

KLASIFIKASI MANGROVE BERBASIS OBJEK DAN PIKSEL MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2B DI SUNGAI LIONG, BENGKALIS, PROVINSI RIAU

OBJECT AND PIXEL-BASED MANGROVE CLASSIFICATION USING SATELLITE IMAGERY SENTINEL-2B AT LIONG RIVER, BENGKALIS, RIAU PROVINCE

Rosmasita^{1*}, Vincentius P. Siregar², dan Syamsul B. Agus²

¹Program Magister Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana-IPB, Bogor

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

*E-mail: rosmasita1994@gmail.com

ABSTRACT

Research on mangrove mapping at the Liong River Bengkalis Riau Province was very limited, therefore the spatial data availability of mangrove in Liong River is also very limited. The use of satellite remote sensing to map mangrove has become widespread as it can provide accurate, efficient, and repeatable assessments. The purposed of this study was to map mangrove at the community level using sentinel 2B imagery based on object-based classification method (OBIA) and it compared pixel-based classification at Liong River, Bengkalis, Riau Provinc. This study was used support vector machine (SVM) algorithm. The scheme classification use is that land cover and mangrove community. The classification data of land cover was collected using unmanned aerial vehicle (UAV) and community mangrove was using transect data of 2013. The result of land cover classification and community mangrove indicated that object-based classification technique was better than pixel-based classification. The highest an overall accuracy of land cover is 78.7% versus 70.9%, whereas mangrove community is 76.6 versus 75.0%. Approximately 7.8% increase in accuracy can be achieved by object-based method of classification for land cover and 1.6% for mangrove community.

Keywords : *mangrove, pixel-object classification, sentinel-2b, sungai liong, support vector machine, unmanned aerial vehicle*

ABSTRAK

Penelitian pemetaan mangrove di Sungai Liong, Bengkalis Provinsi Riau sangat terbatas, sehingga ketersediaan data spasial di wilayah ini masih sangat terbatas. Pemanfaatan citra satelit dapat dijadikan alternatif dalam menyediakan data spasial secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan mangrove sampai tingkat komunitas menggunakan citra sentinel 2B dengan metode klasifikasi berbasis objek/OBIA dan membandingkannya dengan teknik klasifikasi berbasis piksel. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah *support vector machine* (SVM). Pengembangan skema klasifikasi mangrove pada penelitian ini di bagi menjadi 2 level, yaitu kelas penutup lahan di sekitar mangrove dan kelas komunitas mangrove. Data yang digunakan untuk klasifikasi kelas penutup lahan adalah data foto udara yang diperoleh dengan menggunakan pesawat tanpa awak (*unmanned aerial vehicle/UAV*) dan untuk klasifikasi komunitas menggunakan data transek tahun 2013. Akurasi keseluruhan (OA) yang diperoleh untuk klafikasi penutup lahan mangrove dengan kedua teknik klasifikasi berbasis objek dan piksel berturut-turut adalah 78,7% dan 70,9%. Sedangkan akurasi keseluruhan (OA) untuk klasifikasi komunitas mangrove berbasis objek dan piksel berutruturut yaitu 76,6% dan 75,0%. Sekitar 7,8% peningkatan akurasi pemetaan penutup lahan dan sekitar 1,6% peningkatan akurasi pemetaan komunitas mangrove yang diperoleh dengan metode klasifikasi berbasis objek.

Kata kunci : *klasifikasi piksel-objek, mangrove, sentinel-2b, sungai liong, support vector machine, unmanned aerial vehicle*

I. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu sumberdaya pesisir yang memiliki fungsi sebagai sistem ekologis seperti: proteksi pantai dari gangguan badai, tsunami, angin, dan gelombang; tempat pemijahan ikan dan organisme lainnya; sumber nutrisi (Abu dan Ibrahim, 2014; Cannicci *et al.*, 2008; Carrasquilla-henao *et al.*, 2013; Mazda *et al.*, 2002; Nagelkerken *et al.*, 2008; Ostling *et al.*, 2009; Ronnbaack, 1999; Thampanya *et al.*, 2006) dan sumber ekonomi seperti: tempat rekreasi; sumber bahan kayu; obat-obatan tradisional (Datta *et al.*, 2012; Illukpitiya dan Yanagida, 2010).

Menurut Miswadi *et al.* (2017) status ekosistem mangrove di Sungai Liong, Pulau Bengkalis Provinsi Riau saat ini berada pada kondisi cenderung mendapatkan tekanan, karena 60% masyarakat Suku Asli (*indigenous people*) yang tinggal di sekitar mangrove adalah penambang mangrove, sedangkan selebihnya berupa pengusaha arang, berdagang, bertani dan nelayan. Kusmana (2012) menambahkan tekanan lainnya akibat pembangunan jalan, permukiman, perubahan lahan mangrove menjadi tambak udang, perkebunan dan pertanian. Upaya perlindungan dan pengelolaan ekosistem mangrove perlu menjadi perhatian serius dari berbagai pihak. Teknik pemetaan yang cepat dan akurat diperlukan secara efektif untuk memantau dan mengelola sumberdaya mangrove. Survei lapangan dengan teknik konvensional akan memakan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dapat dijadikan sebagai alternatif dalam menyediakan data spasial secara efektif dan efisien, seperti yang dilakukan (Aslan *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2013; Conchedda *et al.*, 2008; Everitt *et al.*, 2010; Giri *et al.*, 2011; Heumann, 2011; Ibharim *et al.*, 2015; Long *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2013; Nascimento *et al.*, 2013; Tran *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2017). Selain itu, Kuenzer *et al.* (2011) telah melakukan kajian ulang untuk melihat lebih

rinci berbagai upaya yang telah dilakukan peneliti dalam penggunaan data penginderaan jauh di berbagai wilayah dunia untuk memetakan mangrove melalui berbagai pendekatan. Mayoritas penelitian dilakukan di Asia (Bangladesh, India, Thailand, Vietnam, Sri Lanka, Taiwan, dan Malaysia); diikuti oleh Australia (termasuk Selandia Baru); Amerika Utara, Tengah, dan Selatan (Florida, Texas, Meksiko, Brasil, Panama, Guyana Prancis, Hindia Barat, dan Belize); dan Afrika (Gabon, Kenya, Tanzania, Senegal, dan Madagaskar).

Data penginderaan jauh resolusi menengah dan tinggi sebagian besar telah banyak digunakan dan diaplikasikan untuk menghasilkan informasi spasial tematik mangrove (Kuenzer *et al.*, 2011). Pemetaan mangrove umumnya menggunakan beberapa sensor Landsat Multispectral Scanner (MSS) (Tran *et al.*, 2015; Giri *et al.*, 2007), Landsat Thematic Mapper (TM) atau Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) (Rakotomavo and Fromard, 2010; Ferreira *et al.*, 2007; Howari *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2017), Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) (Jean dan Jensen, 2006), data SPOT; (Gao, 1999; Santos *et al.*, 2014), IKONOS (Chadwick, 2011), QuickBird (Wang *et al.*, 2004a), WorldView-2 (Kamal *et al.*, 2014), radar imagery (Cornforth *et al.*, 2013; Rao *et al.*, 1999).

