

**STUDI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MANGROVE BERBASIS OBJEK (OBIA)  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT DI PULAU DOMPAK  
PROVINSI KEPULAUAN RIAU**

***STUDY OF MANGROVE COVERAGE CHANGE BASED ON OBJECT (OBIA)  
USING SATELLITE IMAGERY IN DOMPAK ISLAND  
PROVINCE OF KEPULAUAN RIAU***

**Robin Saputra<sup>1\*</sup>, Jonson L. Gaol<sup>2</sup>, & Syamsul B. Agus<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

\*E-mail: [robinsaputra55@yahoo.co.id](mailto:robinsaputra55@yahoo.co.id)

**ABSTRACT**

*The threats on mangrove forest, either naturally such as climate change or human activities such as landfill, land-use change, and deforestation, can increase the vulnerability of this ecosystem itself. Remote sensing is an effective method to use as mangrove monitoring activity because it can be done periodically and can reach a large area. This research aims to analyse mangrove coverage changes in Dompok Island, Kepulauan Riau Province. The method that was used is satellite imagery classification based on object (OBIA) with support vector machine (SVM) algorithm. Satellite imagery data that was used are SPOT 4 in 2007 and Sentinel 2B in 2018 with spatial resolution of 10 x 10 m. Ground check was conducted on September-October 2018 using random sampling method. The classification results of OBIA with SVM algorithm showed 89% accuracy level, 0.86 kappa values with optimum segmentation value of 3. Based on coverage land analysis, there was degradation of 34.19% mangrove area, or about 46.61 ha, since 2007 to 2018.*

**Keywords:** *classification, Dompok Island, mangrove, OBIA, sentinel 2B, SPOT 4*

**ABSTRAK**

Berbagai ancaman pada hutan mangrove baik secara alamiah seperti perubahan iklim dan kegiatan manusia seperti penimbunan, alih fungsi lahan dan penebangan semakin meningkatkan kerentanan ekosistem itu sendiri. Penginderaan jauh merupakan metode yang sangat efektif untuk digunakan dalam kegiatan pemantauan mangrove karena dapat dilakukan secara berkala dan mampu menjangkau area yang luas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan mangrove di Pulau Dompok Provinsi Kepulauan Riau. Metode yang digunakan berupa klasifikasi citra satelit berbasis objek (OBIA) dengan algoritma *support vector machine* (SVM). Data citra satelit yang digunakan adalah SPOT 4 Tahun 2007 dan Sentinel 2B Tahun 2018 dengan resolusi spasial 10 x 10 m. Survei lapang dilakukan pada bulan September-Oktober 2018 dengan metode sampling secara acak. Hasil klasifikasi OBIA dengan algoritma SVM menghasilkan tingkat akurasi sebesar 89%, nilai kappa 0,86 dengan skala segmentasi optimum yang diperoleh adalah skala 3. Berdasarkan analisis perubahan tutupan lahan terjadi adanya penurunan luasan hutan mangrove sebesar 34,19% atau sekitar 46,61 ha sejak Tahun 2007 hingga 2018.

**Kata kunci:** *klasifikasi, mangrove, OBIA, Pulau Dompok, sentinel 2B, SPOT 4*

**I. PENDAHULUAN**

Hutan mangrove merupakan ekosistem pesisir yang dapat hidup di daerah tropis maupun sub-tropis di antara darat dan

laut (Barati *et al.*, 2011). Hutan mangrove sebagai ekosistem pesisir berfungsi sebagai pelindung pesisir dan pantai dari gangguan dan ancaman bencana alam seperti badai, tsunami, angin dan gelombang. Hutan

mangrove juga berperan sebagai tempat pemijahan dan sumber nutrisi bagi ikan dan organisme lainnya (Mazda *et al.*, 2002; Thampanya *et al.*, 2006; Ostling *et al.*, 2009; Carrasquilla-henao *et al.*, 2013; Cannicci *et al.*, 2008; Nagelkerken *et al.*, 2008), hutan mangrove juga dijadikan sebagai tempat rekreasi atau wisata (Ahmad, 2009; Datta *et al.*, 2012), tempat belajar atau pendidikan (Sarkar & Bhattacharya, 2003) dan juga adanya fenomena perubahan iklim, mangrove berfungsi sebagai penyerap karbon (Gilman *et al.*, 2006; Donato *et al.*, 2011). Hutan mangrove walaupun banyak manfaat dan fungsinya, tapi juga rentan dan sensitif terhadap ancaman dan gangguan baik secara alamiah seperti perubahan iklim dan kegiatan manusia yang mengakibatkan degradasi seperti budi daya dan penebangan untuk dijadikan bahan kayu (Alongi, 2002; Field, 1995).

Penelitian terkait kondisi mangrove menyebutkan bahwa adanya degradasi terhadap mangrove yang memprihatinkan di seluruh belahan dunia. Sejak tahun 1980 sampai 2000 mangrove di dunia mengalami degradasi sebesar 25% dari keseluruhan luasan (Giri *et al.*, 2007; Giri *et al.*, 2011; FAO, 2007). Penelitian yang dilakukan di Indonesia (Fajri *et al.*, 2012; Hastiana *et al.*, 2010; Karyono *et al.*, 2013) menginformasikan bahwa hutan mangrove telah mengalami degradasi yang serius. Salah satu kawasan mangrove yang mengalami ancaman dan gangguan di Indonesia adalah mangrove di wilayah Kota Tanjung Pinang, tepatnya di Pulau Dompok yang memiliki ekosistem mangrove yang cukup luas. Dengan adanya kegiatan pembangunan yang cukup pesat di Kota Tanjung Pinang sebagai ibu kota provinsi, mengakibatkan Pulau Dompok menjadi kawasan pengembangan. Hal ini menyebabkan terjadinya konversi lahan secara besar-besaran di Pulau Dompok menjadi kawasan perkantoran, perumahan masyarakat, pembangunan jalan dan infrastruktur penunjang lainnya.

Kegiatan pemantauan dan pengelolaan mangrove perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat perubahan yang terjadi dan menganalisis daerah yang perlu dilakukan perbaikan secara berkelanjutan (Abd-El Monsef & Smith, 2017). Pemantauan hutan mangrove dilapangan memiliki kesulitan, dibutuhkan teknologi dan metode yang tepat untuk mendapatkan data spasial dan informasi mangrove secara akurat. Aplikasi teknologi penginderaan jauh berbasis citra satelit merupakan metode yang banyak dipakai untuk kegiatan pemantauan kondisi suatu daerah dan dapat menyediakan data secara efektif dan efisien berbasis spasial, seperti yang dilakukan beberapa peneliti (Giri *et al.*, 2011; Huemann, 2011).

Klasifikasi citra satelit penginderaan jauh biasanya menggunakan pendekatan berbasis piksel, kekurangan dari pendekatan ini akan menimbulkan *efek salt and pepper* dan memberikan efek variasi nilai spektral yang berlebih sehingga hasil akurasi yang diperoleh rendah (Liu & Xia, 2010). Saat ini pendekatan klasifikasi citra satelit berbasis objek (OBIA) mulai dikembangkan, pendekatan ini dianggap lebih baik dalam memberikan hasil akurasi dibandingkan pendekatan berbasis piksel (Blaschke, 2010). Menurut Myint *et al.* (2011) klasifikasi berbasis piksel hanya bertumpu pada nilai spektral, sedangkan OBIA mengklasifikasi citra satelit berdasarkan nilai spektral, tekstur, bentuk dan parameter lainnya (Blaschke *et al.*, 2014). Pendekatan klasifikasi OBIA dapat mendefinisikan kelas-kelas objek berdasarkan aspek spektral dan spasial secara bersamaan (Danoedoro, 2012). Klasifikasi OBIA merupakan pendekatan yang terdiri dari dua tahapan yaitu proses pembentukan segmen dan penetapan kelas-kelas pada area yang telah disegmentasi (Blaschke, 2010). Segmentasi merupakan dasar dari proses klasifikasi OBIA untuk menghasilkan segmen atau objek yang selanjutnya objek tersebut akan ditetapkan pada kelas tertentu dalam proses klasifikasi.

