



**ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN KERAPATAN HUTAN  
MANGROVE DI RESORT BAMA, TAMAN NASIONAL BALURAN  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT SPOT 4 DAN SPOT 6**

**SKRIPSI**

Oleh :

**ANDHIKA RAHMATULLAH LAKSMANA FUDLOLY  
145080601111064**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG  
2019**



**ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN KERAPATAN HUTAN  
MANGROVE DI RESORT BAMA, TAMAN NASIONAL BALURAN  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT SPOT 4 DAN SPOT 6**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan  
Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya

Oleh :

**ANDHIKA RAHMATULLAH LAKSMANA FUDLOLY**  
**145080601111064**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG  
2019**





**IDENTITAS TIM PENGUJI**

Judul : **ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN KERAPATAN HUTAN MANGROVE DI RESORT BAMA, TAMAN NASIONAL BALURAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SPOT 4 DAN SPOT 6**

Nama Mahasiswa : Andhika Rahmatullah Laksmana Fudloy

NIM : 145080601111064

Program Studi : Ilmu Kelautan

**PENGUJI PEMBIMBING**

Pembimbing I : M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc

Pembimbing II : Anang Dwi Purwanto, ST., M.Si

**PENGUJI BUKAN PEMBIMBING**

Dosen Penguji I : Nurin Hidayati, ST., M.Sc

Dosen Penguji II : M. Arif As'adi, S.Kel., M.Sc

Tanggal Ujian : 25 juni 2019



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang,

Mahasiswa,

Andhika Rahmatullah L.F.  
NIM.145080601111064

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak atas dukungan dan doa restunya, sehingga dalam penulisan laporan skripsi ini diberi kelancaran dan kemudahan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, karena Ridho dan Rahmat-Nya sehingga penulis bisa melakukan penelitian dan menyelesaikan laporan skripsi dengan lancar dan tepat waktu.
2. Kedua Orang tua dan Keluarga yang telah memberikan doa, motivasi dan dukungan moral selama melakukan penelitian dan penyusunan laporan Skripsi.
3. Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel.,M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan pengarahan, bimbingan, serta ilmu selama penelitian skripsi ini.
4. Bapak Anang Dwi Purwanto, ST., M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan pengarahan, bimbingan, serta ilmu selama penelitian skripsi ini.
5. Para staf dari pusat pemanfaatan penginderaan jauh LAPAN yang telah menerima dan membimbing dalam melakukan pengolahan data skripsi ini.
6. Balai Taman Nasional Baluran yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk melaksanakan penelitian di Resort Bama sehingga dapat mempelajari ilmu baru melalui pelaksanaan penelitian skripsi.
7. Aal, Cempaka, Arif (Acong), Geri, Irwantor (Pace), dll yang telah membantu dalam survey ke lapang dan memberikan arahan serta masukan dalam penelitian ini.
8. Seluruh teman-teman nongkrong dan seperjuangan yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk meyelesaikan skripsi ini
9. Seluruh Keluarga Besar Ilmu Kelautan terutama Angkatan 2014 (KRAKEN) yang turut membantu dan memberikan semangat kepada penulis untuk segera meyelesaikan Laporan Skripsi ini.

## RINGKASAN

**ANDHIKA RAHMATULLAH LAKSMANA FUDLOLY.** Analisis Perubahan Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran Menggunakan Citra Satelit SPOT 4 dan SPOT 6 (dibawah bimbingan **M. Arif Zainul Fuad, S.Kel.,M.Sc dan Anang Dwi Purwanto, ST., M.Si**).

Hutan mangrove merupakan salah satu sumber daya alam wilayah pesisir yang memiliki manfaat baik dari sisi ekologi maupun sosial ekonomi masyarakat pesisir. Mangrove berfungsi sebagai pencegah sedimentasi yang datang dari daerah daratan ke lautan, sebagai kawasan penyangga, dan melindungi garis pantai agar terhindar dari erosi atau abrasi. Kondisi luasan hutan mangrove di wilayah pesisir Taman Nasional Baluran terus mengalami perubahan. Pemetaan perubahan luasan dan kerapatan mangrove perlu dilakukan untuk mengetahui area mana saja yang membutuhkan perhatian untuk pelestarian mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan distribusi sebaran dan tingkat kerapatan mangrove dengan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2017 serta mengetahui nilai dari uji akurasi menggunakan citra satelit SPOT 6 dengan keadaan lapang.

Penelitian ini terdiri dari pengolahan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6, serta analisa perubahan luas sebaran dan kerapatan hutan mangrove pada tahun 2007 dan 2017 yang didukung oleh data hasil survei lapang (*ground check*). Tahapan pada pengolahan citra yaitu: pemotongan citra, pemulihan citra (koreksi geometrik dan koreksi radiometrik), penajaman citra, komposit citra, klasifikasi citra, analisis indeks vegetasi, dan pengkelasan kerapatan. Pengambilan data di lapang dilakukan dengan menggunakan transek kuadran berukuran 10m x 10m di 10 stasiun. Pada setiap stasiun yang telah ditentukan, diidentifikasi setiap jenis mangrove yang ada, jumlah individu setiap jenis dan lingkaran batang setiap pohon. Data-data tersebut kemudian dicatat dan diolah lebih lanjut untuk menentukan kerapatan jenis, serta melakukan pengecekan hasil interpretasi citra dengan keadaan di lapangan untuk dilakukan uji akurasi.

Distribusi sebaran hutan mangrove di Resort Bama Taman Nasional Baluran dari tahun 2007 ke 2017 mengalami penurunan sebesar 8,9 Ha, namun demikian kerapatan hutan mangrovenya mengalami peningkatan terlihat dari didominasi kelas kerapatan sedang dan kerapatan rapat pada tahun 2007 menjadi kelas kerapatan rapat saja yang mendominasi pada tahun 2017. Hasil hasil uji akurasi dengan perhitungan matriks kekeliruan (*matrix confusion*) didapatkan *overall accuracy* sebesar 88%. sedangkan akurasi kappa adalah 87,76%. Nilai akurasi tersebut memberikan ketelitian yang cukup tinggi karena memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS yang menyatakan ketelitian interpretasi lebih dari 85% sehingga hasil klasifikasi citra SPOT 6 dapat digunakan. Dari hasil pengamatan lapang terdapat 9 jenis mangrove yang di temukan di Resort Bama, Taman Nasional Baluran, yaitu : *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Lumnitzera racemosa*, *Excoecaria agallocha*, *Sonneratia alba*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Aegiceras corniculatum*.



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat ALLAH SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "**ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN KERAPATAN HUTAN MANGROVE DI RESORT BAMA, TAMAN NASIONAL BALURAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SPOT 4 DAN SPOT 6**" ini sesuai dengan harapan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Dibawah bimbingan:

1. M.A. Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc
2. Anang Dwi Purwanto, ST., M.Si

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi substansi maupun sistem penulisannya. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna memperbaiki penulisan ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bermanfaat pula bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 25 Juni 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat.....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Mangrove.....	4
2.1.1 Zonasi Mangrove.....	4
2.1.2 Manfaat Hutan Mangrove.....	6
2.1.3 Faktor Kerusakan Hutan Mangrove.....	6
2.2 Penginderaan Jauh.....	7
2.2.1 SPOT 4.....	8
2.2.2 SPOT 6.....	9
2.3 Indeks Vegetasi.....	10
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>12</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Pengolahan Data Citra Satelit SPOT 4 dan SPOT 6.....	15
3.3.2 Survey Lapang ( <i>Ground Check</i> ).....	18
3.3.3 Perhitungan Kerapatan Jenis.....	18
3.3.4 Uji Akurasi.....	20
3.3.5 Hubungan NDVI dan Kerapatan Mangrove.....	21
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>24</b>
4.1 Keadaan Lokasi Penelitian.....	24
4.2 Pengolahan Data Citra.....	24





## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Zonasi Mangrove .....	5
2. Manfaat Hutan Bakau Bagi Kehidupan .....	6
3. Skema Proses Penginderaan Jauh .....	8
4. Lokasi Penelitian .....	12
5. Alur Pengolahan Kerapatan Mangrove .....	14
6. Ukuran tiap petak pada transek kuadran .....	19
7. Distribusi Nilai Pikel; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi .....	26
8. Distribusi Nilai Pikel; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi .....	26
9. Koreksi Radiometrik SPOT-6; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi .....	27
10. Koreksi Radiometrik SPOT-4; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi .....	27
11. <i>Cropping</i> Citra; (a) SPOT-4, (b) SPOT-6 .....	28
12. Penajaman Citra SPOT-4; (a) Sebelum Penajaman, (b) Sesudah Penajaman .....	28
13. Penajaman Citra SPOT-6; (a) Sebelum Penajaman, (b) Sesudah Penajaman .....	29
14. Komposit Citra; (a) RGB 143 SPOT-4, (b) RGB 321 SPOT-6 .....	30
15. Hasil Klasifikasi; (a) SPOT-4, (b) SPOT-6 .....	30
16. Peta Sebaran Hutan Mangrove Tahun 2007 .....	32
17. Peta Sebaran Hutan Mangrove Tahun 2017 .....	33
18. Grafik Luasan Sebaran Hutan Mangrove Tahun 2007 dan 2017 .....	34
19. Peta Kerapatan Hutan Mangrove Tahun 2007 .....	35
20. Peta Kerapatan Hutan Mangrove Tahun 2017 .....	36
21. Grafik Perbandingan Kerapatan Hutan Mangrove Tahun 2007 dan Tahun 2017 .....	38
22. Jenis Mangrove Yang ditemukan Pada Lokasi Penelitian .....	44
23. Grafik Korelasi Linear Antara Kerapatan NDVI dan Kerapatan Transek .....	47



**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Band dan Panjang Gelombang SPOT 4.....	9
2. Spesifikasi Band dan Panjang Gelombang SPOT 6.....	9
3. Daftar Alat.....	13
4. Citra Satelit.....	13
5. Kriteria baku kerusakan mangrove.....	20
6. Tabel Perhitungan overall akurasi.....	20
7. Tingkat Korelasi.....	23
8. RMS Koreksi Geometrik Citra SPOT 4.....	25
9. Nilai NDVI.....	34
10. Luas Kerapatan Mangrove Tahun 2007.....	37
11. Luas Kerapatan Mangrove Tahun 2017.....	37
12. Titik Lokasi Sampel Uji Akurasi.....	39
13. Hasil Uji Akurasi antara Citra Satelit dan Data Lapang.....	40
14. Perbandingan Akurasi Overall dan Kappa dengan Penelitian Sejenis.....	41
15. Sebaran Mangrove dan Keadaan kerapatan Jenis Mangrove.....	42
16. Data Sebaran Nilai NDVI pada Citra dan Nilai Kerapatan Transek di Lapangan.....	46
17. Perbandingan Hubungan NDVI dengan Kerapatan Mangrove dari Penelitian Sejenis.....	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Survei Lapang Tanggal 23 – 25 Januari 2019.....	53
2. Dokumentasi Pengolahan Data Citra.....	56
3. Data Spesies dan Keliling Batang Mangrove Setiap Stasiun.....	58



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan salah satu sumber daya alam wilayah pesisir yang memiliki manfaat baik dari sisi ekologi maupun sosial ekonomi masyarakat pesisir. Mangrove berfungsi sebagai pencegah sedimentasi yang datang dari daerah daratan ke lautan, sebagai kawasan penyangga, dan melindungi garis pantai agar terhindar dari erosi atau abrasi. Keanekaragaman jenis flora dan fauna serta keunikan ekosistem mangrove dapat dilestarikan dan dikembangkan sebagai potensi wisata (*ecotourism*) (Sambah dan mahmudi, 2014). Mengingat pentingnya fungsi hutan mangrove untuk makhluk hidup maka perlu dilakukan pemetaan hutan mangrove sebagai upaya untuk mendukung kegiatan monitoring, inventarisasi dan konservasi mangrove dalam skala lokal maupun nasional.

Monitoring terkait kondisi ekosistem mangrove dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Salah satu perkembangan dari teknologi penginderaan jauh resolusi menengah dan tinggi saat ini adalah peluncuran satelit SPOT 4 dan SPOT 6. Satelit SPOT-4 diluncurkan pada 24 Maret 1998. Satelit SPOT-4 memiliki sensor HRVIR (*High-Resolution Visible and Infrared sensor*) yang terbagi 2 yaitu: kanal panchromatic dengan resolusi spasial 10 m, sedangkan kanal Multispektral dengan resolusi spasial 20 m (Suwargana, 2013). Satelit SPOT-6 diluncurkan pada 9 September 2012 di Pusat Antariksa Satish Dhawan, India. Resolusi spasial yang dimiliki yaitu 1,5 m kanal panchromatic dan 6 m kanal multispektral. Satelit SPOT 6 memiliki keunggulan kanal spektral warna biru yang dapat mempertegas batas tepi pantai, sedimentasi laut dan mendeteksi terumbu karang yang sulit dideteksi



oleh kanal multispektral lainnya. SPOT 6 merupakan generasi satelit mempunyai resolusi spasial tertinggi saat ini dari seri satelit SPOT (Wirandha *et al*, 2015).

Mangrove merupakan salah satu objek konservasi utama di kawasan Taman Nasional Baluran. Konservasi mangrove di kawasan Taman Nasional Baluran merupakan langkah untuk optimalisasi potensi dan pengelolaan wilayah pesisir agar kelestariannya tetap terjaga dengan baik. Luasan hutan mangrove di kawasan Taman Nasional Baluran mencapai 416,1 Ha dengan hutan mangrove yang tersebar di wilayah pesisirnya (Sudarmadji (2009) *dalam* Putrisari, 2017).

Kondisi luasan hutan mangrove di wilayah pesisir Taman Nasional Baluran terus mengalami perubahan. Pemetaan perubahan luasan dan kerapatan mangrove perlu dilakukan untuk mengetahui area mana saja yang membutuhkan perhatian untuk pelestarian mangrove. Penelitian tentang perubahan hutan mangrove di Taman Nasional Baluran telah dilakukan sebelumnya oleh Eris (2018) dengan menggunakan citra Landsat yang mendapatkan hasil dengan penurunan perubahan luas perubahan mangrove dari Resort Bama sampai Resort Perengan sebesar 9 Ha dalam periode 15 tahun dari tahun 2002 – tahun 2017, penurunan luas mangrove teridentifikasi disebabkan oleh tumpukan sampah di sekitar ekosistem mangrove dan faktor penyakit dikarenakan terlihat pada kondisi mangrove di beberapa area di wilayah Pantai Bama maupun di area utara perengan dimana banyak tumbuhan mangrove mati dengan kondisi batang yang patah dan berlubang.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat perubahan luasan dan kerapatan hutan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur.

Oleh karena itu dibutuhkan penggunaan teknologi penginderaan jauh resolusi menengah dan tinggi, yaitu: citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 yang diharapkan mampu mendeteksi perubahan luasan dan kerapatan hutan mangrove tersebut secara maksimal.