Kehadiran citra Sentinel-2B merupakan peluang dalam pengembangan keilmuan dan teknologi dalam bidang penginderaan jauh. Satelit Sentinel-2B dilengkapi instrumen multispektral dengan 13 saluran spektral dari saluran cahaya tampak, inframerah dekat, serta gelombang pendek inframerah, yang mempunyai resolusi spasial 10 m (untuk saluran-saluran cahaya tampak dan inframerah dekat), 20 m dan 60 m (untuk saluran-saluran gelombang inframerah dekat dan gelombang pendek inframerah). Kehadiran citra ini relatif baru dibandingkan citra satelit lainnya yaitu tahun 2017. Penggunaan data dari citra ini sudah mulai

dikaji dalam berbagai aplikasi. Namun kemampuan citra tersebut untuk memetakan ekosistem mangrove masih belum sepenuhnya diketahui, sehingga menjadi peluang untuk diteliti khususnya memetakan mangrove di Sungai Liong. Kuenzer *et al.* (2011) dan Heumann (2011) menyatakan umumnya klasifikasi mangrove menggunakan teknik klasifikasi berbasis piksel dengan akurasi pemetaan berkisar 75-90%, teknik tersebut masih menyisakan beberapa permasalahan misalnya kemiripan spektral antara mangrove dengan vegetasi lain yang berada di sekitarnya dan dapat menghadirkan *efek salt and pepper* (Whiteside *et al.*, 2011). Hadirnya metode klasifikasi berbasis objek (OBIA/*Object Base Image Analysis*) merupakan pendekatan alternatif terhadap metode berbasis piksel yang selama ini digunakan. Klasifikasi berbasis objek berupaya membangun objek yang “memiliki arti” melalui proses segmentasi citra berdasarkan kelompok piksel dengan karakteristik yang serupa sesuai sifat spektral dan spasial (Liu *et al.*, 2006).

Permasalahan yang sering terjadi saat memetakan mangrove adalah mendapatkan data ekosistem mangrove disuatu kawasan, mengingat akses ke ekosistem mangrove dikenal dengan medan yang sulit. Umumnya penentuan sampel kelas-kelas penutup lahan di sekitar mangrove dapat dibangun dengan bantuan citra resolusi sangat tinggi seperti seri WorldView, namun perolehan citra resolusi tinggi sangat terbatas mengingat harga yang relatif mahal dan citra optik sering mendapatkan tutupan awan. Alternatif lain yang dapat digunakan untuk membantu dalam pengidentifikasian kelas penutup lahan di sekitar mangrove adalah dengan memanfaatkan pesawat tanpa awak (*unmanned aerial vehicle/UAV*). UAV dapat dioperasikan tanpa harus mendapatkan gangguan atmosferik (terbang di bawah awan) dan ketersediaannya saat ini relatif mudah.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan mangrove sampai tingkat komunitas menggunakan citra sentinel 2B dengan metode klasifikasi berbasis objek/OBIA dan membandingkannya dengan teknik klasifikasi berbasis piksel.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

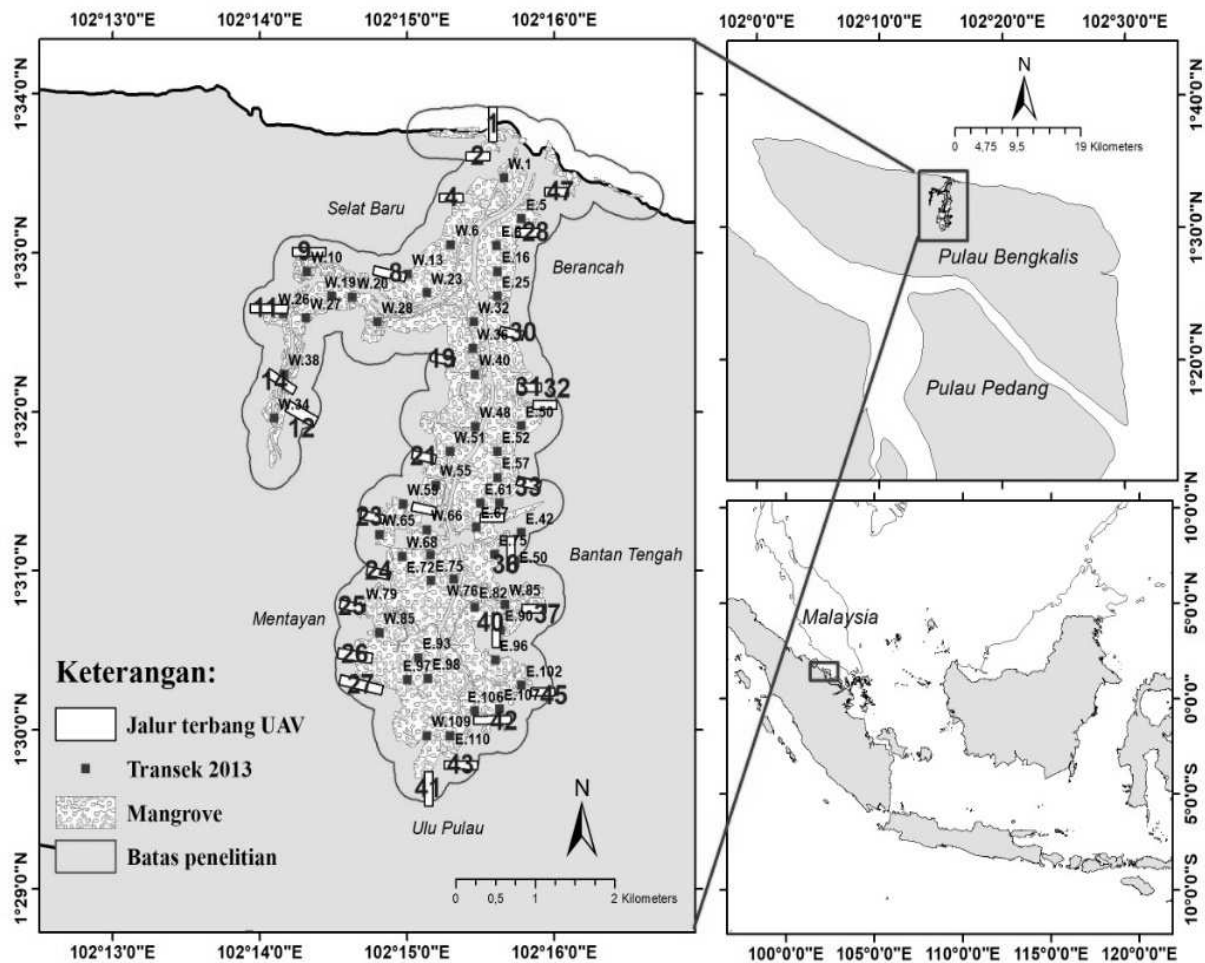
Pengambilan data penutup lahan mangrove menggunakan UAV dilakukan pada tanggal 27 Januari sampai 3 Februari 2018 di kawasan mangrove Sungai Liong, Bengkalis Provinsi Riau (Gambar 1).

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras laptop prosesor Intel Core i3-500SU, 2.0 Hz, *Random Access Memory* (RAM) 4 GB, dengan media penyimpanan 500 GB. Perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan data seperti ArcGIS 10.3, Q-GIS 3.0.1, eCognition Developer 9.0. Peralatan yang digunakan untuk pengamatan lapangan adalah GPS Garmin 78S, wahana DJI Phantom 4 Pro dan peta kerja. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Sentinel-2B yang diakuisisi pada tanggal 02 Desember 2017 yang diunduh dari <https://scihub.copernicus.eu/> dan data pengamatan vegetasi mangrove sebanyak 67 plot transek yang diperoleh dari Siregar *et al.* (2013). Data yang diperoleh berupa spesies-spesies mangrove, diameter batang setinggi dada dan tinggi pohon yang ditemukan disetiap transek.

2.3. Pengambilan Data Penutupan Mangrove

Pengamatan lapangan dilakukan terhadap penutup lahan oleh mangrove, maksimal 250 m dari batas mangrove. Pengambilan data penutup lahan menggunakan teknologi pesawat tanpa awak (*unmanned aerial vehicle/UAV*). Pembuatan jalur menggunakan *software* ArcGis 10.3.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Sungai Liong, Bengkalis.