Klasifikasi citra satelit membutuhkan suatu algoritma untuk menghasilkan kelas-kelas tertentu yang diinginkan, menurut Kuenzer *et al.* (2011) algoritma yang sering digunakan adalah *Maximum likelihood*. Hendrawan *et al.* (2018) memetakan mangrove menggunakan citra Landsat 8 dan algoritma *maximum likelihood* dengan akurasi yang diperoleh sebesar 83%. Algoritma lain yang sering digunakan adalah SVM (*Support Vector Machine*), SVM dinilai dapat memberikan hasil yang cukup baik (Madanguit *et al.*, 2017). Alimudi *et al.* (2017) memetakan mangrove menggunakan citra Landsat 7 dan algoritma SVM dengan akurasi yang diperoleh sebesar 88%. Selain itu algoritma yang juga digunakan untuk memetakan mangrove adalah *decision tree* (Firmansyah *et al.*, 2019) dan *random forest* (Jhonnerie *et al.*, 2014) akurasi yang diperoleh sebesar 91,09% dan 88,4% secara berurutan.

Pemanfaatan citra satelit Sentinel 2 yang diluncurkan pada tahun 2017 belum banyak dilakukan, sehingga menjadi peluang untuk mengetahui kemampuannya dalam memetakan mangrove. Terkait dengan hal tersebut, penelitian dan literatur pengaplikasian metode klasifikasi berbasis objek (OBIA) dengan menggunakan citra satelit tersebut masih jarang dijumpai sehingga menjadi peluang digunakan pada penelitian ini untuk memetakan dan kegiatan pemantauan hutan mangrove. Oleh karenanya, tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan tutupan mangrove berdasarkan klasifikasi berbasis objek (OBIA) menggunakan citra satelit SPOT 4 dan Sentinel 2B.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Dompok Provinsi Kepulauan Riau pada bulan September–Oktober 2018. Pulau Dompok adalah pulau yang dijadikan sebagai tempat pusat pemerintahan Provinsi

Kepulauan Riau yang terletak di Kota Tanjung Pinang. Pulau ini berada di arah selatan dari pusat kota dan memiliki luas sekitar 995 ha. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

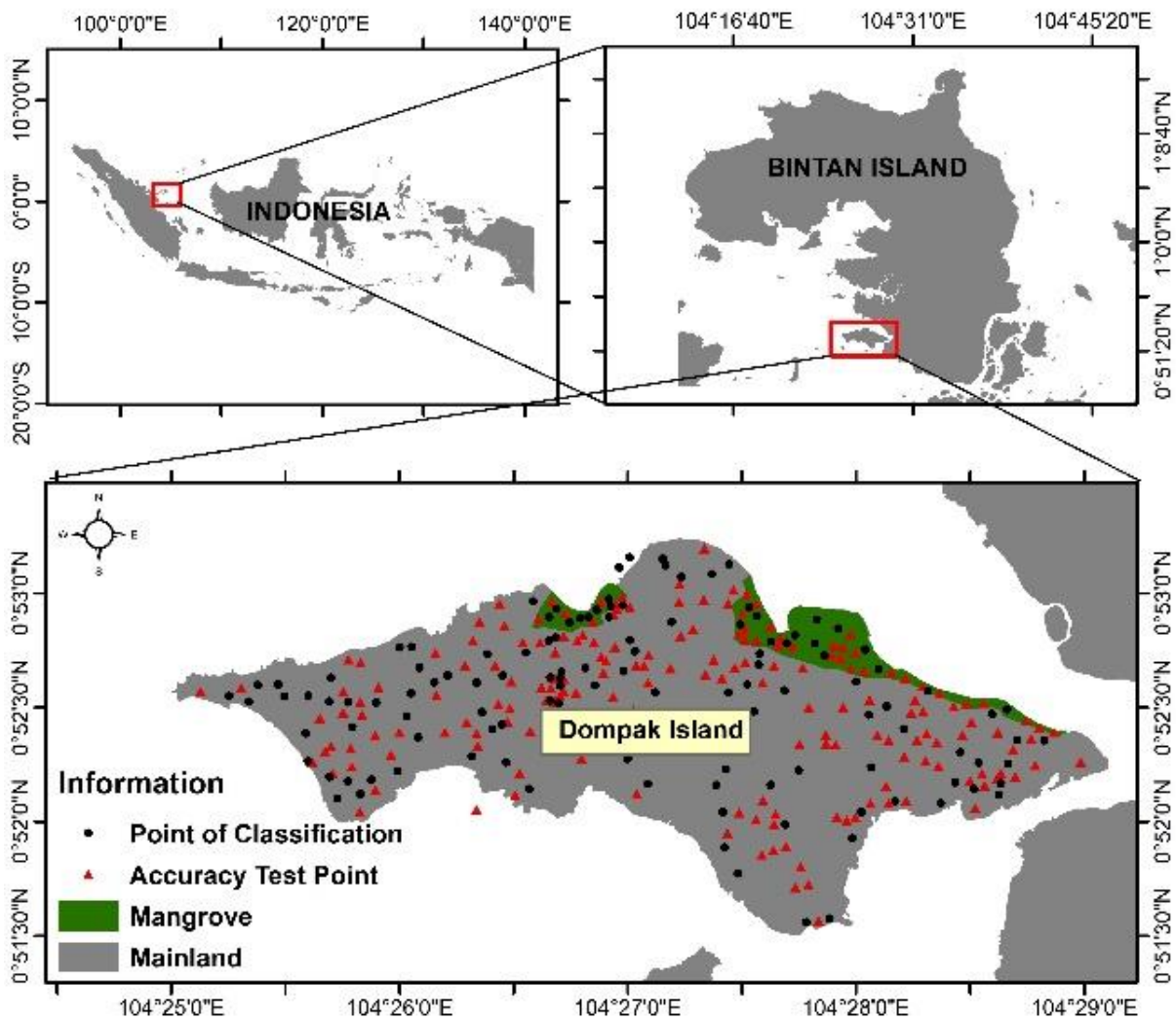
### 2.2. Pengumpulan Data

Pengambilan data lapangan menggunakan GPS Garmin 78s, jumlah sampel yang diambil sebanyak 130 untuk klasifikasi dan 181 untuk uji akurasi, metode yang digunakan adalah *simple random sampling*. Data lapangan yang diperlukan adalah titik koordinat, jenis mangrove, dan persentase tutupan kanopi mangrove yang diambil di dalam transek yang dibangun dilapangan sesuai dengan resolusi spasial citra satelit berukuran 10 x 10 m. Sampel yang diambil untuk analisis tutupan kanopi sebanyak 36 transek. Identifikasi jenis mangrove merujuk pada buku panduan pengenalan mangrove Indonesia (Noor *et al.*, 2012) dan analisis persentase tutupan kanopi mangrove mengacu pada panduan pemantauan status ekosistem Mangrove (LIPI, 2014).

Metode berbasis foto atau yang dikenal dengan *hemispherical photography* digunakan untuk memperoleh persentase tutupan kanopi mangrove dilapangan, empat foto yang diambil kemudian dianalisis menggunakan aplikasi *ImageJ* dan selanjutnya hasil persentase dihitung rata-ratanya. Analisis ini merupakan analisis berdasarkan gambar biner yang tujuannya memisahkan piksel tutupan kanopi dan langit, untuk kemudian piksel tutupan kanopi dapat diketahui persentasenya (Chianucci *et al.*, 2014). Persentase tutupan kanopi dihitung menggunakan persamaan (1):

$$P225 / \sum P \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: P225 merupakan jumlah piksel yang bernilai 225,  $\sum P$  merupakan jumlah total piksel dalam satu foto.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Pulau Dompok, Kota Tanjung Pinang, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia.

Figure 1. Research location in Dompok Island, Tanjung Pinang City, Province of Kepulauan Riau, Indonesia.

