



**ANALISIS KERAPATAN VEGETASI *MANGROVE*  
BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 OLI  
(Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi)**

**SKRIPSI**

Oleh  
**DESSY PUTRI ELOK SUSANTI  
NIM 151810201056**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**ANALISIS KERAPATAN VEGETASI *MANGROVE*  
BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 OLI  
(Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh  
**DESSY PUTRI ELOK SUSANTI**  
**NIM 151810201056**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

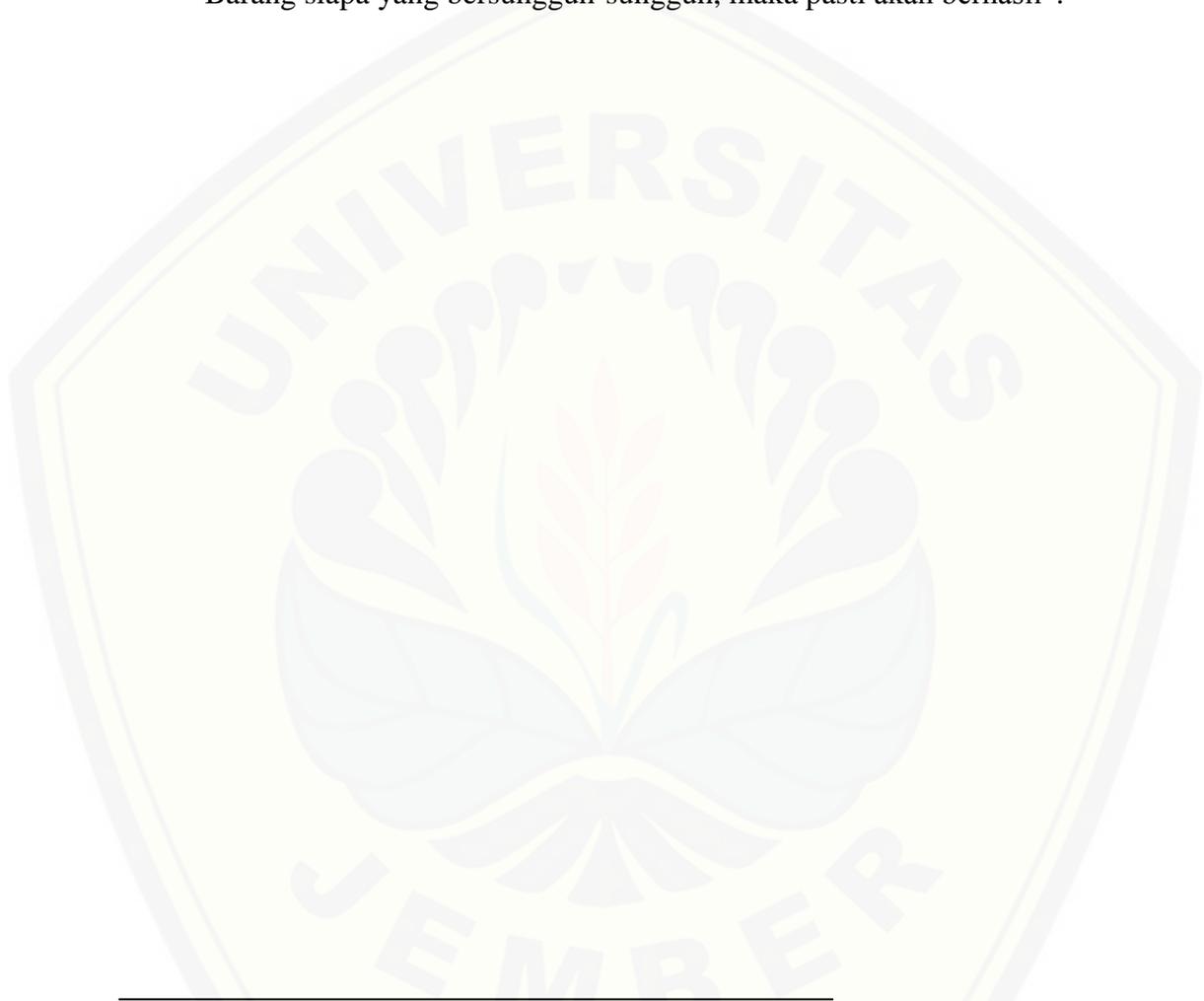
Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa sayang, cinta, syukur dan terimakasih yang sangat besar untuk :

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Misnoto dan Ibunda Sumisih. Terimakasih telah menjadi pahlawan serta motivator hebat dalam hidup yang selama ini dengan ikhlas memberikan do'a, kasih sayang, kesabaran, materi dan pengorbanannya dalam mengantarku mencapai cita-cita.
2. Kakakku Heru Susanto, telah memberikan semangat, nasihat dan do'a serta menjadi teladan dalam keluarga.
3. Para pendidik sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi, yang telah mengajarkan dan memberikan ilmu yang sangat berguna.
4. Almamater tercinta, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
(terjemahan Surat Al Insyirah ayat 5)<sup>\*)</sup>*

*Man Jadda Wa Jadda*  
“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka pasti akan berhasil”.<sup>\*\*)</sup>



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang : PT. Kumudarsono Grafindo.

\*\*\*) Zainudin, A. 2010. *Man Jadda Wajada The Art of Excellent Life*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dessy Putri Elok Susanti

NIM : 151810201056

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Analisis Kerapatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Citra Landsat 8 OLI (Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi)*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2019  
Yang Menyatakan,

Dessy Putri Elok Susanti  
NIM. 151810201056

**SKRIPSI**

**ANALISIS KERAPATAN VEGETASI *MANGROVE*  
BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 OLI  
(Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi)**

Oleh

**Dessy Putri Elok Susanti**  
**NIM 151810201056**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “*Analisis Kerapatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Citra Landsat 8 OLI (Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi)*” karya Dessy Putri Elok Susanti telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim penguji :

Ketua,

Anggota I,

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 197202101998021001

Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.  
NIP. 196812191994021001

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Sutisna, S.Pd., M.Si.  
NIP. 197301152000031001

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati M.Si.  
NIP. 196109091986012001

Mengesahkan  
Dekan FMIPA Universitas Jember,

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP. 196102041987111001

## RINGKASAN

**Analisis Kerapatan Vegetasi *Mangrove* Berdasarkan Citra Landsat 8 OLI (Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi);** Dessy Putri Elok Susanti, 151810201056; 2019: 67 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

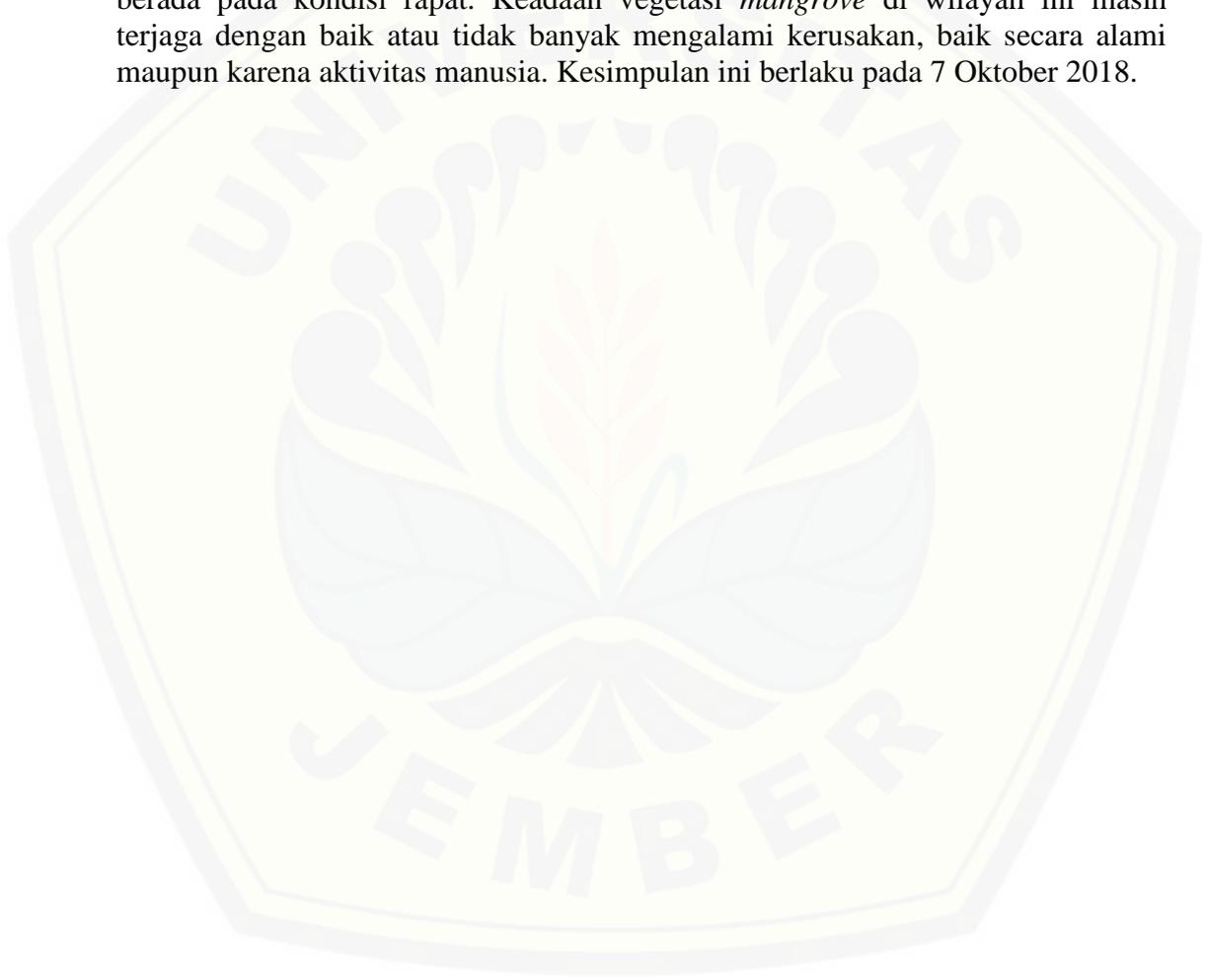
Indonesia disebut sebagai negara kepulauan dengan jumlah sekitar 17.508 pulau dan panjang pantai kurang lebih 81.000 km. Oleh karena itu, Indonesia memiliki sumber daya pesisir yang sangat besar, baik hayati maupun non hayati. Wilayah pesisir merupakan ekosistem transisi yang dipengaruhi daratan dan lautan, yang mencakup beberapa ekosistem, salah satunya adalah ekosistem hutan *mangrove*. *Mangrove* adalah ekosistem utama pendukung aktivitas kehidupan di wilayah pantai dan mempunyai peranan penting dalam menjaga keseimbangan siklus biologis di lingkungannya. Keberadaan ekosistem *mangrove* yang terlihat sangat dominan adalah di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Melihat besarnya fungsi *mangrove* untuk makhluk hidup, maka akan sangat perlu dilakukan analisis kerapatan *mangrove* untuk pengelolaan ekosistem *mangrove* dan daerah pesisir untuk wilayah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kerapatan vegetasi dan luasan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi, dengan cara melakukan klasifikasi jenis tutupan lahan terlebih dahulu untuk membedakan *mangrove* dan non *mangrove* serta mengetahui tingkat akurasi dari proses klasifikasi *supervised*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi *supervised* dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Metode klasifikasi *supervised* dilakukan dengan menggunakan *training area* terlebih dahulu sebagai *sample* untuk tiap kelas dalam proses klasifikasi. Pada penelitian ini klasifikasi dibagi menjadi enam kelas yaitu perairan, awan, bayangan awan, pemukiman, vegetasi lain dan *mangrove*. Metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan vegetasi *mangrove* sehingga dapat digunakan dalam menentukan kerapatan dan luasan *mangrove*. Kerapatan vegetasi *mangrove* ditentukan dengan melakukan pembagian kelas nilai NDVI menjadi jarang, sedang dan rapat berdasarkan rentang nilai yang telah ditetapkan oleh Departemen Kehutanan Tahun 2005. Kemudian luasan *mangrove* ditentukan berdasarkan hasil klasifikasi kerapatan yang telah diperoleh.

Hasil penelitian yang diperoleh klasifikasi *supervised* dengan menggunakan citra penginderaan jauh landsat 8 OLI tahun 2018 dapat menunjukkan enam kelas penutup lahan di wilayah Teluk Pangpang, Kabupaten Banyuwangi. Warna biru mengidentifikasi objek yang diklasifikasikan adalah kelas perairan. Warna merah mencirikan objek kelas *mangrove*. Warna coklat mengidentifikasi tutupan lahan pemukiman. Warna hijau untuk kelas tutupan lahan berupa vegetasi lain. Warna putih digunakan untuk kelas awan. Warna ungu mengidentifikasi kelas bayangan awan. Hasil uji akurasi untuk klasifikasi *supervised* ini adalah 96,86%. Nilai NDVI dihasilkan untuk mengetahui tingkat kehijauan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Hasil yang

diperoleh untuk nilai NDVI tertinggi sebesar 0,782 dan nilai terendah -0,255. Nilai NDVI *mangrove* yang diperoleh di wilayah Teluk Pangpang ini memiliki nilai tingkat kehijauan vegetasi yang dominan tinggi. Untuk mengetahui kerapatan vegetasi *mangrove* nilai NDVI yang telah diperoleh dibagi menjadi tiga kelas yaitu, jarang, sedang dan rapat. Luas *mangrove* di wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi diperoleh sebesar 604,44 ha. Dari total tersebut luas kerapatan *mangrove* untuk kelas rapat sebesar 545,4 ha atau 90,23%, 38,88 ha atau 6,43% merupakan *mangrove* dengan kerapatan sedang dan 20,16 ha atau 3,34% merupakan *mangrove* dengan kerapatan jarang.