Jalur yang telah dibuat selanjutnya dikembangkan melalui aplikasi DroneDeploy berbasis *web* <https://www.dronedeploy.com>. Penentuan jalur terbang dilakukan melalui pengamatan visual terhadap citra Sentinel 2B, kelas penutup lahan yang masih ragu/tidak jelas kelas penutup lahannya merupakan target utama dalam penerbangan UAV. Akuisisi UAV dilakukan pada ketinggian 200 m dan pengaturan *sidelap* dan *frontlap* masing-masing 75% dengan kecepatan maksimal 15 m/s.

2.4. Skema Klasifikasi

Skema klasifikasi pada penelitian ini dibagi menjadi 2 level, yaitu (i) skema klasifikasi penutup lahan di sekitar mangrove dibangun berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2010) tentang kelas penutup lahan

dan pengamatan lapang (data UAV). (ii) Skema klasifikasi komunitas mangrove berdasarkan perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi mangrove. Tahap pertama membangun skema klasifikasi penyusun komunitas mangrove adalah dengan mengidentifikasi frekuensi kehadiran setiap komponen penyusun komunitas mangrove, yaitu jika <4% akan di eliminasi (Green *et al.*, 2000). Tahap kedua yaitu pengelompokan penyusun komunitas mangrove menggunakan analisis gerombol (*Agglomerative Hierarchical clustering*, AHC) dengan melihat Indeks Nilai Penting dari masing-masing spesies penyusun komunitas. AHC adalah metode klasifikasi yang bekerja berdasarkan nilai ketidak miripan (*dissimilarities*) antara objek yang akan dikelompokkan. Analisis ini menghasilkan dendrogram yang menunjukkan

pengelompokan secara progresif sehingga memungkinkan diperoleh sejumlah kemiripan kelas dimana data dapat dikelompokkan (Ripley, 1996). Kemiripan/ketidakmiripan penyusun komunitas mangrove berdasarkan koefisien Bray-Curtis (Clarke, 1993). Persamaan koefisien Bray-Curtis dinyatakan sebagai berikut :

$$S_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ij} + x_{ik})} \dots\dots\dots (1)$$

X_{ij} adalah kelimpahan spesies ke-i pada sampel ke-i dan j adalah spesies keseluruhan. Jarak Bray-Curtis berkisar 0-1, dalam penelitian ini digunakan nilai ketidakmiripan 0,4 yang berarti bahwa komunitas penyusun mangrove akan terkelompok dengan nilai kemiripan sebesar 0,6 atau 60% (Mumby dan Harborne, 1999; Phinn *et al.*, 2011). Tahap akhir dari penentuan skema kelas komunitas mangrove yaitu penamaan kelas komunitas mangrove. Penamaan kelas komunitas mangrove dalam penelitian menggunakan nama spesies yang berkontribusi dominan dalam penyusun komunitas mangrove (Phinn *et al.*, 2000).

2.5. Klasifikasi Citra

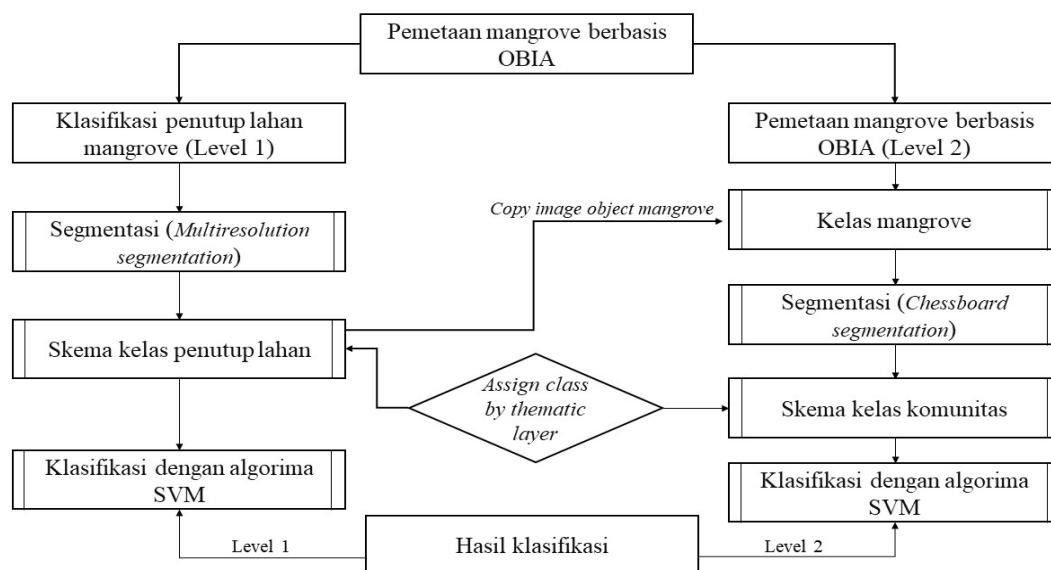
2.5.1. Klasifikasi berbasis objek

2.5.1.1. Segmentasi

Proses segmentasi menggunakan algoritma *multiresolution segmentation* (MRS) dan *chessboard segmentation* (CS). MRS adalah prosedur optimasi dengan mengelompokkan objek menggunakan parameter tertentu (skala, warna/bentuk, kekompakan). Parameter tersebut memberikan kualitas tertentu serta membangun nilai ambang di antara objek berdasarkan input yang digunakan. MRS terdapat tiga parameter penting, yaitu : *scale*, *shape* dan *compactness* (Trimble, 2014). Penerapan segmentasi multiskala menggunakan nilai skala yang berbeda-beda, untuk menghasilkan optimasi skala segmentasi dilakukan percobaan dengan nilai skala berturut-turut, yaitu: 20, 30, 50, 75 dan 100. Nilai parameter *shape* dan *compactness* yang digunakan yaitu 0,1 dan 0,5. CS adalah prosedur segmentasi berdasarkan luasan transek yang digunakan di lapangan.

2.5.1.2. Proses klasifikasi

Klasifikasi citra tiap level pada penelitian ini menggunakan beberapa algoritma (Gambar 2).



Gambar 2. Proses yang dibangun untuk klasifikasi berbasis objek.

Algoritma ini digunakan untuk membangun suatu *rule set* pada pohon proses (*process tree*). Pohon proses yang dikembangkan, terdiri dari beberapa aturan utama (*rules set*) yaitu: i) segmentasi, terdiri dari algoritma *multiresolution segmentation* dan *chessboard segmentation* ii) membangun skema kelas yang berasal dari data tematik (*shapefile*) dengan *algoritma assign class from thematic layer* dan iii) penerapan algoritma klasifikasi *support vector machine* (SVM), algoritma yang digunakan adalah *classifier*. Algoritma SVM merupakan penghasil akurasi klasifikasi terbaik dibandingkan aturan klasifikasi *machine learning* lainnya seperti *decision tree*, *random tree*, *k-nearest neighbor* dan *Bayesian* (Mountrakis *et al.*, 2011; Heumann, 2011). Perinsip dasarnya adalah mencari *hyperline* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dari dua kelas data.

2.5.2. Klasifikasi Berbasis Piksel

Sebagai pembandingan hasil klasifikasi berbasis objek, dilakukan klasifikasi berbasis piksel. Klasifikasi berbasis piksel juga menggunakan algoritma SVM. Pada tahapan ini pengolahan tidak mengenal proses level atau tingkatan. Pemetaan mangrove pada tahap ini juga sama seperti klasifikasi yang dilakukan pada klasifikasi berbasis objek, yaitu klasifikasi penutup lahan dan klasifikasi komunitas mangrove.