## 1.2 Rumusan Masalah

Melihat distribusi sebaran dan tingkat kerapatan hutan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur dengan melakukan monitoring menggunakan teknologi penginderaan jauh. Dalam menggunakan teknologi penginderaan jauh terkait mangrove sebagai objek, sudah banyak penelitian monitoring mangrove menggunakan citra landsat yang memiliki resolusi 30 m. Oleh karena itu dibutuhkan penggunaan teknologi penginderaan jauh dengan resolusi yang lebih tinggi, yaitu dengan menggunakan citra SPOT 4 dengan resolusi 20 m dan citra SPOT 6 dengan resolusi 6 m.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui;

1. Mengetahui perubahan distribusi sebaran dan tingkat kerapatan hutan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2017.
2. Mengetahui nilai akurasi pemetaan hutan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur yang di dapatkan dari citra sateli SPOT 6.

## 1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang tingkat perubahan luas dan kerapatan hutan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran.
2. Memberikan gambaran tentang kemampuan dari citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 dalam memetakan hutan mangrove.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

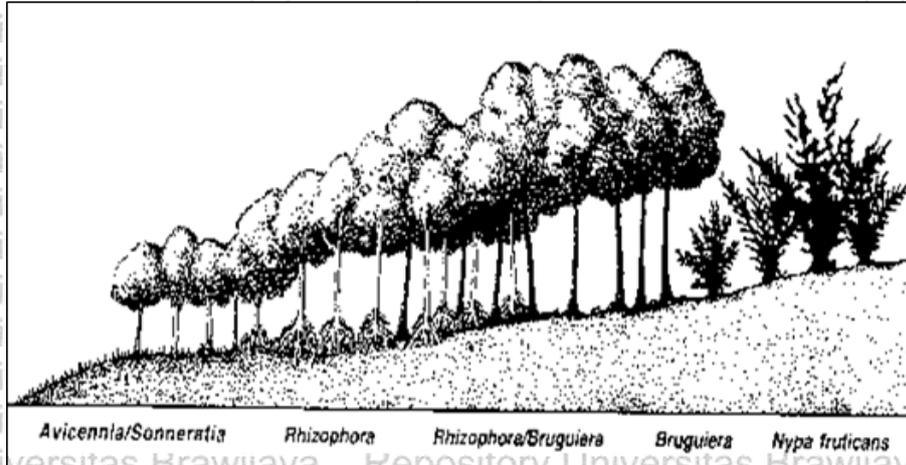
### 2.1 Mangrove

Mangrove merupakan kombinasi antara bahasa Portugis *mangue* dan bahasa Inggris *grove*. Mangrove digunakan baik untuk komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah jangkauan pasang surut maupun untuk individu-individu spesies tumbuhan yang menyusun komunitas tersebut. Sedangkan dalam bahasa Portugis kata *tnangrove* digunakan untuk menyatakan individu spesies tumbuhan, sedangkan kata *tnongn* untuk menyatakan komunitas tumbuhan mangrove tersebut (Macnae, 1968). Dengan demikian hutan mangrove adalah hutan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Kusmana, 1996).

Menurut Saenger *et al* (1983) mangrove merupakan tumbuhan yang sangat mempengaruhi area sekitarnya, seperti: (1). Satu atau lebih tumbuhan yang berasosiasi dengan tumbuhan khas mangrove, tetapi tumbuhan tersebut hidupnya tidak terbatas di daerah mangrove, (2). Biota darat dan laut yang berasosiasi dengan habitat mangrove; dan (3). Berbagai proses esensial yang berperan penting dalam memelihara kelestarian fungsi hutan mangrove.

#### 2.1.1 Zonasi Mangrove

Menurut Noor *et al* (1999), Vegetasi mangrove memiliki pola zonasi (Gambar 1) yang berkaitan dengan tipe tanah (lumpur, pasir atau gambut), keterbukaan (terhadap hampasan gelombang), salinitas serta pengaruh pasang surut.



**Gambar 1.** Zonasi Mangrove

Secara sederhana, mangrove umumnya tumbuh dalam 4 zona, yaitu (Noor *et al*, 1999):

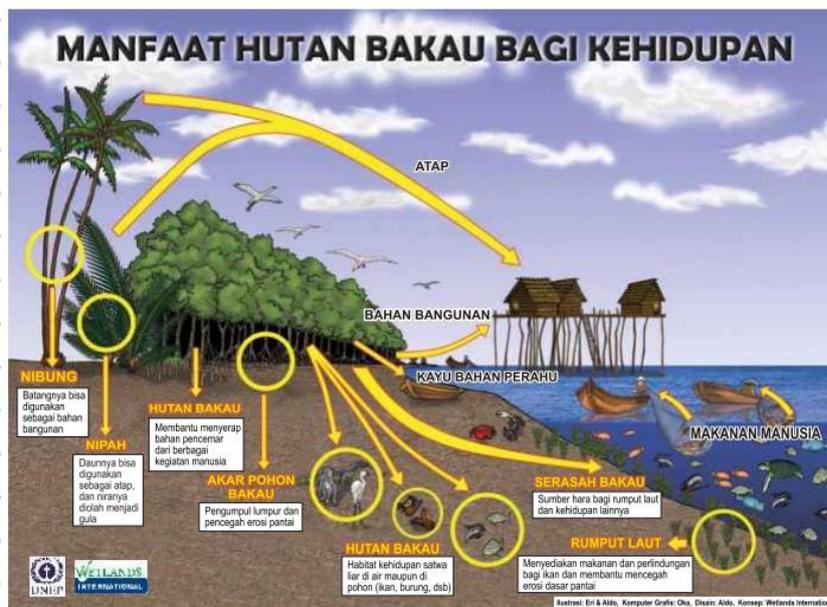
1. Mangrove terbuka : Zona mangrove yang berhadapan langsung dengan laut.
2. Mangrove tengah : Zona mangrove yang berada dibelakang mangrove zona terbuka.
3. Mangrove payau : Zona mangrove berada disepanjang muara sungai.
4. Mangrove daratan : Zona mangrove berada di perairan payau (di belakang jalur hijau mangrove yang sebenarnya).

Berdasarkan Putrisari (2017), mangrove yang terdapat di Resort Bama terbagi dalam 4 zonasi, yaitu : (1) zona seaward : zona yang menuju kelaut, (2) zona tengah : zona yang berada di antara zona seaward dan zona landward, (3) zona landward : zona yang menuju kedaratan, dan (4) zona dengan penggenangan luar : zona yang tergenang air akibat pasang.



### 2.1.2 Manfaat Hutan Mangrove

Manfaat hutan mangrove dapat dilihat sebagai kegunaannya yang dapat diberikan atau dimanfaatkan bagi kehidupan manusia (Gambar 2) dan menurut Haryani (2013) hutan mangrove memiliki manfaat dan fungsi yang sangat penting bagi ekosistem disekitarnya yaitu: 1. Fisik (penahan, peresapan air laut ke daratan, penahan badai dan angin, serta menurunkan kandungan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di udara). 2. Biologi (tempat hidup biota laut seperti mencari makan, berpijah dan berlindung). 3. Ekonomi (tempat pariwisata, sumber bahan bangunan dan kayu bakar, penghasil bahan pangan, dan bahan penghasil obat-obatan).



Gambar 2. Manfaat Hutan Bakau Bagi Kehidupan

### 2.1.3 Faktor Kerusakan Hutan Mangrove

Penurunan luas areal hutan mangrove di Indonesia setiap tahunnya disebabkan oleh perbuatan manusia yang merubah fungsi lahan mangrove untuk berbagai kegiatan (eksploitasi) seperti areal pertambakan, pemukiman dan areal pertanian, serta pengambilan kayu untuk keperluan komersial (Pramudji, 2001).



Noor *et al* (1999) mengungkapkan, bahwa pada tahun 1985 area hutan mangrove yang dalam pengusaha untuk diambil kayunya secara komersial adalah sekitar 877,2 Ha, kemudian pada tahun 1990, luas area hutan mangrove yang dikonversi menjadi pertambakan tercatat sebesar 269 Ha. Pada tahun 1997, DITJEN Perikanan dalam Noor *et al* (1999) menyebutkan bahwa area pertambakan pada lahan hutan mangrove di Indonesia sudah mencapai 390,2 Ha.

## 2.2 Penginderaan Jauh

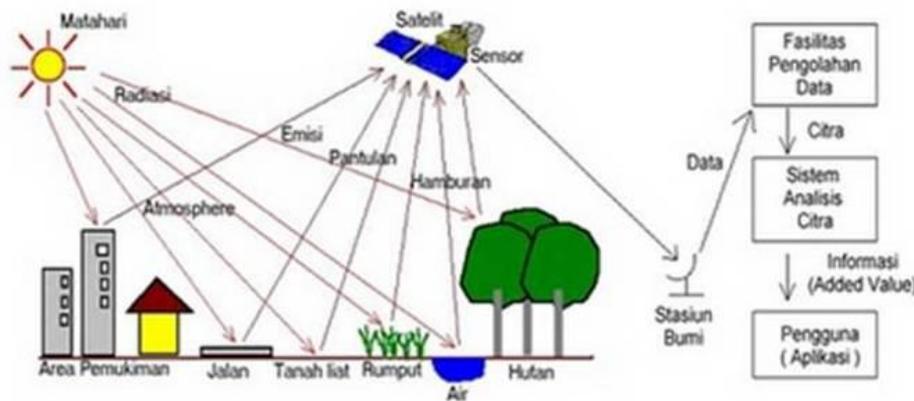
Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi fenomena alam pada obyek (permukaan bumi) yang diperoleh tanpa kontak langsung dengan obyek permukaan bumi melalui pengukuran pantulan (*reflection*) ataupun pancaran (*emission*) oleh media gelombang elektromagnetik. Obyek di permukaan bumi berdasarkan pada nilai pantulan energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh obyek permukaan bumi kemudian energi tersebut direkam oleh sensor. Ada tiga kelompok utama obyek permukaan bumi yang dapat dideteksi oleh sensor yaitu: air, tanah, dan vegetasi yang masing-masing memancarkan energi elektromagnetik dengan kemampuan pemetaan citranya tergantung pada karakteristik masing-masing citra satelit (suwargana, 2013)

Dalam sistem penginderaan jauh terdapat empat komponen dasar yaitu target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Keempat komponen dalam sistem ini saling berkerja sama dan berhubungan dalam proses pengambilan citra pada obyek bentuk rupa permukaan bumi tanpa berkontak langsung.

Sumber energi dipergunakan untuk memancarkan energi elektromagnetik, dimana energi ini yang akan berinteraksi dengan target dan berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target menuju sensor. Sensor



merupakan alat yang digunakan untuk merekam radiasi elektromagnetik kemudian data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap diolah berupa citra. Selanjutnya citra akan diinterpretasi. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan automatic dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolah citra untuk dapat menyajikan informasi yang diinginkan (Wirandha *et al*, 2015).



Gambar 3. Skema Proses Penginderaan Jauh

### 2.2.1 SPOT 4

SPOT singkatan dari *Systeme Pour l'Observation de la Terre*. SPOT dimiliki oleh konsorsium yang terdiri dari Pemerintah Prancis, Swedia dan Belgia. Satelit SPOT-4 diluncurkan pada 24 Maret 1998 dengan sensor HRVIR (*High-Resolution Visible and Infrared sensor*) yang terbagi 2 yaitu: kanal panchromatic dengan resolusi spasial 10 meter, sedangkan kanal Multispektral dengan resolusi spasial 20 meter. SPOT-4 memiliki beberapa band (Tabel 1) (Suwargana, 2013).

**Tabel 1.** Spesifikasi Band dan Panjang Gelombang SPOT 4

No	Band	Panjang Gelombang
1	Panchromatic	0,49 - 0,69 $\mu\text{m}$
2	Hijau	0,49 - 0,61 $\mu\text{m}$
3	Merah	0,61 - 0,68 $\mu\text{m}$
4	NIR	0,78 - 0,89 $\mu\text{m}$
5	SWIR	1,58 - 1,75 $\mu\text{m}$

**2.2.2 SPOT 6**

Satelit SPOT-6 diluncurkan pada 9 September 2012 di Pusat Antariksa Satish Dhawan, India. Satelit SPOT-6 membawa sensor NAOMI (New AstroSat

Optical Modular Instrument) dengan resolusi spasial lebih tinggi dibandingkan sensor HRVIRSPOT-4 dan HRGSPOT-5 yang beroperasi sebelumnya dengan

resolusi spasial 1,5 meter kanal Panchromatic, sedangkan kanal Multispektral dengan resolusi spasial 6 meter. SPOT-6 memiliki beberapa band (Tabel 2) dan

merupakan satelit generasi SPOT pertama yang mempunyai band warna biru.

Band biru memiliki fungsi untuk mempertegas batas tepi pantai, sedimentasi laut dan mendeteksi terumbu karang yang sulit dideteksi oleh kanal multispektral

lainnya. SPOT-6 merupakan generasi satelit yang memiliki resolusi spasial tertinggi saat ini dari seri satelit SPOT (Wirandha *et al*, 2015).

**Tabel 2.** Spesifikasi Band dan Panjang Gelombang SPOT 6

No	Band	Panjang Gelombang
1	Panchromatic	0,450 - 0,745 $\mu\text{m}$
2	Biru	0,450 - 0,520 $\mu\text{m}$
3	Hiaju	0,530 - 0,590 $\mu\text{m}$
4	Merah	0,625 - 0,695 $\mu\text{m}$
5	NIR	0,760 - 0,890 $\mu\text{m}$



### 2.3 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi menunjukkan besaran nilai kehijauan vegetasi yang didapat dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (*brightness*) oleh beberapa kanal data sensor satelit. Untuk pemantauan vegetasi, dapat dilakukan melalui beberapa proses perbandingan antara tingkat kecerahan kanal cahaya merah (*red*) dan kanal cahaya inframerah dekat (*near infrared*). Fenomena penyerapan cahaya merah diperoleh dari klorofil dan pemantulan cahaya inframerah yang dekat dengan jaringan mesofil. Jaringan mesofil ini terdapat pada daun yang kemudian membuat nilai kecerahan diterima oleh kanal sensor satelit. Pada daratan non-vegetasi (wilayah perairan, pemukiman penduduk, tanah kosong terbuka, dan wilayah dengan kondisi vegetasi yang rusak) tidak akan menunjukkan nilai minimum. Sedangkan pada wilayah bervegetasi sangat rapat, dengan kondisi sehat, perbandingan kedua kanal tersebut akan sangat tinggi (Sudiana dan Diasmara, 2008).