Berdasarkan hasil analisa, kerapatan vegetasi mangrove menggunakan citra landsat 8 OLI di wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi mayoritas berada pada kondisi rapat. Keadaan vegetasi *mangrove* di wilayah ini masih terjaga dengan baik atau tidak banyak mengalami kerusakan, baik secara alami maupun karena aktivitas manusia. Kesimpulan ini berlaku pada 7 Oktober 2018.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Kerapatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Citra Landsat 8 OLI (Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi)*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

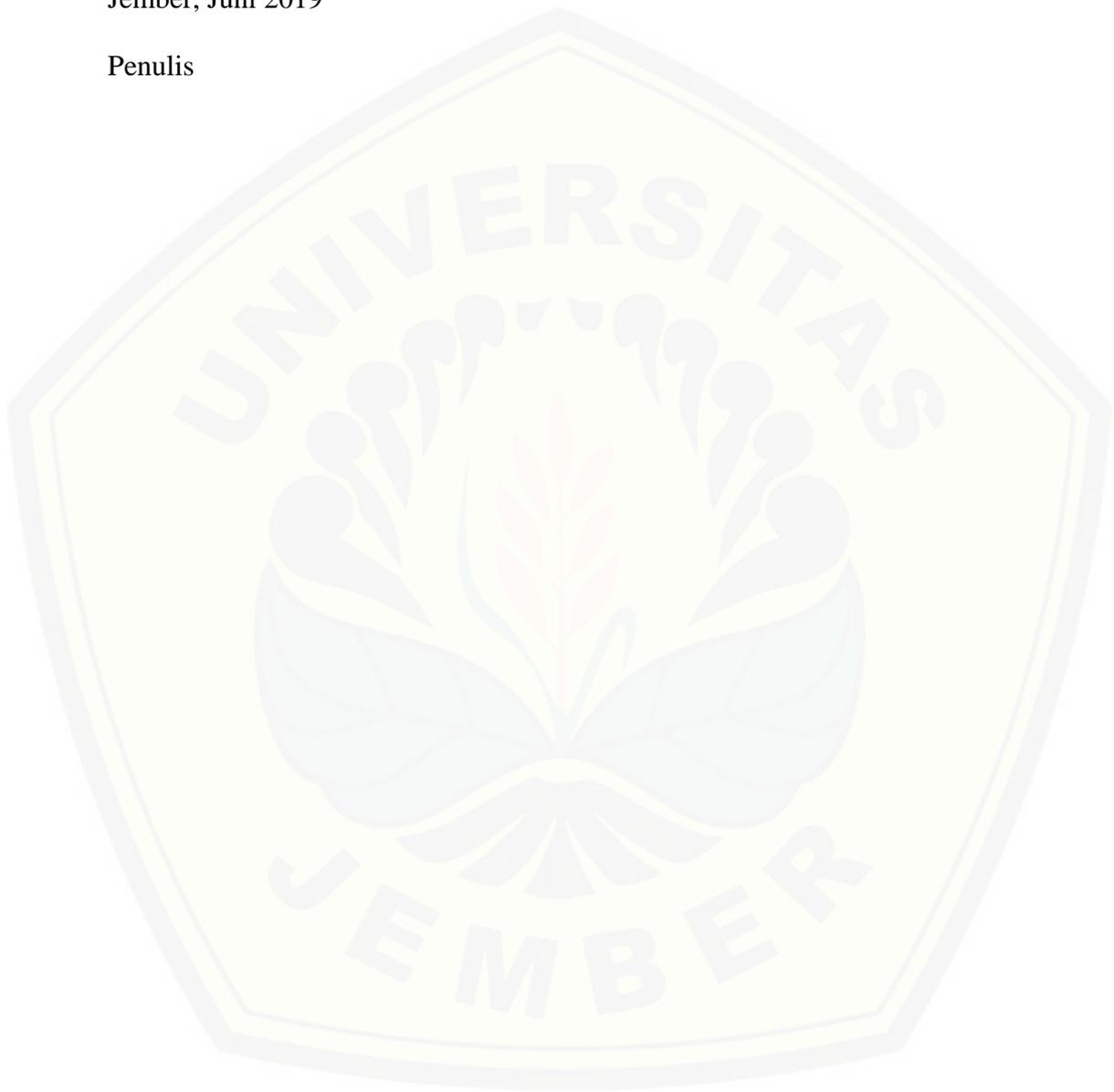
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membantu menyelesaikan skripsi ini;
2. Dr. Sutisna, S.Pd., M.Si. dan Dra. Arry Yuariatun Nurhayati M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Wenny Maulina, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Seluruh civitas akademika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah berkontribusi dalam penulisan skripsi ini;
5. Teman-temanku GANESHA PHI (mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA 2015 Universitas Jember) yang selalu memberikan semangat, dukungan dan do'a;
6. Keluarga kosan MINI SQUAD yang memberikan semangat, motivasi dan banyak pelajaran berharga;
7. Semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak dan pembaca. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Jember, Juni 2019

Penulis



DAFTAR ISI

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL .....  | i              |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....  | ii             |
| HALAMAN MOTTO .....  | iii            |
| HALAMAN PERNYATAAN.....  | iv             |
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | vi             |
| RINGKASAN .....  | vii            |
| PRAKATA .....  | ix             |
| DAFTAR ISI.....  | xi             |
| DAFTAR GAMBAR.....   | xiv            |
| DAFTAR TABEL .....   | xv             |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | xvi            |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>                                    | <b>1</b>       |
| <b>1.1 Latar Belakang .....</b>                                    | <b>1</b>       |
| <b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>                                   | <b>7</b>       |
| <b>1.3 Batasan Masalah.....</b>                                    | <b>7</b>       |
| <b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>                                 | <b>7</b>       |
| <b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>                                | <b>7</b>       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                | <b>9</b>       |
| <b>2.1 Definisi Vegetasi .....</b>                                 | <b>9</b>       |
| <b>2.2 Hutan <i>Mangrove</i> .....</b>                             | <b>9</b>       |
| <b>2.3 Zonasi Hutan <i>Mangrove</i> .....</b>                      | <b>10</b>      |
| <b>2.4 Fungsi dan Manfaat Hutan <i>Mangrove</i>.....</b>           | <b>11</b>      |
| <b>2.5 Kerapatan Tumbuhan .....</b>                                | <b>12</b>      |
| <b>2.6 Kondisi Geografis Teluk Pangpang.....</b>                   | <b>13</b>      |
| <b>2.7 Penginderaan Jauh.....</b>                                  | <b>14</b>      |
| <b>2.8 Gelombang Elektromagnetik .....</b>                         | <b>17</b>      |
| <b>2.9 Pantulan Spektrum .....</b>                                 | <b>19</b>      |
| <b>2.10 Aplikasi Penginderaan Jauh untuk <i>Mangrove</i> .....</b> | <b>21</b>      |

|   |    |
|---|----|
| <b>2.11 Citra Satelit</b> .....   | 21 |
| 2.11.1 Citra Landsat .....  | 22 |
| 2.11.2 Landsat 8 .....  | 23 |
| <b>2.12 Koreksi Citra</b> .....   | 24 |
| <b>2.13 Klasifikasi Supervised</b> .....                                | 25 |
| <b>2.14 Indeks Vegetasi</b> .....                                       | 26 |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....                                   | 28 |
| <b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....                            | 28 |
| <b>3.2 Jenis dan Sumber Data</b> .....                                  | 28 |
| <b>3.3 Rancangan Penelitian</b> .....                                   | 29 |
| <b>3.4 Operasional Variabel</b> .....                                   | 30 |
| <b>3.5 Kerangka Pemecah Masalah</b> .....                               | 31 |
| <b>3.6 Prosedur Penelitian</b> .....                                    | 32 |
| 3.6.1 Tahap Persiapan .....   | 32 |
| 3.6.2 Tahap Pengolahan .....  | 33 |
| <b>3.7 Metode Analisis Data</b> .....                                   | 35 |
| 3.7.1 Pengujian Akurasi .....   | 35 |
| 3.7.2 Analisa Tingkat Kerapatan Vegetasi <i>Mangrove</i> .....          | 36 |
| 3.7.3 Perhitungan Luas Kelas Kerapatan Vegetasi <i>Mangrove</i> .....   | 36 |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                                | 38 |
| <b>4.1 Koreksi Citra</b> .....  | 38 |
| <b>4.2 Komposit Citra (RGB 564)</b> .....                               | 41 |
| <b>4.3 Klasifikasi Tutupan Lahan</b> .....                              | 42 |
| 4.3.1 Klasifikasi <i>Supervised</i> .....                               | 42 |
| 4.3.2 <i>Overall Accuracy</i> Hasil Klasifikasi <i>Supervised</i> ..... | 43 |
| <b>4.4 Tingkat Kerapatan Vegetasi <i>Mangrove</i></b> .....             | 45 |
| 4.4.1 Nilai <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> .....  | 45 |
| 4.4.2 Klasifikasi Kerapatan Vegetasi <i>Mangrove</i> .....              | 47 |
| <b>BAB 5. PENUTUP</b> .....   | 51 |
| <b>5.1 Kesimpulan</b> .....   | 51 |
| <b>5.2 Saran</b> .....  | 51 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | 53 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....       | 59 |

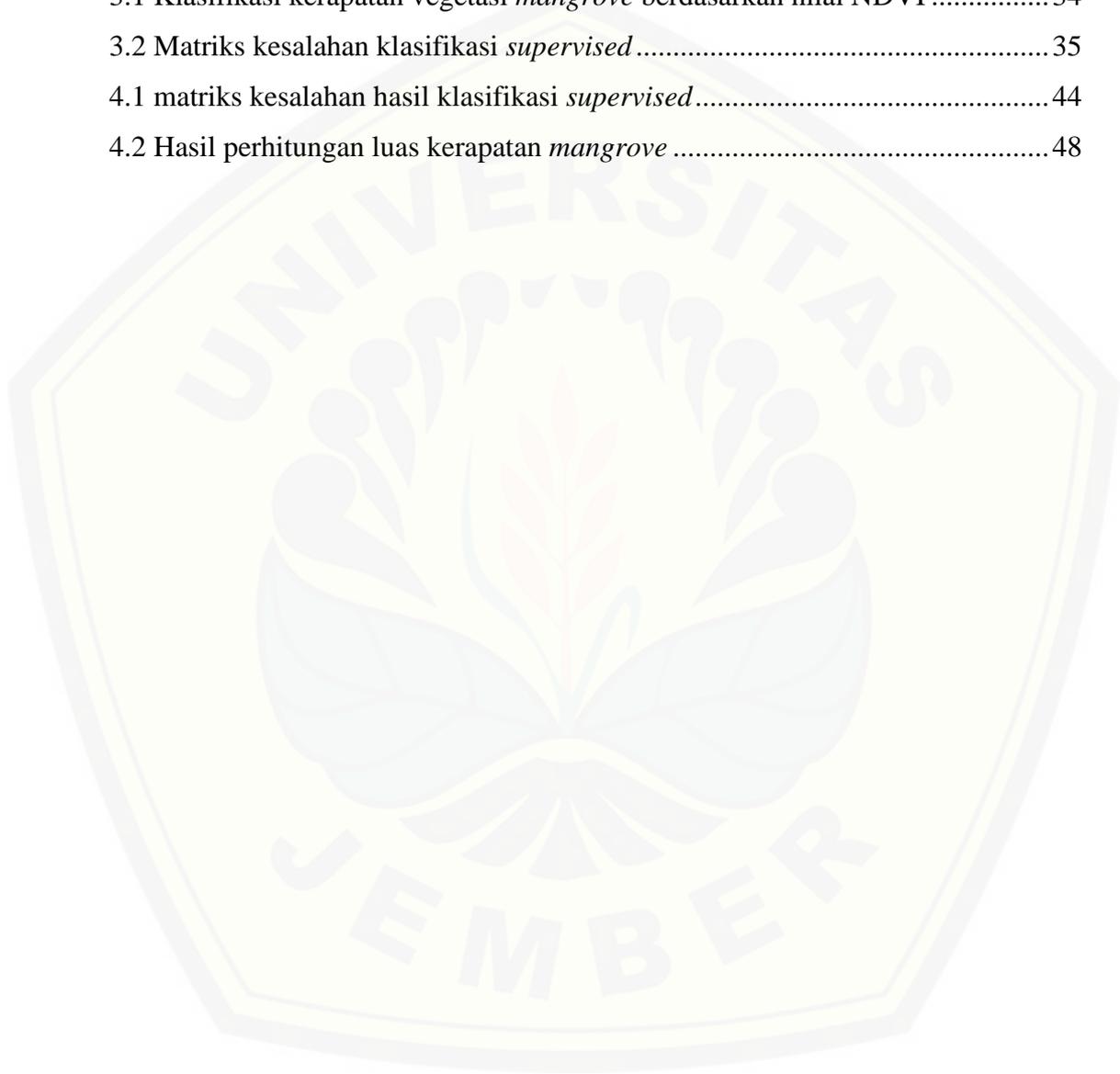


DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 2.1 Sistem sensor.....  | 15             |
| 2.2 Proses penginderaan jauh.....   | 16             |
| 2.3 Gelombang .....   | 17             |
| 2.4 Spektrum gelombang elektromagnetik .....                                    | 18             |
| 2.5 Kurva pantulan .....  | 20             |
| 3.1 Lokasi penelitian .....   | 28             |
| 3.2 Kerangka pemecah masalah.....   | 31             |
| 3.3 Bagan pengklasifikasian <i>supervised</i> .....                             | 34             |
| 4.1 Citra landsat 8 OLI <i>full scene</i> .....                                 | 39             |
| 4.2 Citra landsat 8 OLI sebelum dikoreksi radiometrik.....                      | 40             |
| 4.3 Citra landsat 8 OLI sesudah dikoreksi radiometrik.....                      | 40             |
| 4.4 Citra komposit <i>RGB 564</i> .....   | 41             |
| 4.5 Hasil klasifikasi <i>supervised</i> citra landsat 8 OLI Teluk Pangpang..... | 43             |
| 4.6 Hasil NDVI .....  | 46             |
| 4.7 Peta kerapatan <i>mangrove</i> Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.....     | 47             |
| 4.8 Sampel validasi <i>mangrove</i> di lapang.....                              | 50             |

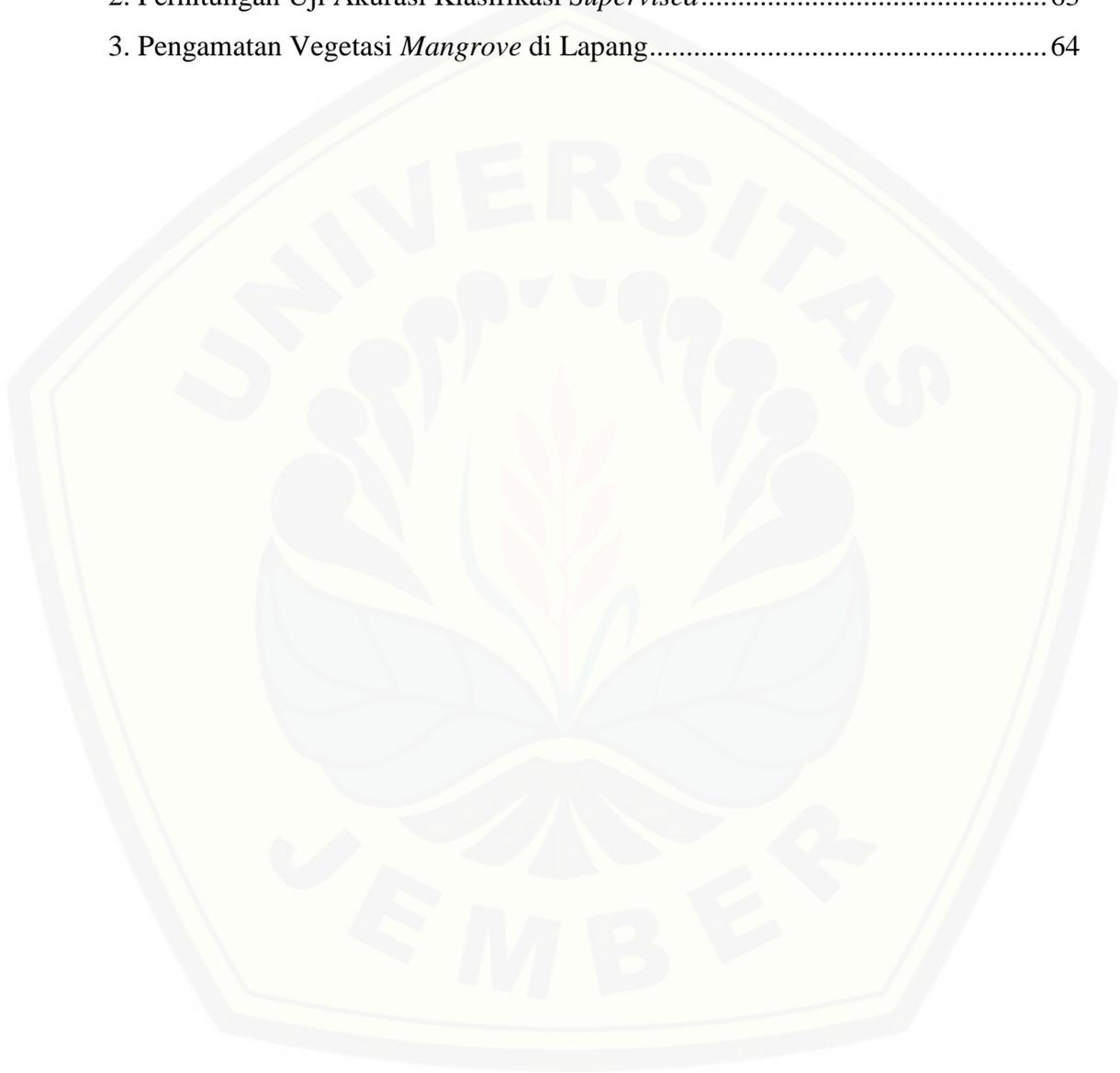
**DAFTAR TABEL**

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 2.1 Spesifikasi landsat-8.....  | 23             |
| 3.1 Klasifikasi kerapatan vegetasi <i>mangrove</i> berdasarkan nilai NDVI ..... | 34             |
| 3.2 Matriks kesalahan klasifikasi <i>supervised</i> .....                       | 35             |
| 4.1 matriks kesalahan hasil klasifikasi <i>supervised</i> .....                 | 44             |
| 4.2 Hasil perhitungan luas kerapatan <i>mangrove</i> .....                      | 48             |



DAFTAR LAMPIRAN

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 1. Metadata Citra Landsat 8 OLI.....                           | 59             |
| 2. Perhitungan Uji Akurasi Klasifikasi <i>Supervised</i> ..... | 63             |
| 3. Pengamatan Vegetasi <i>Mangrove</i> di Lapang.....          | 64             |



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam yang melimpah dari Sabang sampai Merauke. Kekayaan sumber daya alam tersebut salah satunya adalah keanekaragaman tumbuhan yang terdiri atas tanaman pangan, tanaman hias, sayuran, tanaman obat dan lain-lain. Indonesia juga disebut sebagai negara kepulauan dengan jumlah sekitar 17.508 Pulau dan panjang pantai kurang lebih 81.000 km. Oleh karena itu, Indonesia memiliki sumber daya pesisir yang sangat besar, baik hayati maupun non hayati. Wilayah pesisir merupakan ekosistem transisi yang dipengaruhi daratan dan lautan, yang mencakup beberapa ekosistem, salah satunya adalah ekosistem hutan *mangrove* (Bengen, 2001).