2.6. Uji Akurasi

Pengujian akurasi terhadap hasil klasifikasi citra tutupan lahan mangrove dan komunitas mangrove dilakukan untuk mengetahui akurasi dari masing-masing teknik klasifikasi yang diterapkan. Uji akurasi yang umum dilakukan pada data hasil klasifikasi penginderaan jauh yaitu menggunakan matriks kesalahan (*error matrix*). Uji akurasi mengacu pada Congalton dan Green (2009) yang terdiri dari akurasi keseluruhan (*overall accuracy/OA*), akurasi produsen (*producer accuracy/PO*), akurasi pengguna (*users*

accuracy/UA), kappa statistik. Kemudian dilakukan uji Z untuk melihat perbedaan signifikan antara metode yang diterapkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

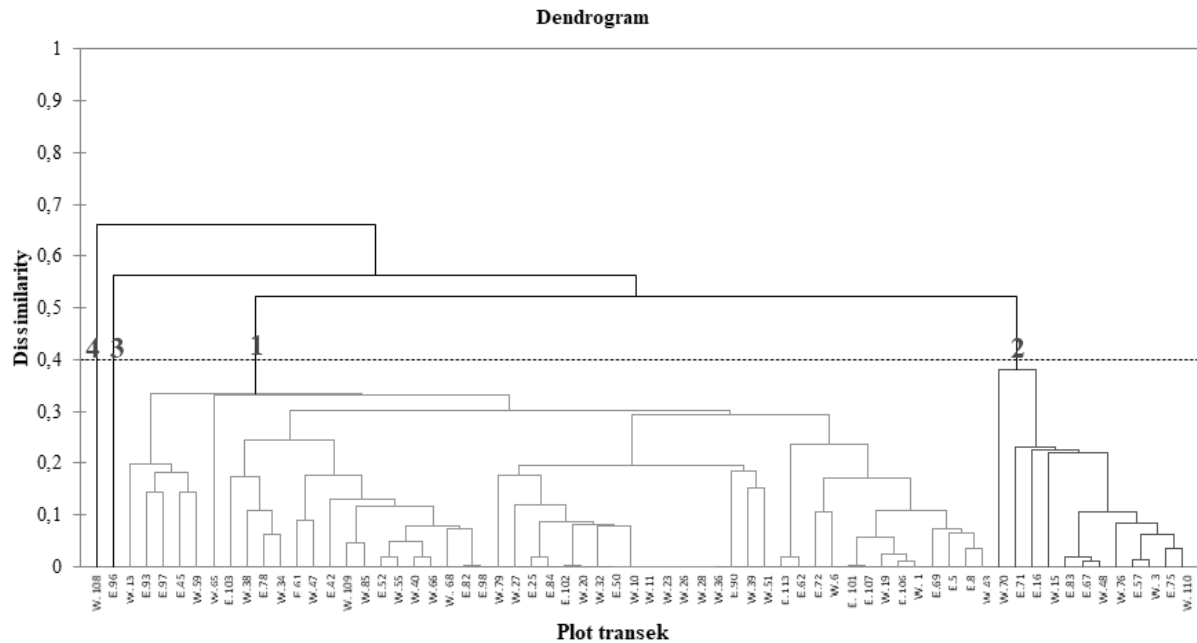
3.1. Skema Klasifikasi

3.1.1. Skema Kelas Penutup Lahan

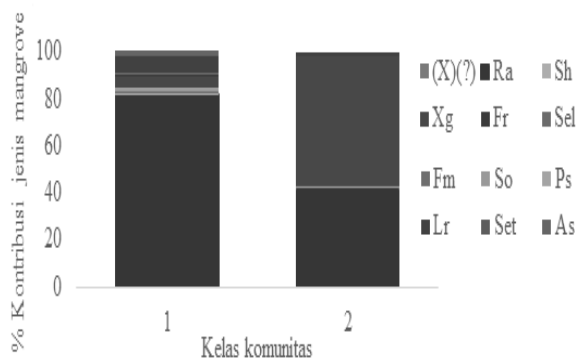
Berdasarkan 483 foto hasil pengamatan di lapangan menggunakan UAV, dihasilkan skema kelas penutup lahan sebanyak 9 kelas, yaitu : badan air (BA), daerah pertanian (DN), kebun karet (KT), kebun kelapa (KA), lahan terbangun (LN), mangrove (ME), semak belukar (SB), kebun kelapa sawit (KS) dan vegetasi transisi (VI).

3.1.2. Skema Kelas Komunitas Mangrove

Berdasarkan data transek tahun 2013, struktur komunitas mangrove sungai Liong dibangun oleh 27 spesies tumbuhan mangrove yang terdiri dari 13 spesies mangrove sejati dan 14 spesies ikutan. Berdasarkan nilai kehadiran tiap spesies yang ditemukan di plot transek, terdapat 12 spesies yang memiliki tingkat kehadiran >4% (4.5 - 100%), yaitu *Ficus microcarpa* (Fm), *Parastemon sp* (Ps), *Flocourtia rukam* (Fm), Selada (Sel/nama lokal), Setuak (Set/nama lokal), *Artocarpus sp* (As), X(?) (spesies yang tidak diketahui nama lokal dan ilmiah), *Rhizophora apiculata* (Ra), *Scyphiphora hydrophyllacea* (Sh), *Sonneratia ovata* (So), *Xylocarpus granatum* (Xg), dan *Lumnitzera racemosa* (Lr). Dua belas spesies tersebut merupakan spesies yang dapat dikembangkan dalam menyusun komunitas mangrove di Sungai Liong. Skema kelas penyusun komunitas mangrove di Sungai Liong disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, nilai kemiripan di atas 0,6 atau 60% hanya mampu menghasilkan skema kelas komunitas mangrove dengan jumlah 4 kelas. Kelas dengan jumlah anggota terbanyak adalah kelas 1 (52 plot transek) dan diikuti oleh kelas 2 (12 plot transek). Kelas 3 dan 4 (1 plot transek).



Gambar 3. Dendrogram skema komunitas mangrove.



Gambar 4. Persentase kontribusi spesies mangrove dalam menyusun kelas komunitas mangrove. Angka pada sumbu X merupakan urutan; (X)(?) = Spesies yang tidak diketahui nama ilmiah dan lokalnya, Ra = *Rhizophora apiculata*, Sh = *Scyphiphora hydrophyllacea*, Fm = *Fiscus microcarpa*, So = *Sonneratia ovata*, Ps = *Parastemon* sp, Xg = *Xylocarpus granatum*, Fr = *Flocourtia rukam*, Sel = Selada (nama lokal), Lr = *Lumnitzera*

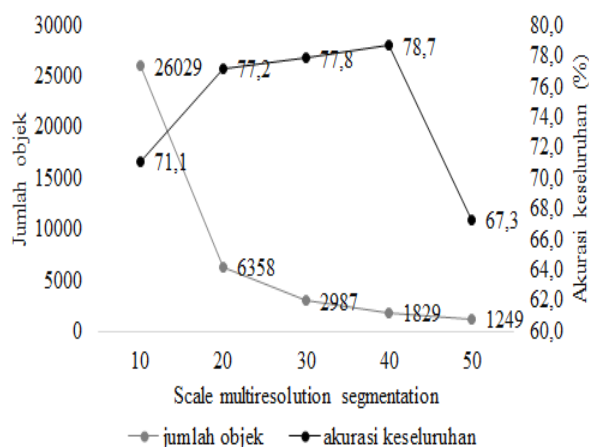
racemosa, Set = Setuak (nama lokal), As = *Artocarpus* sp.