Indeks vegetasi merupakan algoritma yang diterapkan dalam citra satelit untuk menunjukkan aspek vegetasi. Terdapat beberapa metode analisa indeks vegetasi salah satunya yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang merupakan metode analisa indeks vegetasi sering digunakan oleh kebanyakan penelitian. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan metode standar yang digunakan untuk membandingkan tingkat kehijauan vegetasi yang diperoleh dari citra satelit serta kombinasi antara teknik pengurangan citra dengan teknik penambahan. Transformasi NDVI adalah salah satu produk NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar tetapi memberi perhatian pada fenomena global vegetasi. Formula standar untuk menghitung nilai NDVI terdapat dalam Persamaan 1.  $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$ . NDVI dapat digunakan untuk

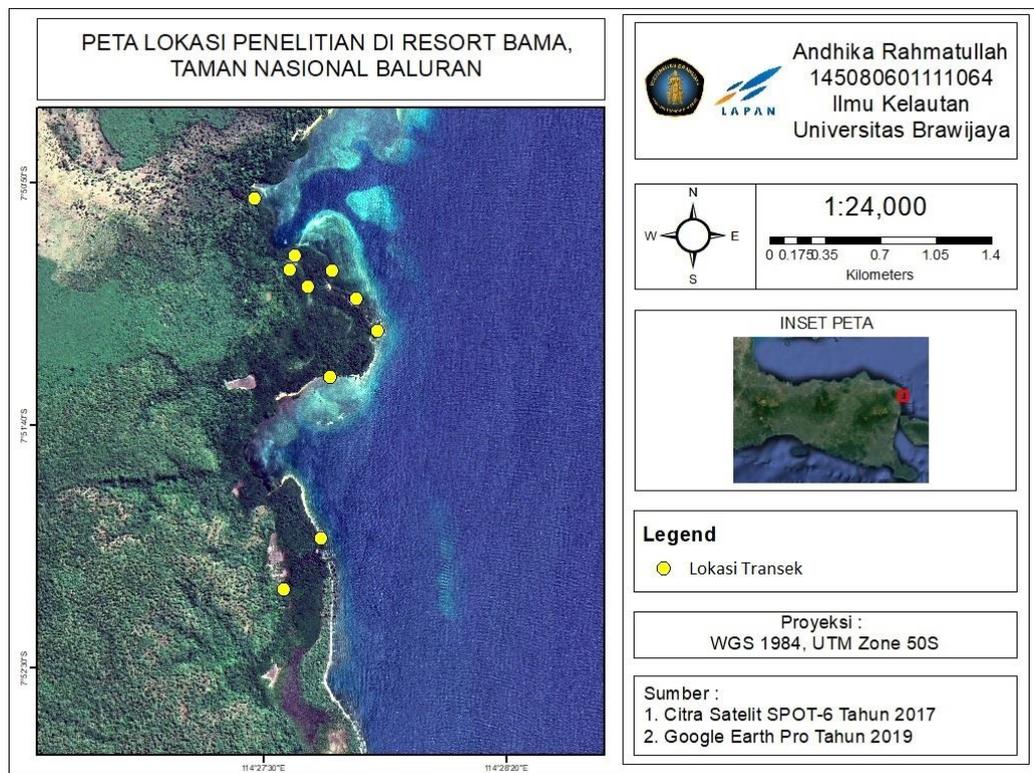


menghitung tingkat biomassa dan tingkat kehijauan (*greenness*) secara relatif pada berbagai skala, mulai dari skala plot hingga global. Perhitungan indeks tumbuh-tumbuhan (VI) dari produksi biomassa atas dasar perbandingan dapat dilihat dalam Persamaan 2.  $VI = [NIR] / R$  (Purwanto, 2015).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Resort Bama yang terletak di Kawasan Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur (Gambar 5) yang secara geografis berada pada koordinat antara  $07^{\circ} 50' 40,65'' - 07^{\circ} 52' 27,88''$  LS dan  $114^{\circ} 27' 38,10'' - 114^{\circ} 27' 37,22''$  BT.



Gambar 4. Lokasi Penelitian

#### 3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa alat dan bahan (data) yang dapat mempermudah kegiatan ini. Berikut ini daftar alat (Tabel 3) dan bahan atau Citra Satelit (Tabel 4) yang dibutuhkan saat penelitian:

**Tabel 3.** Daftar Alat

No.	Alat	Kegunaan
1	Laptop	Alat yang digunakan untuk mengolah seluruh data dan membuat laporan
2	Arc GIS 10.3	Berfungsi untuk layout peta dan penghitung luas data
3	Envi 5.1	Berfungsi untuk mengolah data citra
4	Microsoft Word 2010	Berfungsi untuk penyusunan laporan
5	Microsoft Excel 2010	Berfungsi untuk mengolah data-data lapangan
6	Tali Rafia	Untuk membuat transek garis dan petak
7	Patok	Untuk pembatas transek atau petak
8	Meteran jahit	Untuk mengukur diameter pohon mangrove
9	Kamera	Untuk mendokumentasikan kegiatan selama penelitian dilapang
10	GPS	Untuk mencari dan menentukan titik koordinat
11	Alat Tulis	Untuk mencatat kegiatan saat penelitian dilapang

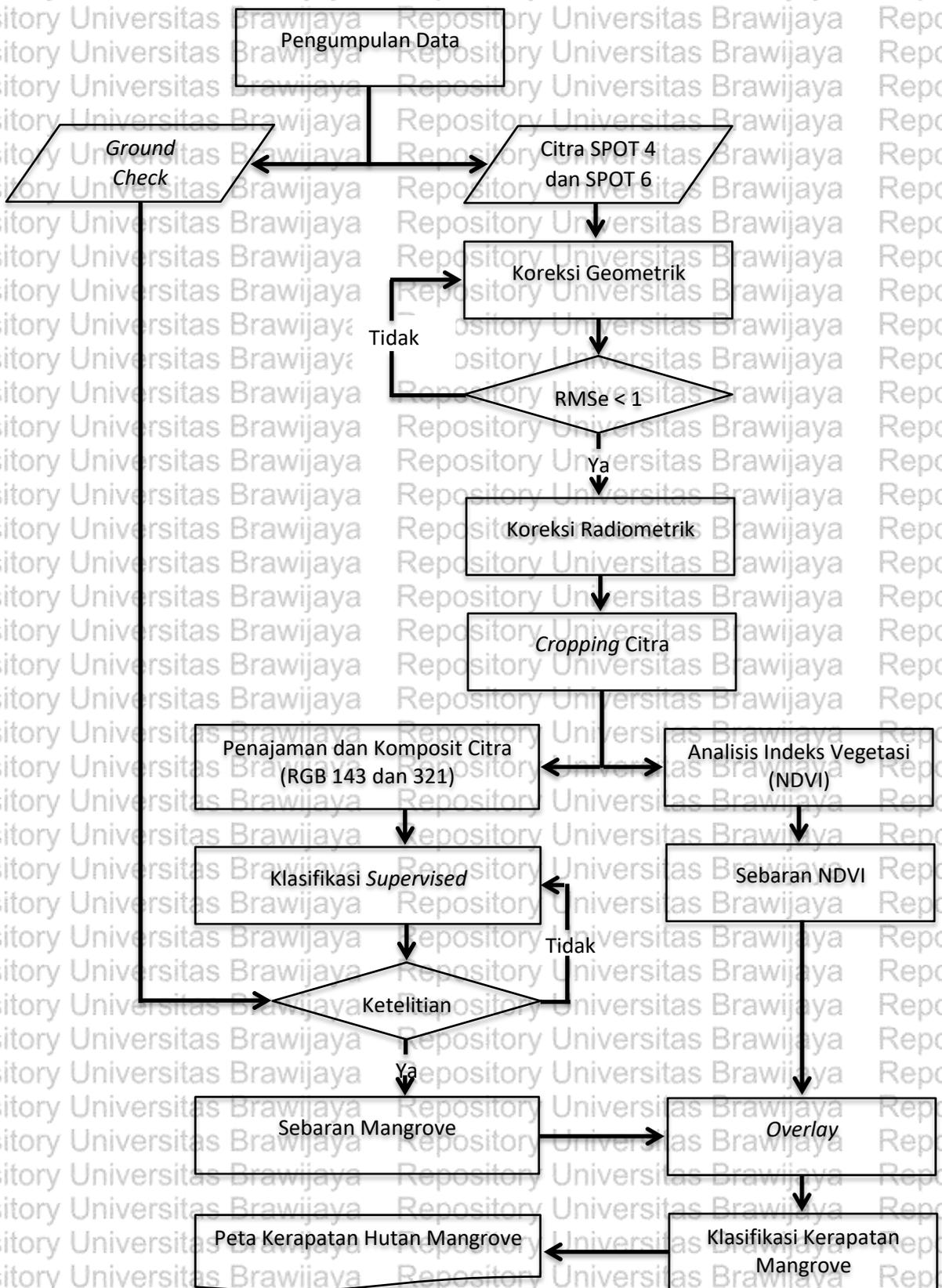
**Tabel 4.** Citra Satelit

No.	Tahun	Jenis Citra	Resolusi	Sumber
1	2007	SPOT-4	Kanal Panchromatic resolusi spasial 10 meter, sedangkan kanal Multispektral resolusi spasial 20 meter	Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN
2	2017	SPOT-6	Kanal Panchromatic resolusi spasial 1,5 meter, sedangkan kanal Multispektral resolusi spasial 6 meter	Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari pengolahan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6, serta analisa perubahan luas sebaran dan kerapatan hutan mangrove pada tahun 2007 dan 2017 yang didukung oleh data hasil survei lapang. Berikut

(Gambar 6) merupakan diagram alur dari penelitian ini :



Gambar 5. Alur Pengolahan Kerapatan Mangrove



### 3.3.1 Pengolahan Data Citra Satelit SPOT 4 dan SPOT 6

Penelitian ini menggunakan citra satelit SPOT 4 untuk tahun 2007 dan SPOT 6 untuk tahun 2017 yang diperoleh dari Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN. Pengolahan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 untuk mendeteksi distribusi sebaran dan tingkat kerapatan hutan mangrove dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ENVI 5.1 dan Arc GIS 10.3.

#### 1. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan dalam pengumpulan data, yaitu : citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 yang diperoleh dari Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN. Daerah yang di ambil pada citra satelit ini adalah Taman Nasional Baluran pada Tahun 2007 dan Tahun 2017.

#### 2. Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik bertujuan untuk memperbaiki kesalahan posisi atau letak objek yang terekam pada citra disebabkan adanya distorsi geometrik seperti kesalahan instrumen berupa sistem optik, mekanisme penyiaman, distorsi panoramik berupa sudut pandang sensor terhadap bumi, rotasi bumi, dan ketidakstabilan wahana (Laremba dalam Silitonga *et al*, 2018). Koreksi Geometrik yang bersifat random dilakukan dengan analisa titik kontrol tanah (*ground control point*) melalui fungsi transformasi yang menghubungkan antara sistem koordinat tanah dan citra. Perhitungan RMS (*Root Mean Square*) yang disarankan adalah dengan ketentuan nilai RMS harus kurang dari 1 ( $RMSE \leq 1$ ). Apabila RMS masih lebih besar dari 1, maka perlu dilakukan koreksi geometrik lagi (Prameswari *et al*, 2015).

#### 3. Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama dan juga untuk menghilangkan atau



memperkecil kesalahan radiometrik akibat aspek eksternal berupa gangguan atmosfer (Soenarmo *dalam* Kartikasari dan Sukojo, 2015). Metode yang paling sederhana disebut metode *dark object subtraction* (DOS). DOS mengasumsikan bahwa nilai digital obyek tergelap di permukaan bumi haruslah nol. Pada kenyataannya, nilai digital pada masing-masing kanal (band) di sebuah citra satelit tidak selalu nol. Koreksi radiometrik menggunakan DOS dilakukan dengan mengurangi nilai digital pada masing-masing kanal sehingga didapatkan nilai nol untuk obyek dengan pantulan terendah (Ekadinata *et al*, 2008).

#### 4. Cropping Citra

Pemotongan atau *cropping* citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian sehingga memudahkan analisis pada komputer. Selain itu, pemotongan citra akan mengurangi kapasitas memori sehingga memudahkan pada proses pengolahan data citra tersebut (Silitonga *et al*, 2018).

#### 5. Penajaman dan Komposit citra

Penajaman citra digunakan untuk mempertajam kenampakan objek secara keseluruhan mempertajam tepian, menghaluskan noise atau gangguan, memunculkan spesifik area tertentu di citra (Silitonga *et al*, 2018). Penyusunan komposit warna diperlukan untuk mempermudah interpretasi citra inderaja. Susunan komposit warna dari kanal citra inderaja minimal terdapat kanal Inframerah dekat untuk mempertajam penampakan unsur vegetasi. Komposit yang digunakan untuk mengidentifikasi vegetasi mangrove pada SPOT 4 adalah RGB 143 (Suwargana, 2008), sedangkan pada SPOT 6 adalah RGB 321 (*natural color*) karena komposit ini mampu menonjolkan objek vegetasi mangrove lebih optimal (Rudiastuti *et al*, 2017).



## 6. Klasifikasi Supervised

Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dilakukan dengan membuat training area untuk mangrove dan objek lainnya yang harus dipisahkan pada klasifikasi dan menggunakan karakteristik spektral masing-masing area untuk klasifikasi citra (Prameswari *et al*, 2015). Menurut Green *et al* (2000) dalam Waas (2010), dalam membuat training area setiap sampel objek dengan input minimum dan maksimum (30 dan 60).

Algoritma klasifikasi citra yang digunakan yaitu maximum likelihood.

Klasifikasi maximum likelihood mengelaskan nilai piksel berdasarkan probabilitas suatu nilai piksel terhadap kelas tertentu dalam sampel piksel.

Apabila nilai probabilitas nilai piksel berada di bawah nilai threshold yang ditentukan maka piksel tersebut tidak terkelaskan. Lain halnya apabila dalam klasifikasi tidak memasukkan nilai threshold maka semua piksel dapat terkelaskan sesuai sampel piksel yang ada (LAPAN, 2015).

## 7. Algoritma NDVI

Untuk menghitung nilai kerapatan hutan mangrove digunakan metode rasio band 3 (*NIR*) dan band 2 (*Red*) pada citra SPOT 4 dan band 4 (*NIR*) dan band 3 (*Red*) pada citra SPOT 6, dengan formula standar untuk menghitung nilai NDVI terdapat dalam Persamaan,  $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$  (Irawan dan Malau, 2016).

## 8. Reclass kerapatan mangrove

Kerapatan mangrove dilihat dari nilai kelas NDVI tersebut diklasifikasi ulang (*reclass*) menjadi lima kelas, yaitu kerapatan sangat jarang, jarang, sedang, rapat dan sangat rapat. Perhitungan interval kelas kerapatan berdasarkan rumus sebagai berikut :



$$KL = \frac{xt - xr}{k}$$

Dimana  $KL$  adalah kelas interval,  $xt$  adalah nilai tertinggi,  $xr$  adalah nilai terendah dan  $k$  adalah jumlah kelas yang diinginkan (Strurgess dalam Purwanto et al, 2014).

### 3.3.2 Survey Lapang (*Ground Check*)

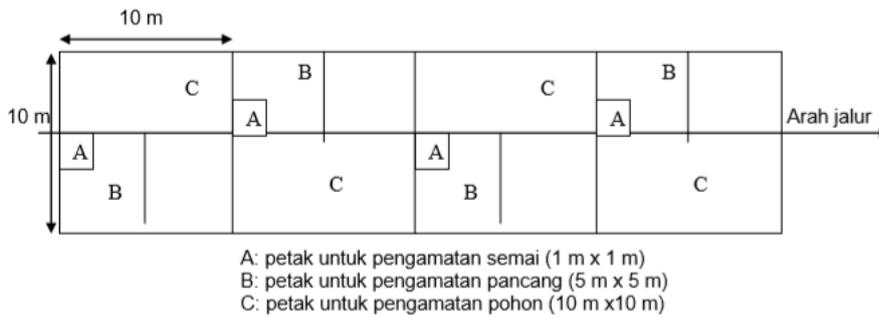
Survey lapangan dilakukan untuk mengetahui dan menguji hasil interpretasi citra terhadap identifikasi karakteristik lahan. Penentuan titik-titik pengamatan pada survey lapangan dilakukan pada titik yang dinilai dapat mewakili area tersebut (Suriadikusumah dan Pratama, 2010).