Luas hutan *mangrove* di Indonesia pada tahun 2005 mencapai 3.062.300 ha atau 19% dari luas hutan *mangrove* di dunia dan yang terbesar di dunia melebihi Australia (10%) dan Brazil (7%). Di Asia sendiri luas hutan *mangrove* Indonesia berjumlah sekitar 49% dari total hutan *mangrove* di Asia yang diikuti oleh Malaysia (10%) dan Myanmar (9%) (FAO, 2007).

Ekosistem *mangrove* merupakan komunitas vegetasi pantai tropis yang didominasi oleh beberapa jenis pohon *mangrove* yang tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur. *Mangrove* adalah ekosistem utama pendukung aktivitas kehidupan di wilayah pantai dan mempunyai peranan penting dalam menjaga keseimbangan siklus biologis di lingkungannya. Sebagai salah satu sumberdaya pesisir, hutan *mangrove* memiliki fungsi sosial ekonomi, fungsi ekologis, dan fungsi fisik (Bengen, 2001). Apabila dibandingkan dengan ekosistem hutan yang lain, maka ekosistem *mangrove* memiliki flora dan fauna yang spesifik dan memiliki keanekaragaman yang tinggi. *Mangrove* berfungsi sebagai pencegah intrusi air laut, pencegah abrasi pantai, sebagai tempat hidup dan sumber makanan bagi beberapa jenis satwa. Di sisi lain, besarnya fungsi dan manfaat hutan *mangrove* tersebut memberikan konsekuensi bagi ekosistem

*mangrove* itu sendiri, dimana semakin tinggi pembangunan ekonomi dan penambahan penduduk akan mengakibatkan pemanfaatan sumberdaya alam secara berlebihan (Supardjo, 2008).

Nontji (1987) menyatakan hutan *mangrove* sebagai tipe hutan khas yang terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Secara ekologis, hutan *mangrove* berfungsi sebagai daerah pemijahan, mencari makan, dan asuhan berbagai jenis ikan, udang dan biota laut lainnya. Secara ekonomis, kayu hutan *mangrove* dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, hutan *mangrove* sebagai lahan tambak dan lokasi pariwisata.

Sebaran Hutan *mangrove* di bagian timur wilayah provinsi Jawa Timur membentuk sabuk hijau yang terbentang dan terpencah hampir di seluruh wilayah pantai. Keberadaan ekosistem *mangrove* yang terlihat sangat dominan adalah di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur ini memiliki sumber daya pesisir dan laut. Melihat besarnya fungsi *mangrove* untuk makhluk hidup, maka akan sangat perlu dilakukan analisis kerapatan *mangrove* untuk pengelolaan ekosistem *mangrove* dan daerah pesisir untuk wilayah tersebut. Salah satu upaya untuk mengetahui kondisi *mangrove* baik secara spasial maupun temporal adalah dengan menggunakan sistem penginderaan jauh. Teknologi penginderaan jauh merupakan teknologi yang murah, mudah dan cepat sebagai alternatif yang cukup baik untuk dimanfaatkan dalam pemantauan vegetasi *mangrove*.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh telah berkembang di berbagai bidang. Hampir semua semua sektor dengan berbagai kepentingan sudah mengaplikasikan data citra penginderaan jauh. Penginderaan jauh merupakan teknologi yang cepat dan efisien untuk pengelolaan ekosistem *mangrove* yang banyak terdapat di pesisir, kebanyakan daerah sulit dijangkau, pengukuran lapangan sulit dilakukan dan biaya yang mahal (Held *et al.*, 2003 *in* Vaiphasa, 2006). Hal ini didukung oleh banyaknya aplikasi penginderaan jauh

untuk studi *mangrove* yang berhasil dilakukan khususnya untuk inventarisasi sumber daya dan deteksi perubahan *mangrove* (Vaiphasa, 2006).

Satelit penginderaan jauh dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk keperluan klasifikasi dan pemetaan sumberdaya alam. Sebaran dan kerapatan *mangrove* dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, dimana letak geografis *mangrove* yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan objek vegetasi darat lainnya (Faizal dan Amran, 2005). Selain itu, nilai spektral pada citra satelit dapat diekstraksi menjadi informasi objek jenis *mangrove* pada kisaran spektrum tampak dan inframerah dekat (Suwargana, 2010). Citra satelit Landsat merupakan citra yang paling banyak digunakan untuk memetakan *mangrove* (Kuenzer *et al.*, 2011). Meskipun citra Landsat dikategorikan sebagai citra satelit beresolusi sedang (Roy *et al.*, 2014) namun banyak hasil penelitian yang menunjukkan tingkat keakuratan pemetaan *mangrove* menggunakan citra satelit Landsat cukup tinggi (Kirui *et al.*, 2013).

Chevalda (2013) melakukan pemetaan *mangrove* dengan mendeteksi dan menghitung luas *mangrove* menggunakan metode *Image Fusion Citra Spot dan Quickbid* di Pulau Los Kota Tanjung Pinang. *Image Fusion* merupakan teknik penggabungan dua citra satelit dengan memanfaatkan keunggulan yang dimiliki masing-masing citra yang digunakan sehingga citra yang dihasilkan memiliki kualitas spektral dan spasial yang tinggi dan diharapkan mampu menghasilkan informasi yang lebih baik dalam menganalisis vegetasi *mangrove*. Penelitian tersebut dimulai dari bulan Desember 2012 hingga April 2013. Objek yang dikaji adalah *mangrove* di Pulau Los. Hasil dari penelitian tersebut adalah nilai korelasi koefisien sebesar 0,854600386-0,966323207, Root Mean Square Error sebesar 1,449990716-2,854063346, ketepatan klasifikasi *mangrove* sebesar 86,67% dengan ketepatan total sebesar 88%, koefisien kappa sebesar 0,79 dan hasil interpretasi citra fusi di Pulau Los dengan luasan *mangrove* sebesar 10,6140293 hektar.

Asirwan (2017) melakukan penelitian untuk mengetahui perubahan luas dan kerapatan *mangrove* di Pulau Pannikiang Kabupaten Barru pada tahun 2011

dan 2016. Penelitian tersebut mencakup inventarisasi jenis dan kerapatan vegetasi mangrove, dan pengolahan data citra Landsat-7 ETM+ tahun 2011 dan citra Landsat-8 LDCM tahun 2016 untuk memperoleh luasan dan kerapatan *mangrove*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi ekosistem *mangrove* pada tahun 2011 dan 2016 di Pulau Pannikiang mengalami penurunan pada konsisi jarang, sedang maupun padat. Terjadi perubahan luasan ekosistem *mangrove* pada tahun 2011 dan 2016 di Pulau Pannikiang dengan kategori tetap *mangrove* seluas 98,30 Ha, menjadi *mangrove* yaitu 6,10 Ha dan menjadi lahan terbuka seluas 1,04 Ha.

Tablaseray *et al.* (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI untuk mengetahui kerapatan dan sebaran *mangrove* di pesisir Pulau Biak, Papua. Pada penelitian tersebut dilakukan analisis kerapatan *mangrove* dengan menggunakan formula *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa luasan *mangrove* di wilayah pesisir timur Pulau Biak sebesar 144,81 Ha, dimana kerapatan jarang 89,64 Ha, kerapatan sedang 26,19 Ha dan kerapatan padat 28,98 Ha. Rendahnya luasan *mangrove* umumnya diakibatkan oleh faktor antropogenik seperti penebangan, perubahan alih fungsi *mangrove* dan akibat tsunami yang terjadi pada tahun 1996.

Beberapa klasifikasi yang digunakan dalam memetakan *mangrove* selain *supervised* dan *unsupervised* salah satunya adalah OBIA (*Object Based Image Analysis*). Alimudi *et al.* (2017), memanfaatkan citra landsat 7 ETM+ tahun 2003 dan 2015 sebagai data perekaman untuk memetakan *mangrove* dan melihat perubahan di Teluk Valentine Pulau Buano Seram bagian barat. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perubahan ekosistem *mangrove* antara tahun 2013 dan 2015, dengan menggunakan citra Landsat berdasarkan metode OBIA dan membandingkan keakuratan metode OBIA dan piksel. Pengolahan citra Landsat 7ETM+ diawali dengan koreksi atmosferik menggunakan perangkat lunak ENVI 5.1 dengan menggunakan modul FLAASH. Citra terkoreksi atmosferik selanjutnya digunakan sebagai input dalam klasifikasi OBIA menggunakan perangkat lunak *eCognition* 9.1. Proses awal pengolahan klasifikasi OBIA adalah penggunaan segmentasi terhadap *input image layer* (IIL). Pada penelitian ini IIL

yang digunakan adalah saluran multispektral citra Landsat 7ETM+ (*blue, green, red, NIR, Mid1, Mid2*). Tahap selanjutnya IIL citra *Landsat* dilakukan proses *rule set* dalam *process tree* untuk setiap segmen agar menjadi kelas-kelas pada setiap level. Hasil klasifikasi metode berbasis objek (OBIA) dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM+ di kawasan Teluk Valentine Pulau Buano dapat memetakan kawasan hutan *mangrove* dengan baik yaitu OA 85- 88% serta UA dan PA yang melebihi 90%. Hasil perbandingan akurasi antara metode OBIA dan piksel terlihat bahwa penggunaan metode OBIA lebih baik dalam memetakan kawasan *mangrove*. OBIA 88% dan piksel 64%.

*Citra Landsat 8* merupakan data citra penginderaan jauh yang sering digunakan saat ini. Landsat 8 memiliki sensor *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan ketinggian orbit 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170km x 183km yang didesain untuk dapat beroperasi selama 5 tahun (NASA 2011). Landsat 8 merupakan satelit observasi bumi hasil kerjasama antara *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* dan *U.S geographical Survey (USGS)*. Data citra Landsat 8 memiliki resolusi spasial 30 m untuk kanal 1 sampai 9, sedangkan kanal pankromatik memiliki resolusi spasial 15 m. Selain beresolusi spasial 30 m dan 15 m, pada kanal 10 dan 11 yang merupakan kanal TIR-1 dan TIR-2 memiliki resolusi spasial 100 m. Kelebihan data Landsat 8 adalah adanya kanal *Near Infra Red (NIR-Kanal 5)* sehingga dengan menggunakan kombinasi RGB yang tepat akan menunjukkan lokasi tanaman *mangrove*. Kelebihan lain dari Landsat-8 adalah peningkatan sensitifitas Landsat dengan kuantifikasi 16 bit. Landsat-8 memiliki tampilan citra yang lebih halus, baik pada citra multispektral maupun pankromatik serta dapat mengurangi terjadinya kesalahan interpretasi (LAPAN, 2015).

Pembangunan wilayah pesisir di Indonesia saat ini khususnya ekosistem *mangrove* dihadapkan dengan permasalahan yang sangat besar, yaitu : alih fungsi lahan *mangrove* menjadi area tambak, permukiman, serta area industri. Selain itu juga, perencanaan wilayah pesisir yang belum didasari oleh informasi tentang tingkat konsisi ekosistem wilayah pesisir yang akurat. Oleh sebab itu, data-data

kondisi terkini yang tersusun dalam sebuah database spasial sangat penting keberadaannya untuk mendukung upaya perlindungan ekosistem *mangrove*. Seiring dengan terus berkembangnya penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan yang dilakukan oleh sebagian manusia yang relatif cepat dalam suatu wilayah tertentu, maka diperlukan pemetaan wilayah tersebut secara kontinyu (Hidayah, 2011).

Teluk pangpang merupakan salah satu pesisir yang menjadi pusat (*central*) kegiatan perikanan laut di Kabupaten Banyuwangi sehingga masyarakat di wilayah Teluk Pangpang ini didominasi oleh nelayan. Namun, pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat di wilayah pesisir mengakibatkan area pemukiman dan pariwisata juga semakin meningkat sehingga mengakibatkan ekosistem pesisir seperti *mangrove* mengalami kerusakan, baik secara alami maupun disebabkan oleh kegiatan manusia yang tidak bertanggung jawab. Pemetaan *mangrove* terutama untuk mengetahui kerapatan vegetasi perlu dilakukan untuk mendukung konservasi *mangrove* dan berlanjutan usaha perikanan yang dijalankan di wilayah Teluk Pangpang, Kabupaten Banyuwangi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi *supervised* berdasarkan kelas tutupan lahan yang dominan di wilayah *mangrove* Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Penggunaan metode tersebut diharapkan mampu meningkatkan hasil akurasi dalam menentukan tingkat kerapatan karena klasifikasi *supervised* didasari pemasukan contoh objek atau disebut sebagai contoh *training area*. Untuk mengetahui tingkat kerapatan *mangrove* dapat diketahui berdasarkan tingkat kehijauan vegetasi yang terdapat di daerah tersebut menggunakan metode indeks vegetasi berdasarkan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Data citra satelit yang digunakan adalah landsat 8 OLI, karena berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya data citra satelit landsat dapat menghasilkan tingkat akurasi yang besar jika dibandingkan dengan citra satelit lainnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagaimana kerapatan vegetasi dan luasan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Daerah penelitian ini berada di wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi yang secara geografis terletak di Kecamatan Muncar dan Kecamatan Tegaldlimo dengan koordinat  $8^{\circ}27'052'' - 8^{\circ}32'098''$  LS dan  $114^{\circ}20'9,88'' - 114^{\circ}21'7,47''$  BT.
2. Penelitian ini menggunakan metode *Normalized Diference Vegetation Index* (NDVI).
3. Penelitian ini menggunakan klasifikasi *Supervised* untuk membedakan vegetasi *mangrove* dengan tutupan lahan lain.
4. Penelitian ini menentukan tingkat kerapatan *mangrove* berdasarkan metode NDVI.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kerapatan vegetasi dan luasan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi sebagai acuan untuk pengelolaan ekosistem *mangrove* dan pengembangan wilayah pesisir Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti: memberikan pengetahuan tambahan mengenai pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk memetakan kerapatan *mangrove*;

2. Bagi masyarakat dan instansi pemerintah: mendukung program pengelolaan kawasan ekosistem *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi dengan memberikan informasi secara cepat.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi Vegetasi

Vegetasi merupakan kumpulan tumbuh-tumbuhan yang terdiri dari beberapa jenis, seperti herba, pohon dan perdu yang hidup bersama-sama pada suatu tempat dan saling berinteraksi antara satu dengan yang lain serta lingkungannya dan memberikan ciri fisiognomi (kenampakan luar) vegetasi (Irwan, 2003).

Menurut Marsono (1990) vegetasi didefinisikan sebagai kumpulan tumbuh-tumbuhan, biasanya terdiri dari beberapa jenis yang hidup bersama-sama pada suatu tempat. Dalam mekanisme kehidupan bersama tersebut terdapat interaksi yang erat, baik diantara sesama individu penyusun vegetasi itu sendiri maupun dengan organisme lainnya sehingga merupakan suatu sistem yang hidup dan tumbuh secara dinamis.