Hasil dari analisis *hemispherical photography* adalah persentase yang merepresentasikan kondisi tutupan mangrove di Pulau Dompok. Kriteria persentase tutupan kanopi merujuk Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang standar baku kerusakan hutan mangrove yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel-2B dan SPOT 4. Citra satelit Sentinel 2B diunduh pada laman *USGS science for a changing world* (<https://earthexplore.usgs.gov/>), sedangkan citra SPOT 4 diperoleh dari LAPAN. Data

citra satelit disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria persentase kondisi tutupan mangrove.

Table 1. Criteria for percentage of mangrove cover condition.

Criteria		Percentage cover %
Good	Dense	>75%
	Medium	50-75%
Bad	Rarely	<50%

Source: Minister of Environment Decree No. 201 of 2004.

Tabel 2. Spesifikasi data citra satelit.  
 Table 2. Satellite image data specifications.

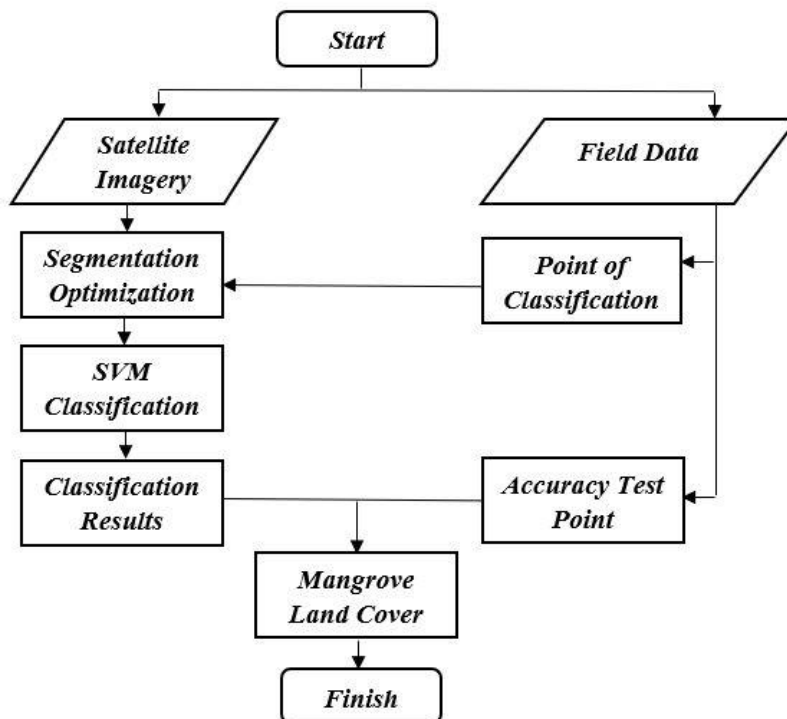
<i>Satellite Image Type</i>	<i>Spatial Resolution</i>	<i>Acquisition Time</i>	<i>Path and Row</i>
<i>Sentinel 2B</i>	10 m	20 October 2018	125 and 59
<i>SPOT 4</i>	10 m	21 June 2007	125 and 59

Source: <https://earthexplore.usgs.gov/> and LAPAN).

### 2.3. Analisis Data

Tahap pertama klasifikasi OBIA yaitu pembentukan segmentasi, yaitu menghasilkan segmen-segmen hasil dari pemisahan citra satelit berdasarkan kesamaan nilai spektral dan spasial (Stow *et al.*, 2008). Algoritma *multiresolution segmentation* digunakan dalam proses segmentasi ini, penggunaan aturan atau *rule set* parameter *scale*, *shape* dan *compactness* tidak punya ketetapan pasti atau baku, sehingga proses uji coba pengulangan ditentukan oleh pengguna sendiri hingga mendapatkan hasil terbaik yang diharapkan. Berikut ini disajikan pada Gambar 2 tahapan proses dalam klasifikasi OBIA.

Algoritma klasifikasi SVM digunakan untuk memperoleh kelas hasil klasifikasi, kelas yang dibentuk adalah kelas berdasarkan lokasi penelitian yaitu badan air, jalan, lahan terbuka, mangrove, pemukiman dan vegetasi. Menurut Zhu & Blumberg (2002) sistem kerja SVM yaitu mencari *hyperplane* terbaik pada dua data atau lebih yang memanfaatkan data pada titik pemisah (*super vector*) bahkan dengan jumlah data yang terbatas. Penentuan *hyperplane* pemisah terbaik antara kedua kelas data yaitu dengan cara mengukur margin *hyperplane* untuk mencari titik maksimal. Margin merupakan jarak antara *hyperplane* dengan *pattern* terdekat dari setiap kelas. *Pattern* yang paling dekat



Gambar 2. Diagram alir analisis data menggunakan metode klasifikasi OBIA.  
 Figure 2. Flowchart of data analysis using the OBIA classification method.

dengan garis *hyperplane* disebut sebagai *support vector* (Nugroho *et al.*, 2003). Formula algoritma *support vector machine* dapat ditulis sebagai berikut (Tzotzos, 2006):

$$f(x) = \sum_{i \in S} \lambda_i y_i K(x_i, x) + w_0 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: *K* merupakan fungsi kernel, *y<sub>i</sub>* dan *x<sub>i</sub>* mewakili sampel pelatihan, *λ<sub>i</sub>* merupakan pengganda *Lagrange*, *S* bagian dari sampel pelatihan yang sesuai dengan pengganda *Lagrange non-zero*, dan *w<sub>0</sub>* adalah parameter *hyperplane*.

NDVI merupakan citra hasil transformasi yang digunakan untuk mengetahui kerapatan kanopi suatu vegetasi. Rasio band yang digunakan adalah band inframerah dekat dan band merah, nilai NDVI berkisar -1 sampai +1, vegetasi yang sehat memiliki nilai NDVI yang tinggi begitu juga sebaliknya. Nilai negatif merepresentasikan objek air, nilai yang mendekati +1 merupakan objek vegetasi (Pujiono *et al.*, 2013). persamaan NDVI dapat ditulis sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(\text{Inframerah dekat} - \text{merah})}{(\text{inframerah dekat} + \text{merah})} \dots\dots\dots(3)$$

Citra hasil klasifikasi selanjutnya akan dilakukan uji akurasi, hal ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan hasil dari klasifikasi yang telah dilakukan. Jumlah sampel yang diambil untuk uji akurasi sebanyak 181 titik. Pada umumnya uji akurasi dilakukan menggunakan suatu metode yang disebut *confusion matrix*, sistem kerjanya yaitu dengan membandingkan hasil klasifikasi dengan data hasil pengamatan di lapangan. Uji akurasi mengacu pada Congalton & Green (2009) yang terdiri dari *overall accuracy*, *producer accuracy* dan *user accuracy*. Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$Producer\ accuracy = \frac{X_{kk}}{X_{k+}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$$User\ accuracy = \frac{X_{kk}}{X_{+k}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

$$Overall\ accuracy = \frac{\sum X_{kk}}{N} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Kappa statistik merupakan sebuah perhitungan yang digunakan untuk mengevaluasi akurasi dari tutupan lahan yang dihasilkan oleh matriks kesalahan dengan persamaan berikut (Congalton & Green, 2009) :

$$Kappa\ accuracy = \frac{N \sum_k^r X_{kk} - \sum_k^r X_{k+} X_{+k}}{N^2 - \sum_k^r X_{k+} X_{+k}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan: *X<sub>kk</sub>* nilai terklasifikasi secara tepat, *X<sub>k+</sub>* nilai total kolom setiap kelas, *X<sub>+k</sub>* nilai total baris setiap kelas,  $\sum X_{kk}$  jumlah nilai yang terklasifikasi secara tepat, *N* banyaknya total data yang diperoleh,  $\sum_k^r X_{k+} X_{+k}$  setiap jumlah total x jumlah kolom.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Dompak merupakan pulau yang dijadikan sebagai pusat pemerintahan Provinsi Kepulauan Riau sejak tahun 2007, pembangunan yang cukup pesat di pulau ini menyebabkan terjadinya konversi lahan termasuk lahan mangrove yang dijadikan untuk daerah perkantoran, perumahan masyarakat, pembangunan jalan dan infrastruktur pendukung lainnya. Hasil pengamatan di lapangan ditemukan 14 jenis spesies mangrove yaitu *Acanthus ilicifolius*, *Avicennia lanata*, *Bruguiera cylindrical*, *B. gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera littorea*, *L. racemosa*, *Nypa fruticans*, *Pandanus tectorius*, *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Scaevola taccada*, *Scyphiphora hydrophyllacea* dan *Xylocarpus granatum*.