Kelas skema klasifikasi yang dapat diterapkan pada citra satelit adalah kelas yang memiliki jumlah anggota kelas minimal 4% dari total jumlah sampel. Terdapat 2 kelas saja yang mampu memenuhi jumlah minimal tersebut, yaitu kelas 1 (52 anggota) dan kelas 2 (12 anggota), sehingga pada penelitian ini kelas komunitas mangrove di Sungai Liong dibangun oleh dua kelas, yaitu kelas 1 adalah komunitas *R. apiculata* (Ra) dan kelas 2 adalah komunitas *X. granatum* (Xg). Penamaan kelas berdasarkan kontribusi spesies dalam menyusun komunitas mangrove (Gambar 4).

Kelas komunitas 1 (Ra) dibangun oleh seluruh spesies penyusun komunitas dengan Ra sebagai spesies dominan dalam menyusun kelas 1, yaitu 81,3% dan sisanya merupakan kelas lainnya. Kelas 2 (Xg) dibangun oleh 5 spesies penyusun komunitas, yaitu Ra, Sh, So, Xg dan Lr. Xg merupakan kontribusi terbesar dalam penyusun komunitas kelas 2, yaitu 55,8% dan sisanya merupakan kelas lainnya.

3.1.1. Segmentasi

Hubungan antara parameter skala, jumlah objek dan akurasi yang dihasilkan disajikan pada Gambar 5. Terlihat bahwa ukuran skala sangat mempengaruhi banyaknya jumlah objek yang dihasilkan. Semakin besar nilai skala yang ditentukan semakin sedikit jumlah objek yang dihasilkan. Nilai parameter skala dipengaruhi oleh nilai parameter *shape* dan *compactness*. Sementara akurasi keseluruhan klasifikasi berbasis objek menggunakan algoritma SVM dipengaruhi oleh parameter segmentasi. Berdasarkan Gambar 5, proses optimasi segmentasi akan menghasilkan akurasi optimum. Skala 10 sampai 40 hasil akurasi cenderung meningkat dengan bertambah besarnya nilai skala yang diterapkan. Nilai akurasi mulai turun ketika nilai skala mencapai 50 (67,3%). Akurasi optimum segmentasi yang diperoleh yaitu 78,7% dengan nilai skala 40, *shape* 0,1 dan *compactness* 0,5.



Gambar 5. Pengaruh *scale* terhadap akurasi keseluruhan dan jumlah objek yang dihasilkan dengan nilai *shape*: 0,1 dan *compactness*: 0,5.

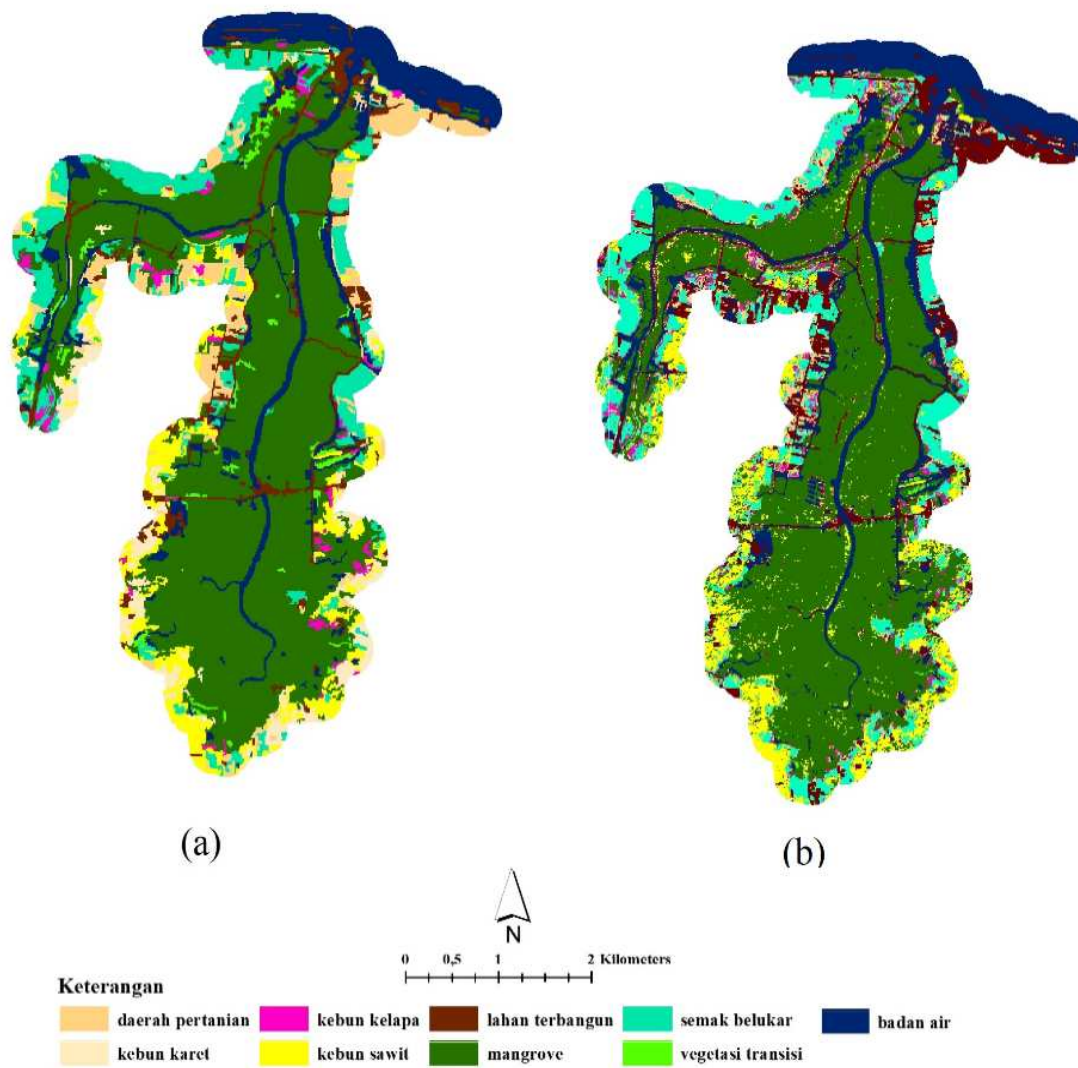
Penerapan optimasi skala segmentasi pada proses klasifikasi penutup lahan mangrove berbasis objek dengan menggunakan algoritma klasifikasi SVM menghasilkan akurasi keseluruhan (OA) dengan skema sembilan kelas yaitu 78,7%, sedangkan

akurasi keseluruhan (OA) dengan pendekatan berbasis piksel yaitu 70,9%. Luas kawasan penelitian diperkirakan 1965,9 ha. Hasil luasan dari masing-masing kelas dari kedua teknik klasifikasi disajikan pada Gambar 7.

