

**ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN LUASAN HUTAN MANGROVE DI  
TELUK GILMANUK, TAMAN NASIONAL BALI BARAT PADA TAHUN 2006,  
2011, DAN 2015 DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT  
SPOT 4 DAN SPOT 6**

**LAPORAN SKRIPSI  
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

**MAFAZI RACHMAN**

**NIM. 115080607111010**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

**ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN LUASAN HUTAN MANGROVE DI  
TELUK GILMANUK, TAMAN NASIONAL BALI BARAT PADA TAHUN 2006,  
2011, DAN 2015 DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT  
SPOT 4 DAN SPOT 6**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBER DAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh:**

**MAFAZI RACHMAN**

**NIM. 115080607111010**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**2016**

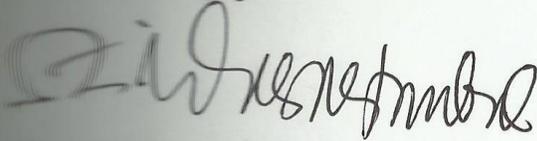
**ANALISIS PERUBAHAN SEBARAN DAN LUASAN HUTAN MANGROVE DI  
TELUK GILIMANUK, TAMAN NASIONAL BALI BARAT PADA TAHUN 2006,  
2011, DAN 2015 DENGAN MENGGUNAKAN  
CITRA SATELIT SPOT 4 DAN 6**

Oleh :

**MAFAZI RACHMAN  
NIM. 115080607111010**

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 25 Januari 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I



**(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D.)**  
NIP. 19680901 199403 2 001

Tanggal : 22 FEB 2016

Menyetujui,

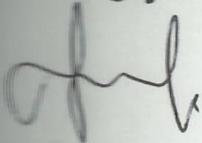
Dosen Pembimbing I



**(Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D.)**  
NIP. 19621220 199803 1 004

Tanggal : 22 FEB 2016

Dosen Penguji II

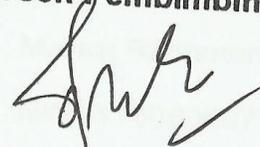


**(Svarifah Hikmah JS. S.Pi., M.Sc.)**

NIP. 840720 08 1 2 0153

Tanggal : 22 FEB 2016

Dosen Pembimbing II



**(Dhira Khurniawan S. S.Kel., M.Sc.)**

NIP. 860115 08 1 1 0319

Tanggal : 22 FEB 2016



Mengetahui,  
Ketua Jurusan PSPK

**(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.)**

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal : 22 FEB 2016

## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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



Malang, 25 Januari 2016

Mahasiswa

Mafazi Rachman

NIM. 115080607111010

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya laporan penelitian ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena atas berkah dan limpahan rahmat-Nya laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan lancar dan tepat pada waktunya
2. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Dhira Khurniawan S. S.Kel., M.Sc selaku Dosen Pembimbing 2 atas bimbingan, arahan, saran, ilmu dan kesabaran mencurahkan waktu dan pemikiran.
3. Ibu Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Penguji 1 dan Ibu Syarifah Hikmah JS, S.Pi, M.Sc selaku Dosen Penguji 2 atas saran yang telah diberikan untuk menyempurnakan laporan ini.
4. Kedua orang tua, Bapak Supratman dan Ibu Silvia Linda beserta seluruh keluarga besar di rumah yang selalu memberikan dukungan moril, materiil, dan doa yang tiada henti selama penulis melakukan penelitian hingga penyusunan laporan.
5. Bapak Kuncoro Teguh Setiawan, S.Si, M.Si selaku pembimbing, Ibu Nanin, Ibu Yeni, Ibu Shifa, Pak Gathot beserta seluruh jajaran Bidang Sumber Daya Laut Pesisir, LAPAN yang banyak membantu dan memberikan saran yang sangat bermanfaat dalam pengolahan data.
6. Bapak Norman dan seluruh staff Balai Taman Nasional Bali Barat atas masukan, arahan, dan kerja samanya dalam proses pengambilan data lapang di Kawasan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat.
7. Bapak pemilik Kapal beserta keluarga, Nitro, Adhimas, Ingga, Anton, Tomy, Reza, dan Rabani yang telah membantu proses pengambilan dan pengolahan data lapang.
8. Intan Candra Dewi yang telah banyak membantu, mendukung, menemani, bertukar pikiran dalam proses penelitian sampai penyusunan laporan dan selama proses perkuliahan.
9. Teman-teman keluarga Gabut : Bagas, Dito, Ucup, Ibnu, Yosev, Baim, Wibi, dan Dimas.

10. Teman-Teman kontrakan RRI : Aay, Habib, Ficky, Danang, Daus, dan Yusak
11. Teman-teman GAWLS Ajeng, Cynthia, Ica, Trias, Fitri, Suci, Indira, Isna, Nanda, dan Sri.
12. Keluarga Kelompok Study Resim (Pak Dhira, Bang Agung, Mas Fajar, Mas Dika Galang, Bejo, Tomy, Nanda, Aay, Ficky, Yusak, Danang, Daus, Nitro, dan Dika) atas ilmu dan pengalaman berharganya.
13. Teman - teman seperjuangan skripsi : Akbar, Fahmi, Iping, Nani, Andan, Niken, Alifia, dan Maharani.
14. Keluarga Little Family : Berma, Putra, Helmi, Gibran, Lulu, dan Abay atas dukungan serta motivasinya.
15. Keluarga angkatan 2011 Ilmu Kelautan "Megelhans".
16. Adik-adik angkatan 2012 Ilmu Kelautan "Peseidon".
17. Seluruh Keluarga besar Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang telah berbagi ilmu dan pengalaman yang berharga selama proses perkuliahan.
18. Seluruh pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Malang, 25 Januari 2016

Penulis

## RINGKASAN

**Mafazi Rachman.** Analisis Perubahan Sebaran Dan Luasan Hutan Mangrove Di Teluk Gilmanuk, Taman Nasional Bali Barat Pada Tahun 2006, 2011, Dan 2015 Dengan Menggunakan Citra Satelit Spot 4 Dan Spot 6 (dibawah bimbingan **Bambang Semedi** dan **DHIRA K. SAPUTRA**).

---

Hutan mangrove merupakan salah satu tipe hutan yang memiliki ciri khas untuk hidup di sepanjang pantai atau muara sungai. Sering kali disebut juga sebagai hutan pantai, hutan payau, atau hutan bakau. Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem peralihan yang rentan terhadap degradasi dan kerusakan. Faktor yang dapat mengganggu ekosistem mangrove diantaranya faktor fisik mekanis gangguan kimia dan gangguan biologi. Salah satu upaya untuk menjaga keberlangsungan hutan mangrove dari penurunan luasan adalah dengan melakukan pemantauan menggunakan teknik penginderaan jauh.

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah pertama untuk mengetahui sebaran dan luasan vegetasi mangrove dari hasil pengolahan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 menggunakan indeks vegetasi NDVI. Kedua untuk menganalisis perubahan luasan dan sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat dalam kurun waktu 9 tahun, yaitu dari tahun 2006, 2011, dan 2015. Ketiga untuk mengetahui kondisi hutan mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat melalui survey lapang.

Luas hutan mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasial Bali Barat yang didapatkan tahun 2006 pada citra SPOT 4 adalah 345,84 ha, tahun 2011 dengan menggunakan citra SPOT 4 didapatkan luas hutan mangrove sebesar 290,2 ha dan tahun 2015 dengan menggunakan citra SPOT 6 diperoleh luasan hutan mangrove sebesar 265,91 ha. Perubahan yang ditemukan dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI tersebut, menunjukkan penurunan luas hutan mangrove sebesar 79 ha, dengan luas sebaran kerapatan mangrove dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2015 mengalami perubahan luasan paling besar pada jenis kerapatan mangrove lebat yang berkurang sebesar 69,49 ha. Untuk jenis kerapatan mangrove sedang mengalami penurunan luasan sebesar 10,49 ha, sedangkan jenis kerapatan mangrove jarang mengalami penambahan luasan sebesar 0,302 ha. Penurunan luasan sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk paling banyak terjadi terdapat di kawasan dekat pemukiman dan kawasan wisata yang diakibatkan oleh faktor alam dan faktor biologis. Untuk mengetahui seberapa akurat hasil klasifikasi citra yang telah dilakukan pada keadaan dilapang, maka uji akurasi dilakukan melalui matriks kesalahan (*error matrix*). Uji akurasi yang dilakukan dengan perhitungan matriks kekeliruan (*confusion matrix*) didapatkan hasil *overall accuracy* sebesar 80 %.

Beberapa spesies yang ditemukan pada penelitian ini diantaranya *Ceriops tagal*, *Avicenia marina*, *Avicenia officinalis*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorizha*, *Soneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora apiculata*. Berdasarkan survey lapang pada penelitian ini, jenis mangrove yang memiliki tutupan dan kerapatan jenis terbesar di kawasan Teluk Gilamanuk, Taman Nasional Bali Barat adalah jenis *Rhizophora mucronata*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan kenikmatan kepada hamba-Nya, Kekuatan dan Kemudahan dari-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Penelitian dengan judul “Analisis Perubahan Sebaran Dan Luasan Hutan Mangrove Di Teluk Gilmanuk, Taman Nasional Bali Barat Pada Tahun 2006, 2011, Dan 2015 Dengan Menggunakan Citra Satelit Spot 4 Dan Spot 6”.

Laporan Penelitian ini digunakan sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan studi di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dengan gelar Sarjana Kelautan. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi: pengolahan Citra SPOT 4 dan SPOT 6 dengan menggunakan metode penginderaan jauh, penggunaan indeks vegetasi NDVI, perhitungan kerapatan dan tutupan mangrove serta perbandingan luasan mangrove dalam beberapa tahun.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perkembangan riset kelautan Indonesia. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembacanya.

Malang, 25 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Kegunaan.....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Taman Nasional Bali Barat.....	5
2.1 Mangrove .....	5
2.2 Zonasi Persebaran Mangrove .....	6
2.3 Faktor Pembatas Ekosistem Mangrove .....	7
2.4 Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk Vegetasi Mangrove .....	8
2.5 Indeks Vegetasi.....	9
2.6 NDVI .....	10
2.7 SPOT 4 .....	11
2.8 SPOT 6 .....	12
<b>3. METODOLOGI .....</b>	<b>14</b>
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	14
3.1.1. Waktu Penelitian .....	14
3.1.2. Lokasi Penelitian.....	14
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.3. Metode Penelitian.....	16
3.3.1 Survey Lapang ( <i>ground check</i> ) .....	16

3.3.2 Tahapan Pengolahan Citra .....	20
3.3.3 Uji akurasi .....	24
4.1. Keadaan Lokasi Penelitian .....	27
4.2 Penajaman citra .....	27
4.3 Hasil NDVI.....	29
4.3.1 Ditribusi Sebaran Mangrove.....	31
4.4 Hasil <i>Unsupervised Classification</i> .....	34
4.5 Hasil <i>Reclassify</i> .....	35
4.6 Uji Akurasi.....	36
4.7 Data Lapang Vegetasi Mangrove di Wilayah Teluk Gilimanuk.....	39
4.8 Analisa Perubahan Lahan di Teluk Gilimanuk .....	48
<b>5. KESIMPULAN.....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>



**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. 4 band Multispektral SPOT 4 .....	12
Tabel 2. Nilai spektral tiap band SPOT 6 .....	13
Tabel 3. Alat yang digunakan dalam pengolahan data luasan mangrove.....	15
Tabel 4. Alat yang digunakan dalam pengambilan data lapang ( <i>ground chek</i> ).....	16
Tabel 5. Kriteria baku kerusakan mangrove.....	20
Tabel 6. Tabel perhitungan overall akurasi .....	25
Tabel 7. Tabel perhitungan procedure dan user akurasi .....	25
Tabel 8. Tabel luas sebaran hutan Mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2006 .....	32
Tabel 9. Tabel luas sebaran hutan Mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2011 .....	33
Tabel 10. Tabel luas sebaran hutan Mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2015 .....	33
Tabel 11. Perubahan lahan di Teluk Gilimanuk tahun 2006, 2011, dan 2005.....	35
Tabel 12. Total perubahan luas kawasan mangrove .....	35
Tabel 13. Tabel Titik Koordinat Pada Lokasi Uji Akurasi .....	36
Tabel 14. Hasil Uji Akurasi Citra Satelit Dengan Data Lapang .....	38
Tabel 15. Perbandingan hasil uji akurasi di lapang .....	38
Tabel 16. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 1.....	39
Tabel 17. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 2.....	41
Tabel 18. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 3.....	43
Tabel 19. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 4.....	44
Tabel 20. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 5.....	46