Hasil analisis *hemispherical photography* yang diambil pada 36 transek (titik sampel) menunjukkan bahwa kondisi hutan mangrove di Pulau Dompak

Tabel 3. Persentaseutupan kanopi transek 10 x 10 m pada Citra Sentinel 2B.  
 Table 3. Percentage of transect canopy cover 10 x 10 m in Sentinel 2B Imagery.

<i>Transect</i>	<i>Criteria (%)</i>	<i>Transect</i>	<i>Criteria (%)</i>	<i>Transect</i>	<i>Criteria (%)</i>
1	84.77	13	49.59	25	88.3
2	88	14	85.43	26	86.81
3	86.79	15	42.98	27	89.72
4	82.11	16	83.6	28	87.83
5	92.72	17	88.68	29	87.5
6	95.16	18	84.26	30	38.49
7	94.75	19	89.91	31	87.89
8	95.12	20	85.75	32	85.1
9	93.26	21	78.73	33	86.76
10	92.55	22	89.7	34	28.53
11	43.11	23	89.54	35	91.02
12	46.76	24	90.13	36	90.31

*Information: percentage <50% (rare), persentase >75% (dense).*

dikategorikan jarang dan lebat dengan dominansi kategori lebat. Hasil rata-rata persentaseutupan kanopi mangrove dapat dilihat pada Tabel 3.

### 3.1. Segmentasi Citra Satelit

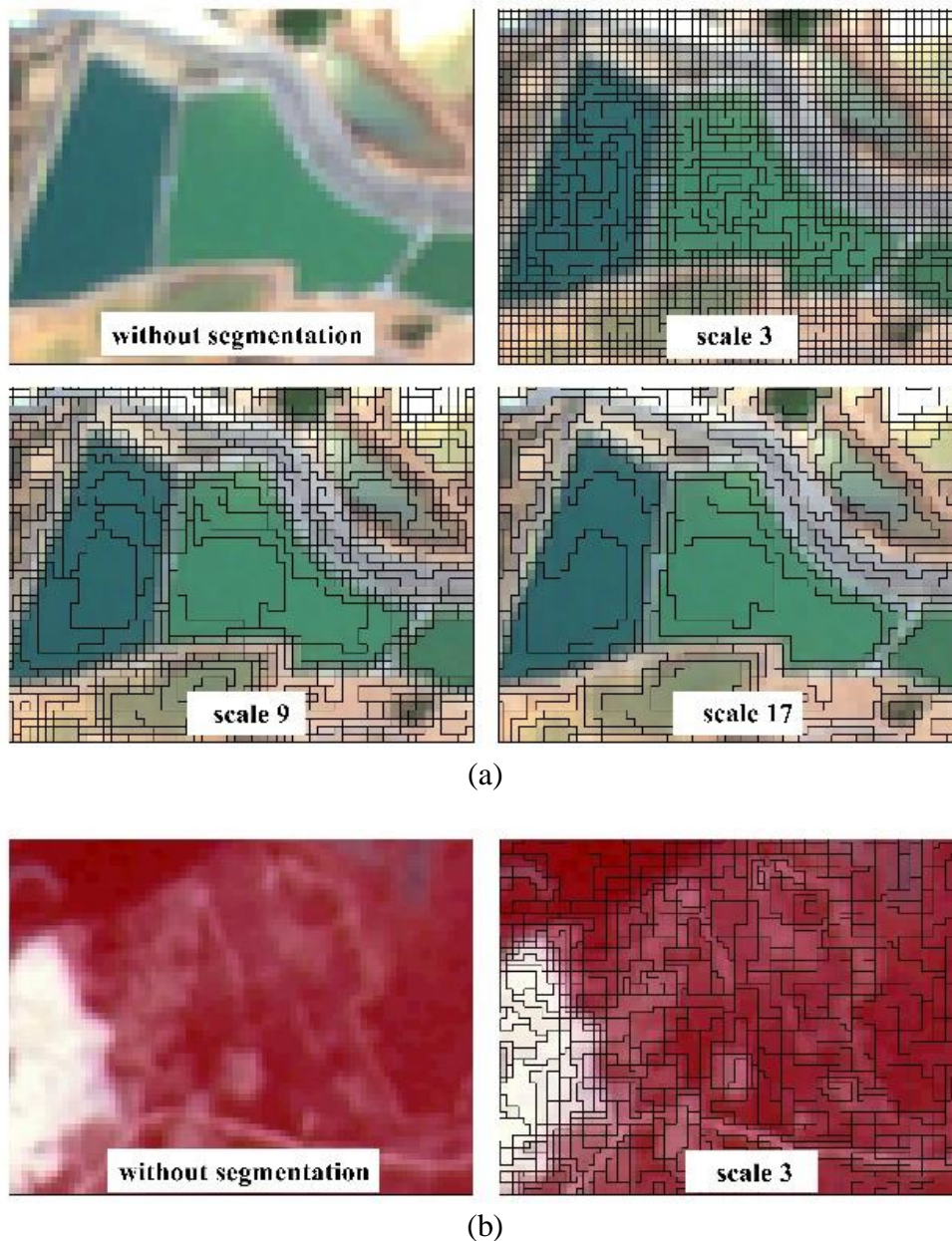
Proses segmentasi tidak ada aturan pasti terkait input parameternya, sehingga pengguna harus melakukan optimasi skala untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Optimasi skala segmentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 dan 17 dengan nilai *shape* dan *compactness* 0,1 dan 0,5 secara berurutan. Nilai akurasi yang diperoleh dari tiap segmentasi yang digunakan secara berurutan didapatkan hasil sebagai berikut 89%, 88,4%, 87,3%, 87,8%, 86,2%, 88,4%, 88,4% dan 85,1%.

Skala segmentasi sangat berpengaruh terhadap bentuk segmen yang akan dihasilkan, semakin besar nilai skala misalnya 17 akan menghasilkan segmen yang besar dan homogenitasnya tinggi. Begitupun sebaliknya, jika skala segmentasi kecil misalnya 3 maka akan menghasilkan bentuk segmen yang kecil pula dan cenderung heterogen. Proses pemahaman pengaruh skala segmentasi terhadap segmen yang terbentuk, berikut ditampilkan hasil

pembentukan segmen dengan skala 3, 9 dan 17 pada citra Sentinel 2B dan skala 3 pada citra SPOT 4 yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Skala segmentasi juga memengaruhi jumlah segmen yang akan dihasilkan (Gambar 4), semakin kecil skala misalnya 3 akan menghasilkan jumlah segmen sebanyak 126777 dan sebaliknya jika skala semakin besar misalnya 17 akan menghasilkan jumlah segmen yang lebih sedikit yaitu 11154. Rosmasita *et al.* (2018) pada penelitiannya mendapatkan hal yang serupa pada skala segmentasi yang kecil, jumlah segmentasi akan lebih banyak dan sebaliknya pada skala segmentasi besar, jumlah segmentasi lebih sedikit. Optimasi skala segmentasi selama pengolahan data akan menghasilkan akurasi terbaik, akurasi terbaik yang diperoleh yaitu pada skala 3 dengan *overall* akurasi 89%, dengan nilai *shape* dan *compactness* 0,1 dan 0,5 secara berurutan. Nilai akurasi yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi secara mutlak oleh skala segmentasi tetapi juga dipengaruhi oleh resolusi spasial dan spektral citra, jumlah kelas objek, sampel objek segmentasi, dan algoritma yang digunakan (Wahidin *et al.*, 2015). Hubungan antara skala dan jumlah segmen yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.