Menurut Silitonga et al (2018), Pengambilan data lapang (*ground check*) dilakukan sebagai satu kegiatan yang penting dalam interpretasi citra satelit.

Kegiatan ini memberikan penjelasan mengenai kondisi ekosistem sebenarnya di lapangan. Kegiatan *ground check* terdiri dari penyesuaian hasil distribusi dan kerapatan mangrove dari citra satelit dengan data kerapatan serta penutupan mangrove di lapangan dimana pengukuran posisi dengan *Global Positioning System* (GPS).

### 3.3.3 Perhitungan Kerapatan Jenis

Pengambilan data lapang selain menguji hasil interpretasi citra, dilakukan juga *training area* di lapangan untuk mewakili tipe penutupan lahan. *Training area* di lapang dilakukan dengan menggunakan transek kuadran berukuran 10x10 m sebanyak 10 stasiun mewakili tiap kelas kerapatan mangrove. Setiap stasiun terdiri dari 3 transek berukuran 10x10 m (Gambar 7).



**Gambar 6.** Ukuran tiap petak pada transek kuadran

Pada transek yang telah ditentukan, diidentifikasi setiap jenis mangrove yang ada, jumlah individu setiap jenis dan lingkaran batang setiap pohon. Data-data tersebut kemudian dicatat dan diolah lebih lanjut untuk menentukan kerapatan jenis, frekuensi, dan dominansinya (KKP, 2013). Selanjutnya tiap transek diambil titik koordinatnya untuk pengecekan hasil interpretasi citra dengan keadaan di lapangan. Dalam perhitungan untuk hasil keadaan di lapang, metode perhitungan data vegetasi mangrove menggunakan rumus-rumus analisis data yang mengacu pada (KKP, 2013) sebagai berikut:

$$Di = \frac{ni}{A}$$

Keterangan :

$Di$  = Kerapatan

$ni$  = Jumlah total tegakan

$A$  = total pengambilan area (transek) dalam Ha

$$RDi = \frac{ni}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan :

$ni$  = Jumlah total tegakan jenis I

$\sum n$  = Total tegakan seluruh jenis

$RDi$  = Kerapatan relatif jenis I



Setelah mengetahui kerapatan jenis mangrove di dalam transek, maka dari hasil tersebut dapat dikriteriakan apakah jenis mangrove tersebut sangat jarang, jarang, sedang, rapat, atau sangat rapat. Menurut (KKP, 2013) dalam pengklasifikasian kerapatan jenis mangrove dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kriteria baku kerusakan mangrove

No	Kerapatan pohon	$\Sigma$ pohon/ha
1	Mangrove sangat jarang	$< 110$
2	Mangrove jarang	$110 \leq KP < 330$
3	Mangrove sedang	$330 \leq KP < 660$
4	Mangrove rapat	$660 \leq KP < 880$
5	Mangrove sangat rapat	$\geq 880$

### 3.3.4 Uji Akurasi

Menurut Sampurno dan Thoriq (2016), dimana evaluasi akurasi digunakan untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi pada klasifikasi area contoh sehingga dapat ditentukan besarnya persentase ketelitian pemetaan. Evaluasi ini menguji tingkat keakuratan secara visual dari klasifikasi terbimbing. Akurasi ketelitian pemetaan dilakukan dengan membuat matrik kontingensi atau matrik kesalahan (confusion matrix) seperti yang disajikan pada Tabel 6. Akurasi yang bisa dihitung berdasarkan Tabel 6 antara lain, Overall accuracy, User's accuracy dan Producer's Accuracy.

**Tabel 6.** Tabel Perhitungan overall akurasi

Hasil Klasifikasi	Reference data			Total baris	Producer's Accuracy
	A	B	C		
A	Xkk	.....	.....	X+k	Xkk / X+k
B	.....	Xkk	.....	.....	.....
C	.....	.....	Xkk	.....	.....
Total Kolom	Xk+	.....	.....	N	
User's accuracy	Xkk / Xk+	.....	.....		



Untuk perhitungannya dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum X_{kk}}{N} \times 100\%$$

$$\text{Procedure's accuracy} = \frac{X_{kk}}{X_{k+}} \times 100\%$$

$$\text{User accuracy} = \frac{X_{kk}}{X_{+k}} \times 100\%$$

Keterangan

$\sum X_{kk}$  : Total sampel diagonal yang terlaksana

$X_{kk}$  : kelas yang terlaksana

$X_{k+}$  : Total kolom

$X_{+k}$  : Total baris

$N$  : Total sampel keseluruhan

Menurut Jaya (2010) dalam Sampurno dan Thoriq (2016), saat ini akurasi yang dianjurkan adalah akurasi kappa, karena overall accuracy secara umum masih over estimate. Akurasi kappa ini sering juga disebut dengan indeks kappa.

Secara matematis akurasi kappa disajikan sebagai berikut:

$$\text{Kappa (k)} = \frac{N \sum X_{kk} - \sum X_{k+} X_{+k}}{N^2 - \sum X_{k+} X_{+k}} \times 100\%$$

Keterangan

$\sum X_{kk}$  : Total sampel diagonal yang terlaksana

$X_{k+}$  : Total kolom

$X_{+k}$  : Total baris

$N$  : Total sampel keseluruhan

### 3.3.5 Hubungan NDVI dan Kerapatan Mangrove

Analisis regresi linear sederhana ini digunakan untuk mempelajari bentuk hubungan yang ada di antara variabel-variabel yang terlibat. Persamaan umum analisis regresi linear sederhana adalah sebagai berikut (Sarwono, 2006) :

$$Y = a + bX$$



Harga  $a$  dan  $b$  dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Dimana :

$Y$  = Variabel Dependent/profitabilitas

$a$  = Konstanta

$b$  = Koefisien Regresi

$X$  = Variabel independent/perputaran aktiva lancar.

Menurut Sarwono (2006), analisis korelasi ini digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan dua variabel yaitu antara variabel independen (perputaran aktiva lancar) dengan variabel dependen (profitabilitas) yang diteliti memiliki hubungan yang kuat atau lemah. Kuat atau tidaknya hubungan antara variabel yang terlibat ditunjukkan oleh besarnya koefisien korelasi. Adapun korelasi yang digunakan dalam analisis ini yaitu korelasi *pearson product moment*. Rumus yang digunakan yaitu:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Dimana:

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi antara perputaran aktiva lancar dengan profitabilitas ROI

$X$  = Perputaran aktiva lancar

$Y$  = Profitabilitas

$n$  = jumlah periode yang digunakan



Untuk dapat menentukan penafsiran terhadap koefisien korelasi, maka dapat berpedoman pada ketentuan yang tertera pada tabel berikut ini:

**Tabel 7.** Tingkat Korelasi

No	Presentase Korelasi	Jenis Korelasi
1	0	Tidak ada
2	0 – 0,25	Sangat lemah
3	0,25 – 0,50	Cukup
4	0,50 – 0,75	Kuat
5	0,75 – 0,99	Sangat Kuat
6	1	Sempurna

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil tempat di Resort Bama yang secara administrasi berada pada wilayah Taman Nasional Baluran terletak di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Secara geografis berada pada koordinat antara  $07^{\circ} 50' 40,65''$  –  $07^{\circ} 52' 27,88''$  LS dan  $114^{\circ} 27' 38,10''$  -  $114^{\circ} 27' 37,22''$  BT.

Luas wilayah Taman Nasional Baluran mencapai 12.000 Ha, dengan zona rimba seluas 5.537 ha (perairan = 1.063 Ha dan daratan = 4.574 Ha), zona pemanfaatan intensif dengan luas 800 Ha, zona pemanfaatan khusus dengan luas 5.780 Ha, dan zona rehabilitasi seluas 783 Ha. Taman Nasional Baluran terbagi menjadi 2 bagian, yaitu: Wilayah SPTNW I Bekol yang terdiri dari Resort Balanan, Resort Bama, serta Resort Perengan dan Wilayah SPTNW II Karang tekok yang terdiri dari Resort Labuanmerak, Resort Watunumpuk, serta Resort Bitakol. Batasan wilayah Resort Bama adalah :

- Sebelah Timur : Selat Bali
- Sebelah Barat : Resort Bitakol
- Sebelah Utara : Resort Balanan
- Sebelah Selatan : Resort Perengan

### 4.2 Pengolahan Data Citra

Pemetaan luas dan kerapatan hutan mangrove di Taman Nasional Baluran ini menggunakan citra satelit SPOT-4 dan SPOT-6 yang diperoleh dari Pusat Teknologi dan Data Pengindraan Jauh LAPAN. Daerah yang diambil pada citra

satelit ini yaitu Taman Nasional Baluran pada tahun 2007 menggunakan SPOT-4 dan tahun 2017 menggunakan SPOT-6.

### 1. Koreksi Geometrik

Parameter tingkat akurasi dari proses ini adalah nilai yang dipresentasikan oleh selisih antara koordinat titik kontrol hasil transformasi dengan koordinat titik kontrol, yang dikenal dengan nama RMS error. Nilai RMS error yang rendah akan menghasilkan hasil yang akurat. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi RMS error ini, yaitu tingkat ketelitian titik kontrol citra, jumlah dan distribusi letak titik kontrol, model transformasi yang digunakan. Hasil koreksi Geometrik yang dilakukan dengan 10 GCP dengan kisaran RMS error dari 0,03 samapai 0,54 dan rata-rata RMS error: 0,375891 (Tabel 8).

**Tabel 8.** RMS Koreksi Geometrik Citra SPOT 4

No	Base X	Base Y	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
1	4710.75	1225.50	1345.50	274.00	1345.48	273.98	-0.0221	-0.0223	0.0314
2	6250.00	2826.00	1806.75	754.25	1807.07	754.18	0.3223	-0.0706	0.3299
3	9936.00	8347.00	2910.25	2411.25	2910.55	2411.27	0.2991	0.0155	0.2995
4	8683.00	8053.00	2536.00	2323.00	2535.46	2323.00	-0.5372	0.0027	0.5372
5	5780.50	8769.00	1666.00	2538.00	1666.42	2537.88	0.4199	-0.1164	0.4357
6	5562.50	5065.75	1600.50	1426.50	1601.04	1426.44	0.5403	-0.0586	0.5434
7	5193.00	8200.00	1491.00	2367.00	1490.51	2367.11	-0.4902	0.1066	0.5016
8	6250.00	6397.00	1807.00	1826.00	1807.01	1825.97	0.0119	-0.0329	0.0350
9	5797.00	4047.00	1671.51	1120.49	1671.29	1120.67	-0.2225	0.1842	0.2889
10	5876.25	1957.25	1695.34	493.48	1695.02	493.47	-0.3214	-0.0082	0.3215

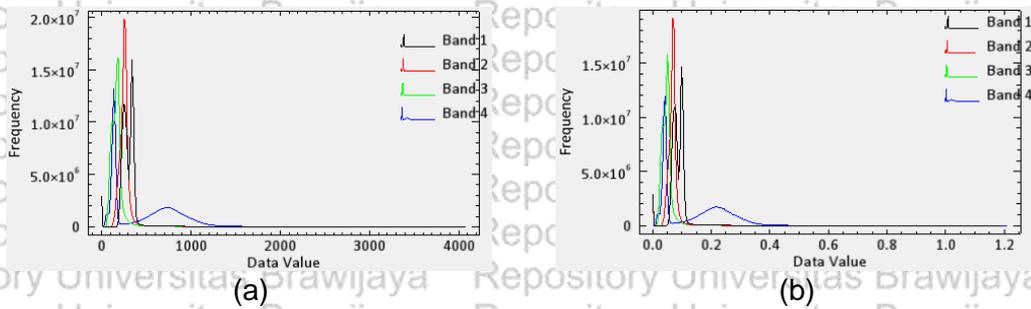
### 2. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama.

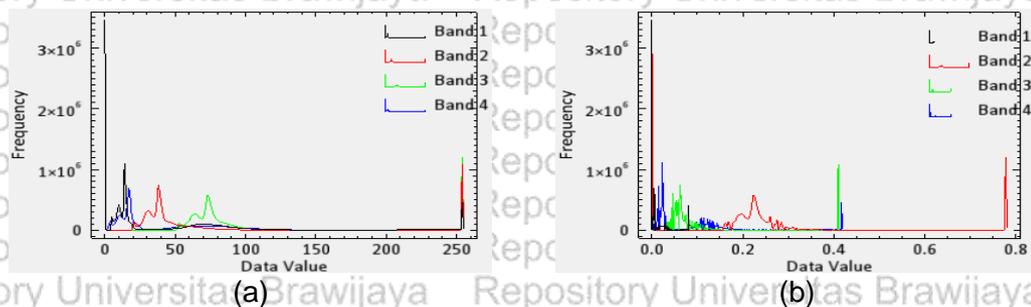
Setelah dilakukan koreksi radiometrik dapat terlihat perubahan nilai pikselnya seperti pada SPOT 6 Gambar 7 (a) belum terkoreksi dengan data value dari 0



sampai 4000 dan Gambar 7 (b) sudah terkoreksi dengan data value dari 0 sampai 1,2, sedangkan SPOT 4 Gambar 8 (a) belum terkoreksi dengan data value dari 0 sampai 250 dan Gambar 8 (b) sudah terkoreksi dengan data value dari 0 sampai 0,6. Hasilnya pada Gambar 9 (a) belum terkoreksi dan pada Gambar 9 (b) sudah terkoreksi untuk SPOT 6, sedangkan pada SPOT 4 pada Gambar 10 (a) belum terkoreksi dan pada Gambar 10 (b) sudah terkoreksi, dari gambar 9 dan gambar 10 terlihat perbedaan dikarenakan penurunan nilai pikselnya yang membuat tampilan citra setelah dilakukan koreksi radiometrik terlihat lebih jelas dikarenakan tidak adanya gangguan atmosfer.