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Zonasi Hutan Mangrove ..... 7

Gambar 2. Ilustrasi Penangkapan Objek Oleh Satelit ..... 9

Gambar 3. Peta lokasi penelitian di Teluk Gilimanuk ..... 14

Gambar 4. Ukuran tiap-tiap petak pada transek kuadran ..... 17

Gambar 5. Diagram alir pengambilan data lapang ..... 18

Gambar 6. Alur pengolahan citra ..... 24

Gambar 7. Composit band 4,1, dan 3 pada citra SPOT 6 tahun 2015..... 28

Gambar 8. Composit 143 pada citra SPOT 4 A tahun 2006 dan B Tahun 2011 ..... 29

Gambar 9.. Hasil Olah NDVI Tahun 2015 ..... 30

Gambar 10. Hasil Olah NDVI Tahun 2011 ..... 30

Gambar 11. Hasil Olah NDVI Tahun 2006 ..... 31

Gambar 12. Grafik luas sebaran hutan mangrove sesuai dengan kerapatannya di Teluk Gilimanuk tahun 2006..... 32

Gambar 13. Grafik Grafik luas sebaran hutan mangrove sesuai dengan kerapatannya di Teluk Gilimanuk tahun 2011 ..... 33

Gambar 14. Grafik luas sebaran hutan mangrove sesuai dengan kerapatannya di Teluk Gilimanuk tahun 2015..... 34

Gambar 15. Grafik perubahan luasan hutan mangrove di Teluk Gilimanuk Tahun 2015, 2011, dan 2006 ..... 36

Gambar 16. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 1 ... 40

Gambar 17. Hasil presentaseutupan jenis mangrove di Stasiun 1 ..... 40

Gambar 18. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 2 .... 41

Gambar 19. Hasil presentaseutupan jenis mangrove di stasiun 2..... 42

Gambar 20. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 3 .... 43

Gambar 21. Hasil presentaseutupan jenis mangrove di Stasiun 3 ..... 44

Gambar 22. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 4 .... 45

Gambar 23. Hasil presentaseutupan jenis mangrove di Stasiun 4 ..... 45

Gambar 24. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 5 .... 46

Gambar 25. Hasil presentaseutupan jenis mangrove di Stasiun 5 ..... 47

Gambar 26. Perbandingan penutupan lahan dan vegetasi mangrove tahun: A. 2006, B. 2011, dan C. 2015 di Teluk Gilimanuk ..... 48

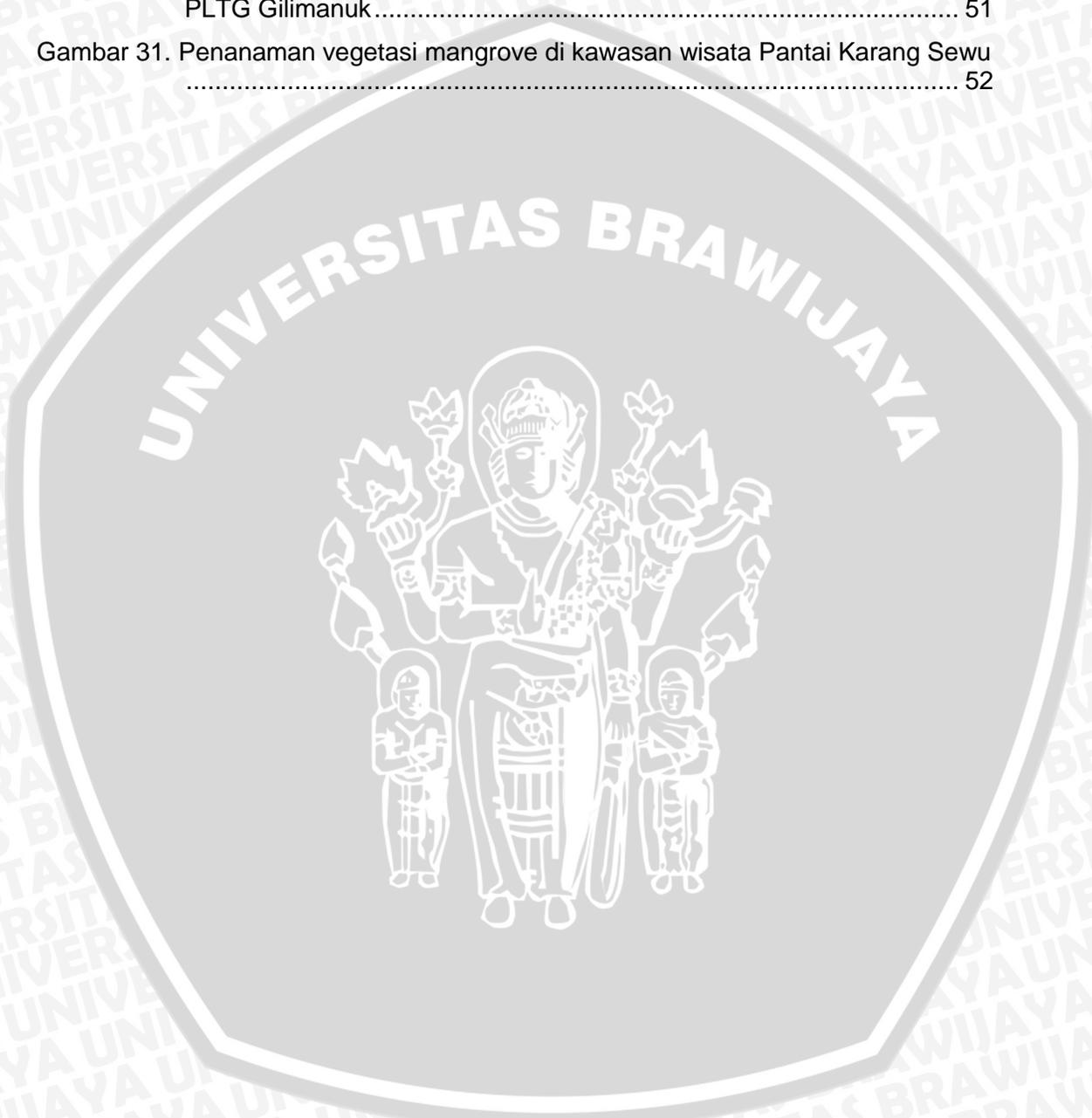
Gambar 27. Lokasi perubahanutupan lahan non mangrove menjadi sawah. .... 49

Gambar 28. Pengaruh musim kemarau di kawasan hutan mangrove Teluk Gilimanuk ..... 50

Gambar 29. Salah satu pantai wisata di Teluk Gilimanuk (Pantai Karang Sewu) .... 51

Gambar 30. Kawasan pemukiman di Teluk Gilimanuk yang berada dekat dengan PLTG Gilimanuk ..... 51

Gambar 31. Penanaman vegetasi mangrove di kawasan wisata Pantai Karang Sewu ..... 52



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan salah satu tipe hutan yang memiliki ciri khas untuk hidup di sepanjang pantai atau muara sungai. Sering kali disebut juga sebagai hutan pantai, hutan payau, atau hutan bakau. Luas hutan mangrove di Indonesia sendiri diperkirakan seluas 425 juta ha atau 3.985 dari seluruh luas hutan di Indonesia (Nontji, 2007).

Hutan mangrove juga merupakan kawasan yang memiliki banyak keterkaitan dalam pemenuhan kebutuhan manusia. Contohnya sebagai penyedia bahan pangan, papan, dan obat – obatan. Fungsi hutan mangrove sendiri untuk lingkungan dibedakan menjadi lima fungsi yaitu fungsi fisik, kima, biologi, ekonomi dan lain – lain (Arief, 2003).

Meskipun luas hutan mangrove di Indonesia sangat luas dan banyak memiliki manfaat bagi masyarakat dan lingkungan, akan tetapi permasalahan utama yang ada adalah penurunan luasan mangrove di berbagai tempat di Indonesia. Kondisi tersebut salah satunya diakibatkan oleh kebutuhan masyarakat yang menyebabkan hutan mangrove yang ada sering dibabat habis. Jika hal ini terus terjadi maka akan mengakibatkan abrasi, punahnya satwa atau biota laut yang habitatnya terdapat dikawasan hutan mangrove (Wiyono, 2009).

Salah satu cara untuk menjaga keberlangsungan ekosistem mangrove dari kerusakan tersebut adalah dengan mendirikan balai – balai konservasi di berbagai daerah yang masih terjaga keasliannya. Taman Nasional Bali Barat merupakan salah satu balai konservasi di Indonesia yang telah disahkan oleh Menteri Kehutanan dalam SK No. 493/Kpts-II/95 yang merupakan kawasan pelestarian alam dengan ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi dengan tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya,

pariwisata, dan rekreasi (Dephut, 2014). Salah satu ekosistem di dalam Taman Nasional Bali Barat yang dilindungi adalah kawasan hutan mangrove yang terletak di Teluk Gilimanuk. Teluk Gilimanuk merupakan salah satu kawasan dengan hutan mangrove yang luas dan merupakan habitat dari beberapa spesies flora dan fauna didalamnya serta masuk dalam kawasan zona pemanfaatan, sehingga banyak terjadi aktifitas manusia di sekitar kawasan tersebut.

Dengan adanya kemungkinan kerusakan pada kawasan hutan mangrove tersebut, maka perlu dilakukan pemantauan dan penelitian secara berkala untuk dapat mengetahui kondisi dari ekosistem mangrove tersebut. Salah satu cara dalam melakukan pemantauan tersebut adalah dengan menggunakan teknik penginderaan jauh. Penginderaan jauh dapat diartikan sebagai teknologi yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu objek di atas permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan objek tersebut. Salah satu fungsi dari penginderaan jauh sendiri adalah untuk mengidentifikasi sumber daya alam yang ada (Suwargana, 2008). Pada penelitian ini, pemantauan kawasan hutan mangrove di Teluk Gilimanuk dilakukan pada tahun 2006, 2011 dan 2015 dimana dari rentang waktu tersebut terjadi peningkatan aktifitas yang dapat mengganggu laju pertumbuhan mangrove contohnya peningkatan jumlah wisatawan untuk pariwisata dan faktor alam yang menggagu pertumbuhan mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat.

Pada analisis perubahan luasan hutan mangrove data yang digunakan adalah dengan menggunakan citra satelit dengan resolusi tinggi sehingga hasil yang akan didapat akan lebih akurat sesuai dengan keadaan dilapang. Citra satelit merupakan representasi dua dimensi dari objek yang ada di kawasan Teluk Gilimanuk, khusus pada bidang penginderaan jauh citra sendiri diartikan sebagai gambaran dari sebagian rupa bumi yang biasa terlihat dari luar angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang) (Prahasta, 2009). Data yang digunakan dalam

penelitian ini adalah citra SPOT 4 untuk tahun 2006 dan 2011 serta citra SPOT 6 tahun 2015. Citra SPOT 4 memiliki resolusi sebesar 20 m dan Citra SPOT 6 memiliki resolusi hingga 6 m, sedangkan jika dibandingkan dengan citra lain dalam pemantauan hutan mangrove contohnya dengan menggunakan citra Landsat 8 hanya memiliki resolusi sebesar 30 m (Satimagingcrop, 2105), sehingga dengan melakukan pemantauan kawasan mangrove di Teluk Gilimanuk dengan citra SPOT 4 dan SPOT 6 akan didapatkan hasil yang lebih akurat. Selain dengan teknik pengidraan jauh, didalam penelitian ini dikumpulkan juga data lapang (*ground chek*) untuk menunjang hasil dari penelitian ini.

### 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa luasan hutan mangrove yang berada di pesisir Teluk Gilimanuk, Taman nasional Bali Barat selama 9 tahun terakhir?
2. Apakah terjadi pengurangan atau penambahan luasan kawasan hutan mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat?
3. Bagaimana keakuratan dari hasil citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 dengan hasil data lapang untuk pemetaan kawasan hutan mangrove?

### 1.3 Tujuan

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sebaran dan luasan vegetasi mangrove dari hasil pengolahan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 menggunakan indeks vegetasi NDVI.
2. Untuk menganalisis perubahan luasan dan sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat dalam kurun waktu 9 tahun, yaitu dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2015.