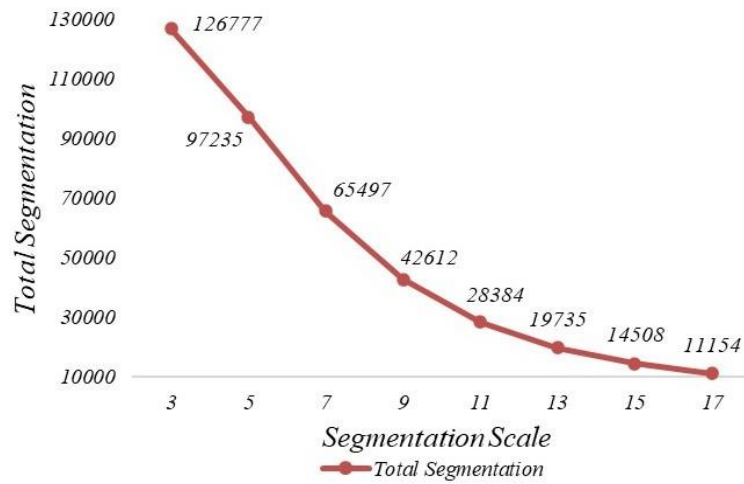
Gambar 3. Hasil segmentasi dengan skala berbeda pada citra (a) Sentinel 2B (b) SPOT 4.  
 Figure 3. The results of segmentation with different scales on the image (a) Sentinel 2B (b) SPOT 4.

### 3.2. Hasil Klasifikasi Citra

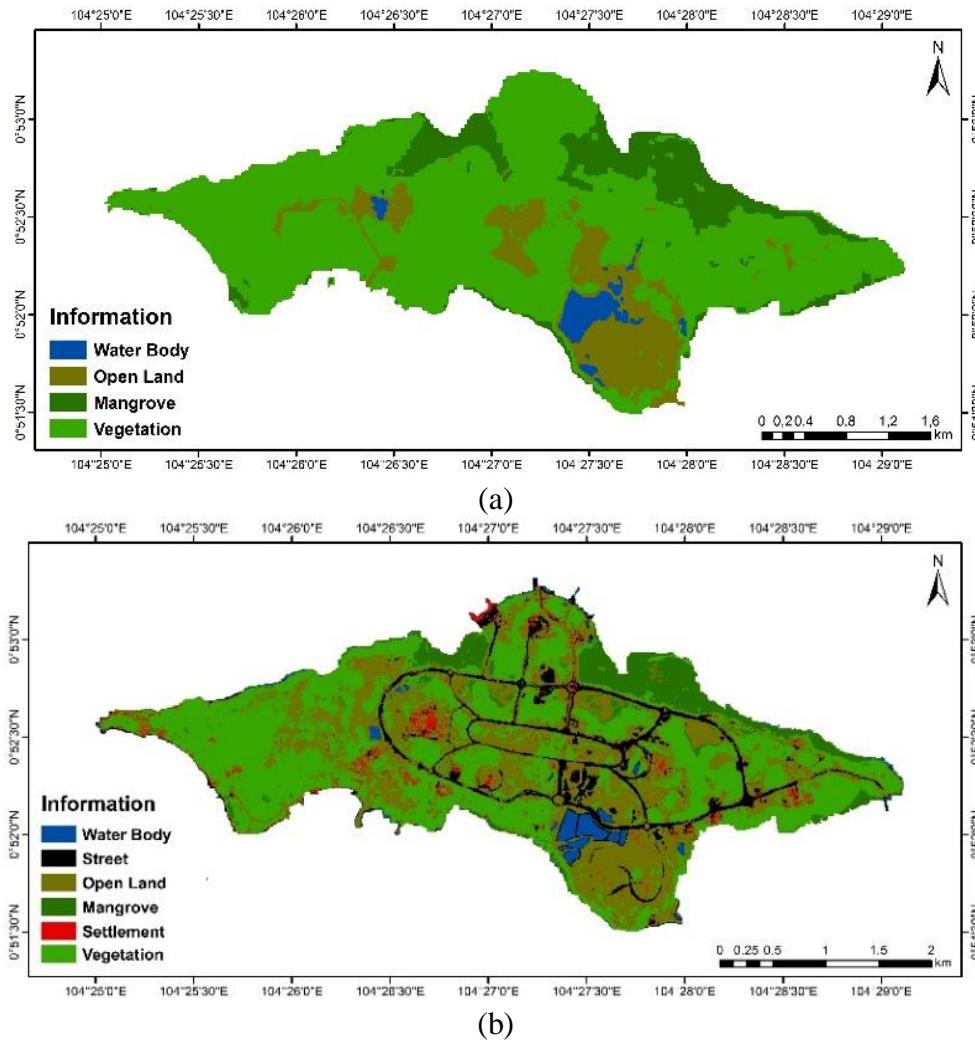
Klasifikasi OBIA cukup efektif digunakan dalam penelitian ini untuk memetakan tutupan lahan dan sebaran mangrove, teknik ini merupakan pendekatan alternatif lain yang dikembangkan dengan konsep berbasis objek dan tidak hanya berdasarkan nilai piksel melainkan juga nilai skala, bentuk dan kekompakkan. Blaschke

(2010) menyatakan bahwa objek atau segmentasi pada citra merupakan sekumpulan beberapa piksel dengan nilai spektral dan spasial yang sama. Pendekatan hasil klasifikasi OBIA yang didapatkan menunjukkan objek mangrove dapat dipetakan dengan baik (Gambar 5). Selain itu tingginya nilai pada keseluruhan akurasi yang dihasilkan (Tabel 4) mengindikasikan





Gambar 4. Pengaruh skala dan total segmen.  
 Figure 4. Effect of scale and total of segments.



Gambar 5. Hasil klasifikasi citra (a) SPOT 4 2007 (b) Sentinel 2B 2018.  
 Figure 5. Image classification results (a) SPOT 4 2007 (b) Sentinel 2B 2018.

bahwa pendekatan klasifikasi OBIA sangat baik untuk dijadikan sebagai alternatif dalam memetakan mangrove dan tutupan lahan yang ada di sekitarnya. Kendati demikian, masih ditemukan kesalahan dalam pemisahan kelas mangrove terhadap kelas lainnya. Menurut Conchedda *et al.* (2008) ada beberapa kemungkinan penyebab masih terdapatnya kesalahan dalam pemisahan objek mangrove dengan objek lainnya, yaitu penutupan lahan yang berada di sekitar kawasan mangrove menempati kawasan morfologi yang sama. Hal ini menyebabkan sulit untuk membedakan kemiripan spektral saat pemilihan sampel objek untuk membangun kelas yang spesifik. Hasil pendekatan klasifikasi OBIA dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5a citra SPOT 4 tahun 2007 diklasifikasikan menjadi 5 kelas yaitu badan air, lahan terbuka, mangrove, vegetasi dan laut, berbeda dengan citra Sentinel 2B tahun 2018 Gambar 5b yang dikelaskan menjadi 7 kelas yaitu badan air, jalan, lahan terbuka, mangrove, pemukiman, vegetasi, dan laut, hal ini dikarenakan pada citra SPOT 4 tahun 2007 tidak ditemukannya kelas jalan dan pemukiman. Klasifikasi OBIA dengan menerapkan algoritma SVM menunjukkan hasil yang sesuai dengan kondisi asli baik di citra maupun di lapangan, hal ini dikarenakan algoritma SVM dapat menghasilkan akurasi yang baik dengan kemampuannya mengurangi kesalahan dalam klasifikasi citra (Cao *et al.*, 2018), kemampuan SVM untuk mencari titik maksimal dan garis pemisah *hyperplane* terbaik inilah yang menyebabkan hasil klasifikasi dan akurasi yang didapatkan baik. Shafri *et al.* (2009) melakukan penelitian dengan algoritma SVM mendapatkan akurasi sebesar 73%, penelitian lainnya Cao *et al.* (2018) mendapatkan akurasi sebesar 89,55%

Selain penerapan klasifikasi OBIA dan algoritma SVM, jumlah kelas juga memengaruhi nilai akurasi. Dwiputra *et al.* (2016) mendapatkan hasil akurasi 4 kelas sebesar 87,27%, 7 kelas 79,80% dan 10 kelas

sebesar 73,34%. Penggunaan citra satelit Sentinel 2B dalam penelitian ini dengan resolusi 10 x 10 m juga memberikan pengaruh terhadap hasil akurasi, Mallinis *et al.* (2018) mendapatkan hasil akurasi citra Sentinel 2B lebih baik dari citra Landsat yaitu sebesar 73,33% sedangkan citra Landsat hanya 71,11%. Hasil uji akurasi klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Uji akurasi menunjukkan hasil yang memuaskan, nilai akurasi keseluruhan (OA) yaitu 89% dan nilai statistik Kappa 0,86 (Tabel 4). Hasil akurasi yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya, seperti Alimudi *et al.* (2017) memetakan mangrove menggunakan pendekatan klasifikasi OBIA pada citra Landsat dengan mendapatkan akurasi keseluruhan sebesar 88%. Hasil yang diperoleh terlihat jelas bahwa pemetaan mangrove menggunakan teknik klasifikasi berbasis objek (OBIA) merupakan salah satu alternatif yang menjanjikan.