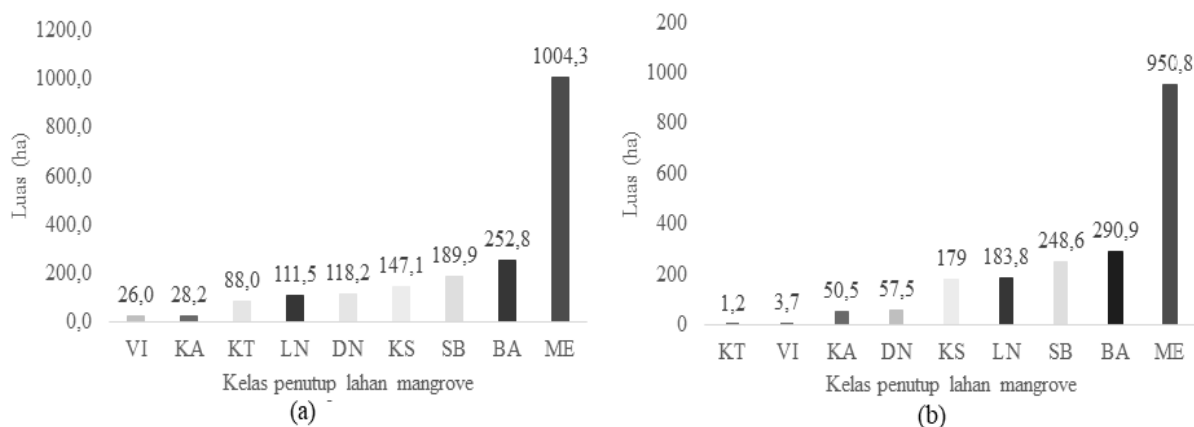
Berdasarkan Gambar 7, luas kelas penutup lahan mangrove pada klasifikasi berbasis objek dan piksel diperoleh vegetasi transisi dan kebun karet yang memiliki luas paling kecil berturut-turut yaitu 1,3% (26,0 ha) dan 0,1% (1,2 ha). Sedangkan yang terbesar yaitu mangrove dengan luas dengan pendekatan berbasis dan piksel berturut-turut, yaitu 51,1% (1004,3 ha) dan 48,4% (950,8 ha). Berdasarkan Tabel 1, selisih luasan mangrove dengan pendekatan berbasis objek dan piksel yaitu 53,5 ha. Perbedaan luasan kelas mangrove dikarenakan pada klasifikasi berbasis piksel, kelas mangrove ada yang terkelaskan menjadi kebun sawit. Hal ini dapat dilihat dengan penurunan nilai UA dari 83,3% (objek) ke 73,3% (piksel) (Tabel 2). Selisih luasan terbesar terdapat pada kebun karet sebesar 86,8 ha. Hal tersebut dapat dilihat dengan penurunan nilai UA dan PA dari teknik klasifikasi berbasis objek ke berbasis piksel, yaitu UA 53,1% ke 42,4% dan PA 72,2% ke 38,9% (Tabel 2).

Mangrove dapat dipetakan/dipisahkan dengan kelas penutup lahan di sekitar mangrove dengan akurasi pengguna (UA) dan akurasi produsen (PA) yang tinggi dibandingkan dengan klasifikasi berbasis piksel. UA dan PA dalam klasifikasi berbasis objek berturut-turut adalah 83,3% dan 95,9%, sedangkan UA dan PA pada klasifikasi berbasis piksel berturut-turut adalah 73,3% dan 53,5%.

Merujuk Congalton dan Green, (2009) akurasi keseluruhan (OA) pemetaan penutup mangrove dengan teknik berbasis objek tidak mencapai tingkat memuaskan (<85%), yaitu 78,7% dan 70,9% (Tabel 2). Terdapat peningkatan akurasi keseluruhan dengan skema sembilan kelas dari kedua teknik klasifikasi dalam memetakan penutup lahan mangrove, yaitu 7,8%.



Gambar 6. Hasil klasifikasi kelas penutup lahan mangrove (a) berbasis objek; (b) berbasis piksel.



Gambar 7. Perbandingan luas hasil klasifikasi penutup lahan mangrove (a) berbasis objek; (b) berbasis piksel.

Tabel 1. Luasan penutup lahan skema klasifikasi sembilan kelas.

Kelas	Luas (Hektar)		Selisih (ha)
	Objek	Piksel	
VI	26,0	3,7	22,3
KA	28,2	50,5	22,3
KT	88,0	1,2	86,8
LN	111,5	183,8	72,3
DN	118,2	57,5	60,7
KS	147,1	179,0	31,9
SB	189,9	248,6	58,7
BA	252,8	290,9	38,1
ME	1004,3	950,8	53,5

Berdasarkan Z-test pada nilai kappa menunjukkan hasil berbeda signifikan dari kedua teknik klasifikasi yang diterapkan (Tabel 3). Congalton dan Green (2009) menyatakan bahwa pada nilai Z-test antara nilai -1,96 sampai dengan 1,96 menyatakan

kategori akurasi yang berada pada distribusi normal. Nilai Z-test dari kedua teknik klasifikasi yaitu 1,51.

Berdasarkan nilai OA yang dihasilkan dan uji signifikansi, teknik klasifikasi berbasis objek lebih baik dibandingkan teknik klasifikasi berbasis piksel dalam memetakan penutup lahan mangrove menggunakan citra sentinel-2B. Penggunaan UAV sebagai alat untuk pengamatan tutupan lahan sangat efektif digunakan karena mampu menempeh wilayah yang sulit dijangkau dan mempercepat kerja di lapangan. Nilai akurasi keseluruhan (OA) yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan pengamatan secara konvensional seperti yang dilakukan Jhonniere (2015), mengklasifikasikan tutupan lahan di kawasan mangrove Sungai Kambung dengan akurasi 83,6% (skema 8 kelas) menggunakan citra ALOS PALSAR dengan pendekatan algoritma *random forest*.

Tabel 2. Uji akurasi kelas penutup lahan di sekitar mangrove.

a) Berbasis Objek											
Kelas	BA	DN	KA	KS	KT	LN	ME	SB	VI	Total	UA(%)
BA	85	3				2		1	1	92	92,4
DN		14				5				19	73,7
KA			1	3		1	4			9	11,1
KS				26	8	1		2		37	70,3
KT			1	19	26		2	1		49	53,1
LN	4	2				41		1		48	85,4
ME	2		10			10	110			132	83,3
SB				2	2	3	1	62		70	88,6
VI	2					1	6		9	18	50
Total	93	19	12	50	36	64	123	67	10	474	
PO(%)	91,4	73,7	8,3	52	72,2	64,1	89,4	92,5	90		
OA(%)	78,7										
b) Berbasis Piksel											
Kelas	BA	DN	KA	KS	KT	LN	ME	SB	VI	TOTAL	UA(%)
BA	78	1				4				83	94
DN	5	3				20				28	10,7
KA			1	1	1	2				5	20
KS			1	29	11	1	1	1		45	64,4
KT				17	14			2		33	42,4
LN	2	9				26		2		39	66,7
ME	4	6	10	3	6	10	118	4		161	73,3
SB					4		1	58		63	92,1

Kelas	BA	DN	KA	KS	KT	LN	ME	SB	VI	TOTAL	UA(%)
VI	4					1	3		10	18	55,6
Total	93	19	12	50	36	64	123	67	10	474	
PO(%)	83,9	15,8	8,3	58	38,9	40,6	95,9	86,6	100		
OA(%)	70,9										

Tabel 3. Hasil Z-test analisis dari masing-masing teknik klasifikasi.

Klasifikasi	Kappa	Varian	Zstatistik
Objek	0,79	0,001108	23,6
Piksel	0,71	0,001485	18,4

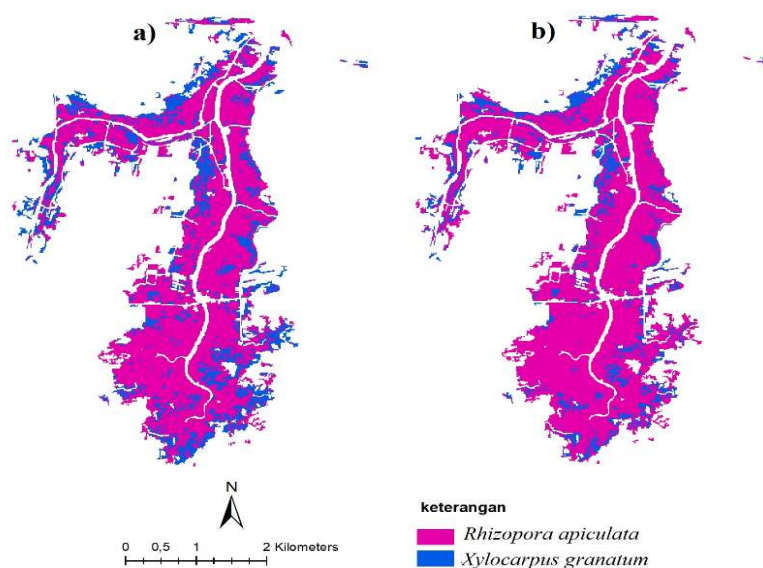
3.1.3. Klasifikasi Komunitas Mangrove

Hasil klasifikasi komunitas mangrove disajikan pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8, terlihat jelas distribusi hasil kedua teknik klasifikasi terkonsentrasi di seluruh kawasan penelitian dari pantai hingga ke hulu sungai. Distribusi komunitas mangrove di Sungai Liong berbeda dengan distribusi komunitas mangrove di Sungai Kembung, Bengkalis, Provinsi Riau yang mana komunitas dominan penyusunnya adalah *X. granatum*.