3. Mengetahui kondisi hutan mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat melalui survey lapang.

#### 1.4 Kegunaan

Kegunaan Penelitian ini adalah :

1. Bagi Mahasiswa : Untuk lebih memahami keakuratan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 dengan hasil data lapang yang telah diperoleh di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat.
2. Bagi Lembaga atau Instansi yang terkait : hasil dari penelitian ini selanjutnya diharapkan menjadi data dasar untuk pertimbangan ilmiah bagi pengelola dalam menentukan strategi yang diperlukan untuk mensinergikan kepentingan pembangunan dalam arti luas dengan
3. Konservasi ekosistem di Taman Nasional Bali Barat serta hasil keakuratan citra yang nantinya dapat menjadi pertimbangan dalam penggunaan citra SPOT 6 dan SPOT 4 dimasa mendatang.
4. Bagi Akademisi: Sebagai bahan acuan atau referensi untuk melakukan penelitian-penelitian selanjutnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Taman Nasional Bali Barat

Taman Nasional Bali Barat merupakan suatu Kawasan Pelestarian Alam (KPA) di Indonesia yang telah ditunjuk berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 493/Kpts-II/1995 tanggal 15 September 1995. Luas dari Taman Nasional Bali Barat adalah 19.002,89 ha dimana 15.587,89 ha merupakan wilayah daratan dan 3.413 Ha berupa wilayah perairan. Taman Nasional Bali Barat dikelola dengan sistem zonasi sesuai dengan Keputusan Dirjen PHKA No: SK.143/IV-KK/2010 Tanggal 20 September 2010 Tentang Zonasi Taman Nasional Bali Barat. Zonasi Taman Nasional Bali Barat terdiri dari Zona Inti (8.023,22 ha), Zona Rimba (6.174,76 ha), Zona Perlindungan Bahari (221,74 ha), Zona Pemanfaatan (94.294,43 ha), Zona Budaya, Religi, dan Sejarah (50,57 ha), Zona Khusus (3,97 ha), dan Zona Tradisional (310,94 ha). Teluk Gilimanuk merupakan salah satu kawasan yang berada di Taman Nasional Bali Barat yang masuk kedalam Zona Pemanfaatan, dimana pada kawasan tersebut adalah salah satu dari potensi wisata alam yang ada di dalam Taman Nasional Bali Barat. Daya tarik wisata alam yang ada di kawasan Teluk Gilimanuk yaitu mangrove *tour*, *bird watching*, *diving*, *snorkeling*, dan wisata pantai (Data Statistik, 2013).

### 2.1 Mangrove

Definisi dari kata 'mangrove' adalah tumbuhan tropis dan komunitasnya yang tumbuh didaerah sepanjang garis pantai, termasuk tepi laut, muara sungai, laguna, dan tepi sungai. Secara umum mangrove adalah sekumpulan pohon dan semak yang tumbuh dibawah batas air pada saat pasang. Mangrove terdiri dari

beberapa family tumbuhan yang beradaptasi pada lingkungan tertentu (Kitamura 2014).

Menurut English *at all* (1994) ekosistem mangrove pada saat ini telah menutupi beberapa area di dunia seluas 20 juta ha. Ekosistem mangrove merupakan tipe vegetasi utama di daerah intertidal yang berada pada sepanjang pantai tropis dan subtropics. Dalam letak geografis, mangrove dapat tumbuh pada kondisi daerah yang sangat lembab sampai dengan kondisi yang kering dan juga pada lahan berlumpur serta berpasir. Nilai penting yang ada pada ekosistem mangrove diantaranya :

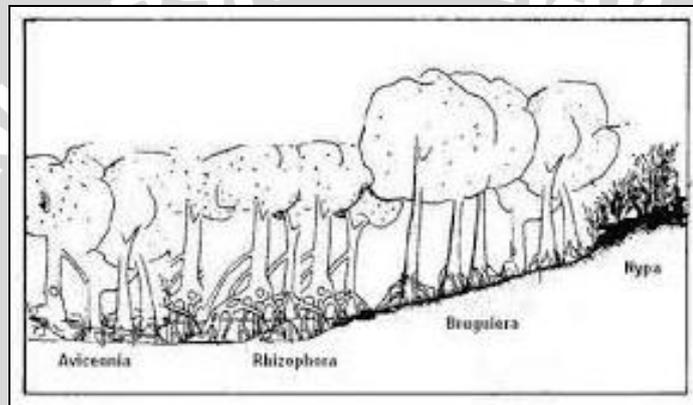
1. Pemelihara kualitas perairan.
2. Mereduksi dampak gelombang, dan dampak banjir.
3. Habitat penting untuk beberapa hewan bentik dan palagik serta beberapa jenis burung.
4. Sebagai produksi untuk hasil kayu bagi keperluan masyarakat.

## 2.2 Zonasi Persebaran Mangrove

Persebaran mangrove tumbuh pada pantai-pantai yang terlindung atau pantai-pantai yang datar. Ekosistem mangrove yang ada tumbuh agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai muara sungai besar atau delta yang alirannya banyak mengandung lumpur dan pasir, mangrove biasanya tumbuh meluas. Mangrove tidak tumbuh di pantai terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat, karena hal ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir, substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya (Nontji, 2007).

Menurut Kitamura (2014), zonasi persebaran mangrove dipengaruhi oleh kradaan air. Hutan mangrove yang luas dapat ditemukan di daerah tepi pantai berlumpur yang terlindungi dari angin sampai dibagian dalam yang berdekatan

dengan tepi sungai air tawar. Beberapa contoh persebaran jenis mangrove diantaranya : *Avicenia marina* yang tersebar di tepi sungai dengan paparan lumpur, *Soneratia alba* yang mampu tumbuh di daerah berlumpur dan sering ditemukan di daerah tepian yang menjorok ke arah laut, *Rhizophora apiculata* yang dapat tumbuh pada daerah muara sungai dengan lumpur lembut, *Bruguiera gymnoriza* yang tumbuh di daerah bagian tengah sampai bagian dalam, *Ceriops tagal* yang tumbuh subur dikawasan bagian dalam, dan daerah kering, dan *Nypa fruticans* yang hidup sepanjang sungai air tawar dalam komunitas besar.



**Gambar 1. Zonasi Hutan Mangrove**  
(Sumber Gambar : Google 2015)

### 2.3 Faktor Pembatas Ekosistem Mangrove

Ada tiga faktor ancaman utama yang dapat mengancam kelastarian hutan mangrove, diantaranya pertambahan penduduk, penebangan hutan dan reklamasi kawasan mangrove. Sedimentasi berlebih serta pencemaran lingkungan juga dapat merusak kelestarian mangrove karena dapat menghambat laju pertumbuhan dari mangrove tersebut. Pasang surut juga merupakan salah satu faktor yang dapat menghambat laju pertumbuhan, contohnya pada jenis *Rhizophora* jika arus pasang surut tertahan maka area tersebut akan diambil alih oleh jenis *Lumnitzera* (Bengen, 1999).

Menurut Kusmana (1995), faktor yang dapat mengganggu ekosistem mangrove diantaranya :

A. Faktor fisik mekanis

1. Abrasi pantai .
2. Banjir yang menyebabkan melimpahnya air tawar.
3. Laju sedimentasi.

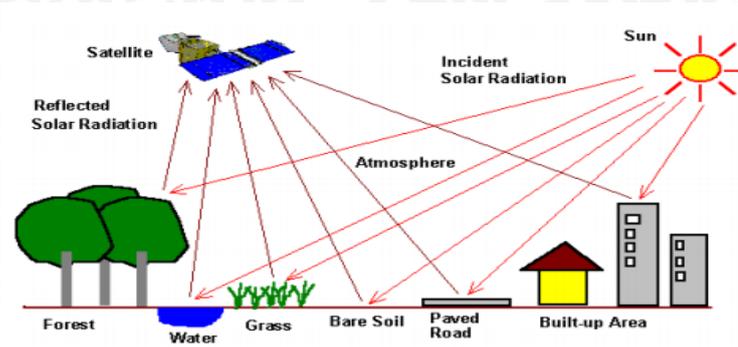
B. Gangguan kimia, yaitu pencemaran air, tanah dan udara serta hujan asam

C. Gangguan biologi :

1. Reklamasi mangrove untuk pemukiman, industry, pertanian, tambak, dan hasil hutan.
2. Penebangan liar.
3. Tindakan manusia yang merusak.

#### **2.4 Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk Vegetasi Mangrove**

Istilah penginderaan jauh merupakan terjemahan dari remote sensing yang telah dikenal di Amerika Serikat sekitar akhir tahun 1950-an. Menurut *Manual of Remote Sensing* (Jaya, 2009), penginderaan jauh didefinisikan sebagai ilmu dan seni pengukuran untuk mendapatkan informasi suatu objek atau fenomena menggunakan suatu alat perekaman dari kejauhan tanpa melakukan kontak fisik dengan objek atau fenomena yang diukur/diamati. Pada saat ini, penginderaan jauh tidak hanya mencakup kegiatan pengumpulan data mentah, tetapi juga mencakup pengolahan data secara komputerisasi dan interpretasi (manual), analisis citra, dan penyajian data yang diperoleh. Kegiatan penginderaan dibatasi pada penggunaan energi elektromagnetik.



**Gambar 2. Ilustrasi Penangkapan Objek Oleh Satelit**  
(Sumber gambar : Jaya, 2009)

Kondisi fisik benda atau objek berdasarkan gelombang elektromagnetik dari radiasi matahari pantul dan pancar yang diterima oleh sensor jauh berbeda, yang mana sifat fisik suatu benda atau objek dapat memantulkan atau memancarkan panjang gelombang elektromagnetik tertentu. Berdasarkan spektralnya, sebagai contoh; misalnya daun hijau memantulkan warna hijau, air memancarkan warna biru, dan lain sebagainya (Soenarmo, 2009).

Menurut Purwadhi (2001), analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang alam, jenis penutup lahan, kondisi lokasi dan kondisi sumber daya daerah yang diindera. Informasi tersebut bagi para pengguna dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam pengembangan daerah tersebut. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data, hingga penggunaan data disebut sistem penginderaan jauh.

### 2.5 Indeks Vegetasi

Secara keseluruhan indeks vegetasi biasa digunakan untuk keperluan perhitungan biomass, kesehatan vegetasi, kerusakan vegetasi, daerah pertanian, dan lain sebagainya. Keberhasilan dalam perhitungan tersebut haruslah memiliki pengetahuan dalam meng-input variable dari indeks dan memahami aspek

arsitektur dari struktur kanopi vegetasi dan mengolah indeks vegetasi tersebut. Indeks vegetasi juga terus dikembangkan untuk menangkap sinyal yang dipantulkan dari tumbuhan, latar belakang tanah, pantulan sinar matahari, dan lainnya (Jackson, 1991).

Indeks vegetasi menurut Danoedoro (2012) adalah suatu spektral yang berasal dari sensor satelit yang berbentuk transformasi yang memungkinkan kita dalam pengolahan suatu kerapatan vegetasi. Kerapatan vegetasi ini bisa berkaitan dengan LAI (*Leaf Area Index*), biomassa, konsentrasi klorofil dan sebagainya. Dalam pengolahannya, indeks vegetasi tersebut memerlukan beberapa saluran dari sensor satelit (kanal) untuk dapat menghasilkan suatu kenampakan vegetasi disuatu wilayah pada citra satelit tersebut.

Suatu indeks vegetasi merupakan indeks atau besaran nilai digital kecerahan (*brightness*) vegetasi yang didapat dari pengolahan beberapa kanal didalam suatu citra satelit (sensor satelit) dengan beberapa algoritma. Dalam perbandingan untuk memantau suatu objek vegetasi didalam suatu kawasan, proses yang dilakukan adalah dengan memproses kanal merah (*red*) dengan kanal inframerah dekat (*near red*). Karena kanal tersebut lebih dapat mengolah fenomena penyerapan cahaya yang disebabkan oleh klorofil dan jaringan mesofil pada suatu vegetasi sehingga hasil yang dihasilkan kedua kanal tersebut akan jauh berbeda dengan kanal lainnya untuk menampilkan suatu objek selain objek vegetasi. Hasil nilai indeks untuk vegetasi adalah nilai maksimum, sedangkan untuk perairan nilai minimum (Sudiana, 2008).