### 3.3. Indeks Vegetasi NDVI

Citra transformasi NDVI menghasilkan citra baru yang berisi informasi terkait tingkat kerapatan kanopi mangrove. Rentang nilai NDVI yang diperoleh adalah -0.550413 sampai 0.772189, selanjutnya rentang nilai tersebut dilakukan pengkelasan untuk mendapatkan batas nilai objek badan air, non vegetasi dan vegetasi. Pengkelasan dilakukan berdasarkan data lapangan dan visualisasi citra RGB *true color*.

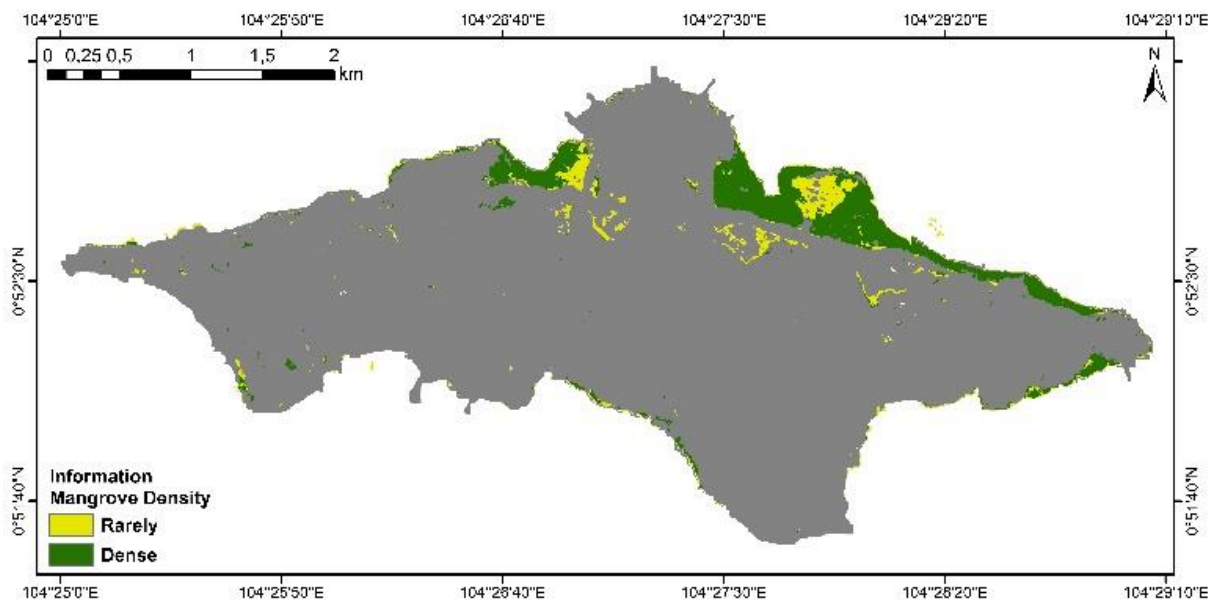
Kelas vegetasi selanjutnya dilakukan pengkelasan kembali untuk mengetahui batas nilai NDVI vegetasi jarang dan lebat. Pengkelasan dilakukan berdasarkan data (*hemispherical photography*). Rentang nilai NDVI (-0,550 - -0,099) merupakan objek air dan (-0,099 - 0,305) merupakan objek lahan terbuka atau non vegetasi sedangkan nilai di atas (>0,305) adalah objek vegetasi. Perbedaan nilai ini disebabkan karena setiap objek tersebut memiliki nilai spektral (NDVI) yang berbeda. Rentang nilai NDVI yang diperoleh disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil pengujian akurasi klasifikasi citra Sentinel 2B.

Table 4. The results of the Sentinel 2B image classification accuracy test results.

Classification	Reference data						Total	UA (%)	
	BA	J	LT	M	P	V			
BA	8						8	100	
J		17	2		1		20	85	
LT		5	32		8		45	71.11	
M				36		2	38	94.74	
P			1		20		21	95.24	
V				1		48	49	97.96	
Total	8	22	35	37	29	50	181		
PA (%)	100	77.27	91.43	97.30	68.97	96.00			
OA = 89%		Kappa = 0.86							

Information: BA (Water Body), J (Street), LT (Open Land), M (Mangrove), P (Settlements), V (Vegetation), PA (Producer Accuracy), UA (User Accuracy), OA (Overall Accuracy).



Gambar 6. Peta kerapatan kanopi mangrove Pulau Dompak.

Figure 6. Dompak Island mangrove canopy density map.

Tabel 5. Rentang nilai NDVI di Pulau Dompak.

Table 5. NDVI value range in Dompak Island.

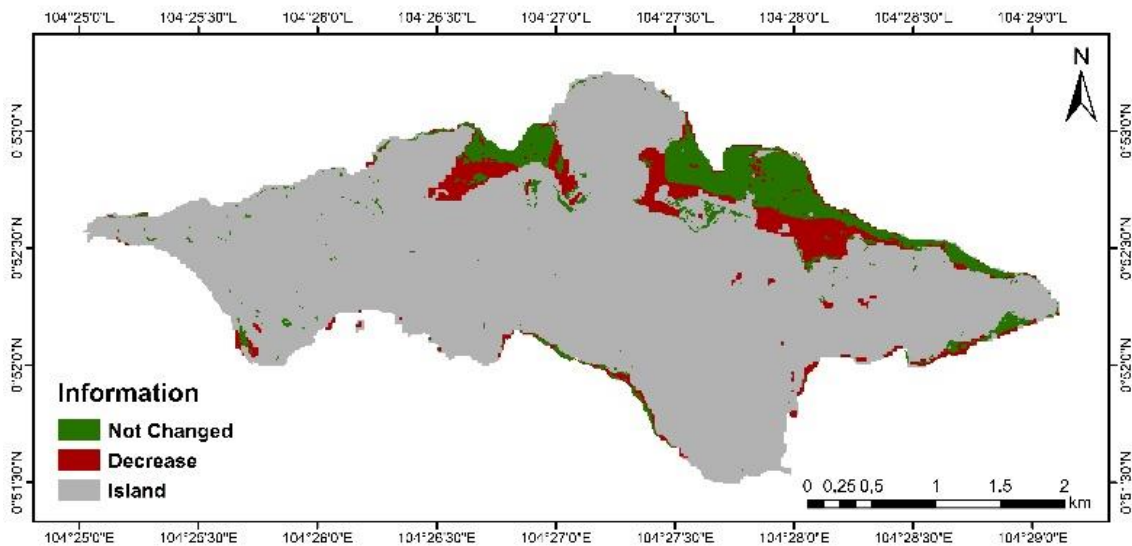
Class	NDVI value range
Water body	-0.550-(-0.099)
Non vegetation	-0.099-0.305
Rarely vegetation	0.305-0.521
Dense vegetation	0.521-0.772

Hasil transformasi citra NDVI merepresentasikan kerapatan kanopi vegetasi secara umum, untuk memperoleh kerapatan kanopi vegetasi mangrove secara spesifik dilakukan tumpang susun (*overlay*) antara citra NDVI dengan hasil klasifikasi citra yang memiliki akurasi terbaik. Hasil tumpang susun (*overlay*) akan menghasilkan citra NDVI dengan 2 kelas kerapatan kanopi, yaitu kerapatan jarang dan lebat. Peta

Tabel 6. Perubahan tutupan lahan Pulau Dompok 2007-2018.  
 Table 6. Changes in Dompok Island land cover 2007-2018.