### 2.2 Hutan *Mangrove*

*Mangrove* berasal dari kata *mangue/mangal* (Portugish) dan *grove* (English). Secara umum hutan *mangrove* dapat didefinisikan sebagai suatu tipe ekosistem hutan yang tumbuh disuatu daerah pasang surut (pantai, laguna, muara sungai) yang tergenang pasang dan bebas pada saat air laut surut dan komunitas tumbuhannya mempunyai toleransi terhadap garam (*salinity*) air laut. Tumbuhan yang hidup di ekosistem *mangrove* adalah tumbuhan yang bersifat *halophyte*, atau mempunyai toleransi yang tinggi terhadap tingkat keasinan (*salinity*) air laut dan pada umumnya bersifat alkalin (Darsidi, 1986)

Hutan *mangrove* adalah sebutan umum yang digunakan untuk menggambarkan suatu varietas komunitas pantai tropis yang didominasi oleh beberapa spesies pohon-pohon khas dan mempunyai kemampuan untuk beradaptasi dan tumbuh dalam perairan asin (Nybakken, 1992). Hutan *mangrove* merupakan suatu ekosistem hutan yang unik yang berperan sebagai penyambung (*interface*) antara ekosistem daratan dan ekosistem lautan. Bagi daerah pantai,

hutan *mangrove* memiliki fungsi penting baik fungsi produksi, fungsi perlindungan maupun fungsi pelestarian (DepHut, 2005).

Menurut Setyawan *et al.* (2002), hutan *mangrove* atau mangal merupakan sejumlah komunitas tumbuhan pantai tropis dan sub-tropis yang didominasi oleh pohon dan semak tumbuhan bunga (*Angiospermae*) terestrial yang dapat menginvasi dan tumbuh di lingkungan air laut. Hutan *mangrove* disebut juga *vloedbosh*, hutan pasang surut, hutan payau, rawa-rawa payau atau hutan bakau. Istilah yang sering digunakan adalah hutan *mangrove* atau hutan bakau. Bakau sendiri merupakan nama pepohonan anggota genus *Rhizophora*.

Soerianegara (1987) mendefinisikan hutan *mangrove* sebagai hutan yang tumbuh terutama pada tanah lumpur alluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut, dan terdiri atas jenis-jenis, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *lumnitzera*, *Excoecaria*, *xylocarpus*, *Aegiceras*, *Scyphyphora* dan *Nypa*. Hutan *mangrove* adalah hutan yang tumbuh di muara sungai, daerah pasang surut atau tepi laut. Tumbuhan *mangrove* bersifat unik karena merupakan gabungan dan ciri-ciri tumbuhan yang hidup di darat dan laut. Umumnya *mangrove* mempunyai sistem perakaran, ini merupakan suatu cara adaptasi terhadap keadaan tanah yang miskin oksigen atau bahkan anaerob.

*Mangrove* tumbuh pada pantai-pantai yang terlindung atau pantai-pantai yang datar. Biasanya di tempat yang tidak ada muara sungainya hutan *mangrove* terdapat agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur dan pasir, *mangrove* biasanya tumbuh meluas. *Mangrove* tidak tumbuh di pantai yang terjal yang berombak besar dan arus pasang surut yang kuat. Dengan kata lain, *mangrove* hanya dapat hidup pada area pantai atau habitat yang memiliki ombak relatif tenang. Ombak yang relatif tenang akan membantu persebaran bibit *mangrove* (Nontji, 2007).

### **2.3 Zonasi Hutan Mangrove**

Menurut Setyawan *et al.* (2002), zonasi *mangrove* adalah distribusi tumbuhan secara horizontal dari pantai ke arah daratan. Hutan *mangrove* di daerah

tropis relatif homogen. Pada ekosistem alami tumbuhan *mangrove* membentuk zonasi yaitu sebagai berikut :

1. Zona luar yang terbuka didominasi *Avicennia* dan *Sonneratia*, diikuti *Rhizophora* pada bagian sedikit agak dalam.
2. Zona tengah didominasi *Bruguiera gymnorrhiza*, *Xylocarpus* dan *Heritiera*.
3. Zona dalam didominasi *Bruguiera cylindrical*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, dan *Lumnitzera*.
4. Zona transisi didominasi *Cerbera manghas*. Pada perbatasan hutan *mangrove* dengan rawa air tawar tumbuh tegakan *Nypa fruticans*, diikuti *Cyperus portulacastrum*, *Fimbristylis ferruginea*, *Scirpus litoralis* dan *S. malaccensis*.

Faktor pembentuk zonasi adalah karakter tanah berupa kandungan bahan organik, salinitas dan air tanah. Karakter tanah itu sendiri dipengaruhi oleh kondisi topografi pantai. Kondisi topografi pantai berpengaruh terhadap variasi tinggi relatif air laut, erosi dan pengendapan sedimen, pengaruh gelombang atau pasang surut dan air tawar yang masuk ke daerah *mangrove*, suplai sedimen dari lahan atas, bioturbasi dan akumulasi humus (Tuwo, 2011).

#### **2.4 Fungsi dan Manfaat Hutan *Mangrove***

Habitat *mangrove* merupakan tempat mencari makan (*feeding ground*) bagi organisme dan sebagai tempat mengasuh dan membesarkan (*nursery ground*), tempat bertelur dan memijah (*spawning ground*) serta tempat berlindung bagi organisme kecil dan predator (Irwanto, 2008). Terdapat tiga fungsi utama ekosistem hutan bakau yang dikemukakan oleh Nontji dalam Ghufrani (2012), yaitu:

1. Fungsi fisik, meliputi: pencegah abrasi, perlindungan terhadap angin, pencegah intrusi garam dan sebagai penghasil energi serta hara.
2. Fungsi biologis, meliputi: sebagai tempat bertelur dan tempat asuhan berbagai biota.
3. Fungsi ekonomis, meliputi: sebagai sumber bahan bakar (kayu bakar dan arang), bahan bangunan (balok, atap, dan sebagainya), perikanan, pertanian,

makanan, minuman, bahan baku kertas, keperluan rumah tangga, tekstil, serat sintesis, penyamakan kulit, obat-obatan dan lain-lain.

Menurut Soegiarto (1982) manfaat hutan *mangrove* yang tidak langsung adalah:

1. Sebagai pelindung pantai
2. Sebagai pengendali banjir
3. Sebagai pengendali bahan pencemar, dan
4. Sebagai sumber energi atau bahan organik bagi lingkungan sekitarnya.

Fungsi penting lain dari ekosistem *mangrove* adalah kedudukan ekosistem *mangrove* sebagai mata rantai yang menghubungkan ekosistem laut dan darat. Hutan *mangrove* menghasilkan bahan organik dalam jumlah besar, terutama bentuk serasah. Serasah *mangrove* merupakan sumber bahan organik penting dalam rantai makanan di dalam hutan *mangrove*. Serasah tersebut akan mengalami dekomposisi akibat aktivitas mikroorganisme, sehingga perairan pantai disekitar hutan *mangrove* mempunyai produktivitas yang tinggi (Agusrinal, 2015).

Hutan *mangrove* mempunyai beberapa fungsi, antara lain : penahan substrat pantai dari abrasi, penahan angin atau gelombang, penahan intrusi air laut. Pentingnya hutan *mangrove* sebagai fungsi lindung terhadap daerah pesisir menjadikan *mangrove* sebagai salah satu vegetasi yang harus diperhatikan keberadaannya. Berkurang atau hilangnya hutan *mangrove* bisa dipastikan akan terjadi masalah-masalah lingkungan di daerah pesisir. Fungsi perlindungan hutan *mangrove* yang begitu besar, ternyata belum banyak menggugah kesadaran masyarakat untuk memelihara kelestarian hutan *mangrove* (Muhsoni, 2013).

## 2.5 Kerapatan Tumbuhan

Besarnya suatu populasi di suatu kawasan tertentu biasanya dinyatakan dalam suatu peristilahan kerapatan (Syafei, 1994). Menurut Kusuma (1997) kerapatan tumbuhan merupakan jumlah individu suatu spesies tumbuhan dalam suatu luasan tertentu, misalnya 100 individu/ha. Di sisi lain lain, kerapatan kerapatan individu yang menempati suatu ruang tertentu dapat dinyatakan sebagai

jumlah individu organisme per satuan ruang dengan diberi notasi K (Indriyanto, 2006).

Salah satu tumbuhan yang sangat terlihat kerapatannya adalah tumbuhan *mangrove*. Kerapatan jenis *mangrove* merupakan parameter untuk menduga kepadatan jenis *mangrove* pada suatu komunitas. Kerapatan jenis pada suatu area dapat memberikan gambaran ketersediaan dan potensi tumbuhan *mangrove* (Wantasen, 2002 dalam Feronika, 2011). Supardjo (2008), menyatakan bahwa tinggi rendahnya kerapatan *mangrove* disebabkan oleh banyak sedikitnya energy matahari yang dapat diterima untuk kebutuhan berfotosintesis. Selain itu kerapatan jenis juga dipengaruhi oleh jenis vegetasi *mangrove* yang toleran terhadap kondisi lingkungan.

## 2.6 Kondisi Geografis Teluk Pangpang

Teluk Pangpang merupakan salah satu pesisir yang menjadi pusat (*central*) kegiatan perikanan laut di Kabupaten Banyuwangi. Kawasan Teluk Pangpang ini berbatasan dengan Selat Bali di sebelah timur dan Samudra Indonesia di sebelah selatan. Teluk Pangpang berada di selatan Banyuwangi dengan panjang  $\pm 8$  km, lebar teluk  $\pm 3,5$  km dengan luas wilayah perairan  $\pm 3.000$  ha, terletak di dua wilayah administrasi yaitu Kecamatan Muncar dan Kecamatan Tegaldlimo. Teluk Pangpang dikelilingi pesisir yang mempunyai potensi *mangrove* yang secara geografis terletak antara  $8^{\circ}27'052'' - 8^{\circ}32'098''$  LS dan  $114^{\circ}20'9,88'' - 114^{\circ}21'7,47''$  BT (Pembab Banyuwangi, 2014).

Menurut Radiarta *et al.* (2005), Teluk Pangpang dipengaruhi oleh adanya proses sedimentasi. Proses sedimentasi yang berlangsung intensif berasal dari Sungai Setail dan sungai lain yang mengalir dari arah barat menjadikan teluk ini semakin dangkal. Pada saat air surut di sisi barat teluk merupakan rataaan lumpur dengan lebar sekitar  $\pm 3$  km membujur utara-selatan sepanjang  $\pm 10$  km. Kawasan *mangrove* di Teluk Pangpang ditemukan sepanjang pantai timur sampai selatan yang mencapai luasan 490 ha. Pemanfaatan kawasan ini lebih intensif karena merupakan tempat berkembangnya biota potensial seperti kerang dan kepiting bakau serta daerah penangkapan anak-anak ikan dan udang.

## 2.7 Penginderaan Jauh

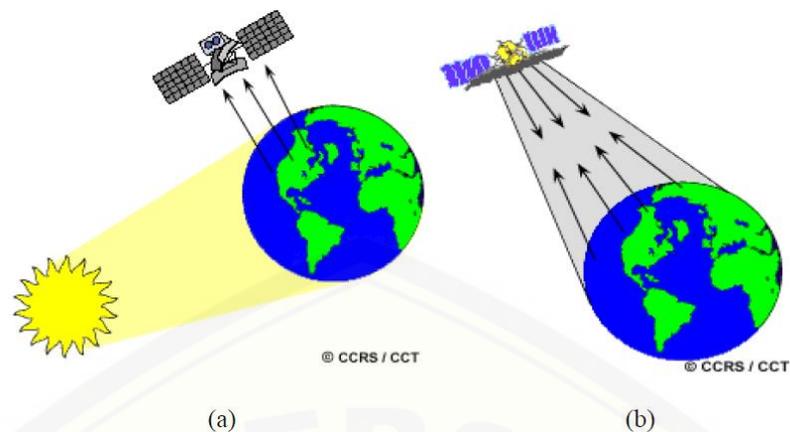
Istilah *Remote Sensing* atau penginderaan jauh dikenal oleh Evelyn Pruitt pada tahun 1950 dari *US Office of Naval Research*. Penginderaan jauh secara umum didefinisikan sebagai ilmu atau seni untuk mengidentifikasi, mengamati dan mengukur suatu objek tanpa kontak langsung dengan objek tersebut. Proses yang terjadi di dalamnya termasuk deteksi dan pengukuran dari radiasi panjang gelombang yang berbeda yang dipantulkan atau dipancarkan dari suatu objek atau material tertentu, yang dengannya memungkinkan untuk diidentifikasi dan dikategorikan dalam kelas/tipe, bahan yang ada dan distribusi spasialnya (Mauger, 2014).

Penginderaan jauh berasal dari kata *Remote Sensing* merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek dipermukaan bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesand dan Kiefer, 1979).

Lindgren (1985) mendefinisikan penginderaan jauh merupakan berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi.

Metode dengan *remote sensing* merupakan metode yang paling sering digunakan, karena hasil yang didapat akan menghasilkan data dengan cakupan yang sangat bervariasi yaitu, mulai dari wilayah luasan yang kecil hingga mencakup wilayah luasan yang besar, dapat memberikan gambaran unsur-unsur spasial yang komprehensif dengan bentuk-bentuk geometri yang sangat menyerupai aslinya, periode pengamatan yang relatif singkat dan dapat diulang kembali dengan cepat dan konsisten (presisi) (Prahasta, 2009).

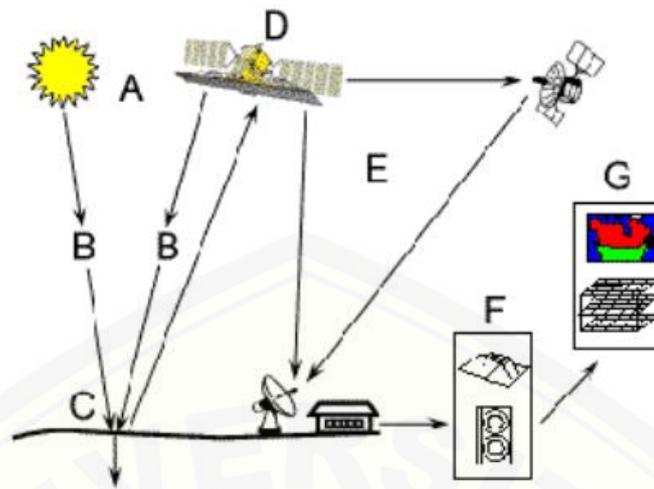
Menurut Lillesand dan Kiefer (1997), dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem energi pada wahana, yaitu sistem aktif dan sistem pasif.



Gambar 2. 1 Sistem sensor (Sumber: Mahdi, 2014).  
(a) Sensor Pasif, (b) Sensor Aktif

Berdasarkan sumber tenaga yang digunakan, sensor pada penginderaan jauh dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu penginderaan jauh pasif dan penginderaan jauh aktif. Penginderaan jauh yang menggunakan matahari sebagai tenaga alamiah disebut penginderaan jauh pasif, sedangkan yang menggunakan sumber tenaga buatan disebut sebagai penginderaan jauh sistem aktif (Lillesand and Kiefer, 1994). Penginderaan jauh dengan sistem sensor pasif hanya dapat digunakan untuk mendeteksi energi jika tersedia cahaya matahari dan objek yang memantulkan sebagian radiasi yang ditangkap oleh sensor. Oleh karena itu, citra yang dihasilkan oleh penginderaan jauh sistem pasif dapat terlihat jelas ketika siang hari dan cuaca cerah. Sebaliknya, penginderaan jauh dengan sistem sensor aktif dapat bekerja sepanjang waktu, siang dan malam karena tidak tergantung pada cahaya matahari. Penginderaan jauh sistem ini mempunyai sumber energi tersendiri yang ketika diarahkan ke objek, maka objek akan memantulkan kembali ke sensor dengan membawa informasi tentang objek (Sutanto, 1994).

Objek yang diamati dalam penginderaan jauh adalah objek yang berada di permukaan bumi. Informasi tentang objek, daerah atau fenomena yang diteliti didapatkan dari analisis data yang dikumpulkan oleh sensor dari jarak jauh. Sensor ini memperoleh data tentang kenampakan di muka bumi melalui energi elektromagnetik yang dipancarkan dan dipantulkan (Curran, 1985). Berikut adalah visualisasi dari penginderaan jauh.



Gambar 2. 2 Proses penginderaan jauh (Sumber : Mahdi, 2014).