## 2.6 NDVI

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah indeks vegetasi yang sering digunakan dalam penginderaan jauh dalam analisis suatu vegetasi disuatu daerah. NDVI sendiri merupakan pengukuran keseimbangan antara

energy yang diterima dengan energy yang dipancarkan oleh obyek di bumi. Ketika diterapkan pada komunitas tumbuhan, indeks tersebut menetapkan nilai untuk mengetahui seberapa hijau suatu area yang dapat mengekspresikan jumlah keberadaan vegetasi dan tingkat kesehatan atau kekuatan pertumbuhannya (Meneses .*et all*, 2011).

Kombinasi antara pengurangan citra dengan teknik penisbahan dalam indeks vegetasi biasa disebut dengan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Berbagai penelitian didunia biasa menggunakan indeks vegetasi ini untuk keperluan perubahan liputan vegetasi. (Danoedoro, 2012)

Menurut Hafizh *et all*. (2013), NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index*, adalah suatu metode indeks vegetasi standar yang biasa digunakan untuk memperoleh seberapa besar tingkat kehijauan pada vegetasi. Nilai vegetasi tersebut berasal dari pantulan spektral yang dihasilkan klorofil yang berada didalam vegetasi tersebut. Untuk mendapatkan nilai tersebut, NDVI menggunakan algoritma sebagai berikut :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Band NIR} - \text{Band Red}}{\text{Band NIR} + \text{Band Red}}$$

Keterangan :

NDVI : Nilai dari kanal NDVI

NIR : Reflektan saluran infra merah dekat

RED : Reflektan saluran infra merah dekat

## 2.7 SPOT 4

Citra Spot (*System Probatoire de l'Observation de la Terre*) adalah proyek kerja sama antara Perancis, Swedia, dan Belgia dibawah koordinasi dari CNES (*Center National d'Etudes Spatiales*), badan ruang angkasa Perancis. SPOT-1 diluncurkan pada 23 Februari 1986 dari stasiun peluncuran di Kourou,

Guyana Perancis dengan membawa 2 sensor identik yaitu HRV (*High Resolution Visible*) yaitu sensor dengan resolusi tinggi pada spektrum tampak. Spot 4 merupakan citra satelit generasi ke 2 yang disusul oleh SPOT 5 dimana sebelumnya seri untuk generasi pertama adalah SPOT 1, SPOT 2, dan SPOT 3 (Danoedoro, 2012).

Citra SPOT 4 merupakan citra satelit yang telah diluncurkan oleh Prancis dan memiliki resolusi yang tinggi. Pertama kali diluncurkan pada tahun 1998 dan telah dilengkapi dengan sensor HRV (*High Resolution Visible*). Sensor tersebut memungkinkan penggunaanya untuk dapat menginterpretasikan data secara detail karena data yang dihasilkan berupa data *pachromatic* dimana resolusinya sebesar 10 meter dan data multispektral memiliki resolusi 20 meter. SPOT 4 terdiri dari beberapa band seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. 4 band Multispektral SPOT 4**

No	Band	Panjang gelombang
1	Band Hijau	0,50 – 0,59 $\mu\text{m}$
2	Band Merah	0,61 – 0,68 $\mu\text{m}$
3	Band NIR	0,78 – 0,89 $\mu\text{m}$
4	Band SWIR	1,58 – 1,75 $\mu\text{m}$

(Geo-airbusds,2015)

## 2.8 SPOT 6

Spot 6 merupakan citra perekaman yang diluncurkan dari satelit *Satish Dhawan Space Center* di India merupakan satelit lanjutan dari generasi sebelumnya yaitu SPOT 5. Satelit Spot 6 memiliki 4 band dengan resolusi spasial sebesar 10 m. Citra dari SPOT 6 sendiri telah digunakan untuk berbagai penelitian, contohnya untuk pemantauan luasan lahan mangrove (Mannopo et al, 2014)

**Tabel 2. Nilai spektral tiap band SPOT 6**

No	Band	Panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ )
1	Blue	0,455-0,525
2	Green	0,530-0,590
3	Red	0,625-0,695
4	NIR	0,760-0,890

Spot 6 pertama kali diluncurkan pada 9 September tahun 2012, di mana citra satelit ini merupakan pengembangan dari citra satelit generasi sebelumnya yaitu SPOT 4 dan SPOT 5. SPOT 6 akan memastikan layanan perekaman dari citra satelit sebelumnya yang telah beroperasi sejak tahun 1998 dan 2002. Satelit SPOT 6 dirancang agar dapat bertahan selama 10 tahun selama masa perekaman diluar angkasa dan akan memberikan hasil perekaman citra dengan total cakupan seluas 6 juta  $\text{km}^2$ . Resolusi dari SPOT 6 terdiri dari panchromatik seluas 1,5m dan multispektral seluas 6 m (band biru, band hijau, band merah, dan band NIR) (Satimagingcrop,2015)

### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

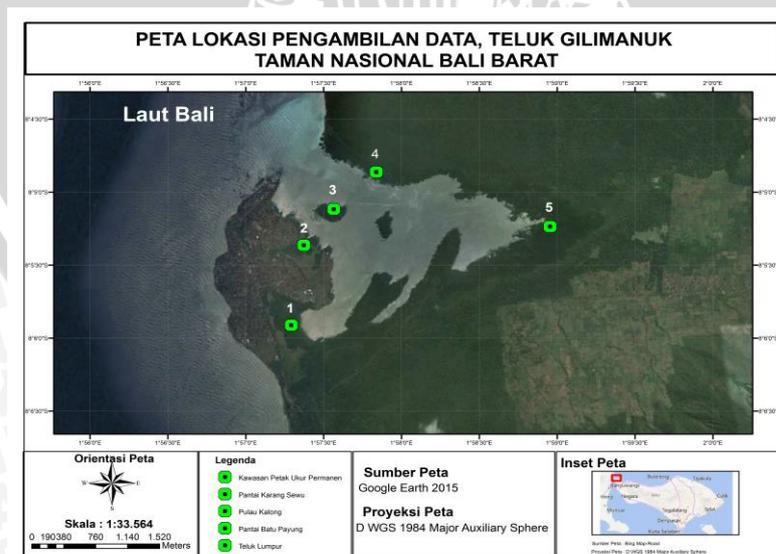
##### 3.1.1. Waktu Penelitian

Untuk pengambilan data lapang, penelitian ini dilakukan pada tgl 14 sampai dengan 21 September 2015 di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat. Untuk pengambilan data akurasi citra dengan data lapang dilakukan pada tanggal 25 sampai dengan 27 November 2015.

##### 3.1.2. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data lapang berada di kawasan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali barat. Teluk Gilimanuk terletak pada bagian utara Pulau Bali dan termasuk dalam Kabupaten Buleleng. Teluk Gilimanuk secara geografis berada pada kordinat antara 114° 29' 00" - 114° 32' 00" Bujur Timur dan 08° 05' 00" - 08° 06' 30" Lintang Selatan.

Untuk lokasi pengamatan data lapang, dilakukan di 5 stasiun lapang. Diantaranya Kawasan Petak Ukur Permanen, Pantai Karang Sewu, Pulau Kating, Pantai Batu Payung, dan Teluk Lumpur.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian di Teluk Gilimanuk

Untuk penentuan stasiun lapang didasarkan pada keadaan kondisi mangrove yang mewakili keadaan di Teluk Gilimanuk, diantaranya kondisi kawasan mangrove dengan kondisi asli dengan kondisi keadaan kawasan mangrove yang berada di dekat pemukiman. Pada Gambar 3 untuk kondisi kawasan mangrove yang masih asli bertempat di Pantai Batu Payung (stasiun 4) dan Teluk Lumpur (stasiun 5). Untuk kawasan mangrove yang berada di dekat pemukiman bertempat di Petak Ukur Permanen (stasiun 1), Kawasan Pantai Karang Sewu (stasiun 2), dan Pulau Kalong (stasiun 3).

### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2. Pertama alat untuk pengolahan data penentuan luasan mangrove dan alat untuk survey lapang (ground check). Untuk alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 3. Alat yang digunakan dalam pengolahan data luasan mangrove**

No.	Alat	Fungsi
<b>Software</b>		
1.	OS ( <i>Operating System</i> ) Windows 8 <i>Home Basic</i> 64 bit	Sebagai system operasi pada laptop untuk menjalankan semua aplikasi dalam pengolahan data penelitian.
2.	ArcGis 9.3	Digunakan dalam proses <i>layouting</i> peta luasan hutan mangrove di kawasan Teluk Gilimanuk, Bali Barat.
3.	Microsoft <i>Word</i> 2010	Sebagai aplikasi dalam penyusunan hasil laporan penelitian digunakan untuk membuat laporan semua kegiatan penelitian.
4.	<i>Er Mapper</i> 7.1	Digunakan dalam proses penggabungan koreksi geometrik, komposit band, klasifikasi <i>unsupervised</i> , pengolahan NDVI, <i>overlay</i> hasil <i>unsupervised</i> dan NDVI, dan <i>reclassify</i> kelas pada citra SPOT 6 dan SPOT 4.
5	<i>Quantum GIS</i>	Digunakan dalam preoses koreksi radiomatrik pada citra SPOT 6 dan SPOT 4.
6	ENVI 6.4	Digunakan untuk merubah <i>file</i> ekstensi dari .JP2 menjadi .ers pada citra SPOT 6 dan SPOT 4.

No	Alat	Fungsi
7	Microsoft Excel	Digunakan dalam perhitungan luasan mangrove dan perhitungan hasil dari data lapang.
<b>Hardware</b>		
1.	Laptop HP <i>Pavilion</i> G4. <i>Windows</i> 8 <i>Ultimate</i> 64 bit. AMD A4	digunakan untuk mengolah data

**Tabel 4. Alat yang digunakan dalam pengambilan data lapang (*ground check*)**

No.	Alat	Fungsi
1.	Tali Rafia	Digunakan untuk membuat transek 10m x 10m.
2	Patok	Digunakan untuk menyangga tali raffia dalam membuat transek 10m x 10m
2.	Kamera (Cannon SX-400)	Digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan di lapang.
3	Alat Tulis	Digunakan sebagai alat dalam pencatatan data.
4.	GPS Garmin 78s	Digunakan untuk menentukan titik koordinat pengambilan sampel dan proses menentukan titik lokasi untuk pengolahan data uji akurasi citra SPOT 6.
5.	Meteran	Untuk mengukur diameter pohon mangrove
6.	Motor	Sebagai sarana transportasi penelitian di darat
7.	Perahu	Sebagai sarana transportasi penelitian di perairan
No.	Bahan	Fungsi
1.	Mangrove	Sebagai bahan objek yang akan diteliti

### 3.3. Metode Penelitian

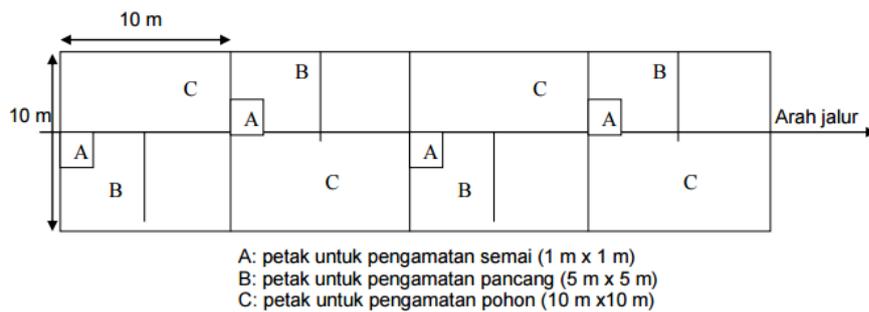
Didalam penelitian ini, dilakukan 2 tahap penelitian, antara lain:

1. Survey lapangan serta pengambilan data lapang.
2. Pengolahan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 serta analisis perbandingan luasan dari tahun 2006, 2011, dan 2015.

#### 3.3.1 Survey Lapang (*ground check*)

Pengambilan data di lapang dilakukan dengan menggunakan transek kuadran berukuran 10x10 m sebanyak 5 stasiun dimana penentuannya diletakan

secara acak sesuai dengan jumlah sampel yang telah ditentukan sebelumnya sesuai dengan pertimbangan bebas dari halangan ataupun ancaman, sehingga data yang didapatkan lebih efisien (RSNI-3, 2011). Satu stasiun terdiri dari 3 petak transek 10x10 m dan transek tersebut dibuat dalam bentuk petak-petak agar bisa diamati sesuai dengan tingkat pertumbuhannya. Ukuran tiap-tiap petak dapat dilihat pada Gambar 4.



