun + pasir (LP), *rubble* (R), pasir + FS (PFS), *rubble* + karang mati (RKM). Pelabelan komposisi habitat bentik dapat dilihat pada Gambar 5. Andrefoet *et al.* (2003) menjelaskan bahwa habitat bentik ditentukan berdasarkan persentase tutupan masing-masing komponen penyusun habitat. Hasil pengelompokan 7 kelas habitat bentik dijadikan pedoman dalam klasifikasi level 3 habitat bentik dalam bentuk *thematic layer*.

Klasifikasi level 3 merupakan klasifikasi habitat bentik dengan melakukan segmentasi ulang klasifikasi level 2. Segmentasi menggunakan algoritma *Multiresolution Segmentation* dengan skala 5, *shape 0.1* dan *compactness 0.7*. Hasil eksekusi segmentasi didapatkan sebanyak 4041 segmen. Selanjutnya *assign class* berdasarkan *thematic layer* di mana *thematic layer* merupakan *polygon* klasifikasi habitat bentik perairan dangkal. Klasifikasi habitat bentik menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan menghasilkan 7 kelas habitat bentik yaitu karang hidup (KH), karang mati (KM), karang mati + pasir (KHP), lamun + pasir (LP), *rubble* (R), pasir + FS (PFS), *rubble* + karang mati (RKM). Hasil klasifikasi level 3 dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil klasifikasi level 3 pada Gambar 6 diperoleh luas area masing-masing habitat bentik yaitu : karang hidup 3.39 Ha (7.31%), karang mati 2.91 Ha (6.28%), karang mati + pasir 1.77 Ha (3.81%), lamun + pasir 2.51 Ha (5.41%), *rubble* 9.19 Ha (19.8%), pasir + FS 24.07 Ha (51.81%) dan *rubble* + karang mati 2.59 Ha (5.59%). Berdasarkan luas area dapat dilihat bahwa kelas habitat bentik pasir + FS mendominasi yaitu seluas

24.07 Ha (51.81%) dan yang paling sedikit adalah kelas habitat bentik karang mati + pasir yaitu seluas 1.77 Ha (3.81%).

Peta klasifikasi habitat bentik menunjukkan bahwa habitat bentik terdistribusi di perairan dangkal Pulau Kotok Besar. Zona geomorfologi *reef slope* didominasi oleh habitat bentik karang hidup (KH) diikuti habitat bentik karang mati (KM). Zona geomorfologi *reef crest* didominasi oleh habitat bentik *rubble*. Hal ini sesuai dengan klasifikasi hirarki zona geomorfologi dan habitat bentik berdasarkan Phinn *et al.* (2011), dimana terdapat asosiasi yang erat antara zona geomorfologi dengan keberadaan habitat bentik tertentu. Zona geomorfologi *reef flat* didominasi oleh habitat bentik pasir + FS (PFS) diikuti kelas lamun + pasir (LP). Zona geomorfologi ini memang cocok untuk habitat bentik FS dan lamun dikarenakan kondisinya terlindung dari gempuran gelombang laut yang kuat.