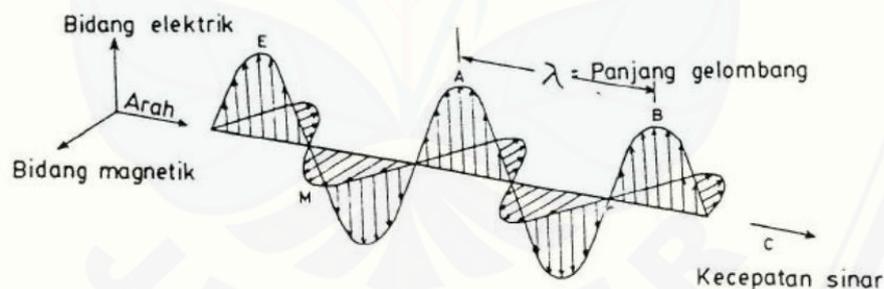
Penjelasan mengenai gambar di atas untuk menghasilkan informasi dengan sistem penginderaan jauh adalah sebagai berikut :

- A. Sumber energi : sumber energi matahari dibutuhkan untuk mendapatkan energi elektromagnetik yang dipancarkan ke objek di permukaan bumi.
- B. Radiasi dan atmosfer : ketika energi terpancar dari sumber ke objek akan terjadi kontak atau interaksi dengan atmosfer bumi, interaksi ini membutuhkan waktu dalam hitungan detik agar energi sampai ke objek.
- C. Interaksi dengan objek : ketika energi matahari sampai ke objek, energi tersebut akan berinteraksi. Interaksi tersebut tergantung pada karakteristik objek dan radiasi
- D. Penyimpanan energi dalam sensor : setelah energi direfleksikan atau diteruskan dari objek, dibutuhkan suatu sensor untuk mengumpulkan dan menyimpan radiasi elektromagnetik.
- E. Transmisi, penerima dan pengolahan : energi yang diterima oleh sensor kemudian diteruskan, umumnya dalam bentuk elektronik ke stasiun penerima di bumi. Kemudian data diolah dan dirubah menjadi *image* satelit atau citra satelit.
- F. Interpretasi dan analisis : *image* atau citra yang telah diolah kemudian diinterpretasikan, secara visual, digital maupun elektronik untuk mendapatkan informasi tentang objek yang terdeteksi.

G. Aplikasi : langkah terakhir dari proses penginderaan jauh adalah ketika mencoba mengaplikasikan informasi yang didapat dari data citra satelit berkaitan dengan objek yang ada di permukaan bumi. Aplikasi di berbagai bidang kehidupan dengan tujuan untuk lebih memahami objek tersebut dan hasilnya berupa informasi baru yang bermanfaat untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Frahma, 2017).

## 2.8 Gelombang Elektromagnetik

Menurut Lillesand dan Kiefer (1997), radiasi elektromagnetik merupakan suatu bentuk perjalanan energi dalam ruang hampa yang menunjukkan sifat-sifat partikel dan gelombang. Berdasarkan sifat-sifat gelombang, energi elektromagnetik terlihat berjalan melalui ruang dalam sebuah bidang dengan pola gelombang yang harmonis pada kecepatan sinar. Gelombang terdiri dari satu bidang listrik (vertikal) dan satu bidang magnetik (horizontal), yang saling tegak lurus pada arah rambatan gelombang seperti pada Gambar 2.1.



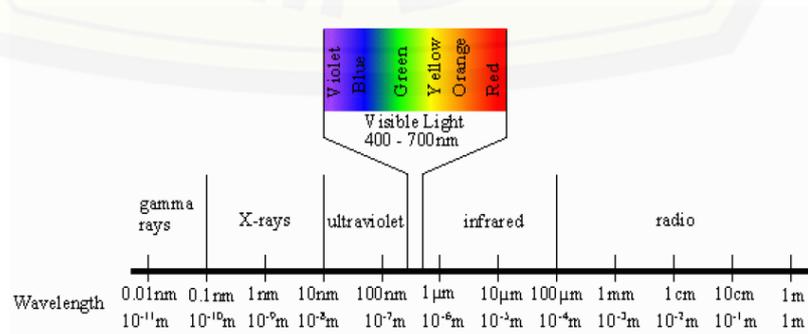
Gambar 2. 3 Gelombang (Sumber : Lillesand dan Kiefer, 1997).

Gelombang tersebut dapat dijelaskan dengan istilah *panjang gelombang* ( $\lambda$ ) yang merupakan jarak lurus yang memisahkan puncak gelombang yang berdekatan atau *frekuensinya* ( $f$ ) yang merupakan jumlah puncak gelombang yang telah melewati satu titik pada satu waktu tertentu. Hubungan tersebut dapat terlihat dari persamaan berikut :

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (2.1)$$

dimana  $c$  adalah kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s). Terlihat jelas pada persamaan (2.1) bahwa frekuensi gelombang berbanding terbalik terhadap panjang gelombang dan berbanding lurus terhadap kecepatan rambatan gelombang (Lo, 1996).

Sistem penginderaan jauh sebenarnya bekerja dalam dua domain, yaitu domain spektral dan domain spasial. Pada prinsipnya setiap benda dengan temperatur diatas 0 Kelvin memantulkan dan atau memancarkan gelombang elektromagnetik. Apabila pada suatu luasan terdapat beberapa jenis benda maka masing-masing benda akan memberikan pantulan atau pancaran elektromagnetik yang dapat diterima oleh suatu sensor. Dengan demikian, kehadiran suatu benda dapat dideteksi berdasarkan pantulan atau pancaran elektromagnetik yang dilakukan oleh benda itu, asal karakteristik pantulan/pancaran elektromagnetiknya telah diketahui. Setiap benda pada dasarnya mempunyai struktur partikel yang berbeda, baik mikro maupun makro. Perbedaan struktur ini mempengaruhi pola respon elektromagnetiknya. Oleh karena itu, pengenalan atas perbedaan respon elektromagnetik tersebut dapat dijadikan landasan bagi pembedaan objek. Ilmu fisika menjelaskan bahwa gelombang elektromagnetik terdiri atas sekumpulan 'pita' (*band*) atau saluran/kanal dengan wilayah dan panjang gelombang yang berbeda-beda. Setiip wilayah elektromagnetik dengan panjang gelombang tertentu inilah yang disebut dengan spektrum (jamak = spektra). Contoh sederhana adalah terbiaskannya cahaya putih yang dilewatkan pada sebuah prima kaca sehingga terbentuk satu deret spektra, mulai dari infamerah sampai dengan ultraungu. Setiap wilayah yang kita sebut warna itu adalah suatu wilayah spektrum dengan panjang gelombang tertentu (Danoedoro, 2012).



Gambar 2. 4 Spektrum gelombang elektromagnetik (Sumber: Saefurahman, 2008).

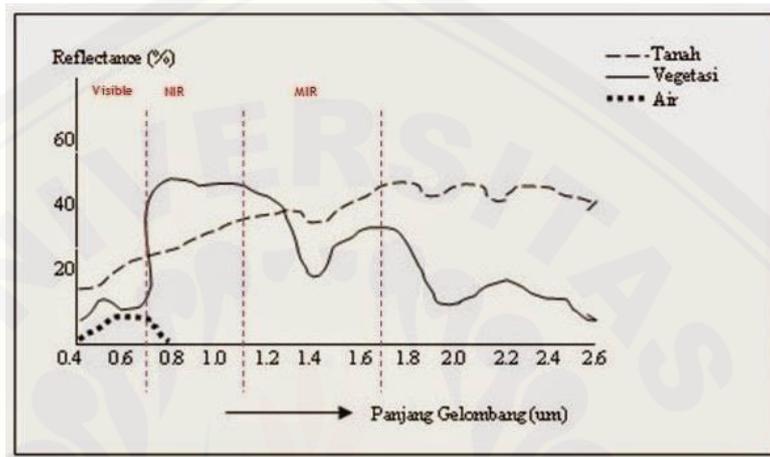
Penggolongan gelombang elektromagnetik di dalam penginderaan jauh paling sering dilakukan menurut letak panjang gelombangnya di dalam spektrum elektromagnetik (Gambar 2.4). Bagian spektrum sinar tampak (*visible light*) hanya pada bagian yang kecil, karena kepekaan spektral mata manusia hanya berkisar antara  $\pm 0,4 \mu\text{m}$  hingga sekitar  $0,7 \mu\text{m}$ . Warna “biru” terdapat kira-kira panjang gelombang  $0,4 - 0,5 \mu\text{m}$ , warna “hijau” antara  $0,5 - 0,6 \mu\text{m}$ , dan warna “merah” antara  $0,6 - 0,7 \mu\text{m}$ . Energi *ultraviolet* (UV) memiliki panjang gelombang yang lebih pendek dari sinar tampak sedangkan inframerah pantulan (IR) memiliki panjang gelombang yang lebih panjang dari sinar tampak (Lillesand dan Kiefer, 1997). Pada penginderaan jauh, daerah spektrum elektromagnetik yang biasa dimanfaatkan adalah spektrum tampak ( $0,4 - 0,7 \mu\text{m}$ ), inframerah pantulan ( $0,7 - 3,0 \mu\text{m}$ ), inframerah termal ( $3,0 - 5,0 \mu\text{m}$  dan  $8,0 - 14,0 \mu\text{m}$ ), dan daerah radar ( $0,3 - 300 \mu\text{m}$ ) (Lo, 1996).

Energi elektromagnetik jika mengenai suatu kenampakan di muka bumi maka akan terjadi interaksi energi dengan benda, yaitu dipantulkan, diserap, atau ditranmisikan. Bagian energi yang dipantulkan, diserap dan ditranmisikan akan berbeda untuk objek muka bumi yang berbeda, tergantung pada jenis materi dan kondisinya. Perbedaan inilah yang memungkinkan untuk membedakan objek yang berbeda pada suatu citra. Pada suatu objek tertentu, bahkan untuk objek yang sama bagian energi yang dipantulkan, diserap, dan ditranmisi akan berbeda pada panjang gelombang yang berbeda. Sebagai akibatnya, dua kenampakan yang tidak dapat dibedakan pada satu panjang gelombang spektral ini menghasilkan efek visual yang disebut warna (Lillesand dan Kiefer, 1997).

## 2.9 Pantulan Spektrum

Jenis pantulan spektral menunjukkan perbedaan panjang gelombang yang membentuk suatu kurva pantulan spektrum pada setiap objek yang berbeda. Pantulan spektrum tenaga elektromagnetik dari tumbuhan sehat dimanifestasikan pada puncak dan lembah kurva garis yang tidak putus. Klorofil daun, kuat menyerap energi pada panjang gelombang, sementara mata manusia menerima pantulan dari tumbuhan sehat dengan warna hijau. Kurangnya pantulan tenaga

dari klorofil terletak pada saluran biru dan merah. Pantulan dari vegetasi sehat meningkat pada spektrum inframerah (IR) pada panjang gelombang, karena pantulan tenaga dari daun sekitar meningkat pada energi yang sampai pada objek (Ningtias, 2018). Pantulan dari ke-3 jenis objek yakni tumbuhan, tanah, dan air dapat ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.5 Kurva pantulan (Sumber : Sutanto, 1994).

Pantulan spektrum GEM oleh tumbuhan divisualkan dalam kurva garis yang tidak putus. Pantulan spektral yang diberikan oleh tumbuhan memiliki pantulan yang rendah di saluran *visible* biru ( $0,43\mu\text{m} - 0,45\mu\text{m}$ ) dan merah ( $0,65\mu\text{m} - 0,66\mu\text{m}$ ). Pantulan spektral dengan puncak tertinggi terjadi pada daerah saluran NIR (sekitar  $0,7\mu\text{m}$ ). Rendahnya pantulan spektral saluran merah karena pada *band* tersebut digunakan untuk melakukan fotosintesis oleh vegetasi. Meningkatnya pantulan pada saluran NIR dikarenakan adanya peran jaringan spon daun pada vegetasi.

Energi yang diterima oleh suatu benda sama dengan jumlah total energi yang dipantulkan olehnya ditambah dengan energi yang diserap olehnya dan yang menembus benda tersebut, atau dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut ini

$$E = p + s + t \quad (2.2)$$

Penginderaan jauh lebih berfokus untuk mengukur seberapa besar energi yang dipantulkan oleh suatu objek di permukaan bumi. Pada prinsipnya ada 2 jenis pemantulan, yakni pemantulan sempurna dan sebagian. Kebanyakan objek di

permukaan bumi memiliki karakteristik pemantulan diantara pemantulan sempurna dan pemantulan sebagian, tergantung tingkat kekasaran permukaan objek tersebut dibandingkan dengan radiasi panjang gelombang yang mengenai objek (Sutanto, 1994).

### 2.10 Aplikasi Penginderaan Jauh untuk *Mangrove*

Menurut Susilo (2000), penginderaan jauh untuk vegetasi *mangrove* didasarkan atas dua sifat penting yaitu bahwa *mangrove* mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan *mangrove* tumbuh di pesisir. Dua hal ini akan menjadi pertimbangan penting di dalam mendeteksi *mangrove* melalui satelit. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat spektrum inframerah.

Klorofil fitoplankton yang berada di air laut dapat dibedakan dari klorofil *mangrove* karena sifat air yang sangat menyerap spektrum inframerah. Tanah, pasir dan batuan juga memantulkan inframerah tetapi bahan-bahan ini tidak menyerap spektrum sinar merah sehingga tanah dan *mangrove* secara optik juga dapat dibedakan. Beberapa aspek lingkungan *mangrove* yang dapat dipelajari dengan menggunakan penginderaan jauh adalah spesies *mangrove* dan identifikasi zonasi, perubahan tata guna lahan *mangrove*, keberadaan *mangrove* dan distribusinya, serta lingkungan fisik *mangrove* (Hartono, 1994).

### 2.11 Citra Satelit

Citra digital penginderaan jauh adalah citra yang menggambarkan kenampakan permukaan (dekat dengan permukaan) bumi yang diperoleh melalui proses perekaman pantulan (*reflectan*), pancaran (*emittance*), maupun hamburan balik (*backscatter*), gelombang elektromagnetik dengan sensor optik-elektronik yang terpasang pada suatu wahana, baik itu wahana di menara, pesawat udara maupun wahana luar angkasa (Danoedoro, 2012).

Menurut Purwadhi dan Sanjoto (2009), karakteristik citra satelit penginderaan jauh meliputi:

1. Resolusi spasial yaitu ukuran objek terkecil yang masih dapat terdeteksi

terpisah oleh sensor.

2. Lebar sapuan yaitu lebar permukaan bumi yang diindera secara sekaligus pada saat penginderaan.
3. Resolusi spektral yaitu jumlah saluran spektral (band) dan makin sempitnya kanal-kanal spektral tersebut.
4. Resolusi temporal yaitu periode waktu (standar) satelit kembali berada di atas tempat yang sama di bumi.
5. Resolusi radiometrik dari datanya, pada umumnya adalah 8 bit.

#### 2.11.1 Citra Landsat

Landsat (*Land Satellite*) merupakan program tertua dalam perangkat observasi bumi milik Amerika Serikat. Landsat pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS-1) dan berubah nama menjadi Landsat-1. Satelit ini merupakan satelit sumberdaya alam yang pertama. Satelit landsat terdiri dari beberapa seri yaitu landsat-1, landsat-2, diteruskan 3, 4, 5, 6, 7 dan terakhir adalah Landsat-8 (Danoedoro, 2012).

Landsat 1 sampai 3 memuat dua macam sensor, yaitu *Return Beam Vidicom* (RBV) dan *Multispectral Scanner* (MSS). Landsat 4 dan 5 membawa sensor *Thematic Mapper* (TM), yang mengumpulkan data multispektral 7 kanal dengan resolusi spasial 30 meter kecuali kanal inframerah termal, yaitu 120 meter. Sedangkan satelit Landsat 6 hilang saat diluncurkan tahun 1993. Kemudian diluncurkan Landsat 7 pada April 1999 dengan membawa sebuah sensor yang dinamakan *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+, dengan kemampuan spektral dan spasial yang hampir sama dengan sensor TM. Sebagai tambahan adalah kanal pankromatik pada resolusi 15 meter dan kanal termal dengan resolusi yang lebih tajam 60 meter (Sitanggang, 2010).