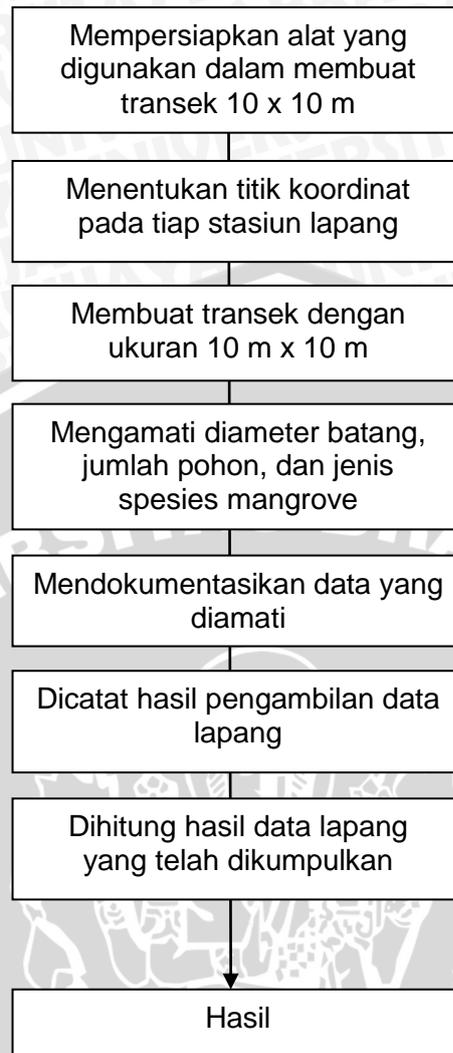
**Gambar 4. Ukuran tiap-tiap petak pada transek kuadran**  
 (Sumber gambar : Google, 2015)

Keterangan : Seedling (semai) : 1 m x 1 m, diameter < 2 cm

Sapling (pancang) : 5 m x 5 m, diameter 2 cm – 10 cm

Tree (pohon dewasa) : 10 m x 10 m, diameter > 10 cm

Pada setiap stasiun yang telah ditentukan, diidentifikasi setiap jenis mangrove yang ada, jumlah individu setiap jenis dan lingkaran batang setiap pohon. Data-data tersebut kemudian dicatat dan diolah lebih lanjut untuk menentukan kerapatan jenis, frekuensi, dan dominansinya (KKP, 2013). Selanjutnya tiap transek diambil titik koordinatnya untuk pengecekan hasil interpretasi citra dengan keadaan di lapangan. Diagram alir untuk pengambilan data lapang di Teluk Gilimanuk, Bali Barat dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Diagram alir pengambilan data lapang**

Dalam perhitungan untuk hasil keadaan di lapang, metode perhitungan data vegetasi mangrove menggunakan rumus-rumus analisis data yang mengacu pada RSNI-3 (2011) sebagai berikut :

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

$$Rdi = \frac{ni}{\sum ni} \times 100$$

$$DBH = \frac{1}{4}$$

$$\sum Ba = \frac{\pi DBH^2}{4}$$

$$Ci = \frac{\sum BA}{A}$$

$$RCi = \frac{Ci}{\sum C} \times 100$$

#### Keterangan

Ni = Jumlah total tegakan jenis I

$\sum Ni$  = Total tetgakan seluruh jenis

Di = Kerapatan jenis I

Rdi = Kerapatan relative jenis I

CBH = Luas lingkaran batang jenis I dalam satu plot

$\Pi$  = Suatu konstanta (3,14)

DBH = Diameter batang jenis I

BA = Basal area

A = Luas total pengambilan area (plot) dalam m<sup>2</sup>

Ci = Luas area penutupan jenis I

$\sum C$  = Luas total area penutupan seluruh jenis

RCi = Luas penutupan relative jenis (%)

Setelah mengetahui penutupan relative suatu jenis mangrove dan kerapatan di dalam suatu stasiun, maka dari hasil tersebut dapat dikriteriakan apakah jenis mangrove tersebut baik atau rusak dan lebat, sedang, atau jarang. Dari hasil Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tahun 2004, untuk kriteria baku kerusakan mangrove dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kriteria baku kerusakan mangrove**

Kriteria	Penutupan (%)	Kriteria	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	>75	Lebat	> 1.500
	>50 - ,75	Sedang	≥ 1.000 - < 1.500
Rusak	<50	Jarang	< 1.000

### 3.3.2 Tahapan Pengolahan Citra

Penelitian ini menggunakan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 yang diperoleh dari Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN, Deputi Bidang Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Laut, Jakarta Timur. Daerah yang diambil pada citra satelit ini adalah Teluk Gilimanuk, Bali Barat pada tahun 2006, 2011, 2015. Untuk tahun 2006 dan 2011 citra yang digunakan adalah citra SPOT 4. Sedangkan untuk tahun 2015 citra yang digunakan adalah SPOT 6.

Pengolahan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ER Mapper 7.0 dan Arc Gis 9.3.

#### A. Konversi format data

Pengolahan data digital berupa citra satelit dimulai dengan membuat surat izin permohonan penggunaan citra satelit SPOT 6 dan SPOT 4 kepada deputi Sub TU. Bidang PUSTEKDATA yang berada di LAPAN. Data citra dalam format \*.JP2 di-import kedalam perangkat lunak ER Mapper 7.0 kemudian dikonversi ke dalam format \*.ers.

#### B. Pemotongan Citra (*cropping*)

Pemotongan citra atau *cropping* dilakukan karena citra awal yang didapat memiliki cakupan area yang terlalu luas. Proses ini bertujuan agar dalam pengolahan data menjadi lebih mudah dan efektif karena area pada citra menjadi lebih kecil.

### C. Pemulihan citra

Proses pemulihan citra yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Hal ini dilakukan agar citra yang diolah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

#### 1. Koreksi geometrik

Koreksi geometrik dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan distorsi yang berasal dari citra karena kelengkungan bumi, hasil dari ketinggian sensor, dan hasil ketidakstabilan dari sensor saat dilakukan perekaman. Untuk koreksi geometrik dilakukan dengan transformasi koordinat serta resampling. Untuk transformasi koordinat dan resampling ini dilakukan dengan cara menggunakan titik control bumi (*Ground Control Points/GCPs*) yang ada didalam ER Mapper 7.3 sehingga koordinat yang berada pada citra akan sama dengan citra yang ada di bumi.

#### 2. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki nilai piksel yang ada pada citra karena ketidaksesuaian dengan nilai pantulan spektral objek yang sebenarnya karena dipengaruhi oleh proses-proses yang terjadi di atmosfer sehingga mempengaruhi data perekaman (Chevalda .et. all, 2013). Koreksi radiometrik dilakukan dengan metode penyesuaian histogram (*histogram adjustment*) dengan mengurangi nilai kanal terdistorsi sehingga nilai yang dihasilkan minimumnya menjadi nol. Karena apabila tidak dimulai dari nol maka penambahan tersebut dengan *offset*.

#### D. Penajaman citra

Penajaman citra atau komposit dilakukan dengan tujuan untuk memperjelas kenampakan dari citra dengan menggunakan beberapa saluran kanal. Penajaman citra ini dapat mempermudah kenampakan citra sehingga objek yang akan dianalisa akan mudah diinterpretasikan.

#### E. Klasifikasi pada citra

Proses klasifikasi bertujuan untuk mengelompokan objek – objek dengan menempatkan pixel – pixel sesuai dengan objek ingin dikelompokan. Syarat untuk menyamakan objek ini adalah dengan mengelompokan nilai – nilai pixel yang mempunyai nilai sama. Proses klasifikasi dalam peneleitian ini menggunakan *unsupervised classification* (klasifikasi tak terbimbing). Klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*) adalah suatu metode untuk mengklasifikasikan hasil citra menjadi objek tertentu secara mandiri yang disesuaikan oleh data *spatial* dari citra satelit tersebut. Klasifikasi *unsupervised* dilakukan apabila dalam melakukan suatu penelitian, tidak mempunyai pengetahuan yang cukup untuk mengenali objek yang terekam pada citra (Fajri, 2012). Klasifikasi ini didasari pada nilai pixel yang sama dan dapat dikelompokan secara otomatis sesuai dengan yang diinginkan.

#### F. Analisis indeks vegetasi

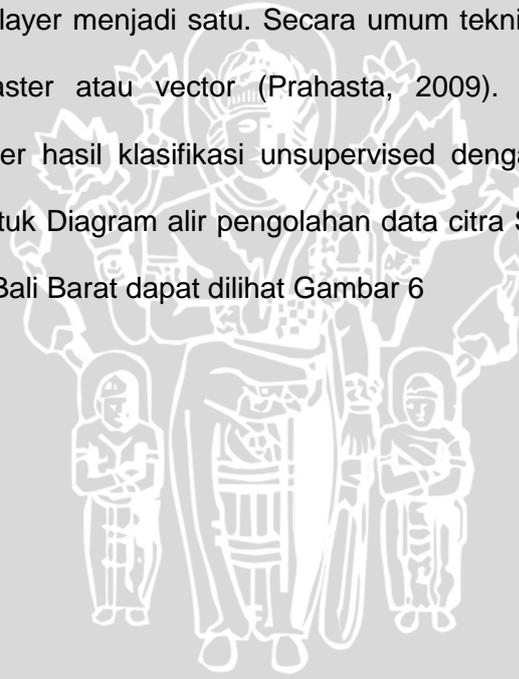
Untuk mengetahui sebaran tajuk mangrove yang ada di Teluk Gilimanuk, maka salah satu metode yang digunakan adalah dengan menggunakan indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan algoritma NDVI. Algoritma yang digunakan untuk melakukan proses tersebut adalah sebagai berikut :

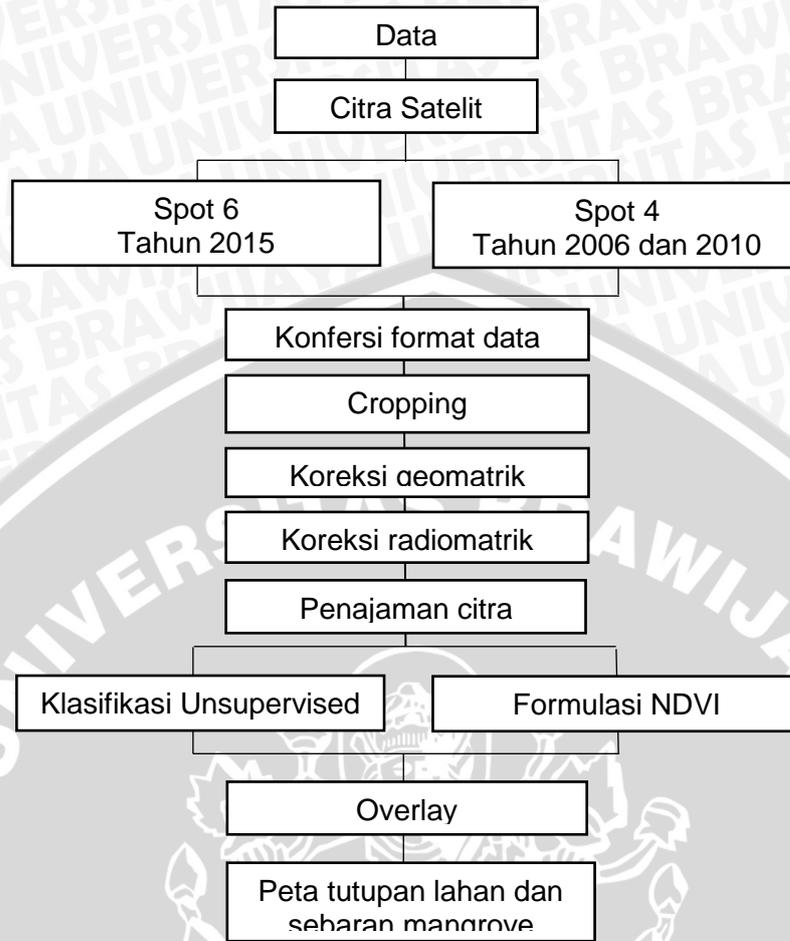
$$NDVI = \frac{Band\ NIR - Band\ Red}{Band\ NIR + Band\ Red}$$

Untuk SPOT 6 band yang digunakan adalah band band 4 untuk NIR dan band 3 untuk RED. Sedangkan untuk SPOT 4 band yang digunakan adalah band 1 untuk NIR dan Band 2 untuk RED. Untuk klasifikasi kerapatan mangrove dibagi menjadi jenis sebaran tajuk lebat, sedang, jarang dengan nilai berkisar untuk tajuk lebat sebesar 0,43 sampai dengan 1, tajuk sedang sebesar 0,33 sampai dengan 0,42, dan tajuk jarang 0,00 sampai dengan 0,32 (KKP, 2013).