No	Land cover	Land cover area in 2007 (ha)	Land cover area in 2018 (ha)	Area of land cover change (ha)	Information
1.	Water body	25.71	23.11	-2.6	Turned into open land
2.	Open land	146.66	340.09	193.43	Turned into open land
3.	Mangrove	136.31	89.7	-46.61	Turned into open land and Street
4.	Vegetation	750.35	493.16	-257.19	Turned into open land, Street and Settlements
5.	Settlements	0	34.36	34.36	Development in 2007
6.	Street	0	82.78	82.78	Development in 2007

Information: (-): Decrease (+): Increase.



Gambar 7. Perubahan luas dan sebaran mangrove tahun 2007-2018.  
 Figure 7. Changes in the area and distribution of mangrove in 2007-2018.

kerapatan kanopi mangrove Pulau Dompok disajikan pada Gambar 6.

### 3.4. Perubahan Luasan dan Sebaran Mangrove

Berdasarkan analisis perubahan tutupan lahan diketahui telah terjadi perubahan penutupan lahan sejak tahun 2007 sampai 2018 (Tabel 6), diantaranya terjadi penurunan lahan mangrove, badan air dan vegetasi diikuti dengan meningkatnya lahan terbuka, pembangunan jalan dan pemukiman. Lahan mangrove mengalami penurunan dari

136,31 ha menjadi 89,7 ha, badan air turun dari 25,71 ha menjadi 23,11 ha dan lahan vegetasi turun dari 750,35 ha menjadi 493,16 ha sedangkan lahan terbuka mengalami peningkatan dari 146,66 ha menjadi 340,09 ha. Pembangunan jalan dan pemukiman sejak tahun 2007 mengakibatkan terjadinya penambahan penutupan lahan jalan dan pemukiman dengan luas masing-masing 82,78 ha dan 34,36 ha secara berurutan.

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa badan air mengalami penurunan sebesar 2,6 ha, lahan terbuka mengalami peningkatan

sebesar 193,43 ha, luas hutan mangrove mengalami penurunan luas sebesar 46,61 ha, vegetasi mengalami penurunan luas sebesar 257,19 ha. Berdasarkan analisis data dan pengamatan lapangan, luas hutan mangrove mengalami penurunan sebesar 34,19% atau sekitar 46,61 ha yang disebabkan oleh konversi lahan (kawasan perkantoran, perumahan masyarakat, pembangunan jalan dan infrastruktur pendukung) dan penebangan. Perubahan luasan dan sebaran mangrove dapat dilihat pada Gambar 7.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perubahan tutupan lahan mangrove dengan pendekatan metode OBIA, luas mangrove Pulau Dompok dari tahun 2007 sampai 2018 mengalami penurunan sebesar 34,19% atau sekitar 46,61 ha. Berdasarkan pengamatan di lapangan, hutan mangrove di lokasi penelitian dikonversi menjadi kawasan perkantoran, perumahan masyarakat, pembangunan jalan dan infrastruktur pendukung.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN Jakarta yang telah mengizinkan untuk menggunakan data citra SPOT 4 tahun 2007, serta teman-teman yang telah ikut membantu pengambilan data lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada reviewer yang telah memberikan masukan untuk meningkatkan kualitas paper ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

Abd-El Monsef, H. & S.E. Smith. 2017. A new approach for estimating mangrove canopy cover using Landsat 8 imagery. *Comput. Electron. Agr.*, 135: 183–194.  
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.02.007>

- Alongi, D.M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environ. Conserv.*, 29(3): 331-349.  
<https://doi.org/10.1017/S0376892902000231>
- Ahmad, S. 2009. Recreational values of mangrove forest in Larut Matang, Perak. *J. Trop. For. Sci.*, 21(2): 81-87.  
<https://www.jstor.org/stable/23616638>
- Alimudi, S., S.B. Susilo, & J.P. Panjaitan. 2017. Deteksi perubahan luasan mangrove menggunakan citra Landsat berdasarkan metode OBIA di Teluk Valentine Pulau Buano Seram bagian barat. *J. Teknol. Perikanan Kelautan*, 8(1): 139-146.  
<https://doi.org/10.24319/jtpk.8.139-146>
- Barati, S., B. Rayegani, M. Saati, A. Sharifi, & M. Nasri. 2011. Comparison the accuracies of different spectral indices for estimation of vegetation cover fraction in sparse vegetated areas. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.*, 14: 49–56.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2011.06.001>
- Blaschke, T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS. J. Photogramm.*, 65: 2-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
- Blaschke, T., G.J. Hay, M. Kelly, S. Lang, P. Hofmann, E. Addink, R.Q. Feitosa, F. van der Meer, H. van der Werff, F. van Coillie, *et al.* 2014. Geographic object-based image analysis-towards a new paradigm. *ISPRS. J. Photogramm.*, 87: 180-191.  
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.014>
- Cannicci, S., D. Burrows, S. Fratini, T.J. Smith III, J. Offenbergh, & F. Dahdouh-Guebas. 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove



- forests: A review. *Aquat. Bot.*, 89: 186-200.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.01.009>
- Cao, J., W. Leng, K. Liu K, L. Liu, Z. He, & Y. Zhu. 2018. Object-Based mangrove species classification using unmanned aerial vehicle hyperspectral images and digital surface models. *Remote Sens*, 10(89): 1–20.  
<https://doi.org/10.3390/rs10010089>
- Carrasquilla-Henao, M., H.A.G. Ocampo, A.L. Gonzalez, & G.R. Quiroz. 2013. Mangrove forest and artisanal fishery in the southern part of the Gulf of California, Mexico. *Ocean Coast. Manage*, 83: 75-80.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.02.019>
- Conchedda, G., D. Lauren, & M. Phillepe. 2008. An object-based method for mapping and change analysis in mangrove ecosystem. *ISPRS. J. Photogramm*, 63: 578-589.  
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2008.04.002>
- Chianucci, F., U. Chiavetta, & A. Cutini. 2014. The estimation of canopy attributes from digital cover photography by two different image analysis methods. *iForest*, 7: 255–259.  
<https://doi.org/10.3832/ifor0939-007>
- Congalton, R.G. & K. Green. 2009. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press. Boca Raton. 183 p.
- Datta, D., R.N. Chattopadhyay, & P. Guha. 2012. Community based mangrove management: A review on status and sustainability. *J. Environ. Manage.*, 107: 84-95.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.013>
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Andi Offset. Yogyakarta. 398 hlm.
- Donato, D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham, & M. Kanninen. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nat. Geosci.*, 4: 293-297.  
<https://doi.org/10.1038/ngeo1123>
- Dwiputra, A.J., R. Suharyadi, & P. Danoedoro. 2016. Pengaruh jumlah kelas dan skema klasifikasi terhadap akurasi informasi penggunaan lahan hasil klasifikasi berbasis objek dengan teknik support vector machine di sebagian Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia*, 30(2): 120–133.  
<https://doi.org/10.22146/mgi.15632>
- Fajri, P. Subardjo, & R. Pribadi. 2012. Studi perubahan luasan vegetasi mangrove menggunakan citra Landsat TM dan Landsat 7 ETM+ tahun 1998–2010 di pesisir kabupaten Mimika Papua. *J. Mar. Res.*, 1(1): 146-145.  
<https://doi.org/10.14710/jmr.v1i1.2002>
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. The World's Mangrove 1980-2005. FAO. Rome. FAO. 89 p.
- Field, C.D. 1995. Impact of expected climate change on mangroves. In: Wong, Y.S. & N.F.Y. Tam. (ed.). Asia Pacific Symposium on Mangrove Ecosystems. Springer. Kowloon, 75-81 pp. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-0289-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-011-0289-6_10)
- Firmansyah, S., J.L. Gaol, & S.B. Susilo. 2019. Perbandingan klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk pemetaan mangrove berbasis objek menggunakan citra satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *J. Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 9(3): 746-757.  
<https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.746-757>