Satelit penginderaan jauh merupakan teknologi modern untuk memperoleh data citra digital tentang permukaan bumi menggunakan gelombang elektromagnetik. Beberapa panjang gelombang pada gelombang elektromagnetik dapat dimanfaatkan untuk aplikasi penginderaan jauh. Adanya teknologi penginderaan jauh dan pengolahan citra satelit memungkinkan untuk mengakses

informasi spasial-temporal dari suatu wilayah tertentu. Keberadaan data-data spasial ini sangat bermanfaat jika didukung oleh perkembangan pada dasa warsa terakhir dimana satelit semakin banyak serta jangkauan spasial yang semakin luas. Berdasarkan misinya, satelit penginderaan jauh dikelompokkan menjadi dua macam yaitu satelit cuaca dan satelit sumber daya alam (Mahdi, 2014).

### 2.11.2 Landsat 8

Landsat 8 merupakan satelit terbaru setelah Landsat 7. Sejak tahun 2003 satelit Landsat 7 ETM mengalami gangguan atau kerusakan yang menyebabkan kerusakan pada sensor optiknya sehingga menyebabkan terjadinya sejumlah garis dengan ukuran lebar beberapa piksel kehilangan datanya atau dikenal istilah “*stripping*” (Parwati dan Purwanto, 2014).

Landsat 8 diluncurkan pada tahun 2013 dengan memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band 1-9*) berada pada OLI dan lainnya (*band 10 dan 11*) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan Landsat 7. Data citra satelit Landsat memiliki resolusi spasial 30 m untuk kanal 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan kanal 9, sedangkan kanal *panchromatic* memiliki resolusi spasial 15 m. Selain beresolusi spasial 30 m dan 15 m, pada kanal 10 dan 11 yang merupakan kanal TIR-1 dan TIR-2 memiliki resolusi spasial 100 m (LAPAN, 2015).

Tabel 2. 1 Spesifikasi landsat-8

| Band                                | Panjang gelombang (μm) | Kegunaan  |
|-------------------------------------|------------------------|---|
| Band 1- <i>Coastal Arosol</i>       | 0,43-0,45              | Studi aerosol dan wilayah pesisir   |
| Band 2- <i>Blue</i>                 | 0,45-0,51              | Pemetaan batimetri, membedakan tanah dari vegetasi dan daun dari vegetasi konifer |
| Band 3 - <i>Green</i>               | 0,53 – 0,59            | Mempertegas puncak vegetasi untuk menilai kekuatan vegetasi                       |
| Band 4 - <i>Red</i>                 | 0,64 – 0,67            | Membedakan sudut vegetasi   |
| Band 5 – <i>Near Infrared (NIR)</i> | 0,85 – 0,88            | Menekankan konten biomassa dan garis pantai                                       |

| Band  | Panjang gelombang<br>( $\mu\text{m}$ ) | Kegunaan   |
|---|--|--|
| Band 6 – <i>Short-wave Infrared</i> (SWIR) 1      | 1,57 – 1,65                            | Mendikriminasi kadar air tanah dan vegetasi; menembus awan tipis               |
| Band 7 – <i>Short-wave Infrared</i> (SWIR) 2      | 2,11 – 2,29                            | Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, dan penetrasi awan tipis             |
| Band 8 - <i>Panchromatic</i>                      | 0,50 – 0,68                            | Resolusi 15 meter, defenisi gambar yang lebih tajam                            |
| Band 9 - <i>Cirrus</i>                            | 1,36 – 1,38                            | Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus                                    |
| Band 10 - <i>Thermal Infrared Sensor</i> (TIRS 1) | 10,60 – 11,19                          | Resolusi 100 meter, pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah             |
| Band 11 - <i>Thermal Infrared Sensor</i> (TIRS 2) | 11,51 – 12,51                          | Resolusi 100 meter, peningkatan pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah |

Sumber : LAPAN, 2015

## 2.12 Koreksi Citra

Koreksi citra perlu dilakukan karena citra hasil rekaman mempunyai berbagai kesalahan. Kesalahan yang perlu dikoreksi adalah kesalahan atmosferik. Kesalahan atmosferik biasanya disebabkan oleh adanya *path* radiansi (gelombang elektromagnetik yang dihamburkan/pantulkan oleh atmosfer ke sensor satelit), penyerapan (*absorption*) gas dan hamburan aerosol di atmosfer. Koreksi atmosferik dilakukan supaya *noise* dapat dikurangi atau dieliminasi. Keberadaan atmosfer sangat mempengaruhi intensitas energi gelombang elektromagnet yang sampai ke sensor satelit (Gustin *et al.*, 2010).

Salah satu metode koreksi data citra penginderaan jauh adalah koreksi radiometrik *Top of Atmosphere* (ToA). Koreksi ToA adalah koreksi pada citra yang dilakukan untuk menghilangkan distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari. Posisi matahari terhadap bumi berubah bergantung pada waktu perekaman dan lokasi objek yang direkam. Koreksi ToA dilakukan dengan cara mengubah nilai digital number ke nilai reflektansi. Menurut Catur, *et al.* (2015), persamaan konversi untuk koreksi ToA reflektansi yaitu :

$$L\lambda = M L x Q_{cal} + AL \quad (2.3)$$

keterangan:

$L\lambda$  = ToA reflektansi

$ML$  = *Reflectance\_Mult\_Band\_x*, dimana x adalah nomor *band*

$AL$  = *Reflectance\_Add\_Band\_x*, dimana x adalah nomor *band*

$Q_{cal}$  = Nilai digital number (DN)

### 2.13 Klasifikasi Supervised

Klasifikasi merupakan proses dimana semua *pixel* dari citra yang memiliki pengenalan spektral yang sama diidentifikasi. Fungsi utama klasifikasi adalah untuk melakukan pemisahan dari suatu populasi yang kompleks ke dalam kelompok-kelompok yang disebut kelas, yang dianggap sebagai unit-unit homogen untuk tujuan tertentu (Malingreau dan Cristiani, 1982). Barus dan Wiradisastra (1997) menjelaskan bahwa klasifikasi penutupan lahan merupakan pembagian wilayah ke dalam satuan-satuan yang lebih kecil dan homogen agar deskripsinya lebih sederhana.

Klasifikasi *supervised* atau disebut juga klasifikasi terbimbing adalah salah satu metode untuk interpretasi citra selain klasifikasi *unsupervised*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengetahui lokasi dari setiap tipe penutupan lahan yang memerlukan analisis citra resolusi spasial yang tinggi. Mengidentifikasi dan mengetahui lokasi dari setiap tipe penutupan lahannya dan akan ditetapkan sebagai *training area*. *Training area* ini akan mewakili nilai spektral yang menjadi acuan bagi *pixel* lainnya, dimana jika memiliki nilai spektral yang mirip dengan nilai spektral *training area* maka akan diklasifikasikan menjadi kelas penutupan lahan seperti *training area* (Lindgren, 1985 dalam Frahma, 2017).

Metode *maximum likelihood* merupakan metode klasifikasi terbimbing yang paling banyak digunakan untuk data penginderaan jauh. Penciri kelas (*class signature*) didasarkan pada vektor rata-rata dan matrik ragam-peragam (*variance-covariance matrix*) dari masing-masing kelas (Jaya, 2002). *Maximum likelihood classification* (MLC) didasarkan pada perkiraan densitas probabilitas untuk setiap

tutupan/penggunaan lahan. Perhitungan probabilitas memungkinkan untuk menemukan sebuah *pixel* dari kelas  $I$  pada vektor  $X$  yang didefinisikan dengan

$$P(i/X) = P(X/i) P(i)/P(X) \quad (2.4)$$

Keterangan :

$P(i/X)$  : Probabilitas bersyarat dari kelas  $i$ , dihitung mengingat bahwa vektor  $X$  ditetapkan secara apriori (tanpa syarat). Probabilitas ini juga disebut *likelihood*.

$P(X/i)$  : Probabilitas bersyarat (*conditional*) dari vektor  $X$ , dihitung mengingat bahwa kelas ditetapkan secara apriori.

$P(i)$  : Probabilitas kelas  $I$  muncul dalam sebuah citra

$P(X)$  : Probabilitas dari vektor  $X$

## 2.14 Indeks Vegetasi

Menurut Danoedoro (2012) indeks vegetasi merupakan suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan citra multispektral untuk menampilkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan seperti biomassa, *Leaf Area Indeks* (LAI), konsentrasi klorofil dan sebagainya. Indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus dan menghasilkan citra baru yang lebih representative dalam menyajikan fenomena vegetasi.

Analisis kehijauan atau indeks vegetasi adalah salah satu langkah yang paling sederhana untuk pantauan vegetasi hijau. Indeks vegetasi dirancang untuk memberikan ukuran jumlah keseluruhan dan kualitas klorofil vegetasi. Indeks vegetasi merupakan perbandingan pengukuran reflektansi di band inframerah dekat dengan pengukuran lain yang diambil dalam rentang band merah, dimana klorofil menyerap foton untuk menyimpan menjadi energi melalui fotosintesis (Sutanto, 1994). Saat ini, dikembangkanlah suatu algoritma indeks vegetasi yang baru dengan normalisasi, yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NDVI merupakan algoritma indeks vegetasi yang paling sering digunakan. Prinsip dari formula ini adalah radiasi dari *visible red* diserap oleh *chlorophyll* hijau daun sehingga akan direfleksikan rendah, sedangkan radiasi dari sinar

near infrared akan kuat direfleksikan oleh struktur daun spongy mesophyll. Indeks ini mempunyai kisaran nilai dari -1,0 sampai 1.0 (Arhatin, 2007). Awan, air dan objek non vegetasi mempunyai nilai NDVI kurang dari nol. Jika nilai indeks lebih tinggi berarti penutupan vegetasi tersebut lebih rapat (Lillesand dan Kiefer, 1990).

Menurut Purkis dan Klemas (2011), algoritma NDVI dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (2.5)$$

Dimana, R adalah nilai reflektansi pada saluran (*band*) merah dan NIR adalah nilai reflektansi pada saluran (*band*) inframerah dekat.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai bulan Juni 2019 yang meliputi studi literatur, pengolahan data, pengecekan lapang, analisis data dan penyusunan laporan akhir. Lokasi penelitian ini berada di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Secara geografis daerah penelitian ini terletak pada Kecamatan Muncar dan Kecamatan Tegaldlimo yaitu di sekitar koordinat  $8^{\circ}27'052'' - 8^{\circ}32'098''$  LS dan  $114^{\circ}20'9,88'' - 114^{\circ}21'7,47''$  BT.



Gambar 3. 1 Lokasi penelitian

#### 3.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan suatu data informasi yang berupa simbol angka atau bilangan. Berdasarkan simbol-simbol angka tersebut, perhitungan secara kuantitatif dapat dilakukan untuk menghasilkan suatu kesimpulan yang berlaku umum dalam suatu parameter. Data kuantitatif pada penelitian ini adalah berupa nilai reflektansi yang disajikan dalam bentuk citra satelit Landsat

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung. Pada penelitian ini data citra satelit yang digunakan adalah data landsat 8 OLI. Data citra landsat 8 OLI yang digunakan

adalah data tahun 2018 yang diperoleh dengan mengunduh langsung dari *website United States Geological (USGS)* yang merupakan fasilitas portal data satelit Amerika untuk citra penginderaan jauh.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Variabel kerapatan dan luasan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi dideskripsikan menggunakan menggunakan metode klasifikasi *supervised* dan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra satelit landsat 8 OLI wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Data citra satelit landsat 8 ini memiliki kemampuan merekam pada tempat yang sama dalam kurun waktu 16 hari, sehingga dalam waktu satu tahun akan terdapat sekitar 23 data citra satelit landsat 8. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data pada tanggal 7 Oktober 2018. Data ini dipilih karena memiliki *cloud cover* yang relatif kecil atau kurang dari 15% daripada data lain pada tahun 2018 dan pada data ini terlihat di wilayah teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi memiliki tutupan awan yang sedikit sehingga diperoleh hasil yang bagus.

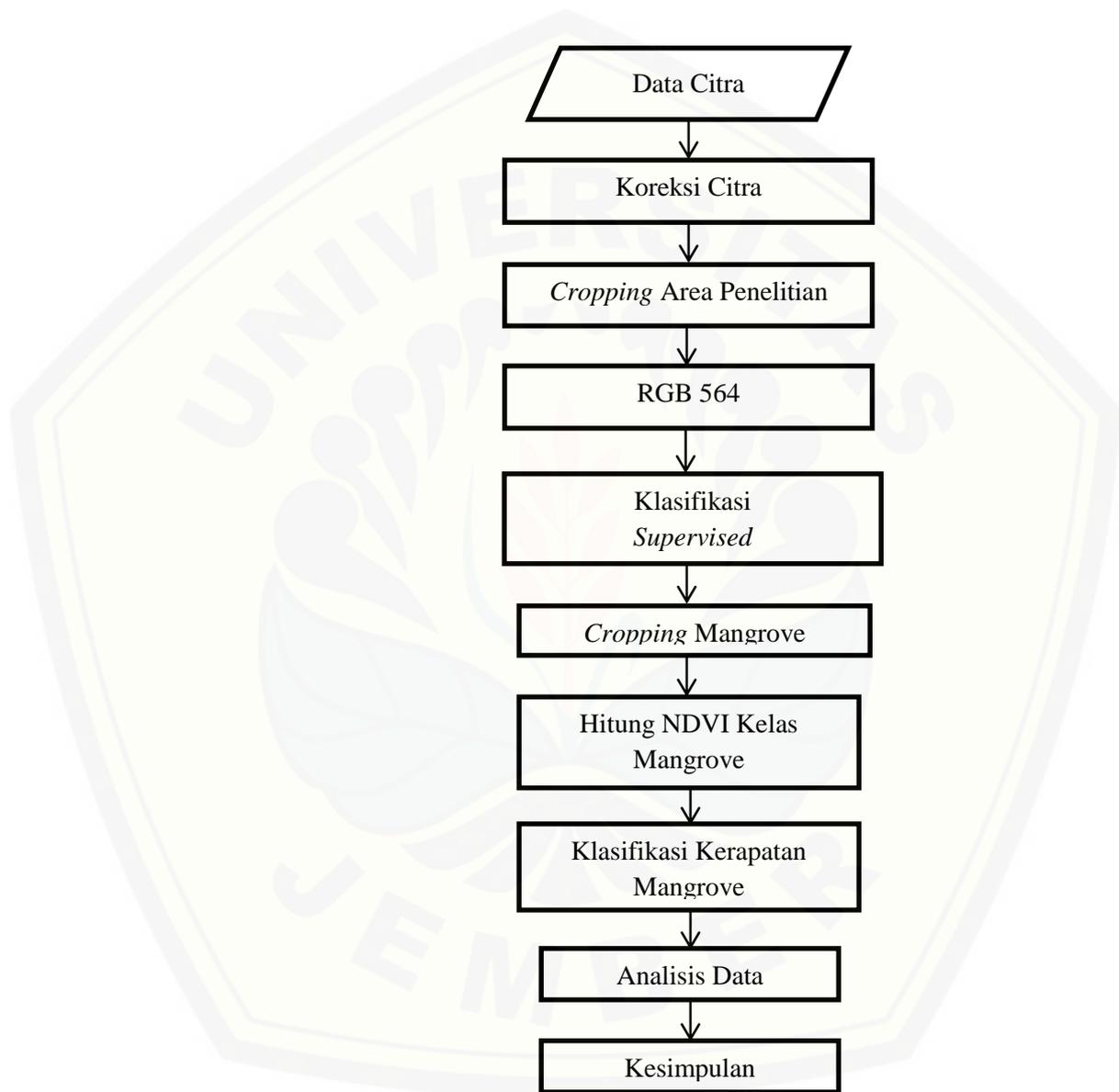
Metode klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi *supervised*. Metode ini dilakukan untuk mengidentifikasi tutupan lahan yang berada di wilayah tersebut. Klasifikasi pada penelitian ini digolongkan menjadi enam jenis kelas yaitu, kelas perairan, pemukiman, *mangrove*, awan, bayangan awan dan vegetasi lain. Variabel kerapatan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi dideskripsikan menggunakan nilai NDVI kelas *mangrove*. Perolehan nilai NDVI ini menggunakan algoritma seperti pada Persamaan 2.5. Kerapatan vegetasi *mangrove* ditentukan dengan melakukan pembagian kelas nilai NDVI menjadi jarang, sedang dan rapat berdasarkan rentang nilai yang telah ditetapkan oleh Departemen Kehutanan Tahun 2005 seperti pada Tabel 3.1. Kemudian variabel luasan *mangrove* ditentukan berdasarkan hasil klasifikasi kerapatan yang telah diperoleh. Luasan *mangrove* dinyatakan dalam satuan hektare (ha).