#### G. Penggabungan klasifikasi lahan dan indeks vegetasi

Untuk mengetahui luas hutan mangrove serta luas kerapatan jenisnya, digunakan teknik *overlay*. *Overlay* merupakan analisis esensial yang mengkombinasikan 2 layer menjadi satu. Secara umum teknik ini menghasilkan data berupa data raster atau vector (Prahasta, 2009). Untuk layer yang digunakan adalah layer hasil klasifikasi unsupervised dengan layer hasil dari pengolahan NDVI. Untuk Diagram alir pengolahan data citra SPOT 6 dan SPOT 4 di Teluk Gilimanuk, Bali Barat dapat dilihat Gambar 6





**Gambar 6. Alur pengolahan citra**

### 3.3.3 Uji akurasi

Dalam mengetahui seberapa akurat tutupan lahan yang berada di Teluk Gilimanuk dengan menggunakan metode penginderaan jauh, maka digunakan matrik kesalahan untuk mengukur akurasi peta tematik yang dihasilkan. Menurut Gandharum dan Chen (2006) dalam Wichaksono (2014), dalam mengetahui seberapa akurat hasil klasifikasi citra yang telah dilakukan, maka uji akurasi dilakukan melalui matriks kesalahan (*error matrix*). Data yang dibutuhkan untuk bisa melaksanakan uji tersebut dibutuhkan 2 data yaitu data hasil klasifikasi yang akan diuji akurasinya dan data lapangan sebagai pembanding. Uji akurasi dilakukan



dengan perhitungan matriks kekeliruan (*confusion matrix*) dimana analisa perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

**Tabel 6. Tabel perhitungan overall akurasi**

Hasil Klasifikasi	Reference Data			Total baris
	A	B	C	
A	$X_{kk}$	.....	.....	$X_{+k}$
B	.....	$X_{kk}$	.....	.....
C	.....	.....	$X_{kk}$	.....
Total kolom	$X_{k+}$	.....	.....	N

Untuk dapat mengetahui uji ketelitian dengan presentasi dari pixel-pixel yang terlaksana dengan tepat sesuai dengan data lapang, maka dapat dihitung dengan menentukan *overall accuracy*. Jika hasil dari *overall accuracy* >70% maka data tersebut dapat digunakan. Untuk perhitungannya dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan

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

N : Total sampel keseluruhan

**Tabel 7. Tabel perhitungan procedure dan user akurasi**

Lapang	Prosedure		Citra	User	
	Akurasi	Nilai		akurasi	Niai
A	$\frac{X_{kk}}{X_{k+}}$	...	A	$\frac{X_{kk}}{X_{+k}}$	.....
B	.....	...	B.	...	.....
C	...	...	C	...	.....

*Prosedure's accuracy* adalah peluang rata-rata suatu pixel yang menunjukkan sebaran dari masing-masing kelas yang telah diklasifikasikan di



lapang, dan *User' accuracy* merupakan peluang rata-rata suatu piksel secara aktual yang mewakili kelas-kelas tersebut

$$\text{Prosedure's accuracy} = \frac{Xkk}{Xk+}$$

$$\text{User accuracy} = \frac{Xkk}{X+k}$$

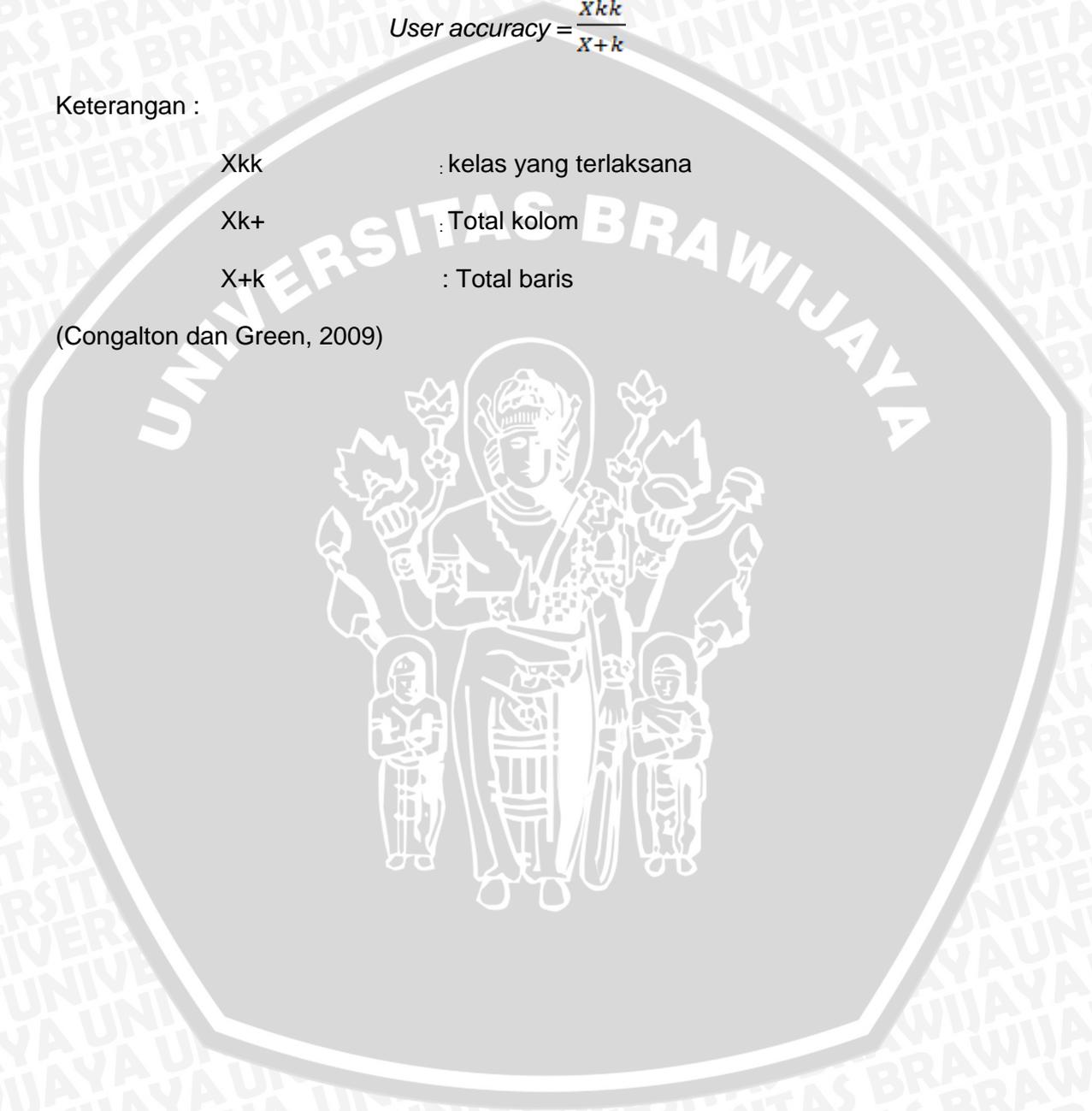
Keterangan :

Xkk : kelas yang terlaksana

Xk+ : Total kolom

X+k : Total baris

(Congalton dan Green, 2009)



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Keadaan Lokasi Penelitian

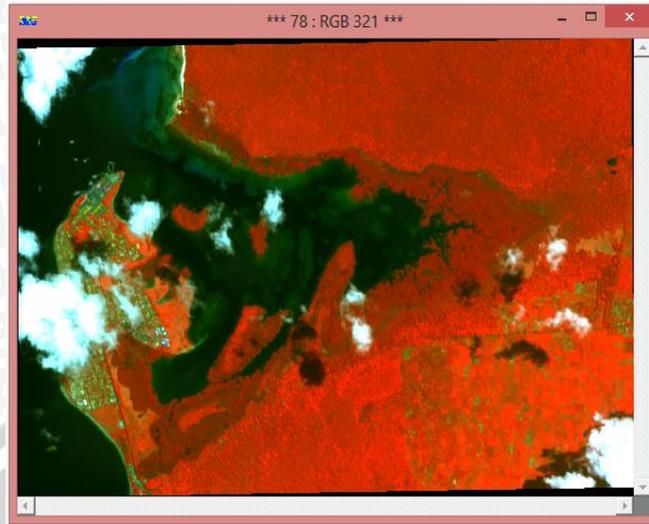
Lokasi penelitian ini mengambil tempat di Teluk Gilimanuk yang secara administrasi berada pada wilayah lingkungan Arum Timur Desa Gilimanuk, Kecamatan Melaya Kabupaten Jembrana. Sedangkan secara administrasi pengelolaan hutan Taman Nasional Bali Barat berada pada wilayah kerja Resor Polisi Hutan Ambyarsari, Seksi Pengolahan Taman Nasional wilayah 1 Jembrana Taman Nasional Bali Barat. Secara geografis Teluk Gilimanuk terletak pada koordinat 114°45'50"BT dan 8°17'13"LS.

Luas wilayah Desa Gilimanuk adalah 56 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk laki-laki ±. 4.830 orang dan perempuan 4.670 orang. Batas wilayah dari Desa Gilimanuk adalah :

- Sebelah Timur : Taman Nasional Bali Barat
- Sebelah Barat : Selat Bali
- Sebelah Utara : Taman Nasional Bali Barat
- Sebelah Selatan : Taman Nasional Bali Barat

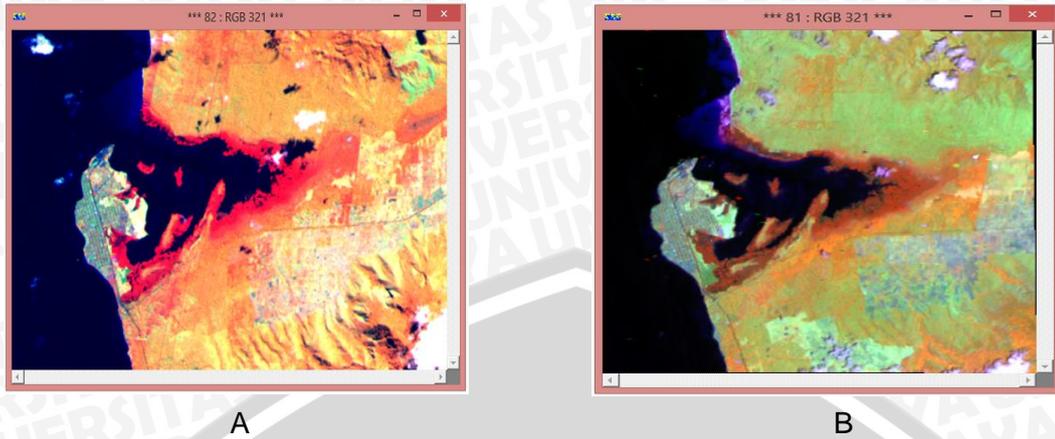
### 4.2 Penajaman citra

Penajaman citra atau pada dasarnya disebut komposit merupakan suatu teknik penajaman pada citra satelit yang memungkinkan kita dalam meneliti suatu objek. Cara pengolahannya yaitu dengan mengkombinasikan beberapa band dimana kombinasi tersebut dapat memperintepretasi hasil kenampakan objek dengan baik. Didalam penelitian ini penajaman citra dilakukan untuk dapat membedakan objek mangrove, non-mangrove, daratan, serta lautan di daerah Teluk Gilimanuk.



**Gambar 7. Composit band 4,1, dan 3 pada citra SPOT 6 tahun 2015**

Menurut Mannopo et. al (2014), didalam penelitiannya untuk melakukan pemilihan komposit kanal yang baik dalam pemantauan mangrove, metode yang digunakan adalah dengan teknik OIF (*Optimum Index Factor*). Teknik OIF sendiri adalah suatu metode pemilihan kombinasi 3 kanal pada citra satelit dengan mengacu kepada nilai statistik yang dihasilkan oleh masing-masing kanal dalam menginterpretasikan objek mangrove pada citra satelit, kemudian dari pengkombinasian beberapa kanal, didapat hasil OIF terbaik pada citra SPOT 6 yaitu kanal NIR+Swir+RED (kanal 4,1,3). Dari penelitian yang dilakukan oleh Mannopo tersebut, vegetasi mangrove yang dihasilkan dari penggabungan kanal 4,1,3 merefleksikan warna merah yang lebih kontras dan gelap dibandingkan vegetasi lainnya, dan hal ini sesuai seperti pada Gambar 7 untuk penggabungan band 4,1, dan 3 pada citra SPOT 6 tahun 2015 didalam penelitian ini.