Luas komunitas kelas *Xylocarpus granatum* merupakan kelas komunitas terendah dari kedua teknik klasifikasi yaitu 25,7% (257.9 ha) untuk berbasis objek dan

16,9% (169,3 ha). Luas komunitas *Rhizophora apiculata* merupakan kelas dengan luas tertinggi yaitu 74,3% (746,4 ha) untuk berbasis objek dan 83,1% (835,0 ha) untuk berbasis piksel.

Akurasi keseluruhan (OA) yang dihasilkan dari teknik pemetaan sebaran komunitas mangrove di Sungai Liong dengan pendekatan berbasis objek dan piksel berturut-turut adalah 76,6% dan 75,0% (Tabel 4). Terdapat peningkatan akurasi keseluruhan dari kedua teknik klasifikasi dalam memetakan komunitas mangrove sebesar 1,6%. Merujuk Congalton dan Green (2009) akurasi keseluruhan (OA) pemetaan penutup lahan di sekitar mangrove dengan teknik berbasis objek (level-2) dan piksel tidak mencapai tingkat yang memuaskan (<85%). Berdasarkan nilai OA yang dihasilkan, teknik klasifikasi berbasis objek lebih baik dibandingkan teknik klasifikasi berbasis piksel dalam memetakan komunitas mangrove menggunakan citra sentinel-2B.



Gambar 8. Perbandingan hasil klasifikasi komunitas mangrove (a) berbasis objek dan (b) berbasis piksel.

Tabel 4. Uji akurasi komunitas mangrove (a) berbasis objek dan (b) berbasis piksel.

(a)				
Kelas	Ra	Xg	Total	UA (%)
Ra	48	12	60	80,0
Xg	4		4	0
Total	52	12	64	
PO (%)	92,3	0		
OA (%)	75,0			
(b)				
Kelas	Ra	Xg	Total	UA (%)
Ra	48	12	60	80,0
Xg	4		4	0
Total	52	12	64	
PO (%)	92,3	0		
OA (%)	75,0			

IV. KESIMPULAN

Mangrove di Sungai Liong, Bengkalis, Provinsi Riau dapat dipetakan sampai tingkat komunitas dengan teknik klasifikasi berbasis objek dan piksel dengan pendekatan algoritma SVM pada citra sentinel 2B. Sekitar 7,8% peningkatan akurasi pemetaan penutup lahan dan sekitar 1,6% peningkatan akurasi pemetaan komunitas mangrove yang diperoleh dengan metode klasifikasi berbasis objek. Jika dilihat dari nilai akurasi keseluruhan (OA), pada penelitian ini klasifikasi berbasis objek lebih baik dibandingkan dengan teknik klasifikasi berbasis piksel dalam memetakan penutup lahan dan komunitas mangrove menggunakan citra sentinel-2B di kawasan mangrove Sungai Liong.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, E.M.A. and N.K. Ibrahim. 2014. Role of mangroves as a nursery ground for juvenile reef fishes in the Southern Egyptian Red Sea. *Egypt. J. Aquat. Res.*, 40(1):71–78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2014.01.001>.
- Aslan, A., A.F. Rahman, M.W. Warren, and

- S.M. Robeson. 2016. Mapping spatial distribution and biomass of coastal wetland vegetation in Indonesian Papua by combining active and passive remotely sensed data. *Remote Sens. Environ.*, 183:65–81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2016.04.026>.
- Badan Standardisasi Nasional. 2010. Klasifikasi penutup lahan. Badan Standar Nasional. Jakarta. 32 hlm.
- Chadwick, J. and E. Sciences. 2011. International journal of remote integrated LiDAR and IKONOS multispectral imagery for mapping mangrove distribution and physical properties. 11:37–41. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2010.512944>.
- Cannicci, S., B. Damien., F. Sara., T.J. Smith., O. Joachim and D.G, Farid. 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *J. Aquatic Botany.*, 89:86–200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.01.009>.
- Carrasquilla, H.M., H.A.G. Ocampo, A.L. González, and G.R. Quiroz. 2013. Ocean and coastal management mangrove forest and artisanal fishery in the southern part of the Gulf of California, Mexico. *OCMA.*, 83:75–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.02.019>.
- Chen C.F., N.T. Son, N.B. Chang, C.R. Chen, L.Y. Chang, M. Valdez, and G. Centeno. 2013. Multi-Decadal Mangrove Forest Change Detection and Prediction in Honduras, Central America, with Landsat Imagery and a Markov Chain Model. *Remote Sens.* 5(12):6408–6426. <http://dx.doi.org/10.3390/rs5126408>.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J Ecol.*, 18(1):117–143. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>.
- Conchedda, G., L. Durieux, and P. Mayaux.

2008. An object-based method for mapping and change analysis in mangrove ecosystems. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 63(5): 578-589. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2008.04.002>.
- Congalton, R.G and K. Green. 2009. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. 2th ed. CRC Press. Boca Raton (US) 210 p.
- Cornforth, W.A., T.E. Fatoyinbo, T.P. Freemantle, and N. Pettorelli. 2013. Advanced land observing satellite phased array type L-Band SAR (ALOS PALSAR) to inform the conservation of mangroves: Sundarbans as a case study. *Remote Sens.*, 5(1):224–237. <http://dx.doi.org/10.3390/rs5010224>.
- Datta, D., R.N. Chattopadhyay, and P. Guha. 2012. Community based mangrove management : A review on status and sustainability. *J. Environ. Manage*, 107:84–95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.013>.
- Everitt J.H., C. Yang, F.W. Judd, and K.R. Summy. 2010. Use of Archive Aerial Photography for Monitoring Black Mangrove Populations. *J. Coast. Res.* 264(264):649–653. <http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-09-00133.1>.
- Ferreira, M.A., F. Andrade, S.O. Bandeira, P. Cardoso, N. Mandes, and J. Paula. 2007. Analysis of cover change (1995-2005) of Tanzania/Mozambique trans-boundary mangroves using Landsat imagery. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosys.*, 19: S38-S45. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.1042>.
- Gao, J. 1999. A comparative study on spatial and spectral resolutions of satellite data in mapping mangrove forests. *int. J. Remote Sens*, 20(14): 2823-2833. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160600702632>.
- Giri, C., E. Ochieng, L.L. Tieszen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek, and N. Duke. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Glob. Ecol. Biogeogr*, 20(1):154–159. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>.
- Giri, C., B. Pengra, Z. Zhu, A. Singh, and L.L. Tieszen. 2007. Monitoring mangrove forest dynamics of the Sundarbans in Bangladesh and India using multi-temporal satellite data from 1973 to 2000. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 73(1–2):91–100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2006.12.019>.
- Heumann, B.W. 2011. An object-based classification of mangroves using a hybrid decision tree-support vector machine approach. *Remote Sens.*, 3(11):2440-2460. <http://dx.doi.org/10.3390/rs3112440>.
- Howari, F.M., B.R. Jordan, N. Bouhouche, and S.W. Echeverria. 2009. Field and remote-sensing assessment of mangrove forests and seagrass beds in the Northwestern part of the United Arab Emirates. *J. Coast. Res.*, 251(251):48–56. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2112/07-0867.1>.
- Ibharim, N.A., M.A. Mustapha, T. Lihan, and A.G. Mazlan. 2015. Mapping mangrove changes in the Matang Mangrove Forest using multi temporal satellite imageries. *Ocean Coast. Manag*, 114:64–76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.005>.
- Illukpitiya, P. and J. Yanagida. 2010. Farming vs forests: Trade-off between agriculture and the extraction of non timber forest products. *Ecolo Econ*, 69(10):1952–1963. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.05.007>.
- Jean-Baptiste, N. and J.R. Jensen. 2006. Measurement of mangrove biophysical characteristics in the bocozelle ecosystem in haiti using ASTER multispectral data. *Geocarto Inter.*, 21(4):3-8. <https://doi.org/>