**Gambar 7.** Distribusi Nilai Pixel; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi



**Gambar 8.** Distribusi Nilai Pixel; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi

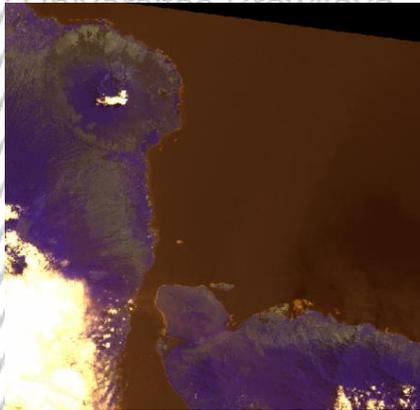


(a)

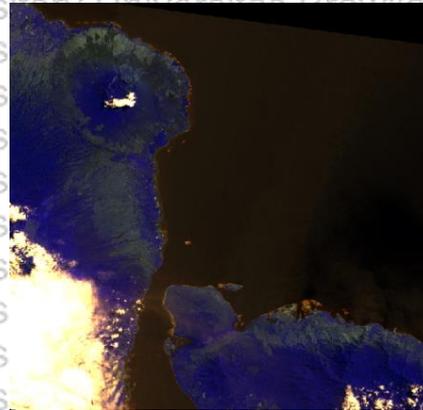


(b)

**Gambar 9.** Koreksi Radiometrik SPOT-6; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi



(a)



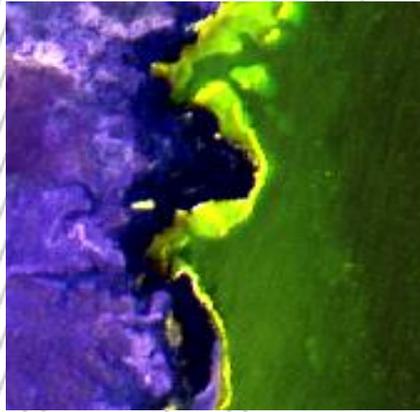
(b)

**Gambar 10.** Koreksi Radiometrik SPOT-4; (a) Sebelum di Koreksi, (b) Sesudah di Koreksi

### 3. Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian sehingga memudahkan analisis. Teknik yang digunakan pada tahapan cropping adalah dengan memfokuskan lokasi yang diinginkan pada citra. Contoh cropping citra

SPOT 4 dapat dilihat pada Gambar 11(a) dan pada SPOT 6 di Gambar 11(b), potongan citra sesuai dengan lokasi kajian penelitian yaitu wilayah Resort Bama, Taman Nasional Baluran.



(a)

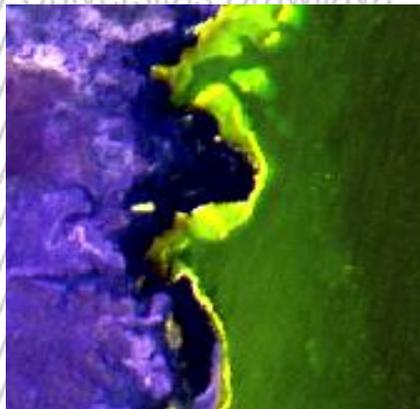


(b)

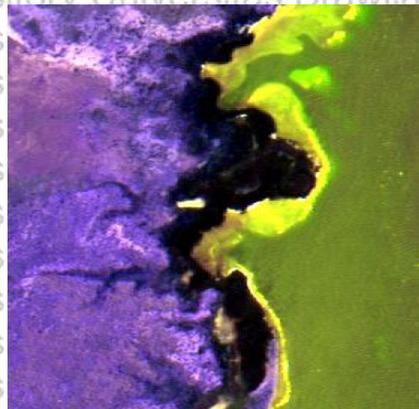
**Gambar 11.** *Cropping Citra*; (a) SPOT-4, (b) SPOT-6

#### 4. Penajaman Citra

Penajaman bertujuan untuk mendapatkan kualitas visual dan variabilitas spektral citra menjadi lebih baik. Teknik yang digunakan pada penajaman digital ini adalah teknik perentangan linear. Teknik ini dapat digunakan untuk mempertajam objek secara keseluruhan mempertajam tepian. Contoh penajaman citra satelit SPOT 4 dapat dilihat pada Gambar 12, sedangkan pada Gambar 13 merupakan citra SPOT 6, setelah penajaman terlihat secara visual lebih baik batas tepian objek.



(a)



(b)

**Gambar 12.** Penajaman Citra SPOT-4; (a) Sebelum Penajaman, (b) Sesudah Penajaman



(a)

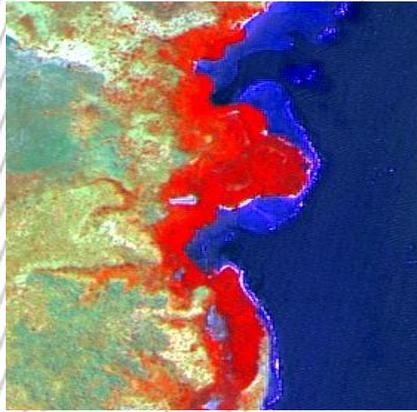


(b)

**Gambar 13.** Penajaman Citra SPOT-6; (a) Sebelum Penajaman, (b) Sesudah Penajaman

### 5. Komposit Citra

Penyusunan komposit warna diperlukan untuk mempermudah interpretasi citra inderaan. Susunan komposit warna dari kanal citra inderaan minimal terdapat kanal inframerah dekat untuk mempertajam penampakan unsur vegetasi. Pada data SPOT-4, komposit RGB yang digunakan untuk identifikasi mangrove adalah 143 (Gambar 14(a)), warna merah kecoklatan sangat kontras diantara objek-objek lainnya, menunjukkan keberadaan mangrove. Sedangkan pada data SPOT-6, komposit RGB yang digunakan untuk identifikasi mangrove adalah natural color (321) (Gambar 14(b)), penggunaan natural color pada SPOT 6 dikarenakan tidak adanya band SWIR. Peranan band SWIR adalah untuk lebih menonjolkan efek daratan atau lahan mangrove yang tergenang air.



(a)



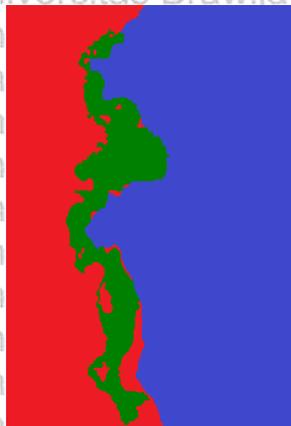
(b)

**Gambar 14.** Komposit Citra; (a) RGB 143 SPOT-4, (b) RGB 321 SPOT-6

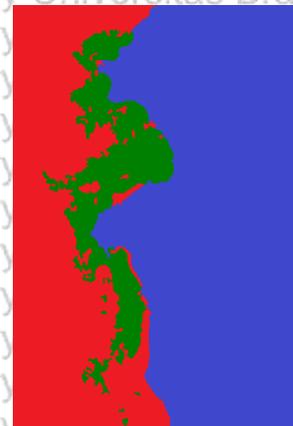
## 6. Klasifikasi Terbimbing (SUPERVISED)

Klasifikasi supervised ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (training area). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu.

Dalam melakukan training area dilakukan 30 sampel setiap objek. Contoh hasil dari klasifikasi terbimbing dengan menggunakan metode maximum likelihood menunjukkan warna hijau sebagai mangrove, warna merah sebagai non mangrove, dan warna biru sebagai badan air (Gambar 15).



(a)



(b)

**Gambar 15.** Hasil Klasifikasi; (a) SPOT-4, (b) SPOT-6

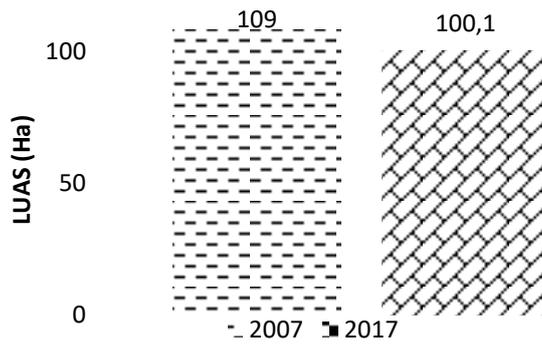


#### 4.3 Analisis Sebaran dan Kerapatan Mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran

Setelah melakukan pengolahan data didapatkan luas besaran mangrove, pada Gambar 16 merupakan peta luas sebaran hutan mangrove 2007 dan Gambar 17 merupakan peta luas sebaran hutan mangrove 2017. Setelah mengetahui luas sebaran mangrove, selanjutnya di lakukan pengelompokan yang menghasilkan peta luas kerapatan hutan mangrove pada Gambar 19 merupakan peta luas kerapatan hutan mangrove 2007 dan Gambar 20 merupakan peta luas kerapatan hutan mangrove 2017. Setelah mendapatkan peta sebaran dan kerapatan hutan mangrove selanjutnya dilakukan perhitungan luasan sebaran dan kerapatan hutan mangrove pada tahun 2007 dan 2017.







**Gambar 18.** Grafik Luasan Sebaran Hutan Mangrove Tahun 2007 dan 2017

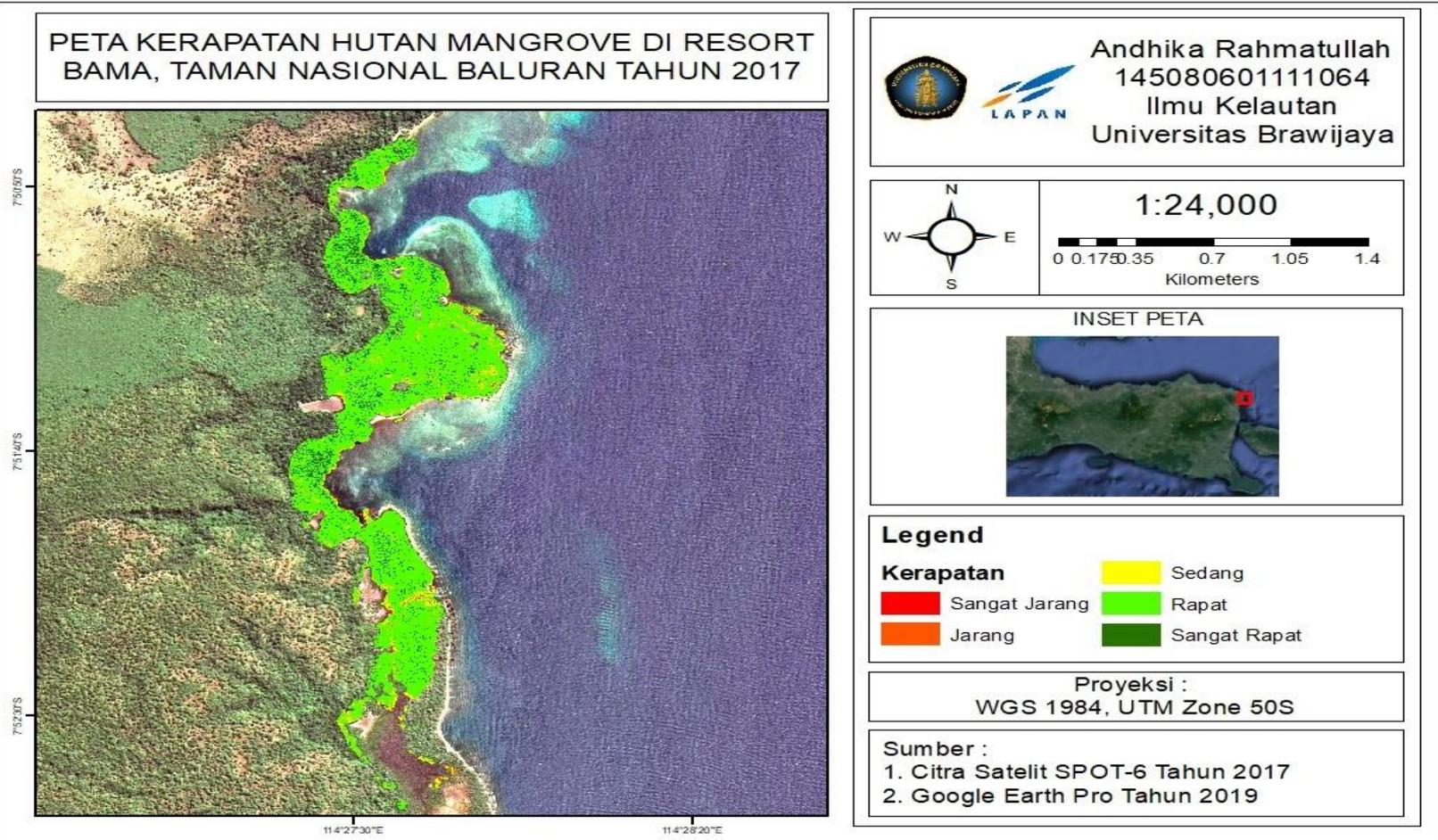
Berdasarkan Gambar 18, untuk luas sebaran mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran pada tahun 2007 sebesar 109 Ha, sedangkan pada tahun 2017 sebesar 100,1 Ha. Dari rentang waktu 10 tahun luas sebaran mangrove mengalami penurunan sebesar 8,9 Ha.

Hasil dari luasan sebaran mangrove tersebut, selanjutnya dilakukan pengkelasan kepadatan mangrove. Pengkelasan kepadatan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran terbagi menjadi 5 kelas. Pada tahun 2007 nilai NDVI yang didapatkan yaitu mulai dari -0,4674 sampai dengan 0,9047, sedangkan pada tahun 2017 nilai NDVI yang di dapatkan yaitu mulai dari -0,6419 sampai dengan 0,8106. Dalam perhitungan NDVI dimana nilai lebih dari 0 menunjukkan wilayah bervegetasi, sedangkan nilai dibawah dari 0 menunjukkan nilai non-vegetasi. Berikut ini merupakan rentang nilai NDVI berdasarkan citra SPOT 4 sebagai acuan dikarenakan nilai NDVI yang lebih tinggi dibandingkan citra SPOT 6, yang akan di bagi menjadi 5 setiap kelas kepadatan (Tabel 9).