Uji akurasi

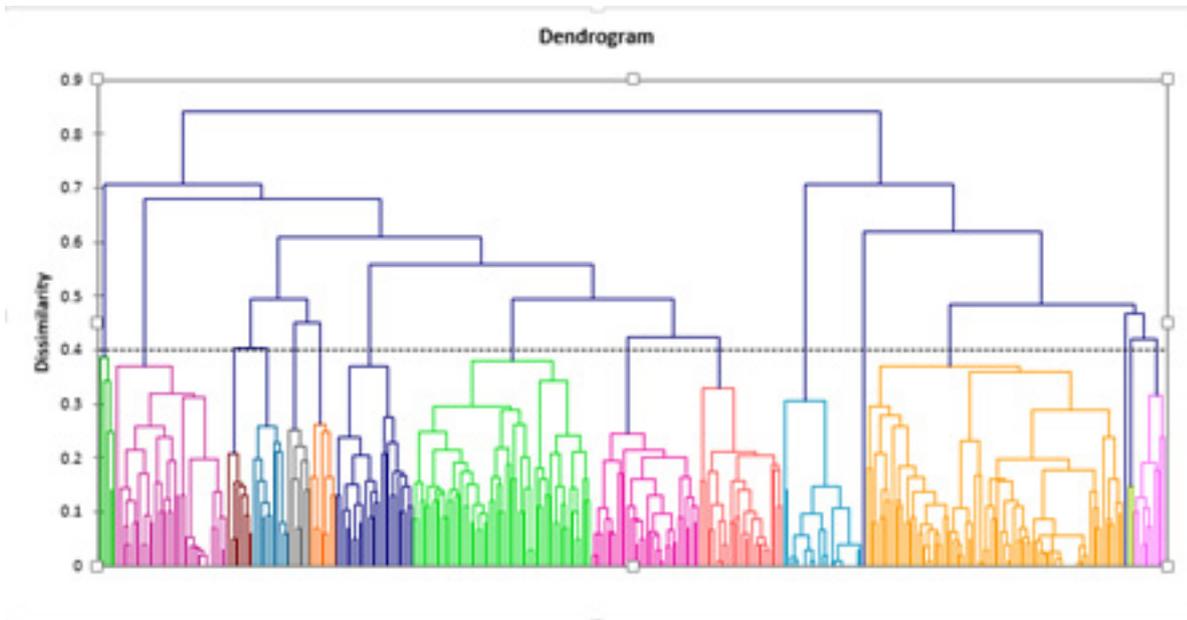
Uji akurasi dengan matrik kesalahan (*matrix error*) diperoleh akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) sebesar 66.40 % dan nilai kappa sebesar 0.58. Menurut Green *et al.* (2000) bahwa akurasi pemetaan habitat bentik yang dapat digunakan adalah dengan akurasi keseluruhan sebesar >60%. Nilai kappa merupakan ukuran kebenaran antara kelas yang direpresentasikan dan menunjukkan nilai kesesuaian hasil klasifikasi pada citra dan keadaan di lapangan. Nilai kappa akan selalu lebih rendah dari nilai *overall*. Nilai kappa 0.58 berarti 58% konsistensi akurasi pada klasifikasi acak. Menurut Landish & Koch (1997 dalam Congalton & Green 2009) nilai koefisien kappa antara 0.4 – 0.8 termasuk kategori sedang.

Nilai *producer accuracy* (PA) dihasilkan dengan rentang antara 35% - 92.31% dan *user's accuracy* (UA) dihasilkan dengan rentang antara 33% - 100%. Secara umum kelas habitat bentik dapat dipetakan dengan baik dan yang belum dipetakan dengan baik yaitu kelas habitat bentik karang hidup (KH), karang mati (KM). Kelas habitat bentik KH, PA dan UA masing-masing 66.67% dan 34.78%. Kelas habitat bentik KM, PA dan UA masing-masing 35.71% dan 33.33%. Uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 3.

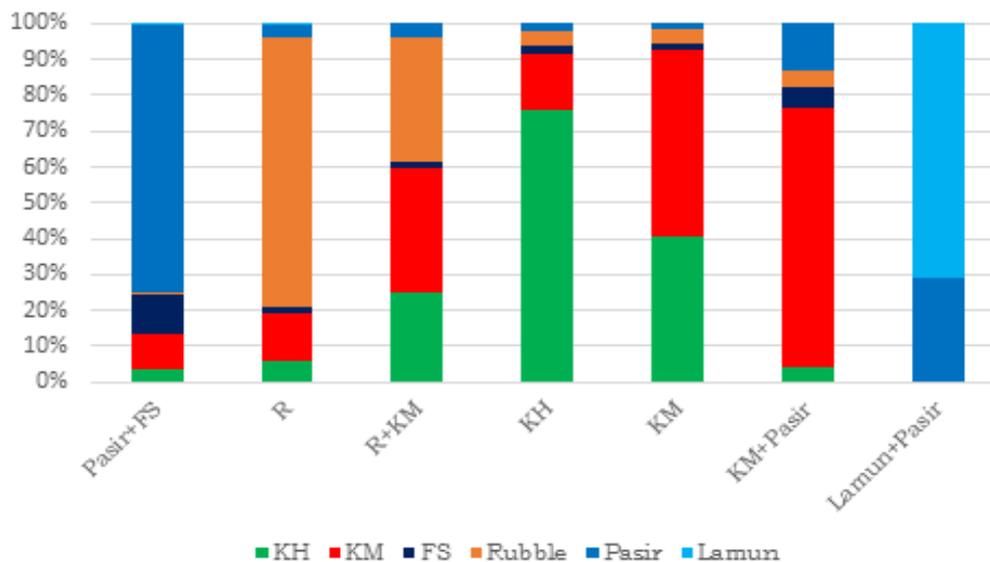
Rendahnya akurasi disebabkan oleh beberapa faktor yaitu GPS dengan citra satelit resolusi tinggi pada saat pengambilan

data. GPS yang digunakan memiliki presisi 3-5 m dari posisi sebenarnya sedangkan citra satelit memiliki resolusi 1.84 m. Diduga titik lapang yang menjadi acuan klasifikasi masih kurang dan tidak menyebar di seluruh wilayah penelitian. Pemetaan habitat bentik di Pulau Kotok belum begitu banyak dilakukan baik menggunakan metode piksel