- 10.1080/10106040608542397.
- Kamal, M. and S. Phinn. 2011. Hyperspectral data for mangrove species mapping. *Remote Sens.* 3:2222–2242. <https://doi.org/10.3390/rs3102222>.
- Kuenzer, C., A. Bluemel, S. Gebhardt, T.V. Quoc, and S. Dech. 2011. Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. *Remote Sens.*, 3(5):878-928. <http://dx.doi.org/10.3390/rs3050878>.
- Kusmana, C. 2012. Management of mangrove ecosystem in Indonesia. Workshop on Mangrove Replantation and Coastal Ecosystem Rehabilitation. In: editor. Jogjakarta. 227 p.
- Li, M.S., L.J. Mao, W.J. Shen, S.Q. Liu, and A.S. Wei. 2013. Change and fragmentation trends of Zhanjiang mangrove forests in southern China using multi-temporal Landsat imagery (1977-2010). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 130:111–120. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2013.03.023>.
- Long, J., C. Giri, J. Primavera, and M. Trivedi. 2016. Damage and recovery assessment of the Philippines mangroves following Super Typhoon Haiyan. *Mar. Pollut. Bull.*, 109(2):734–743. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.080>.
- Mazda, Y., M. Magi, H. Nanao, M. Kogo, T. Miyagi, N. Kanazawa, and D. Kobashi. 2002. Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forests. *Wetlands Ecology and Management*, 10:1-9. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014343017416>.
- Miswadi., R. Firdaus, dan R. Jhonnerie. 2017. Pemanfaatan kayu mangrove oleh masyarakat suku asli Sungai Liong Pulau Bengkalis. *Dimanika Marit*, 6(1):35–39.
- Mountrakis, G., J. Im, and C. Ogole. 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 66(3):247–259. <http://dx.doi:10.1016/j.isprsjprs.2010.11.001>.
- Mumby, P.J. and A.R. Harborne. 1999. Development of a systematic classification scheme of marine habitats to facilitate regional management and mapping of Caribbean coral reefs. *Biol Conserv*, 88(2):155-163. [http://doi.org/10.1016/S0006-3207\(98\)00108-6](http://doi.org/10.1016/S0006-3207(98)00108-6).
- Nascimento, W.R., P.Wal, C. Proisy, and R.M. Lucas. 2013. Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 117:83–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2012.10.005>.
- Nagelkerken, I., S.S.J.M. Blaber, S. Bouillon, P. Green, M. Haywood, L.G. Kirton, J.O. Meynecke, J. Pawlik, H.M. Penrose, A. Sasekumar, and P.J. Somerfield. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *J. Aquatic Botany*, 89:155–185. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>.
- Ostling, J.L., D.R. Butler, and W.D. Richard. 2009. The biogeomorphology of mangroves and their role in natural hazards mitigation. *J. Geography Compass*, 3(5):1607–1624. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-8198.2009.00265.x>.
- Phinn, S.R., C. Menges, G.J.E. Hill, and M. Stanford. 2000. Optimizing remotely sensed solutions for monitoring, modeling, and managing coastal environments. *Remote Sens. Environ*, 73(2):117-132. [http://doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00087-0](http://doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00087-0).
- Phinn, S.R., C.M. Roelfsema, and P.J. Mumby. 2011. Multi-scale, object-based image analysis for mapping geomorphic and ecological zones on coral reefs. *Int. J. Remote Sens*, 33(12):3768–3797. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2011.633122>.

- Santos L.C.M., H. Reis., Novelli Y.S., Lignon M.C., M. Dantas and N. Koedam. 2014. Anthropogenic activities on mangrove areas (São Francisco River Estuary, Brazil Northeast): A GIS-based analysis of CBERS and SPOT images to aid in local management. *Ocean Coast. Manag.* 89:39–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.12.010>.
- Rakotomavo, A and F. Fromard. 2010. Dynamics of mangrove forests in the Mangoky River delta, Madagascar, under the influence of natural and human factors. *For. Ecol. Manage.*, 259(6):1161–1169. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.01.002>.
- Rao, B.R.M., R.S. Dwivedi, S.P.S. Kushwaha, S.N. Bhattacharya, J.B. Anand, and S. Dasgupta. 1999. Monitoring the spatial extent of coastal wetlands using ERS-1 SAR data. *Int. J. Remote Sens.*, 20(13):2509–2517. <http://dx.doi.org/10.1080/014311699211903> PLEASE.
- Ripley, B.D. 1996. Pattern recognition and neural networks. Cambridge (GB). Cambridge Univ Press. 13 hlm.
- Ronnbaack, P. 1999. Analysis The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecol. Econ.*, 29:235–252. [http://doi.org/10.1016/S09218009\(99\)00016-6](http://doi.org/10.1016/S09218009(99)00016-6).
- Siregar, S.H., R. Jhonnerie, dan Y. Oktorini. 2013. Model spasial nilai konservasi dan stok karbon komunitas mangrove Sungai Liong, Pulau Bengkalis. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau, Pekanbaru. 39 p.
- Thampanya, U., J.E. Vermaat, S. Sinsakul, and N. Panapitukkul. 2006. Coastal erosion and mangrove progradation of Southern Thailand. *Estuar Coast Shelf Sci.*, 68(1):75–85. <http://doi:10.1016/j.ecss.2006.01.011>.
- Tran, H., T. Tran, and M. Kervyn. 2015. Dynamics of land cover/land use changes in the Mekong Delta, 1973–2011: A Remote sensing analysis of the Tran Van Thoi District, Ca Mau Province, Vietnam. *Remote Sens.* 7(3):2899–2925. <http://dx.doi.org/10.3390/rs70302899>.
- Trimble. 2014. Ecognition developer: user guide. Trimble Germany GmbH. Munchen, Germany. 262 p.
- Wang, L., W.P. Sousa, and P. Gong. 2004. Integration of object-based and pixel-based classification for mapping mangroves with IKONOS imagery. *Int. J. Remote Sens.*, 25(24):5655–5668. <http://dx.doi.org/10.1080/014311602331291215>.
- Whiteside, T.G., G.S. Boggs, and S.W. Maier. 2011. Comparing object-based and pixel-based classifications for mapping savannas. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 13(6):884–893. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2011.06.008>.
- Zhang, X., P.M. Treitz, D. Chen, C. Quan, L. Shi, and X. Li. 2017. Mapping mangrove forests using multi-tidal remotely-sensed data and a decision-tree-based procedure. *Int J. Appl Earth Obs Geoinf.* 62(1):201–214. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2017.06.010>.
- Diterima* : 30 Juli 2018
Direview : 02 Agustus 2018
Disetujui : 23 November 2018