**Tabel 9.** Nilai NDVI

No	Kelas	Nilai NDVI
1	Sangat Jarang	0.0000 - 0.1809
2	Jarang	0.1809 - 0.3619
3	Sedang	0.3619 - 0.5428
4	Rapat	0.5428 - 0.7238
5	Sangat Rapat	0.7238 - 0.9047





**Tabel 10.** Luas Kerapatan Mangrove Tahun 2007

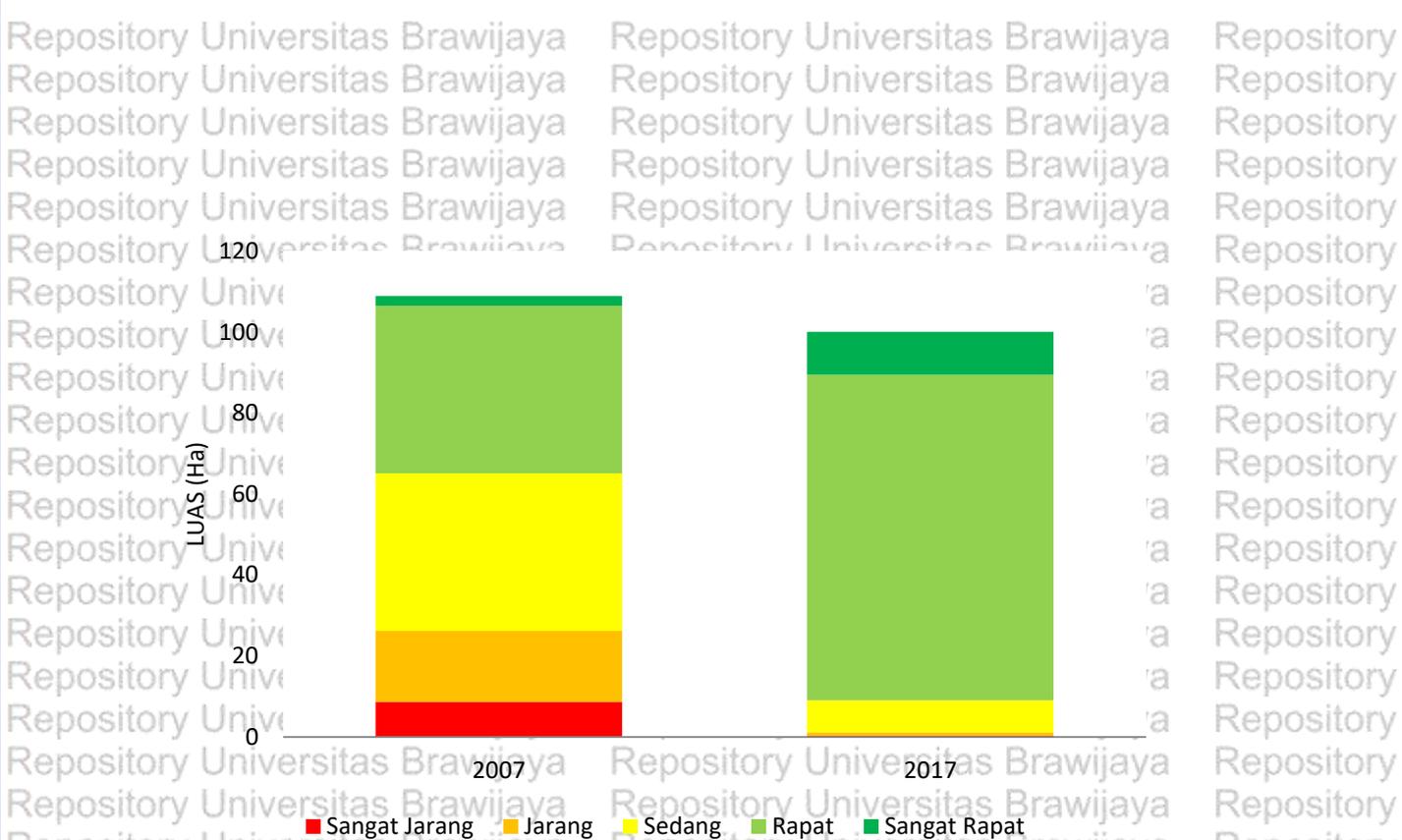
No	Jenis Kerapatan	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Sangat Jarang	8,6	7,9
2	Jarang	17,5	16,1
3	Sedang	39,1	35,8
4	Rapat	41,4	38,0
5	Sangat Rapat	2,4	2,2
Total		109	100

Berdasarkan Tabel 10, tingkat kerapatan hutan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran pada tahun 2007 tidak begitu baik dan juga tidak begitu buruk terlihat dari di dominasinya mangrove kerapatan sedang sebesar 39,1 Ha dan kerapatan rapat sebesar 41,4 Ha.

**Tabel 11.** Luas Kerapatan Mangrove Tahun 2017

No	Jenis Kerapatan	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Sangat Jarang	0,3	0,3
2	Jarang	0,8	0,8
3	Sedang	7,9	7,9
4	Rapat	80,5	80,4
5	Sangat Rapat	10,6	10,6
Total		100,1	100

Berdasarkan Tabel 11, tingkat kerapatan mangrove di Resort Bama, Taman Nasional Baluran pada tahun 2017 baik terlihat dari di dominasinya mangrove kerapatan rapat sebesar 80,5 Ha.



**Gambar 21.** Grafik Perbandingan Kerapatan Hutan Mangrove Tahun 2007 dan Tahun 2017

Berdasarkan Gambar 21, untuk tingkat kerapatan hutan mangrove di Resort Bama Taman Nasional Baluran mengalami peningkatan terlihat dari didominasinya kelas kerapatan sedang dan kerapatan rapat pada tahun 2007 menjadi kelas kerapatan rapat pada tahun 2017.

#### 4.4 Uji Akurasi

Uji akurasi bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat hasil klasifikasi citra yang telah dilakukan. Data yang dibutuhkan untuk bisa melaksanakan uji tersebut terbagi dalam 2 data yaitu data hasil klasifikasi yang akan diuji akurasinya dan data lapang sebagai pembanding. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan perhitungan matriks kekeliruan (*confusion matrix*). Berikut merupakan titik lokasi dalam melakukan uji akurasi sebagai pembanding (Table 12).

**Tabel 12.** Titik Lokasi Sampel Uji Akurasi

No	Titik Lokasi	Longitude	Latitude	Objek di peta	Objek di lapang
1	Titik 1	114.460472	-7.844912	Mangrove	Non - Mangrove
2	Titik 2	114.460799	-7.844897	Non - Mangrove	Non - Mangrove
3	Titik 3	114.461080	-7.845215	Mangrove	Mangrove
4	Titik 4	114.459834	-7.847164	Mangrove	Badan Air
5	Titik 5	114.460058	-7.846134	Mangrove	Mangrove
6	Titik 6	114.458980	-7.847034	Mangrove	Mangrove
7	Titik 7	114.458380	-7.847140	Mangrove	Mangrove
8	Titik 8	114.458220	-7.847381	Badan Air	Badan Air
9	Titik 9	114.458088	-7.848209	Mangrove	Mangrove
10	Titik 10	114.458173	-7.848542	Mangrove	Mangrove
11	Titik 11	114.458406	-7.848522	Mangrove	Mangrove
12	Titik 12	114.458977	-7.850865	Mangrove	Mangrove
13	Titik 13	114.460162	-7.851746	Non - Mangrove	Non - Mangrove
14	Titik 14	114.460146	-7.851702	Mangrove	Mangrove
15	Titik 15	114.460117	-7.852328	Mangrove	Mangrove
16	Titik 16	114.461117	-7.853284	Mangrove	Mangrove
17	Titik 17	114.461117	-7.853927	Non - Mangrove	Non - Mangrove
18	Titik 18	114.462496	-7.852409	Mangrove	Mangrove
19	Titik 19	114.462515	-7.853207	Badan Air	Badan Air
20	Titik 20	114.463864	-7.853998	Mangrove	Mangrove
21	Titik 21	114.463458	-7.854107	Non - Mangrove	Non - Mangrove
22	Titik 22	114.465084	-7.855863	Mangrove	Mangrove
23	Titik 23	114.464151	-7.855100	Mangrove	Mangrove
24	Titik 24	114.464880	-7.856775	Badan Air	Badan Air
25	Titik 25	114.464640	-7.856486	Mangrove	Mangrove
26	Titik 26	114.464112	-7.857721	Mangrove	Mangrove
27	Titik 27	114.463468	-7.858469	Mangrove	Mangrove
28	Titik 28	114.462345	-7.858490	Mangrove	Mangrove
29	Titik 29	114.461908	-7.858499	Badan Air	Mangrove
30	Titik 30	114.460303	-7.859441	Non - Mangrove	Non - Mangrove
31	Titik 31	114.460214	-7.859645	Mangrove	Mangrove
32	Titik 32	114.460331	-7.859719	Mangrove	Badan Air
33	Titik 33	114.458706	-7.859585	Mangrove	Mangrove
34	Titik 34	114.457936	-7.861275	Mangrove	Mangrove
35	Titik 35	114.458862	-7.864814	Badan Air	Mangrove
36	Titik 36	114.458777	-7.864532	Mangrove	Mangrove
37	Titik 37	114.458792	-7.864175	Badan Air	Badan Air
38	Titik 38	114.459375	-7.864409	Mangrove	Badan Air
39	Titik 39	114.461794	-7.867736	Mangrove	Mangrove



No	Titik Lokasi	Longitude	Latitude	Objek di peta	Objek di lapang
40	Titik 40	114.461733	-7.867373	Badan Air	Badan Air
41	Titik 41	114.461689	-7.868614	Mangrove	Mangrove
42	Titik 42	114.461721	-7.869476	Mangrove	Mangrove
43	Titik 43	114.461798	-7.869708	Mangrove	Mangrove
44	Titik 44	114.460524	-7.873938	Mangrove	Mangrove
45	Titik 45	114.459969	-7.873041	Non - Mangrove	Non - Mangrove
46	Titik 46	114.459660	-7.870616	Mangrove	Mangrove
47	Titik 47	114.459882	-7.870075	Mangrove	Mangrove
48	Titik 48	114.460139	-7.869543	Mangrove	Mangrove
49	Titik 49	114.459452	-7.868470	Non - Mangrove	Non - Mangrove
50	Titik 50	114.459183	-7.867487	Non - Mangrove	Non - Mangrove

Dari hasil tabel tersebut dilakukan perhitungan dengan matriks kekeliruan (*matrix confusion*) agar dapat diketahui nilai errornya. Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Hasil Uji Akurasi antara Citra Satelit dan Data Lapang

Citra \ Lapang	Mangrove	Non-Mangrove	Badan Air	Total baris	<i>Producer's Accuracy</i>
Mangrove	31	-	2	33	94%
Non-Mangrove	1	8	-	9	89%
Badan Air	3	-	5	8	62%
Total Kolom	35	8	7	50	
<i>User's accuracy</i>	88%	100%	71%		

*Overall accuracy* :  $\frac{\sum X_{kk}}{N} \times 100\%$

:  $\frac{44}{50} \times 100\% = 88\%$

*Kappa* :  $\frac{N \sum X_{kk} - \sum X_{k+} X_{+k}}{N^2 - \sum X_{k+} X_{+k}} \times 100\%$

:  $\frac{(50 \times 44 - 50)}{(50^2 - 50)} \times 100\% = 87,76\%$

Dari hasil hasil uji akurasi dengan perhitungan matriks kekeliruan (*matrix confusion*) (Tabel 13) di dapatkan *User's accuracy* tertinggi pada non-mangrove sebesar 100% dan *Producer's Accuracy* tertinggi pada mangrove sebesar 94%,

serta mendapatkan akurasi overall klasifikasi adalah 88%. Sedangkan akurasi kappa yang telah dihitung sebesar 87,76%. Jika dibandingkan dengan penelitian sejenis yang dilakukan oleh beberapa peneliti lainnya, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 14

**Tabel 14.** Perbandingan Akurasi Overall dan Kappa dengan Penelitian Sejenis

No	Sumber Data	Citra	Lokasi	Akurasi Overall	Akurasi Kappa
1	Penelitian ini	SPOT 6	Resort Bama	88%	87,76%
2	Hendrawan <i>et al</i> (2018)	SPOT 6	Pulau Sebatik	90%	89%
3	Padillah <i>et al</i> (2016)	Worldview 2	Pulau Tunda	74,46%	74,19%
4	Saefurahman <i>et al</i> (2008)	Formosat 2	Pulau Pari	99,73%	86,70%
5	Rachman <i>et al</i> (2016)	SPOT 6	Teluk Gilimanuk	82%	81,63%

Nilai akurasi overall dianggap terlalu *over estimate* sehingga jarang digunakan sebagai indikator yang baik dalam mengukur kesuksesan klasifikasi karena hanya menggunakan piksel-piksel yang terletak pada diagonal suatu matrik kontingensi, sedangkan nilai akurasi kappa dianjurkan untuk digunakan dikarenakan akurasi kappa menggunakan semua elemen dalam matriks. United States Geological Survey (USGS) telah menetapkan tingkat ketelitian klasifikasi atau interpretasi minimum dengan menggunakan penginderaan jauh yaitu lebih dari 85% (Sampurno dan Thoriq, 2016). Berdasarkan nilai akurasi memberikan ketelitian yang cukup tinggi karena memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS yang menyatakan ketelitian interpretasi lebih dari 85% sehingga hasil klasifikasi citra SPOT 6 dapat digunakan.

#### 4.5 Hasil Pengambilan Data Lapang

Pengambilan data lapang yang berlokasi di Resort Bama, Taman Nasional Baluran dilakukan dengan pelacakan titik menggunakan alat GPS. Survei dilakukan dengan pemilihan titik sampel yang telah di buat berdasarkan



keapatan yang telah didapatkan sebelumnya dari keapatan NDVI. Pengambilan data lapang dilakukan untuk menghubungkan antar nilai keapatan jenis mangrove di lapangan dengan nilai NDVI, serta mengetahui sebaran spesies mangrove. Berdasarkan pengambilan data lapang ditemukan beberapa spesies mangrove yang tersebar di kawasan Resort Bama dan berikut ini adalah keadaan keapatan jenis mangrove berdasarkan stasiun lapang yang diamati.

**Tabel 15.** Sebaran Mangrove dan Keadaan keapatan Jenis Mangrove

Stasiun	Plot	Spesies	Ni	Rata-rata Diameter (cm)	Di (idn/m <sup>2</sup> )	Rdi (%)	Klasifikasi Keapatan	
1	1	RA	8	13,30	0,08	30	sangat rapat	
		RS	4	12,66	0,04	15	rapat	
	2	RA	13	13,06	0,13	48	sangat rapat	
		RS	2	10,03	0,02	7	rapat	
	2	1	RA	5	12,10	0,05	9	sangat rapat
			RS	9	14,26	0,09	16	rapat
2		RA	1	21,97	0,01	2	sangat rapat	
		RS	8	15,09	0,08	14	sangat rapat	
3		RS	12	14,15	0,12	21	rapat	
		RA	4	14,25	0,04	7	sangat rapat	
	RS	18	15,57	0,18	32	rapat		
3	1	EA	4	13,22	0,04	14	sangat rapat	
		SA	8	9,04	0,08	29	rapat	
	2	EA	3	12,85	0,03	11	rapat	
		SA	4	9,55	0,04	14	sangat rapat	
	3	EA	7	12,33	0,07	25	sangat rapat	
		SA	1	7,01	0,01	4	rapat	
4	1	RS	1	13,06	0,01	4	rapat	
		RM	4	10,67	0,04	19	rapat	
	2	CT	3	9,24	0,03	14	rapat	
		RM	1	10,51	0,01	5	sedang	
	3	CT	4	10,51	0,04	19	rapat	
		RM	2	9,71	0,02	10	sangat rapat	
5	1	CT	7	10,74	0,07	33	rapat	
		LR	7	18,52	0,07	30	rapat	
	2	RA	1	13,38	0,01	4	sangat rapat	
		LR	6	14,01	0,06	26	rapat	
	3	RA	4	13,54	0,04	17	sangat rapat	
		LR	5	15,92	0,05	22	sedang	



Stasiun	Plot	Spesies	Ni	Rata-rata Diameter (cm)	Di (idn/m <sup>2</sup> )	Rdi (%)	Klasifikasi Kerapatan
6	1	LR	4	15,61	0,04	31	sedang
	2	LR	6	13,00	0,06	46	sedang
	3	LR	2	11,94	0,02	15	jarang
7	1	BG	1	18,15	0,01	8	sangat jarang
		BG	1	73,57	0,01	33	jarang
	2	-	-	-	-	-	-
	3	BG	2	44,90	0,02	67	jarang
	1	BG	2	20,38	0,02	11	jarang
8	1	RA	1	10,51	0,01	5	jarang
		BG	3	14,86	0,03	16	jarang
	2	RA	1	10,51	0,01	5	sedang
	2	RS	2	20,06	0,02	11	jarang
		BG	4	17,44	0,04	21	rapat
	3	RA	4	11,70	0,04	21	sangat rapat
9	1	RS	2	11,15	0,02	11	jarang
		BG	1	23,57	0,01	9	sangat jarang
	2	BG	3	17,09	0,03	27	jarang
	3	RA	5	12,55	0,05	45	rapat
		RS	2	13,38	0,02	18	jarang
10	1	CT	8	18,19	0,08	15	jarang
		AC	7	11,37	0,07	13	sangat rapat
	2	LR	2	22,45	0,02	4	jarang
		CT	10	13,79	0,10	19	jarang
	2	AC	5	11,91	0,05	10	sangat rapat
		LR	7	20,20	0,07	13	jarang
	3	CT	5	17,32	0,05	10	jarang
		AC	2	12,10	0,02	4	sangat rapat
3	LR	6	15,45	0,06	12	jarang	

Keterangan :

RA : *Rhizophora apiculata*

RS : *Rhizophora stylosa*

EA : *Excoecaria agallocha*

SA : *Sonneratia alba*

RM : *Rhizophora mucronata*

CT : *Ceriops tagal*

LR : *Lumnitzera racemosa*

BG : *Bruguiera gymnorhiza*

AC : *Aegiceras corniculatum*

Ni : Jumlah Tegakan

Di : Kerapatan Jenis

Rdi : Kerapatan Relatif Jenis



*Rhizophora apiculata*



*Rhizophora stylosa*



*Rhizophora mucronata*



*Bruguiera gymnorrhiza*



*Excoecaria agallocha*



*Lumnitzera racemosa*



*Ceriops tagal*



*Sonneratia alba*



*Aegiceras corniculatum*

Gambar 22. Jenis Mangrove Yang ditemukan Pada Lokasi Penelitian

Hasil dari pengamatan di Resort Bama, Taman Nasional Baluran ditemukan beberapa spesies mangrove, yaitu: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Lumnitzera racemosa*, *Excoecaria agallocha*, *Sonneratia alba*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Aegiceras corniculatum*. Pada Resort Bama, Taman Nasional Baluran di dominasi dengan mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora stylosa*.