### 3.4 Operasional Variabel

Variabel pada penelitian ini adalah data citra satelit landsat 8 OLI, tingkat kerapatan dan luasan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Data citra satelit landsat 8 OLI pada bulan Oktober tahun 2018 sebagai variabel bebas. Variabel ini diperoleh berdasarkan hasil *cropping* data citra satelit landsat 8 OLI wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Pada penelitian ini variabel terikat berupa tingkat kerapatan vegetasi *mangrove* dan luasan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Tingkat kerapatan dapat diidentifikasi berdasarkan nilai indeks vegetasi dengan melihat tingkat kehijauan/kelebatan *mangrove*.

### 3.5 Kerangka Pemecah Masalah

Tahapan proses pemecahan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada *flowchart* Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Kerangka pemecah masalah

### 3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini akan memuat rincian mengenai tahapan dalam menjalankan penelitian seperti pada Gambar 3.2.

#### 3.6.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap yang meliputi perolehan dan pengkoreksian data citra satelit yang akan digunakan pada penelitian.

##### a. Pemilihan data citra Landsat

Data citra landsat 8 OLI pada penelitian ini diperoleh dengan mengunduh langsung dari website *United States Geological Survey* (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) yang merupakan fasilitas portal data satelit Amerika untuk citra penginderaan jauh. Data citra satelit yang digunakan adalah wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi pada tanggal 7 Oktober tahun 2018 dengan path 117 dan row 66. *Path* dan *row* tersebut menunjukkan kode wilayah dari suatu data citra. *Path* merupakan kolom yang menunjukkan keberadaan suatu wilayah dari barat ke timur sedangkan *row* merupakan baris yang menunjukkan keberadaan suatu wilayah dari utara ke selatan. Data citra satelit yang dipilih memiliki *cloud cover* kurang dari 15% supaya diperoleh data yang bagus dan terlihat pada wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi memiliki tutupan awan yang relatif sedikit. Pemilihan data landsat pada penelitian ini dikarenakan data citra landsat memiliki resolusi spasial yang baik yakni 30 meter, resolusi temporal 16 hari dan resolusi spektral yang mencakup banyak panjang gelombang sehingga tepat digunakan dalam penelitian ini.

##### b. Pengkoreksian Data Citra landsat

Pengkoreksian pada penelitian ini menggunakan metode koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan pengaruh dinamika atmosfer yang terjadi. Menurut Amran, *et al.* (2012) hamburan atmosfer bervariasi menurut panjang gelombang, yakni semakin besar panjang gelombang maka semakin kecil hamburan yang dihasilkan. Oleh karena itu koreksi radiometrik sering disebut dengan koreksi *Top of Atmosfer* (ToA). Proses pengkoreksian data citra pada penelitian ini menggunakan *software The*

*Environment for Visualizing Images* (ENVI). ENVI merupakan suatu *software* yang menyediakan berbagai solusi perangkat lunak untuk pengolahan dan analisis citra geospasial.

c. Pemotongan citra (*cropping*)

Citra yang telah dikoreksi selanjutnya dilakukan pemotongan citra (*cropping*). Pemotongan citra ini bertujuan untuk memfokuskan kajian pada daerah penelitian. Pada penelitian ini dilakukan pemotongan citra atau (*cropping*) untuk daerah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.

### 3.6.2 Tahap Pengolahan

Tahap pengolahan pada citra landsat ini terdiri dari komposit citra, klasifikasi *supervised*, perhitungan nilai indeks vegetasi NDVI dan klasifikasi kerapatan *mangrove*.

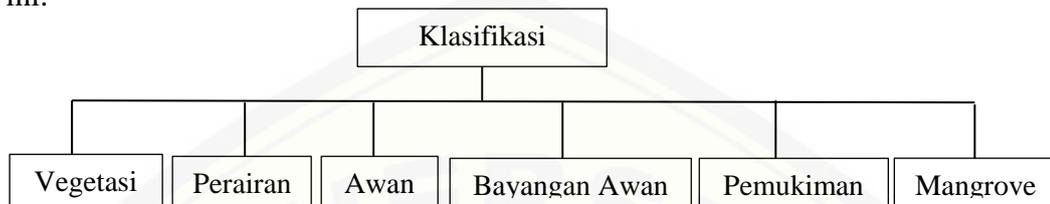
a. Komposit Citra

Proses komposit band dilakukan untuk proses klasifikasi, dimana pemilihan band yang akan digunakan harus disesuaikan dengan tujuan klasifikasi. Proses komposit band pada penelitian ini menggunakan *software* Quantum GIS (QGIS). QGIS merupakan suatu *software open source* pengolahan data berbasis Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System/GIS*). Untuk proses identifikasi vegetasi *mangrove* berdasarkan interpretasi citra satelit Landsat 8 digunakan komposit RGB (*red green blue*) 564 (Pratama dan Isdianto, 2017).

b. Klasifikasi *Supervised*

Proses klasifikasi dilakukan untuk mengelompokkan objek atau kenampakan yang homogen yaitu dengan menempatkan piksel-piksel ke dalam suatu kelas menurut kesamaan nilai digital dari tiap piksel (Opa, 2010). Klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi *supervised*. Klasifikasi *supervised* ini mengidentifikasi secara spesifik dari lokasi atau daerah yang telah diketahui tipe penutup lahannya dan akan ditetapkan sebagai *training area*. Klasifikasi *supervised* ini disebut juga sebagai klasifikasi terbimbing, dimana pada penelitian ini citra yang diklasifikasikan menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Metode *Maximum Likelihood* menetapkan piksel dalam

suatu kelas berdasarkan jarak yang dibobotkan pada matriks kovarian dan peluang suatu piksel masuk dalam kelas tersebut (Putra, 2011). Proses klasifikasi *supervised* ini dilakukan dengan menggunakan *software* QGIS. Klasifikasi pada daerah penelitian ini dibagi menjadi beberapa kelas seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 3 Bagan pengklasifikasian *supervised*

Setelah peta tematik hasil klasifikasi *supervised* diperoleh, selanjutnya dilakukan ekstraksi atau pemotongan untuk memfokuskan kelas *mangrove*. Hasil dari pemotongan kelas *mangrove* ini yang akan digunakan untuk menentukan kerapatan vegetasi *mangrove* yang ada di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.

c. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan Klasifikasi Kerapatan *Mangrove*

Nilai indeks vegetasi dalam penelitian ini menggunakan hasil pengolahan citra berdasarkan rumus NDVI. Pada landsat 8 band *near infrared* terletak di band nomor 5 dan band *red* terletak di band nomor 4. Pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai NDVI suatu data citra satelit landsat diolah dengan menggunakan *software* QGIS. Nilai indeks vegetasi (NDVI) dapat diformulasikan sebagai berikut (Rouse *et al.*, 1974 in Hidayah, 2006) :

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (3.1)$$

Berdasarkan nilai indeks vegetasi (NDVI), nilai kerapatan *mangrove* dapat ditentukan dengan beberapa klasifikasi seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Klasifikasi kerapatan vegetasi *mangrove* berdasarkan nilai NDVI

| Nilai NDVI         | Kerapatan Vegetasi |
|--------------------|--------------------|
| NDVI < 0,32        | Jarang             |
| 0,33 ≤ NDVI < 0,42 | Sedang             |
| NDVI ≥ 0,43        | Rapat              |

Sumber : DepHut, 2005

### 3.7 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini meliputi pengujian akurasi hasil klasifikasi *supervised* dan analisis luasan serta distribusi sebaran setiap kelas *mangrove* Teluk Pangpang, Kabupaten Banyuwangi.

#### 3.7.1 Pengujian Akurasi

*Overall Accuracy* merupakan nilai yang digunakan untuk menyatakan tingkat akurasi klasifikasi keseluruhan yang dihitung dengan membagi jumlah titik sampel yang diklasifikasikan dengan benar (jumlah dari semua sel diagonal dalam matrik kesalahan). Bentuk matrik kesalahan yang dimaksud ditunjukkan seperti pada tabel 3.2. Rumus untuk mencari *overall accuracy* adalah sebagai berikut (Frahma, 2017) :

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} 100\% \quad (3.2)$$

keterangan:

OA = *overall accuracy*

N = jumlah total pixel

$x_{ii}$  = nilai sel pada baris ke  $i$  dan kolom ke  $i$

$r$  = jumlah baris atau kolom pada matrik kesalahan

Tabel 3. 2 Matrik kesalahan klasifikasi *supervised*

|            |                 | Ground Truth |          |          |               |           |                 |
|------------|-----------------|--------------|----------|----------|---------------|-----------|-----------------|
|            |                 | Vegetasi     | Perairan | Awan     | Bayangan Awan | Pemukiman | <i>Mangrove</i> |
| Daerah Uji | Vegetasi        | $x_{11}$     | $x_{12}$ | $x_{13}$ | $x_{14}$      | $x_{15}$  | $x_{16}$        |
|            | Perairan        | $x_{21}$     | $x_{22}$ | $x_{23}$ | $x_{24}$      | $x_{25}$  | $x_{26}$        |
|            | Awan            | $x_{31}$     | $x_{32}$ | $x_{33}$ | $x_{34}$      | $x_{35}$  | $x_{36}$        |
|            | Bayangan Awan   | $x_{41}$     | $x_{42}$ | $x_{43}$ | $x_{44}$      | $x_{45}$  | $x_{46}$        |
|            | Pemukiman       | $x_{51}$     | $x_{52}$ | $x_{53}$ | $x_{54}$      | $x_{55}$  | $x_{56}$        |
|            | <i>Mangrove</i> | $x_{61}$     | $x_{62}$ | $x_{63}$ | $x_{64}$      | $x_{65}$  | $x_{66}$        |

Sumber : Frahma, 2017

Kesalahan klasifikasi merupakan suatu kesalahan yang terjadi saat pemilihan objek pada proses klasifikasi, dengan adanya objek lain yang masih terdeteksi menjadi objek yang sebelumnya karena terdapat kesamaan *pixel*. Sebagai contoh yaitu adanya *pixel* objek *mangrove* yang masih terdeteksi sebagai *pixel* vegetasi lain. Berdasarkan nilai-nilai pada matrik kesalahan yang diperoleh tersebut jika menghasilkan data *overall accuracy*  $\geq 80\%$  maka dikatakan bahwa akurasi dari proses klasifikasi yang dilakukan baik dan dikatakan lulus uji akurasi. Apabila hasil akurasi yang diperoleh  $< 80\%$  maka uji akurasi harus diulang dengan membuat *training area* lagi untuk klasifikasi terbimbing (Short, 1982). Menurut Catur, *et al.* (2015), kriteria baik dan tidaknya nilai akurasi dari proses klasifikasi adalah 85%. Artinya apabila perolehan nilai akurasinya  $\geq 85\%$  sudah dapat digolongkan bahwa hasil klasifikasi yang telah dilakukan adalah baik dan jika diperoleh sebaliknya (nilai akurasi  $< 85\%$ ) maka proses klasifikasi harus diulangi.

### 3.7.2 Analisa Tingkat Kerapatan Vegetasi *Mangrove*

Tingkat kerapatan vegetasi dapat diperoleh dari klasifikasi citra landsat 8 OLI Teluk pangpang Kabupaten Banyuwangi menggunakan perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Indeks ini mempunyai nilai antara -1 dan 1 yang disajikan dalam bentuk visual berupa peta. Vegetasi rapat akan mendekati nilai 1 (Jaya, 2009). Hasil klasifikasi citra dikelaskan ke dalam kelas kerapatan vegetasi. Kerapatan vegetasi dibagi ke dalam tiga kelas, yaitu Jarang, sedang dan rapat. Pembagian kelas tersebut diperoleh dengan membagi rentang nilai NDVI ke dalam tiga kelas. Setiap warna nantinya akan mencirikan nilai NDVI setiap kelas.

### 3.7.3 Perhitungan Luas Kelas Kerapatan Vegetasi *Mangrove*

Hasil pengklasifikasian kelas kerapatan vegetasi *mangrove* selanjutnya dihitung luas area setiap kelasnya. Perhitungan kelas luas area ini dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *software* ArcGIS. Hasil luas area kelas yang telah diklasifikasikan memiliki satuan hektare (ha). Berdasarkan luasan ini

dapat digunakan untuk mengetahui sebaran *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi, berdasarkan tingkat kerapatan vegetasi *mangrove*.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa peta tematik kerapatan vegetasi *mangrove* dengan data citra landsat 8 OLI yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber informasi kerapatan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi. Hasil analisis luas *mangrove* di wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi sebesar 604,44 ha. Dari total tersebut luas kerapatan *mangrove* berdasarkan data citra landsat 8 OLI pada tanggal 7 Oktober 2018 untuk kelas rapat sebesar 545,4 ha atau 90,23%, 38,88 ha atau 6,43% merupakan *mangrove* dengan kerapatan sedang dan 20,16 ha atau 3,34% merupakan *mangrove* dengan kerapatan jarang. Hutan *mangrove* di Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi mayoritas berada dalam kondisi rapat. Hal ini dapat diketahui bahwa *mangrove* di wilayah teluk Pangpang ini berada pada kondisi baik atau lestari. Keadaan vegetasi *mangrove* di wilayah tersebut masih terjaga dengan baik atau tidak banyak mengalami kerusakan baik secara alami maupun karena aktivitas manusia. Kesimpulan ini berlaku pada 7 Oktober 2018.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan agar penelitian selanjutnya lebih baik adalah perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *training area* yang lebih beragam sesuai keadaan di lapang. Selain itu, nilai untuk menentukan klasifikasi kerapatan *mangrove* dapat dibagi menjadi *mangrove* yang memiliki nilai kerapatan rendah dan kerapatan tinggi. Penentuan klasifikasi dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran langsung di lapang berdasarkan warna pixel, sehingga akan diperoleh kerapatan *mangrove* di wilayah tersebut secara lebih spesifik. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan data secara *time series* sehingga dapat diketahui pola perubahan, *trend* dan peramalan kerapatan *mangrove* yang lebih *detail*. Hasil penelitian yang diperoleh selanjutnya dapat dibuktikan kebenarannya berdasarkan uji lapang dengan mengambil titik

koordinat, dokumentasi serta faktor lain yang dapat mempengaruhi kerapatan *mangrove*. Berdasarkan hal tersebut diharapkan akan memperoleh informasi yang lebih lengkap mengenai kerapatan vegetasi *mangrove* di wilayah Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aftriana C.V., P. Satyanta. dan Tjaturahono B. S. 2013. *Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Kota Semarang Menggunakan Aplikasi Penginderaan Jauh*. Geo-Image 2.
- Agusrinal., N. Santoso, dan L. B. Prasetyo. 2015. Tingkat Degradasi Ekosistem *Mangrove* di Pulau Kaledupa, Taman Nasional Wakatobi *Mangrove Ecosystem Degradation Level In Kaledupa Island, Wakatobi National Park*. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB Press. Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, Vol. 06 No. 3, Desember, Hal 139-147 ISSN: 2086-8227.
- Alimudi, S., Susilo, S.B., dan Panjaitan, J.P. 2017. *Deteksi Perubahan Luasan Mangrove Menggunakan Citra Landsat Berdasarkan Metode Obia Di Teluk Valentine Pulau Buano Seram Bagian Barat*. Bogor : Institut Peranian Bogor.
- Amran, M., A., Muhiddin, A., H., Yasir, I., Selamat, M., B., dan Niartiningih, A., 2012. *Kondisi Ekosistem Mangrove di Pulau Pannikiang Kabupaten Barru*. Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Arhatin, R. E. 2007. Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi *Mangrove* dari Data Satelit Landsat-5 TM dan Landsat-7 ETM+ : Studi Kasus di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Tesis*. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Asirwan. 2017. *Pantauan Perubahan Luas Kerapatan Mangrove di Pulau Pannikiang Kabupaten Barru Tahun 2011 dan 2016*. Makasar :Universitas Hasanudin.
- Banyuwangi. 2019. Lokasi Teluk Pangpang. <http://www.banyuwangi.us>. [Diakses pada 29 Januari 2018].
- Barus, B dan Wiradisastra U.S. 1997. *Sistem Informasi Geografi*. Bogor: Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Bengen, D. G. 2001. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem *Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Catur, U., Susanto, Dipo, Y dan Mukhoriyah. 2015. Identifikasi Lahan Tambang Timah Menggunakan Metode Klasifikasi Terbimbing Maximum

Likelihood Pada Citra Landsat 8. *Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (LAPAN)*:1-15.