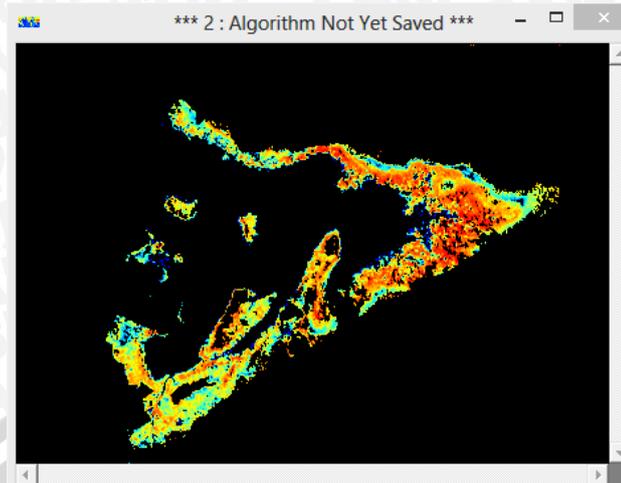


**Gambar 8. Composit 143 pada citra SPOT 4 A tahun 2006 dan B Tahun 2011**

Berdasarkan Gambar 8, hasil yang didapat pada citra SPOT 4 tahun 2006 dan 2011 pada penelitian ini telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suwargana (2008), dimana untuk mengetahui kenampakan kawasan mangrove pada citra SPOT 4 penggabungan kanal yang baik dalam mendeteksi mangrove adalah dengan menggabungkan kanal NIR+SWIR+RED (1,4,2) karena nilai kekonsentrasian pada ketiga kanal tersebut mempunyai nilai yang tinggi. Didalam penelitian tersebut, diterapkan juga bahwa untuk kawasan mangrove pada citra tersebut memiliki warna merah gelap.

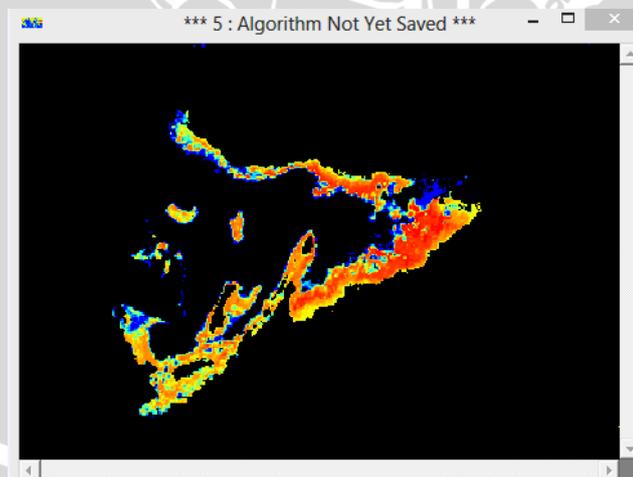
#### **4.3 Hasil NDVI**

Proses pengolahan citra SPOT 6 dan SPOT 4 untuk mengetahui nilai kerapatan pada kawasan Teluk Gilimanuk, dilakukan dengan perangkat Er Mapper 7.1 dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI. Dari hasil pengolahan tersebut maka diperoleh nilai kerapatan sebagai berikut :



**Gambar 9.. Hasil Olah NDVI Tahun 2015**

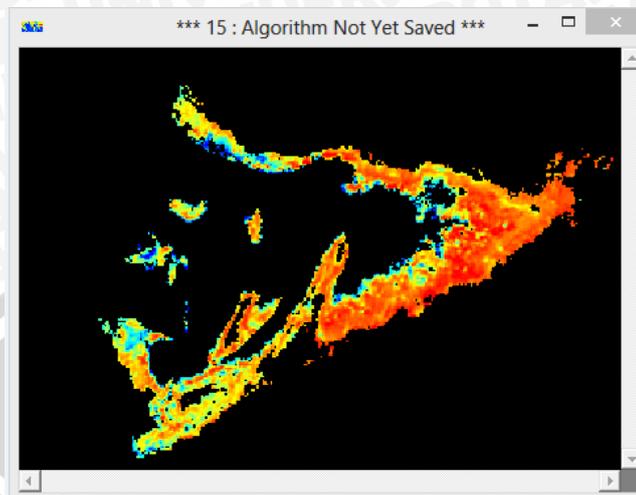
Pada Gambar 9, hasil pengolahan menggunakan indeks vegetasi NDVI pada SPOT 6 pada tahun 2015, didapatkan nilai NDVI sebesar 0 sampai dengan 0,531707. Warna biru pada hasil pengolahan NDVI menunjukkan bahwa vegetasi mangrove tersebut mempunyai nilai spektral berkisar antara 0-0,3 yang merupakan sebaran mangrove jarang. Pada warna merah menunjukkan nilai spektral antara 0,4-0,5 yang merupakan sebaran mangrove lebat.



**Gambar 10. Hasil Olah NDVI Tahun 2011**

Pada Gambar 10, untuk pengolahan menggunakan indeks vegetasi NDVI pada SPOT 4 untuk tahun 2011, didapatkan nilai NDVI sebesar 0 sampai dengan 0,495601. Warna biru pada hasil pengolahan NDVI menunjukkan bahwa vegetasi mangrove tersebut mempunyai nilai spektral berkisar antara 0-0,3 yang

merupakan sebaran mangrove jarang dan warna merah menunjukkan nilai spektral antara 0,4-0,5 yang merupakan sebaran mangrove lebat.



**Gambar 11. Hasil Olah NDVI Tahun 2006**

Pada Gambar 11, untuk pengolahan menggunakan indeks vegetasi NDVI pada SPOT 4 untuk tahun 2006, didapatkan nilai NDVI sebesar 0 sampai dengan 0,573913. Warna biru pada hasil pengolahan NDVI menunjukkan bahwa vegetasi mangrove tersebut mempunyai nilai spektral berkisar antara 0-0,3 yang merupakan sebaran mangrove jarang dan warna merah menunjukkan nilai spektral antara 0,4-0,5 yang merupakan sebaran mangrove lebat.

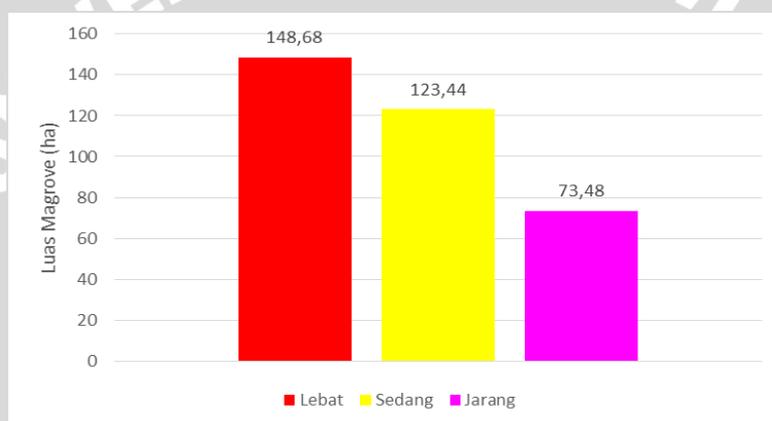
#### **4.3.1 Ditribusi Sebaran Mangrove**

Untuk mengetahui distribusi sebaran kerapatan mangrove di kawasan Teluk Gilimanuk pada tahun 2006, 2011, dan 2015, cara yang digunakan adalah dengan menggunakan algoritma sesuai dengan peraturan Kementerian Kelautan Perikanan (KKP, 2013). Fungsi dari algoritma tersebut adalah untuk mengelompokkan nilai dari tiap pixel tersebut menjadi jenis kerapatan tajuk jarang, sedang, dan lebat. Untuk algoritma yang digunakan dalam pengelompokan nilai pada tiap pixel dapat dilihat pada Lampiran 1 dan hasil dari pengolahan pada citra SPOT 4 dan 6 dapat dilihat pada Lampiran 9, 10, dan 11.

Setelah dikelompokkan selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan metode *Calculate Statistic* yang ada pada menu *Process* didalam Er Mapper 7.1. *Calculate Statistic* digunakan untuk mengetahui luas masing-masing jenis sebaran yang telah diketahui.

**Tabel 8. Tabel luas sebaran hutan Mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2006**

No	Jenis kerapatan	Luas (Ha)
1	Lebat	148,68
2	Sedang	123,44
3	Jarang	73,48
	Total	345,6

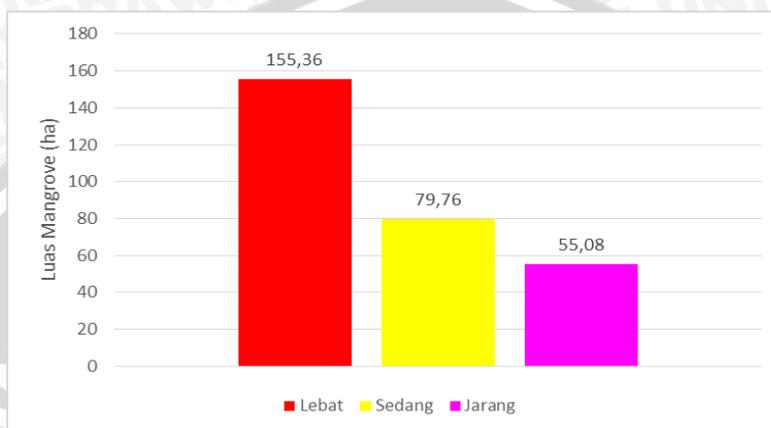


**Gambar 12. Grafik luas sebaran hutan mangrove sesuai dengan kerapatannya di Teluk Gilimanuk tahun 2006**

Berdasarkan pada Gambar 12 dan Tabel 8 untuk sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2006, kerapatan mangrove jenis lebat merupakan jenis kerapatan yang mendominasi dengan luas sebesar 148,68 ha. Pada jenis mangrove kerapatan sedang didapatkan hasil dengan luas 123,44 ha, dan untuk kerapatan jenis mangrove jarang didapatkan hasil dengan luas 73,48 ha. Untuk total sebaran mangrove pada tahun 2006 didapatkan luas mangrove sebesar 345,6 ha.

**Tabel 9. Tabel luas sebaran hutan Mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2011**

No	Jenis kerapatan	Luas (Ha)
1	Lebat	155,36
2	Sedang	79,76
3	Jarang	55,08
Total		290,2

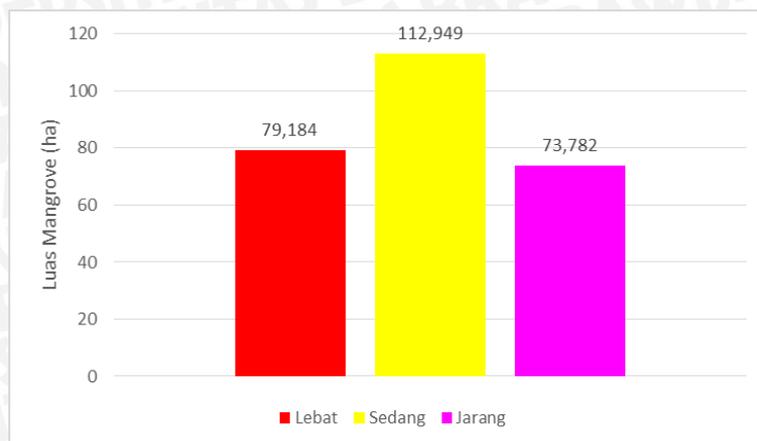


**Gambar 13. Grafik Grafik luas sebaran hutan mangrove sesuai dengan kerapatannya di Teluk Gilimanuk tahun 2011**

Berdasarkan pada Gambar 13 dan Tabel 9 untuk sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2011, jenis mangrove kerapatan lebat merupakan jenis kerapatan yang mendominasi dengan luas 155,36 ha. Luas kerapatan mangrove jenis sedang didapatkan hasil dengan luas 79,76 ha, dan untuk luas kerapatan mangrove jenis jarang didapatkan hasil dengan luas 55,08 ha. Untuk total sebaran mangrove pada tahun 2011 didapatkan luas mangrove sebesar 290,2 ha.