- Gilman, E.L., J. Ellison, V. Jungblut, H. van Lavieren, L. Wilson, F. Areki, G. Brighthouse, J. Bungitak, E. Dus, M. Henry, *et al.* 2006. Adapting to Pacific Island mangrove responses to sea level rise and climate change. *Clim. Res.*, 32: 161-176.  
<https://doi.org/10.3354/cr032161>
- Giri, C., B. Pengra, Z. Zhu, A. Singh, & 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: 91-100.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.12.019>
- Giri, C., E. Ochieng, L.L. Tieszen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek, & N. Duke. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecol. Biogeogr.*, 20: 154-159.  
<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Hastiana, Y., F. Sjarkowi, D.D.A. Putranto, & R. Ridho. 2010. Analisis perubahan kawasan mangrove berdasarkan interpretasi data spasial di Tn. Sembilang, Pantai Timur Sumatera, Banyuasin, Sumsel. *Eksakta*, 11(2): 53-62.  
<https://journal.uui.ac.id/Eksakta/article/view/2392>
- Hendrawan, J.L. Gaol, & S.B. Susilo. 2018. Studi kerapatan dan perubahan tutupan mangrove menggunakan citra satelit di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1): 99-110.  
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.18595>
- Heumann, B.W. 2011. Satellite remote sensing of mangrove forests: recent advances and future opportunities. *Progress in Physical Geography*, 35(1): 87-108.  
<https://doi.org/10.1177/0309133310385371>
- Jhonnerie, R., V.P. Siregar, B. Nababan, L.B. Prasetyo, & S. Wouthuyzen. 2014. Deteksi perubahan tutupan mangrove menggunakan citra Landsat berdasarkan klasifikasi hibrida di Sungai Kembung Pulau Bengkalis Provinsi Riau. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2): 491-506.  
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v6i2>
- Karyono, A., R. Pribadi, & M. Helmi. 2013. Analisis perubahan luas mangrove berdasarkan citra satelit IKONOS tahun 2004 dan 2010 di kecamatan Mlonggo, Tahunan dan Kedung Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *J. Mar. Res.*, 2(3): 129-137.  
<https://doi.org/10.14710/jmr.v2i3.3141>
- Kuenzer, C., A. Bluemel, S. Gebhardt, T. Vo Quoc, & S. Dech. 2011. Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. *Remote Sens.*, 3: 878-928.  
<https://doi.org/10.3390/rs3050878>
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). 2014. Panduan monitoring status ekosistem mangrove. PT. Sarana Komunikasi Utama. Jakarta. 35 hlm.
- Liu, D. & F. Xia. 2010. Assessing object-based classification: advantages and limitations. *Remote Sens. Lett*, 1(4): 187-194.  
<https://doi.org/10.1080/01431161003743173>
- Madanguit, C.J.G., J.P.L. Onez, H.G. Tan, M.D. Villanueva, J.E. Ordaneza, R.M. Aurelio Jr., & A.U. Novero. 2017. Application of Support Vector Machine (SVM) and Quick Unbiased Efficient Statistical Tree (QUEST) algorithms on mangrove and agricultural resource mapping using LiDAR Data Sets. *Int. J. Appl. Environ. Sci.*, 12(10): 1821-1830.  
[https://www.ripublication.com/ijaes17/ijaesv12n10\\_06.pdf](https://www.ripublication.com/ijaes17/ijaesv12n10_06.pdf)

- Mallinis, G., I. Mitsopoulos, & I. Chrysafi. 2018. Evaluating and comparing Sentinel 2A and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) spectral indices for estimating fire severity in a Mediterranean pine ecosystem of Greece. *GISci. Remote Sens.*, 55(1): 1–18. <https://doi.org/10.1080/15481603.2017.1354803>
- Mazda, Y., M. Magi, H. Nanao, M. Kogo, T. Miyagi, N. Kanazawa, & D. Kobashi. 2002. Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forest. *Wetl. Ecol. Manag.*, 10: 1-9. <https://doi.org/10.1023/A:1014343017416>
- Myint, S.W., P. Gober, A. Brazel, S. Grossman-Clarke, & Q. Weng. 2011. Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sens. Environ.*, 115: 1145–1161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.12.017>
- Nagelkerken, I., S.J.M. Blaber, S. Bouillon, P. Green, M. Haywood, L.G. Kirton, J.O. Meynecke, J. Pawlik, H.M. Penrose, A. Sasekumar, *et al.* 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquat. Bot.*, 89: 155-185. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>
- Noor, Y.R., M. Khazali, & I.N.N. Suryadiputra. 2012. Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP. Bogor. 220 hlm.
- Nugroho, A.S., A.B. Witarto, & D. Handoko. 2003. Application of support vector machine in bioinformatics. *In: Proceeding Indonesia Scientific Meeting, Central Japan, Gifu*, 1–11 pp. <https://asnugroho.net/papers/ikcsvm.pdf>
- Ostling, J.L., D.R. Butler, & R.W. Dixon. 2009. The biogeomorphology of mangroves and their role in natural hazards mitigation. *Geogr. Compass*, 3(5): 1607-1624. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2009.00265.x>
- Pujiono, E., D.A. Kwak, W.K. Lee, Sulistyanto, S.R. Kim, J.Y. Lee, S.H. Lee, T. Park, & M.I. Kim. 2013. RGB-NDVI color composites for monitoring the change in mangrove area at the Maubesi Nature Reserve, Indonesia. *Forest Sci. Technol.*, 9(4): 171–179. <https://doi.org/10.1080/21580103.2013.842327>
- Rosmasita, V.P. Siregar & S.B. Agus. 2018. Klasifikasi mangrove berbasis objek dan piksel menggunakan citra Sentinel-2B di Sungai Liong, Bengkalis, Provinsi Riau. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3): 601-615. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.22182>
- Sarkar, S.K. & A.K. Bhattacharya. 2003. Conservation of biodiversity of the coastal resources of Sundarbans, Northeast India: an integrated approach through environmental education. *Mar. Pollut. Bul.*, 47: 260-264. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00475-7](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00475-7)
- Shafri, H.Z.M. & F.S.H. Ramie. 2009. A comparison of support vector machine and decision tree classifications using satellite data of Langkawi Island. *Inf. Technol. J.*, 8(1): 64–70. <https://doi.org/10.3923/itj.2009.64.70>
- Stow, D., Y. Hamada, L. Coulter, & Z. Anguelova. 2008. Monitoring shrubland habitat changes through object-based change identification with airborne multi-spectral imagery. *Remote Sens. Environ.*, 112: 1051-1061.

- <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.07.011>
- Thampanya, U., J.E. Vermaat, S. Sinsakul, & N. Panapitukkul. 2006. Coastal erosion and mangrove progradation of Southern Thailand. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 86(1): 75-85.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.01.011>
- Tzotzos, A. 2006. A support vector machine approach for object based image analysis. 2006. In: 1st International Conference on Object-based Image Analysis, OBIA, Salzburg, Austria, 4-5 Juli. 6 p.  
[https://www.isprs.org/proceedings/xxvii/4-C42/Papers/09\\_Automated%20classification%20Generic%20aspects/OBIA2006\\_Tzotsos.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/xxvii/4-C42/Papers/09_Automated%20classification%20Generic%20aspects/OBIA2006_Tzotsos.pdf)
- Wahidin, N., V.P. Siregar, B. Nababan, I. Jaya, & S. Wouthuyzend. 2015. Object-based image analysis for coral reef benthic habitat mapping with several classification algorithms. *Procedia Environmental Sciences*, 24: 222-227.  
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.029>
- Zhu, G. & D.G. Blumberg. 2002. Classification using ASTER data and SVM algorithms; The case study of Beer Sheva, Israel. *Remote Sens. Environ.*, 80: 233–240.  
[https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00305-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00305-4)

*Received : 21 October 2019*

*Reviewed : 20 November 2019*

*Accepted : 07 March 2021*