Chevalda, R.F., Jaya, Y.P., dan Apdilla, D. 2013. Pemetaan *Mangrove* dengan Teknik Image Fusion Citra Spot dan Quickbird di Pulau Los Kota Tanjung Pinang Propinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Maritim Raja Ali Haji*, Vol.VIII, hlm. 14-23.

Curran, P.J. 1985. *Principles of Remote Sensing*. London: Longman Scientific & Technical.

Dahuri, R. 2004. *Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Laut*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Darsidi, A. 1986. *Perkembangan Pemanfaatan Hutan Mangrove Indonesia*. Departemen Kehutanan. Jakarta. Dinas Kehutanan Prov. Sumatera Utara.

Departemen Kehutanan, 2005. *Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.

Faizal A dan Amran MA. 2005. Model Transformasi Indeks Vegetasi yang Efektif Untuk Prediksi Kerapatan *Mangrove* *Rhizophora mucronata*. In: PIT MAPIN XIV ITS. Prosiding: 14-15 September 2005; Surabaya: Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh (MAPIN). p. 34-40.

[FAO] Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2007. *World's Mangroves 1980–2005*. Rome (ITA): FAO.

Feronika, F. 2011. Studi Kesesuaian Ekosistem *Mangrove* Sebagai Objek Ekowisata Di Pulau Kapota Taman Nasional Wakatobi Sulawesi Tenggara. *Skripsi*. Makassar: Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Frahma, Y.F. 2017. Monitoring Tutupan Lahan Daerah Pertambangan Sawahlunto dengan Mengaplikasikan Metode Klasifikasi Supervised dan Indeks Vegetasi pada Citra Landsat Tahun 2000-2016. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.

Ghufran, M. 2012. Ekosistem *mangrove*; potensi, fungsi dan pengelolaan. Jakarta. Rineka Cipta.

- Gustin, O., Muljo, S.B., dan Hapsari, H. 2010. *Perbandingan Algoritma Suhu Permukaan Tanah (SPT) dan Indeks Vegetasi (IV) pada Satelit Landsat Daerah Jawa Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hartono. 1994. Penggunaan Penginderaan Jauh Menggunakan Landsat Thematic Mapper (Studi Kasus da Areal HPH PT. Bina Lestari Indragiri Hulu, Riau). Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Hidayah, M. 2011. Leaf Area Index (LAI) and Carbon Stock Estimation Of *Acacia mangium*. Wild Using Remote Sensing Technology. Tesis. Bogor : Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hidayah, Z. 2011. Pemetaan Distribusi Ekosistem *Mangrove* di Wilayah Kota Surabaya dan Sidoarjo Memanfaatkan Citra Landsat TM-5. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol. 3, No. 1. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura.
- Irwan Z. D. 2003. *Perspektif Silvika dalam Keanekaragaman Hayatidan Silvikutur*. Yogyakarta: universitas Gajah Mada.
- Irwanto. 2008. *Hutan Manfrove dan Manfaatnya*. Ambon.
- Jaya, I.N.S. 2002. *Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan*. Bogor: Laboratorium Inventarisasi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Kirui KB, Kairo JG, Bosire J, Viergever KM, Rudra S, Huxham M and Briers RA. 2013. Mapping of *Mangrove* Forest Land Cover Change along the Kenya Coastline Using Landsat Imagery. *Ocean Coast. Manage.* 83: 19-24. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.12.00.
- Kuenzer C, Bluemel A, Gebhardt S, Quoc TV and Dech S. 2011. Remote Sensing of *Mangrove* Ecosystems, A Review. *Remote Sensing* 3: 878-928. DOI: 10.3390/rs3050878.
- Kusmana, C. 1997. *Metode Survey Vegetasi*. PT. Penerbit Institut Pertanian Bogor; Bogor.
- LAPAN, 2015. *Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat-8 Untuk Mangrove*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Jakarta.
- Lillesand, T.M. dan R,W, Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Diterjemahkan oleh Dulbahri. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Lillesand, T.M. dan Kiefer, R.W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation. Third Edition* . United States of America: John Willey & Sons, Inc.
- Lillesand, T. M. dan R. W. Kiefer. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lindgren, D.T. 1985. *Land use Planning and Remote Sensing and Environment, Addison Wesley Puvlishing caompany London*.
- Lo, C. P. 1996. *Applied Remote Sensing*. Terjemahan oleh B. Purbowaseso. *Penginderaan Jauh Terapan*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press).
- Mahdi, K. 2014. Pengenalan Penginderaan Jauh dan Teori Dasar Pendukung Pengolahan Citra Digital. *Makalah Diskusi Panel*. Jakarta: LAPAN. 10 Feb 2014
- Marsono. Dj dan Surachman. 1990. *Perilaku Permudaan Alam Cendana di Wanagama I. Buletin II. Instiper.1:1*. Yogyakarta : Institut Pertanian STIPER.
- Mauger A.J. 2014. *History of Remote Sensing in Geological Exploration, makalah ini dipresentasikan pada AIG Remote Sensing and Interpretation Conference, Buswood on Swan Convention Centre, 10 March 2014*.
- Muhsoni, Firman Farid. 2013. Pemetaan Kerusakan *Mangrove* di Madura dengan Memanfaatkan Citra dari Google Earth Dan Citra LDCM. Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo. Madura
- Malingreau, J.P, dan R. Cristiani. 1982. *A Land Cover / Land Use Classification for Indonesia First Revision*. Yogyakarta: Puspic Universitas Gadjah Mada.
- Ningtias, I.A. 2018. Analisis Luas lahan Eksploitasi Tambang Kapur Gunung Sadeng, Jember Menggunakan Citra Satelit SPOT. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Nontji. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan: Jakarta.
- Nontji, A. 2007. Laut Nusantara. Djambatan: Jakarta.
- Noor, Y. R. 2.006. *Penduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PKA/WI-IF. Bogor.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan. Edisi II. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Opa, T. E. 2010. Analisis Perubahan Luas Lahan *Mangrove* Di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo Dengan Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. VI (2). 79-82.
- Prahasta, E. 2009. *Sistem Informasi Geografis : Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung : Informatika Bandung.
- Parwati, E. dan A. D. Purwanto. 2014. Analisis Algoritma Ekstraksi Informasi TSS Menggunakan Data Landsat 8 di Perairan Berau. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN.
- Pratama, L. W. dan A. Isdianto. 2017. Pemetaan Kerapatan Hutan *Mangrove* Di Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah Menggunakan Citra Landsat 8 Di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jakarta. *J. Floratek* 12(1): 57-61. DOI: 10.24815/floratek.v12i1.7638.
- Purwadhi, Sri Hardiyanti dan Sanjoto, Tjaturahono Budi. 2008. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Universitas Negeri Semarang.
- Purkis, S., dan Klemas, V., 2011. *Remote Sensing and Global Environmental Change*. Publishing Wiley-Backwell.
- Putra, E. H. 2011. *Penginderaan Jauh dengan Ermapper*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 290 hlm.
- Radiarta, I. N., Saputra A., dan Priono, B. (2005). Identifikasi kelayakan lahan budi daya ikan dalam keramba jaring apung dengan aplikasi sistem informasi geografis di Teluk Pangpang, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 11 (5).
- Roy DP, Wulder MA, Loveland TR, Allen RG, Anderson MC, Helder D, Irons JR, Johnson DM and Kennedy R. 2014. Landsat-8: Science and Product Vision for Terrestrial Global Change Research. *Remote Sens, Environ*. 145: 154-172. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.001.
- Saefurahman, G. 2008. Distribusi, kerapatan dan Perubahan Luas Vegetasi *Mangrove* Gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Formosat 2 dan Landsat 7 ETM+. *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Setyawan, A., D., Susilowati, A., dan Sutarno, 2002. *Biodiversitas Genetik, Spesies dan Ekosistem Mangrove di Jawa Petunjuk Praktikum Biodiversitas : Studi Kasus Mangrove*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Short, N.M. 1982. *The Landsat Tutorial Workbook*. NASA. New York.

- Sitanggang, G. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan : Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). Berita Dirgantara. Vol. 11 (2). Juni 2010. LAPAN : 47-58.
- Soegiarto, A. 1982. *The Mangrove Ecosystem in Indonesia : Its Problems and Management* in H.J. Teas (ed). Physiology and Management of *Mangrove*. W. Jung Publishers, The Hague. P69 - 78.
- Soerianegara, I. dan A. Indrawan. 1987. *Ekologi Hutan*. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Supardjo M. N. 2008. Identifikasi Vegetasi *Mangrove* di Segoro Anak Selatan, Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi, Jawa Timur. *Jurnal Saintek Perikanan* 3(2): 9-15.
- Susilo, S. B. 2000. *Penginderaan Jauh Kelautan Terapan*. IPB. Bogor.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Suwargana N. 2008. Analisis Perubahan Hutan *Mangrove* menggunakan Data Penginderaan Jauh di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi. *Jurnal Penginderaan Jauh* 5: 64-74.
- Syafei, E. S. 1994. *Pengantar Ekologi Tumbuhan*. Bandung: Fakultas Matematika dan IPA. Institut Teknologi Bandung.
- Tablaseray, V. E., Pairin, M., Fakdawer, N., Hamuna, B. 2013. Pemetaan Sebaran dan Kerapatan *Mangrove* di Pesisir Timur Pulau Biak, Papua Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Universitas Cenderawasih*, Vol.VIII, hlm. 31-39.
- Tinambunan, R. S. 2006. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Di Kota Pekanbaru. *Tesis*. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tuwo, A. 2011. *Pengolahan Ekowisata Pesisir dan Laut*. Penerbit Brilian Internasional. Surabaya.
- Vaiphasa, C. 2006. *Remote Sensing Techniques for Mangrove Mapping*, International Institute for Geo-information Science & Earth Observation. Enschede. ITC. The Netherlands.

**LAMPIRAN****Lampiran 1. Metadata Citra Landsat 8**

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
  REQUEST_ID = "0701810299530_00051"
  LANDSAT_SCENE_ID = "LC81170662018280LGN00"
  FILE_DATE = 2018-10-29T17:16:51Z
  STATION_ID = "LGN"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1TP"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 117
  WRS_ROW = 66
  DATE_ACQUIRED = 2018-10-07
  SCENE_CENTER_TIME = "02:29:46.1447330Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -7.62705
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 113.32058
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -7.63967
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 115.37727
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -9.71485
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 113.30018
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -9.73098
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 115.36826
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 93900.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -844800.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 321000.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -844800.000
  CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 93900.000
  CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -1076100.000
  CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 321000.000
  CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -1076100.000
  REFLECTIVE_LINES = 7711
  REFLECTIVE_SAMPLES = 7571
  THERMAL_LINES = 7711
  THERMAL_SAMPLES = 7571
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
  CLOUD_COVER = 3.61
  IMAGE_QUALITY_OLI = 9
  SUN_AZIMUTH = 84.30458248
  SUN_ELEVATION = 64.78721938
  EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9995912
```

```
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 119
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.116
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.114
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.337
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 760.68451
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -62.81757
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 778.95020
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -64.32596
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 717.79596
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -59.27582
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 605.28595
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -49.98471
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 370.40485
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.58815
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 92.11631
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.60700
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.04813
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.56396
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 685.01715
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -56.56894
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 144.76260
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -11.95454
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
```

```
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2566E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2868E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1858E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.9989E-03
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.1189E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5217E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.1290E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1316E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3914E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -62.83014
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -64.33883
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -59.28768
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -49.99471
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.59427
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.60852
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.56448
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -56.58025
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.95693
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
```

```
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
  K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
  K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
  K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
  UTM_ZONE = 50
  GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
  GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
  GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
  ORIENTATION = "NORTH_UP"
  RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

**Lampiran 2. Perhitungan Uji Akurasi Klasifikasi *Supervised***

| Hasil Klasifikasi | Referensi Data  |          |      |               |               |           | Total Baris |
|-------------------|-----------------|----------|------|---------------|---------------|-----------|-------------|
|                   | <i>Mangrove</i> | Perairan | Awan | Vegetasi Lain | Bayangan Awan | Pemukiman |             |
| <i>Mangrove</i>   | 1436            | 1        | 0    | 2             | 0             | 0         | 1439        |
| Perairan          | 78              | 1977     | 3    | 3             | 0             | 0         | 2061        |
| Awan              | 8               | 0        | 277  | 0             | 0             | 0         | 285         |
| Vegetasi Lain     | 57              | 13       | 7    | 1691          | 6             | 8         | 1782        |
| Bayangan Awan     | 0               | 0        | 0    | 0             | 37            | 0         | 37          |
| Pemukiman         | 0               | 0        | 0    | 3             | 0             | 418       | 421         |
| Total Kolom       | 1579            | 1991     | 287  | 1699          | 43            | 426       | 6025        |

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{1436+1977+277+1691+37+418}{6025} \times 100\%$$

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Overall Accuracy (%) | 96,86 |
|----------------------|-------|

**Lampiran 3. Pengamatan Vegetasi *Mangrove* di Lapang**



Gambar 1. Pengamatan *Mangrove* di Teluk pangpang



Gambar 2. Pengamatan *Mangrove* dari Sebelah Kiri



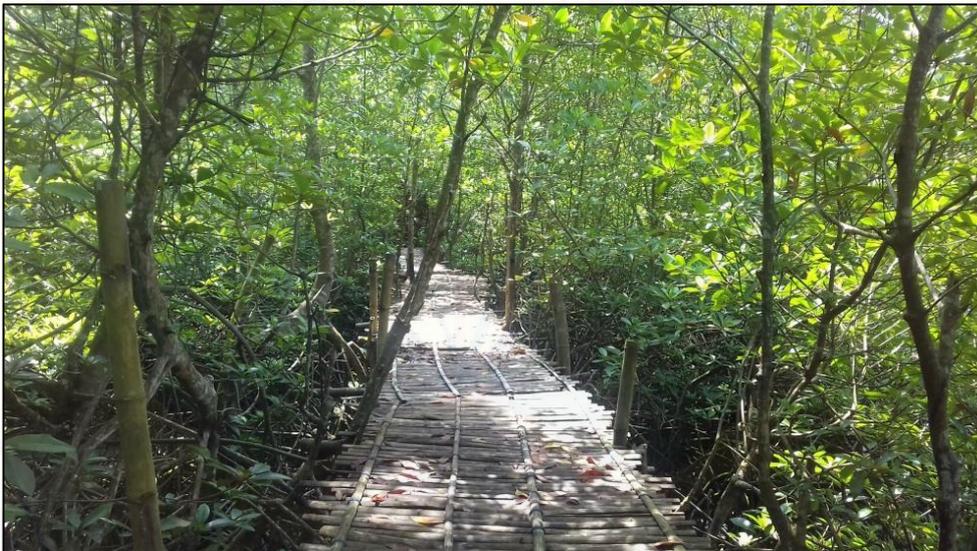
Gambar 3. Pengamatan *Mangrove* dari Sebelah Kanan



Gambar 4. Vegetasi *Mangrove* di Sekitar Perahu Nelayan



Gambar 5. Vegetasi *Mangrove* Teluk Pangpang



Gambar 6. Vegetasi *Mangrove* Area dalam Hutan Teluk Pangpang



Gambar 7. Peneliti Bersama Nelayan di Teluk Pangpang



Gambar 8. Peneliti di Teluk Pangpang