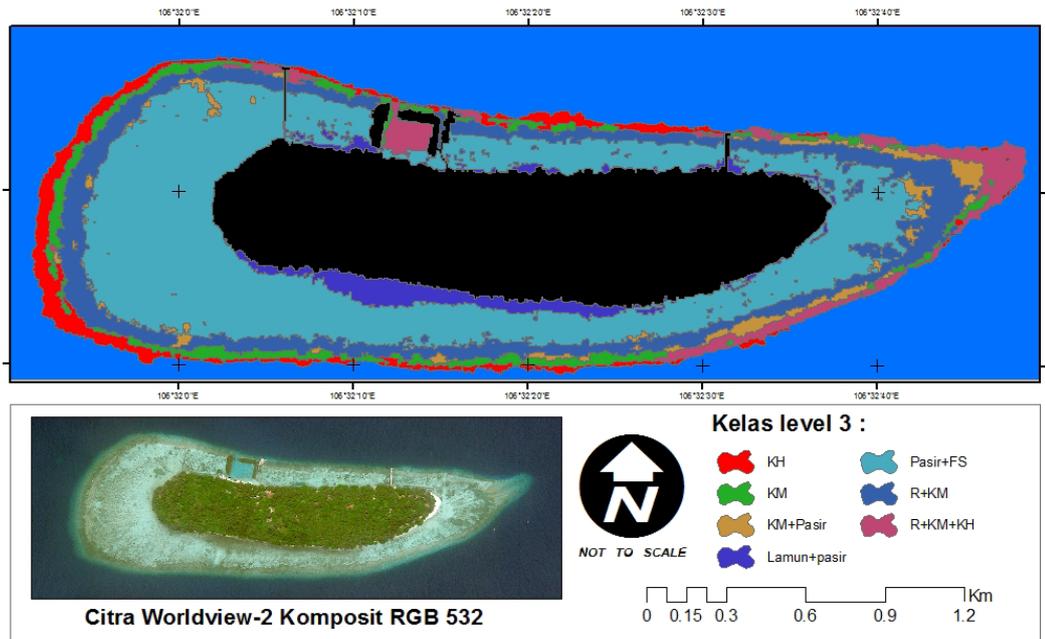
maupun metode OBIA. Kedepannya metode klasifikasi piksel dan OBIA dapat dilakukan secara bersamaan pada satu wilayah agar didapatkan perbandingan yang signifikan dan dilihat masing-masing keunggulannya. Khusus metode OBIA perlu diterapkan juga metode algoritma yang lain seperti *Random Trees*, *KNN*, *Bayes* dan *Decision Tree*.



Gambar 4. Dendrogram hasil kluster AHC



Gambar 5. Pelabelan komposisi habitat bentik



Gambar 6. Hasil Klasifikasi level 3 algoritma classifier SVM

Tabel 3. Matrik Kesalahan Hasil Klasifikasi

Lapang citra	KH	KM	KM+P	L+P	R	P+FS	R+KM	TOTAL	UA
KH	8	5			4		6	23	34.78 %
KM	3	5			2		5	15	33.33 %
KMP			8					8	100 %
LP				8		2		10	80 %
R	1	3	1		9	1		15	60 %
PFS			3	2	1	36		42	85.71 %
RKM		1			2		9	12	75.00 %
TOTAL	12	14	12	10	18	39	20	125	34.78 %
PA	66.67 %	35.71 %	66.67 %	80 %	50 %	92.31%	45 %		66.40%

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Klasifikasi berbasis objek (OBIA) menggunakan citra resolusi tinggi *worldview-2* di Pulau Kotok Besar menghasilkan klasifikasi pada 3 level. Klasifikasi level 1 menghasilkan kelas *land*, *shallow water* dan *deep water*. Klasifikasi level 2 menghasilkan 3 zona geomorfologi yaitu *reef flat*, *reef crest* dan *reef slope*. Klasifikasi level 3 menghasilkan 7 kelas habitat bentik yaitu KH, KM, KM + pasir, lamun + pasir, *rubble*, pasir + FS dan *rubble* + KM. Uji akurasi dari matrix error klasifikasi didapatkan akurasi keseluruhan (OA) sebesar 66.40% dan nilai kappa 0.58. Secara umum zona geomorfologi dan habitat

bentik dapat dipetakan dengan baik dan peta dengan akurasi lebih dari 60% dapat digunakan.