Untuk jumlah tegakan yang didapat pada setiap plot dengan ukuran (10m×10m) di Resort Bama, Taman Nasional Baluran sangat beragam, mulai dari



1 sampai 22 pohon setiap plot nya. Jumlah tegakan terbanyak terdapat pada stasiun 2 dengan 57 pohon, sedangkan terdikit pada stasiun 7 hanya 3 pohon. Dalam spesies terbanyak pada spesies *Rhizophora apiculata* sebanyak 54 pohon dan terdikit pada spesies *Rhizophora mucronata* sebanyak 7 pohon.

Rata-rata diameter yang didapat pada setiap plot di Resort Bama, Taman Nasional Baluran sangat beragam. Rata-rata diameter terbesar terdapat pada plot 1 di stasiun 7 sebesar 73,57 cm dan terkecil pada plot 1 di stasiun 4 sebesar 9,96 cm, sedangkan rata-rata diameter pada stasiun terbesar terdapat pada stasiun 7 sebesar 59,24 cm dan terkecil pada stasiun 4 sebesar 10,23 cm.

Pada kerapatan mangrove yang didapat di Resort Bama, Taman Nasional Baluran sangat beragam, terdapat semua kategori yaitu : sangat jarang, jarang, sedang, rapat, dan sangat rapat dengan nilai kerapatan setiap plot nya mulai dari 0,01 idn/m<sup>2</sup> sampai 0,22 idn/m<sup>2</sup>. Contoh dalam kerapatan sangat jarang terdapat pada plot 1 stasiun 7 dengan nilai 0,01 idn/m<sup>2</sup>, kerapatan jarang terdapat pada plot 3 stasiun 6 dengan nilai 0,03 idn/m<sup>2</sup>, kerapatan sedang terdapat pada plot 3 stasiun 5 dengan nilai 0,05 idn/m<sup>2</sup>, kerapatan rapat terdapat pada plot 1 stasiun 4 dengan nilai 0,07 idn/m<sup>2</sup>, dan kerapatan sangat rapat terdapat pada plot 3 stasiun 3 dengan nilai 0,09 idn/m<sup>2</sup>.

Kerapatan mangrove pada stasiun terbesar terdapat pada stasiun 2 dengan nilai 0,57 idn/m<sup>2</sup>, sedangkan terkecil pada stasiun 7 dengan nilai 0,03 idn/m<sup>2</sup>. Stasiun 2 dapat menjadi terbesar dalam kerapatan dikarenakan lokasinya yang terdapat pada zona tengah yang membuat pertumbuhan mangrove tidak terganggu gelombang laut serta masih mendapatkan suplai air laut, sedangkan stasiun 7 menjadi terkecil dalam kerapatan dikarenakan lokasinya yang terdapat

pada zona terbuka atau seaward yang langsung berhadapan dengan gelombang laut membuat pertumbuhan mangrove terganggu dikarenakan gelombang dan sampah yang berdatangan.

#### 4.6 Hubungan NDVI dan Kerapatan Mangrove

Validasi data dilakukan dengan mengkorelasikan hasil pengolahan citra berdasarkan algoritma NDVI dengan nilai kerapatan mangrove di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa presentase hasil pengolahan citra yang merepresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan. Penentuan analisis korelasi dilakukan dengan cara mengambil sampel secara acak sebanyak 28 titik sampel yang mewakili penyebaran NDVI.

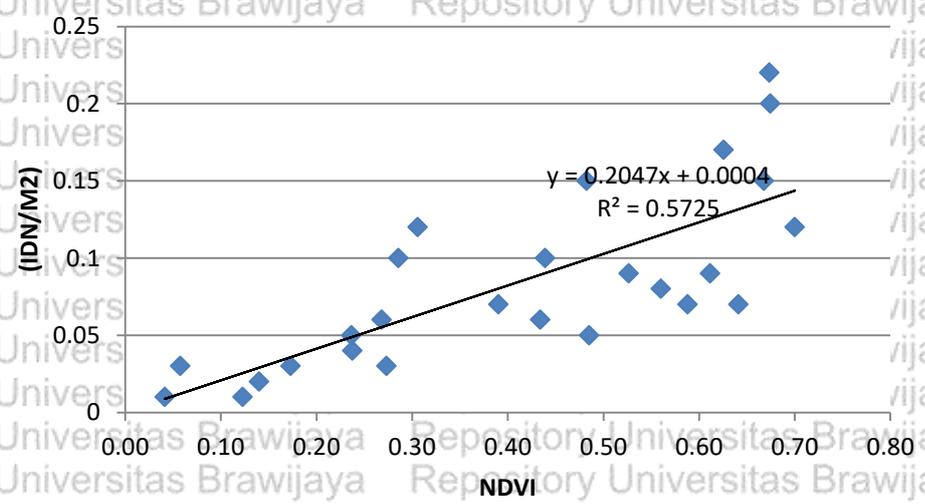
Sampel nilai kerapatan mangrove diambil dengan menghitung jumlah pohon di ukuran 10m x 10m yang menyebar di Resort Bama, Taman Nasional Baluran. Sebaran titik yang digunakan dalam uji korelasi yang mendeskripsikan hubungan antara nilai NDVI pada citra dengan nilai kerapatan transek, sebagai berikut :

**Tabel 16.** Data Sebaran Nilai NDVI pada Citra dan Nilai Kerapatan Transek di Lapangan

No	Latitude	Longitude	Nilai NDVI	Nilai kerapatan jenis (idn/m <sup>2</sup> )
1	-7.848209	114.458088	0,3059	0,12
2	-7.847992	114.458161	0,6679	0,15
3	-7.851702	114.460146	0,4826	0,15
4	-7.851530	114.460433	0,6747	0,20
5	-7.851478	114.460486	0,6736	0,22
6	-7.852328	114.460117	0,7001	0,12
7	-7.852289	114.460158	0,5882	0,07
8	-7.852228	114.460158	0,5265	0,09
9	-7.853284	114.461117	0,6414	0,07



No	Latitude	Longitude	Nilai NDVI	Nilai kerapatan jenis (idn/m <sup>2</sup> )
10	-7.853272	114.461072	0,4853	0,05
11	-7.853322	114.461178	0,6117	0,09
12	-7.852409	114.462496	0,5601	0,08
13	-7.852355	114.462492	0,2858	0,10
14	-7.852464	114.462550	0,2367	0,05
15	-7.853998	114.463864	0,2376	0,04
16	-7.853992	114.463783	0,4339	0,06
17	-7.854044	114.463733	0,1729	0,03
18	-7.855863	114.465084	0,1231	0,01
19	-7.855869	114.464978	0,1401	0,02
20	-7.858490	114.462345	0,2734	0,03
21	-7.858422	114.462236	0,2682	0,06
22	-7.858481	114.462292	0,4391	0,10
23	-7.867736	114.461794	0,0415	0,01
24	-7.867689	114.461742	0,0578	0,03
25	-7.867800	114.461745	0,3903	0,07
26	-7.870616	114.459660	0,6257	0,17
27	-7.870611	114.459717	0,7123	0,22
28	-7.870664	114.459658	0,5848	0,13



**Gambar 23.** Grafik Korelasi Linear Antara Kerapatan NDVI dan Kerapatan Transek

Dari nilai NDVI dan nilai kerapatan mangrove didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,5725 dan koefien korelasinya ( $r$ ) sebesar 0,7566.



Sehingga dapat dikatakan antara nilai hasil prediksi dan hasil pengukuran lapangan berkorelasi sebesar 76 %. Hasil analisis korelasi apabila ditinjau dari tingkat hubungan korelasi, hasil penelitian termasuk korelasi sangat kuat (0,75 – 1,00) (Sarwono, 2006). Jika dibandingkan dengan penelitian sejenis yang dilakukan oleh beberapa peneliti lainnya, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Perbandingan Hubungan NDVI dengan Kerapatan Mangrove dari Penelitian Sejenis

No	Sumber Data	Citra	Metode Kerapatan	koefisien determinasi ( $R^2$ )	koefien korelasi (R)
1	Penelitian ini	SPOT 6	Transek	0,5725	0,76
2	Kawamuna <i>et al</i> (2017)	Sentinel 2	Transek	0,8301	0,91
3	Hendrawan <i>et al</i> (2018)	SPOT 6	Tajuk	0,72	0,85
4	Wijaya <i>et al</i> (2005)	Quickbird	Transek	0,5402	0,73
5	Saefurahman <i>et al</i> (2008)	Formosat 2	Transek	0,8204	0,9

Persamaan yang dihasilkan adalah :  $y = 0,2047x + 0,0004$

Keterangan :  $y$  = nilai indeks vegetasi

$x$  = kerapatan mangrove

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa nilai koefisien regresi bernilai positif. Ini berarti kerapatan NDVI dengan kerapatan transek berbanding lurus, yaitu semakin besar kerapatan transek mangrove maka semakin besar juga nilai NDVI dan sebaliknya. Hal ini dapat dimaklumi karena pengukuran dengan penginderaan jauh sudah tentu tidak akan seteliti dengan pengukuran langsung di lapangan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Resort Bama, Taman Nasional Baluran didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Distribusi sebaran hutan mangrove di Resort Bama Taman Nasional Baluran dari tahun 2007 ke 2017 mengalami penurunan sebesar 8,9 Ha, namun demikian kerapatan hutan mangrovenya mengalami peningkatan terlihat dari didominasinya kelas kerapatan sedang dan kerapatan rapat pada tahun 2007 menjadi kelas kerapatan rapat saja yang mendominasi pada tahun 2017.
2. Hasil hasil uji akurasi dengan perhitungan matriks kekeliruan (*matrix confusion*) didapatkan *overall accuracy* sebesar 88%. sedangkan akurasi kappa adalah 87,76%. Nilai akurasi tersebut memberikan ketelitian yang cukup tinggi karena memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS yang menyatakan ketelitian interpretasi lebih dari 85% sehingga hasil klasifikasi citra SPOT 6 dapat digunakan.

### 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya transek pengukuran di lapang di sesuaikan dengan resolusi spasial citra yang digunakan agar mendapat hasil yang maksimal, serta melakukan metode pengukuran kerapatan tajuk sebagai pembanding dari kerapatan menggunakan transek.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ekadinata, A., Dewi, S., Hadi, D., Nugroho, D., dan Johana, F. 2008. Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1 : *Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source*. World Agroforestry Centre. Bogor. 70 hlm.
- Haryani, N.S. 2013. Analisis perubahan hutan mangrove menggunakan citra landsat. *Jurnal Ilmiah WIDYA*. 1 (1): 72-77.
- Hendrawan., Gaol, J.L., dan Susilo, S.B. 2018. Studi Kerapatan dan Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Satelit di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10 (1): 99-109.
- Irawan,S., dan A.O Malau. 2016. Analisis persebaran mangrove di pulau batam menggunakan teknologi penginderaan jauh. *Jurnal Integrasi*. 8 (2): 80-87.
- Kartikasari, A.D., dan B.M. Sukojo. 2015. Analisis persebaran ekosistem hutan mangrove menggunakan citra landsat-8 di estuari peracak bali. *GEOID*. 11 (01): 1-8.
- Kawamuna, A., Suprayogi, A., dan Wijaya, A.P. 2017. Analisis Kesehatan Hutan Mangrove Berdasarkan Metode Klasifikasi NDVI Pada Citra Sentinel-2 (Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Geodesi Undip*. 6 (01): 277-284.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2013. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Jakarta. 108 hlm.
- Kusmana, C., 1996. Nilai ekologis ekosistem hutan mangrove. *Media Konservasi*. 5 (1): 17-24.
- Macnae, W., 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region. *Adv. mar. Biol.* 6: 73-270.
- Noor, Y.R., M. Khazali, dan I N.N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP, Bogor. 227 hlm.
- Rachman, M., Semedi, B., Saputra, D.K., dan Setiawan, K.T. 2015. Analisis perubahan sebaran dan luasan hutan mangrove di teluk gilmanuk, taman nasional bali barat pada tahun 2006, 2011, dan 2015 dengan menggunakan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2016. hlm 596-607.
- Padillah, A.S. 2016. Pemetaan Distribusi dan Kerapatan Mangrove di Pulau Tunda Menggunakan Citra Worldview-2. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogor.



Prameswari, A.A.S.R., T. Hariyanto, dan F. Sidik. 2015. Analisis indeks vegetasi mangrove menggunakan citra satelit alos anvir-2. *GEOID*. **11** (01): 40-45

Pramudji. 2001. Upaya pengelolaan rehabilitasi dan konservasi pada lahan mangrove yang kritis kondisinya. *Oseana*. **26**. (2): 1-8.

Purwanto, A.D., W. Asriningrum, G. Winarso, dan E. Parwati. 2014. Analisis sebaran dan kepadatan mangrove menggunakan citra landsat 8 di segara anakan, cilacap. Prosiding Seminar Nasional Pengindraan Jauh tahun 2014: hlm 232-241.

\_\_\_\_\_, A. 2015. Pemanfaatan citra landsat 8 untuk identifikasi *normalized difference vegetation index* (NDVI) di kecamatan silat hilir kabupaten kapuas hulu. *Jurnal Edukasi*. **13** (1): 27-36.

Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh LAPAN. 2015. Pedoman Pengolahan Data Pengindraan Jauh Landsat 8 Untuk Mangrove. Jakarta. 22 hlm.

Putrisari. 2017. Keanekaragaman dan struktur vegetasi mangrove di pantai bama – dermaga lama taman nasional baluran jawa timur. *Jurnal Prodi Biologi*. **6** (3): 185-193.

Rudiastuti, A.W., D.M. Yuwono, and S. Hartini. 2017. Mangrove mapping using spot 6 at east lombok Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. **165**: 1-9.

Saefurahman, G. 2008. Distribusi, Kepadatan dan Perubahan Luas Vegetasi Mangrove Gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu Menggunakan Citra FORMOSAT 2 dan Landsat 7/ETM+. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Saenger, P., E.J. Hegerl, and J.D.S. Davie. 1983. Global Status Of Mangrove Ecosystems. Commision on Ecology Number 3. IUCN. Michigan. 92 pp.

Sambah, A.B., N. Harahap, dan M. Mahmudi. 2014. Pemetaan sebaran hutan mangrove dan analisis pasial kesesuaian lahan budidaya tambak di pesisir kecamatan gending kabupaten probolinggo. *Journal Of Enviromental Engineering & Sustainable Technology*. **1** (2): 75-82.

Sampurno R.M., dan A. Thoriq. 2016. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 operational land imager (OLI) di kabupaten sumedang. *Jurnal Teknotan*. **10** (2): 61-70.

Sarwono, J. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Silitonga, O., D. Purnama, dan E. Nofridiansyah. 2018. Pemetaan kepadatan vegetasi mangrove di sisi tenggara pulau enggano menggunakan data citra satelit. *Jurnal Enggano*. **3** (1): 98-111.

Sudiana, D., dan E. Diasmara. 2008. Analisis indeks vegetasi menggunakan data satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS. Prosiding Seminar on Intelligent Technology and Its Applications tahun 2008: hlm 423-428.

Suriadikusumah, A., dan A. Pratama. 2010. Penetapan kelembaban, tekstur tanah dan kesesuaian lahan untuk tanaman kina (*chinchona* spp.) di sub



das cikapundung hulu melalui citra satelit landsat-tm image. *Jurnal Argikultura*. **21** (1): 85-92.

Suwargana, N. 2008. Analisis perubahan hutan mangrove menggunakan data pengindraan jauh di pantau bahagia, muara gembing, bekasi. *Jurnal Pengindraan Jauh*. **5**: 64-74.

\_\_\_\_\_. 2013. Resolusi spasial, temporal dan spectral pada citra satelit landsat, spot dan ikonis. *Jurnal Ilmiah WIDYA*. **1** (2): 167-174.

Wijaya, S.W. 2005. Aplikasi Penginderaan Jauh Dengan Citra Satelit QuickBird Untuk Pemetaan Mangrove di Pulau Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Wirandha, F.S., Marwan, dan Nizamuddin. 2015. Klasifikasi penggunaan lahan menggunakan citra satelit spot-6 di kabupaten aceh barat daya dan aceh besar. *Prosiding Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro tahun 2015*. hlm 102-107.

Waas, H.J.D., Nababan, B. 2010. Pemetaan dan Analisis Index Vegetasi Mangrove di Pulau Saparua, Maluku Tengah. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **2** (1): 50-58.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Dokumentasi Survei Lapang Tanggal 23 – 25 Januari 2019.

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Kondisi stasiun 1 Waktu: tanggal 23 Januari 2019 jam 12:00 WIB Spesies: <i>Rhizophora apiculata</i></p>
2		<p>Kondisi stasiun 2 Waktu: tanggal 23 Januari 2019 jam 14:00 WIB Spesies: <i>Rhizophora apiculata</i></p>
3		<p>Kondisi stasiun 3 Waktu: tanggal 23 Januari 2019 jam 15:00 WIB Spesies: <i>Excoecaria agallocha</i></p>
4		<p>Kondisi stasiun 4 Waktu: tanggal 23 Januari 2019 jam 16:00 WIB Spesies: <i>Ceriops tagal</i></p>



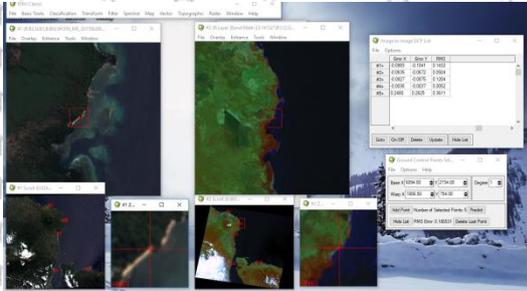
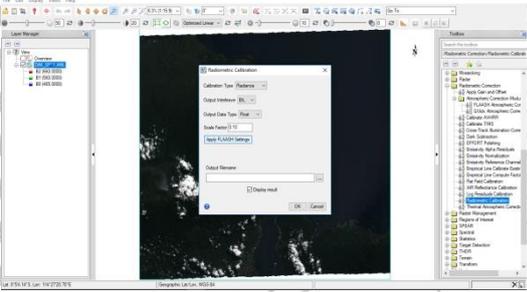
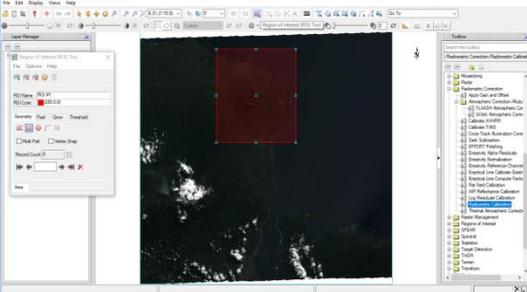
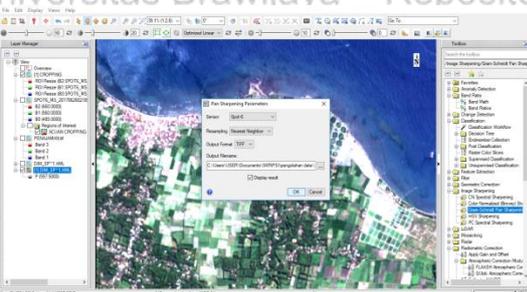
<p>5</p>		<p>Kondisi stasiun 5 Waktu: tanggal 24 Januari 2019 jam 09:00 WIB Spesies: <i>Rhizophora apiculata</i></p>
<p>6</p>		<p>Kondisi stasiun 6 Waktu: tanggal 24 Januari 2019 jam 10:00 WIB Spesies: <i>Luminitzera racemosa</i></p>
<p>7</p>		<p>Kondisi stasiun 7 Waktu: tanggal 24 Januari 2019 jam 11:00 WIB Spesies: <i>Bruguiera gymnorhiza</i></p>
<p>8</p>		<p>Kondisi stasiun 8 Waktu: tanggal 24 Januari 2019 jam 13:00 WIB Spesies: <i>Bruguiera gymnorhiza</i></p>
<p>9</p>		<p>Keondisi stasiun 9 Waktu: tanggal 25 Januari 2019 jam 10:00 WIB Spesies: <i>Bruguiera gymnorhiza</i></p>

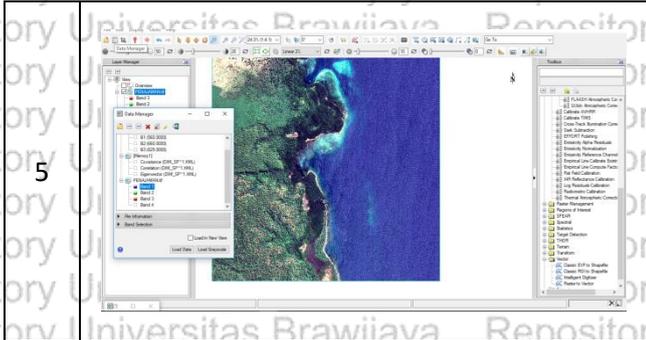


<p>10</p>		<p>Kondisi stasiun 10 Waktu: tanggal 25 Januari 2019 jam 09:00 WIB Spesies: <i>Aegiceras corniculatum</i></p>
<p>11</p>		<p>Pengukuran keliling pohon</p>
<p>12</p>		<p>Pembuatan transek 10x10</p>
<p>13</p>		<p>Proses mengidentifikasi jenis mangrove</p>
<p>14</p>		<p>Rawa asin yang menyebabkan penyakit dan kematian pada mangrove</p>



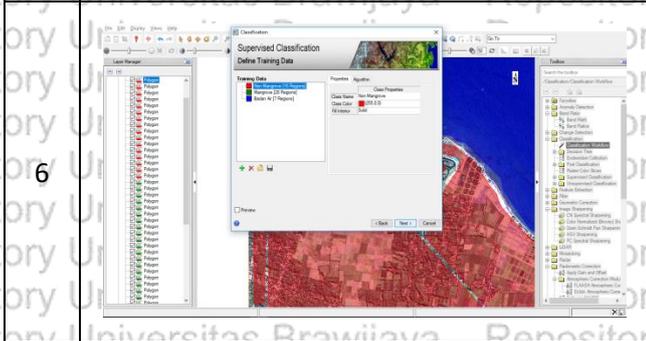
Lampiran 2. Dokumentasi Pengolahan Data Citra

No	Gambar	Keterangan
1		Koreksi Geometrik
2		Koreksi Radiometrik
3		Cropping Citra
4		Penajaman Citra



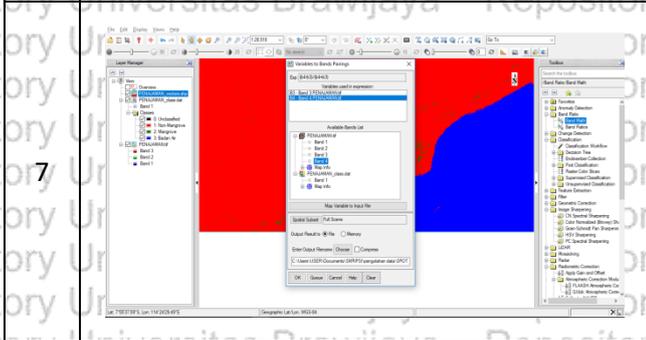
5

Komposit Citra



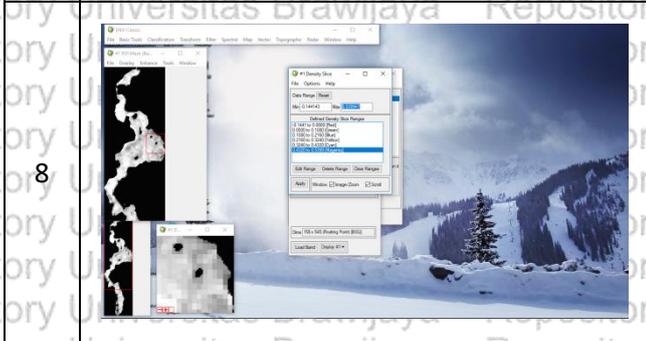
6

Klasifikasi Terbimbing



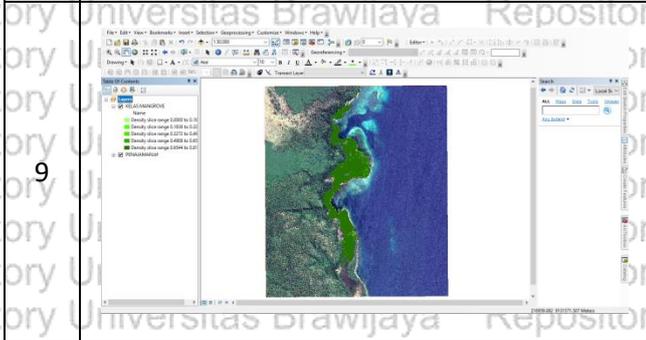
7

Algoritma NDVI



8

Reclass kerapatan mangrove



9

Peta kerapatan mangrove



Lampiran 3. Data Spesies dan Keliling Batang Mangrove Setiap Stasiun

Stasiun	Plot	Spesies	Keliling Batang (cm)
1	1	<i>Rhizophora apiculata</i>	26, 41, 52, 69, 30, 36, 39, 41
		<i>Rhizophora stylosa</i>	42, 37, 33, 47
	2	<i>Rhizophora apiculata</i>	62, 53, 37, 40, 28, 31, 51, 41, 45, 36, 35, 32, 42
		<i>Rhizophora stylosa</i>	30, 33
	3		
	2	1	<i>Rhizophora apiculata</i>
<i>Rhizophora stylosa</i>			42, 63, 48, 31, 39, 45, 41, 42, 52
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	69
2		<i>Rhizophora apiculata</i>	51, 43, 63, 31, 45, 45, 57, 44
		<i>Rhizophora stylosa</i>	47, 39, 48, 57, 41, 60, 37, 35, 51, 33, 43, 42
3			
3	1	<i>Excoecaria agallocha</i>	36, 56, 33, 41
		<i>Sonneratia alba</i>	32, 36, 28, 31, 29, 26, 22, 23
	2	<i>Excoecaria agallocha</i>	41, 47, 33
		<i>Sonneratia alba</i>	22, 34, 28, 36
	3		
		<i>Excoecaria agallocha</i>	40, 38, 33, 51, 41, 32, 36
	<i>Sonneratia alba</i>	22	
4	1	<i>Rhizophora stylosa</i>	41
		<i>Rhizophora mucronata</i>	32, 35, 29, 38
		<i>Ceriops tagal</i>	35, 25, 24
	2	<i>Rhizophora mucronata</i>	33
		<i>Ceriops tagal</i>	33, 31, 38, 30
	3		
	<i>Rhizophora mucronata</i>	30, 31	
	<i>Ceriops tagal</i>	36, 32, 31, 33, 33, 41, 30	
5	1		
	2	<i>Lumnitzera racemosa</i>	56, 121, 40, 32, 47, 51, 60
		<i>Rhizophora apiculata</i>	42
6	2		
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	41, 53, 44, 30, 41, 55
		<i>Rhizophora apiculata</i>	32, 53, 47, 38
7	3		
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	63, 44, 38, 47, 58
	1		
6	1		
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	36, 31, 74, 55
	2		
6	2		
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	44, 36, 31, 51, 46, 37
	3		
6	3		
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	34, 41
		<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	57
7	1		
		<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	231
	2		
7	3		
		<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	158, 124



Stasiun	Plot	Spesies	Keilling Batang (cm)
8	1	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	87, 41
		<i>Rhizophora apiculata</i>	33
	2	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	47, 53, 40
		<i>Rhizophora apiculata</i>	33
		<i>Rhizophora stylosa</i>	63, 63
	3	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	71, 60, 50, 38
		<i>Rhizophora apiculata</i>	41, 34, 38, 34
		<i>Rhizophora stylosa</i>	33, 37
	9	1	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>
2		<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	63, 57, 41
3		<i>Rhizophora apiculata</i>	33, 44, 51, 28, 41
		<i>Rhizophora stylosa</i>	37, 47
10	1	<i>Ceriops tagal</i>	77, 63, 54, 31, 65, 44, 51, 72
		<i>Aegiceras corniculatum</i>	39, 32, 34, 36, 41, 36, 32
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	64, 77
	2	<i>Ceriops tagal</i>	44, 41, 40, 37, 44, 38, 55, 37, 49, 48
		<i>Aegiceras corniculatum</i>	41, 31, 38, 39, 38
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	74, 77, 57, 63, 51, 69, 53
	3	<i>Ceriops tagal</i>	67, 63, 44, 51, 47
		<i>Aegiceras corniculatum</i>	37, 39
		<i>Lumnitzera racemosa</i>	41, 57, 63, 38, 41, 51