Saran

Pemetaan habitat bentik hendaknya melakukan pencocokan antara waktu perekaman citra dan perekaman pengambilan data lapang agar data lapang yang diambil sesuai dengan data citra yang sebenarnya. Pengambilan data diperlukan GPS yang lebih presisi dan akurat agar sesuai dengan citra satelit yang memiliki resolusi tinggi agar didapatkan data lapang yang lebih akurat. Data lapang yang lebih banyak dan tersebar secara merata sangat diperlukan di lokasi penelitian agar proses klasifikasi dan dapat menghasilkan uji akurasi yang lebih

tinggi. Teknik klasifikasi yang lain perlu dilakukan seperti algoritma *classifier* KNN, *bayes*, *random tree* dan *decision tree* agar didapatkan perbandingan teknik kualifikasi yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Vincentius P. Siregar, DEA dan Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi, M.Si yang telah banyak membantu penulis dalam hal penyediaan citra, pengerjaan data, membimbing dan memberi semangat kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2015. Pengolahan Citra Penginderaan Jauh. Jakarta : Departemen Geografi F-MIPA Universitas Indonesia.
- Baatz M, Schape A. 2000. *Multiresolution segmentation an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation*. *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung*. XII: 12-23.
- Blaschke T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 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. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing 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 (2nd Edition)*. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Digitalglobe. 2010. *Radiometric use of worldview-2 imagery: technical note*. 1601 Dry Creek Drive Suite 260 Longmont, Colorado, USA, 80503 DigitalGlobe®.
- English SA, Baker VJ, Wilkinson CR, 1994. Survey manual for tropical marine resources, Australian Institute of Marine Science.
- Green EP, Mumby PJ, Edwards AJ, Clark CD. 2000. Remote sensing handbook for tropical coastal management: UNESCO.
- Kim M, Madden M, Warner T. 2008. Estimation of Optimal image object size for the segmentation of forest stand with multispectral IKONOS imagery. Object Based image nalysis. 'Di Dalam' : Blaschke T, Lang S, Hay G, 'editor', Academic Press. Volume 40: 81-251.
- Klemas V. 2001. Remote Sensing of landscape-level coastal environment indicators. *ENVIRO manag*. 85:159-173.
- Kohler KE, Gill SM. 2006. Coral point count with excel extensions (Cpce): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage Using random point count methodology. *Comput Geosci*. 32: 1259-1269.
- Mumby PJ, Edwards AJ. 2002. Mapping marine environment with IKONOS imagery : enhanced spatial resolution can deliver greater thematic accuracy. *Remote Sensing of Environment*. 82:248-257.
- Nuvulur K. 2007. *Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm*. New York. CRC Press. Taylor and Francis Group.
- Phinn SR, Roelfsema CM, Mumby PJ. 2011. Multi-scale, object-based image analysis for mapping geomorphic and ecological zones on coral reefs. *International Journal of Remote Sensing*. 33: 3768-3797.
- Roelfsema C, Phinn S. 2008. Evaluating eight field and remote sensing Approaches for Mapping the Benthos of Three Different Coral Reef Environments in Fiji. *Proc. of SPIE*. Vol. 71500 71500F-1.
- Siregar VP. 2010. Pemetaan substrat dasar perairan dangkal karang congkak dan lebar Kepulauan Seribu menggunakan citra satelit quick bird. *E-Jurnal Imu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2: 19-30.
- Trimble. 2014. *eCognition Developer 9.0 User Guide*. Munich, Germany: Trimble Documentation.
- Landis JR, Koch GG. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33, hlm. 159-174.
- Wahidin N, Siregar VP, Nababan B, Jaya I, Wouthuyzen S. 2015. Object-

based image analysis for coral reef benthic habitat mapping with several classification algorithms. *Procedia Environmental Sciences*. 24: 222-227.