**Tabel 10. Tabel luas sebaran hutan Mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2015**

No	Jenis Kerapatan	Luas (Ha)
1	Lebat	79,184
2	Sedang	112,949
3	Jarang	73,782
Total		265,915



**Gambar 14. Grafik luas sebaran hutan mangrove sesuai dengan kerapatannya di Teluk Gilimanuk tahun 2015**

Berdasarkan pada Gambar 14 dan Tabel 10 untuk sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk tahun 2015, kerapatan jenis mangrove sedang merupakan jenis kerapatan yang mendominasi dengan luas sebesar 112,949 ha. Luas kerapatan jenis mangrove lebat didapatkan hasil dengan luas 79,184 ha, dan untuk luas kerapatan jenis mangrove jarang didapatkan hasil dengan luas 73,782 ha. Untuk total sebaran mangrove pada tahun 2015 didapatkan luas mangrove sebesar 265,915 ha.

#### **4.4 Hasil *Unsupervised Classification***

Pada citra SPOT 4 dan SPOT 6 pada tahun 2006, 2011, dan 2015 di Teluk Gilimanuk, pengklasifikasian dikelompokkan menjadi 6 kelas. Diantaranya: mangrove, non-mangrove, laut, darat, pemukiman, dan awan. Pengelompokan kelas tersebut sesuai dengan nilai spektral yang akan dikelompokkan menurut kelas yang dikehendaki dengan menggunakan algoritma. Untuk algoritma dalam penentuan kelas pada citra SPOT 4 dan 6 dapat dilihat pada Lampiran 1, dan hasil dari klasifikasi dengan metode *unsupervised* dapat dilihat pada Lampiran 12,13, dan 14.

#### 4.5 Hasil *Reclassify*

Untuk mengetahui laju perubahan lahan di Teluk Gilimanuk pada tahun 2006, 2011, dan 2015 dilakukan dengan teknik *overlay* menggunakan indeks vegetasi NDVI yang di *reclassify* dengan hasil klasifikasi *unsupervised*. Hasil dari *overlay* tersebut dapat dilihat pada Lampiran 15, 16, dan 17.

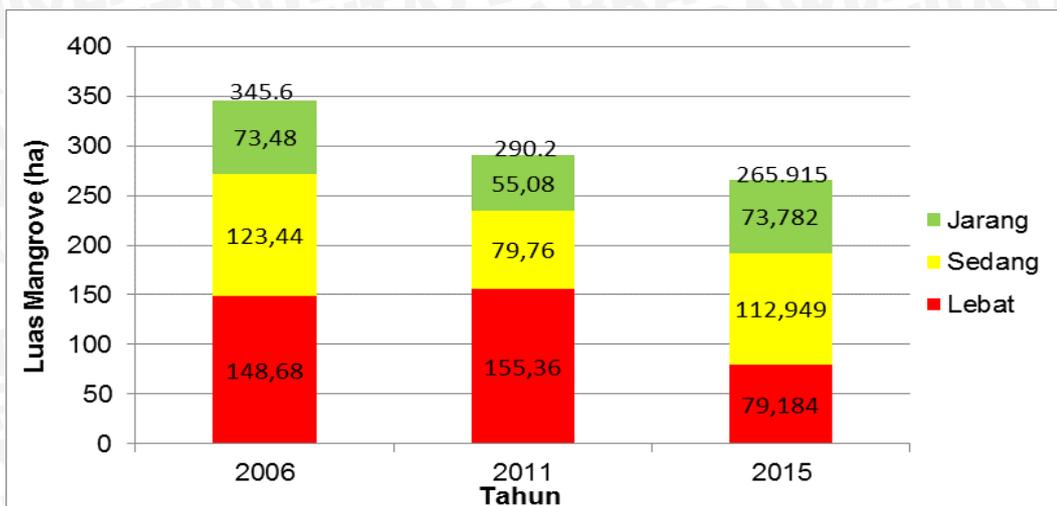
**Tabel 11. Perubahan lahan di Teluk Gilimanuk tahun 2006, 2011, dan 2005**

No	Jenis Kerapatan	Luas/ Ha (Ha)			Perubahan (Ha)	
		Tahun 2006	Tahun 2011	Tahun 2015	Berkurang	Bertambah
1	Lebat	148,68	155,36	79,184	69,496	
2	Sedang	123,44	79,76	112,949	10,491	
3	Jarang	73,48	55,08	73,782		0,302
4	Non Mangrove	1437,96	1196,4	972,021	465,939	
5	Laut	838,88	876,48	636,72		
6	Darat	229,12	354,8	410,768		181,648
7	Pemukiman	59,84	35,24	31,818	28,022	
8	Awan	15,28	59,64	221,69		236,97

Dari hasil perhitungan pada Tabel 11, untuk perubahan tutupan lahan terbesar yaitu terjadi pada tutupan lahan 'non-mangrove' yang berkurang sebesar 465,939 ha. Hal tersebut dikarenakan terjadi pembukaan lahan berupa sawah yang digunakan masyarakat di sekitar kawasan Taman Nasional, Bali Barat untuk bertani. Hal ini sebanding dengan perubahan lahan pada tutupan lahan darat atau sawah yang bertambah sebesar 181,648 ha.

**Tabel 12. Total perubahan luas kawasan mangrove**

Total Luas (ha)	Total Luas (ha)	Total Luas (ha)	Perubahan (ha)
Tahun 2006	Tahun 2011	Tahun 2015	Berkurang
345,6	290,2	265,9	79



**Gambar 15. Grafik perubahan luasan hutan mangrove di Teluk Gilimanuk Tahun 2015, 2011, dan 2006**

Luas kawasan mangrove berdasarkan total sebaran jenis kerapatan pada tahun 2006, 2011, dan 2015 di Teluk Gilimanuk, pada tahun 2006 diperoleh luas kawasan sebesar 345,6 ha, tahun 2011 diperoleh luas kawasan sebesar 290,2 ha, dan pada tahun 2015 diperoleh luas kawasan sebesar 265,9 ha. Dari Tabel 12, tahun 2006 sampai dengan tahun 2011 terjadi penurunan luasan hutan mangrove sebesar 55,4 ha, dan pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2015 terjadi penurunan kembali sebesar 24,3 ha. Berdasarkan Gambar 15 perubahan luas kawasan mangrove di Teluk Gilimanuk cenderung terus menurun dari tahun 2006 sampai dengan 2015 dengan total pengurangan luasan sebesar 79 ha.

#### 4.6 Uji Akurasi

Metode yang digunakan untuk perhitungan uji akurasi dalam penelitian ini menggunakan metode *confusion matrix*. Berikut ini adalah titik lokasi pengambilan sampel untuk uji akurasi.

**Tabel 13. Tabel Titik Koordinat Pada Lokasi Uji Akurasi**

No	Titik Lokasi	Longitude	Latitude	Objek di peta	Objek dilapang
1	Titik 1	114,43992	8,16575	Non-mangrove	
2	Titik 2	114,44207	8,17394	Darat	Pemukiman

No	Titik Lokasi	Longitude	Latitude	Objek di peta	Objek dilapang
3	Titik 3	114,44489	8,16922	Mangrove	
4	Titik 4	114,44472	8,17564	Pemukiman (pembangkit)	
5	Titik 5	114,47090	8,17482	Mangrove	Non-mangrove
6	Titik 6	114,44098	8,18137	Mangrove	
7	Titik 7	114,43926	8,18213	Mangrove	Non-mangrove
8	Titik 8	114,44005	8,18597	Pemukiman (TNBB)	
9	Titik 9	114,44220	8,18750	Non-mangrove	
10	Titik 10	114,44527	8,18597	Mangrove	
11	Titik 11	114,44486	8,18473	Perairan	Mangrove
12	Titik 12	114,46412	8,17555	Mangrove	
13	Titik 13	114,45976	8,17713	Mangrove	
14	Titik 14	114,44638	8,18486	Non-mangrove	
15	Titik 15	114,44018	8,18660	Darat	
16	Titik 16	114,44131	8,18749	Non-Mangrove	
17	Titik 17	114,44210	8,18180	Non-Mangrove	
18	Titik 18	114,43801	8,17752	Darat	
19	Titik 19	114,44484	8,17372	Pemukiman	Non-mangrove
20	Titik 20	114,44325	8,17138	Mangrove	
21	Titik 21	114,44239	8,16711	Mangrove	
22	Titik 22	114,43783	8,16302	Non-mangrove	
23	Titik 23	114,44516	8,17504	Mangrove	
24	Titik 24	114,47306	8,17446	Daratan	
25	Titik 25	114,47386	8,17155	Mangrove	
26	Titik 26	114,46389	8,17678	Non-Mangrove	
27	Titik 27	114,45031	8,18100	Daratan	
28	Titik 28	114,48028	8,17083	Pemukiman	Non Mangrove
29	Titik 29	114,44169	8,18077	Non-Mangrove	Mangrove
30	Titik 30	114,43490	8,18031	Non-Mangrove	
31	Titik 31	114,43497	8,16625	Mangrove	Non-mangrove
32	Titik 32	114,44635	8,16534	Mangrove	
33	Titik 33	114,44687	8,16385	Darat	
34	Titik 34	114,44572	8,16375	Mangrove	
35	Titik 35	114,44917	8,15971	Mangrove	
36	Titik 36	114,44330	8,15631	Daratan	
37	Titik 37	114,44781	8,15854	Daratan	
38	Titik 38	114,45227	8,15999	Daratan	
39	Titik 39	114,45295	8,16442	Mangrove	
40	Titik 40	114,44379	8,15594	Non-mangrove	Mangrove
41	Titik 41	114,45956	8,16233	Mangrove	
42	Titik 42	114,46989	8,16531	Perairan	
43	Titik 43	114,46996	8,16621	Mangrove	
44	Titik 44	114,45977	8,16789	Non-mangrove	
45	Titik 45	114,45230	8,16536	Mangrove	
46	Titik 46	114,46847	8,16543	Perairan	
47	Titik 47	114,45067	8,17254	Non Mangrove	
48	Titik 48	114,45126	8,16798	Mangrove	
49	Titik 49	114,43867	8,17991	Mangrove	
50	Titik 50	114,46021	8,17063	Darat	

Dari hasil Tabel 13, hasil tersebut kemudian dihitung dengan *matrix confusion* agar dapat diketahui nilai erornya. Hasil dari perhitungan dengan *matrix confusion* dapat dilihat pada Tabel 14 dan 15.

**Tabel 14. Hasil Uji Akurasi Citra Satelit Dengan Data Lapang**

Citra \ Lapang	Mangrove	Non-mangrove	Darat	Pemukiman	Perairan	Total baris
	Mangrove	18	2			1
Non-mangrove	2	10		2		14
Darat			9			9
Pemukiman			1	2		3
Perairan	1				2	3
Total Kolom	21	12	10	4	3	50

Total Sampel Diagonal : 41

Total Sampel keseluruhan : 50

*Overall accuracy* :  $41/50 \times 100\% = 82\%$

**Tabel 15. Perbandingan hasil uji akurasi di lapang**

Prosedure			User		
Lapang	Akurasi	Nilai	Citra	akurasi	Niai
Mangrove	18/21	0,86	mangrove	18/21	0,86
Non-magrove	10/12	0,83	Non-magrove	10/14	0,71
Darat	9/10	0,9	Darat	9/9	1
Pemukiman	2/4	0,5	Pemukiman	2/3	0,6
Perairan	2/3	0,6	Perairan	2/3	0,6
Rata – rata		0,738	Rata - rata		0,754

Dari hasil dari perhitungan uji akurasi, total akurasi keseluruhan antara perbandingan data lapang dan data citra satelit adalah 82%. Menurut Congalton dan Green (2009), jika hasil dari *overall accuracy* >70% maka data tersebut dapat digunakan. Nilai 82% menunjukkan tingkat error kurang dari 18% atau hasil *Overall accuracy* menunjukkan lebih dari 70% sehingga untuk hasil data di lapang dan citra satelit dapat digunakan pada penelitian ini. Dari hasil

perbandingan sesuai pada Tabel 15, untuk perbandingan uji akurasi producer dan user didapatkan nilai rata-rata producer sebesar 0.738 dan nilai rata-rata user sebesar 0.754 sehingga pengolahan data citra dapat digunakan.

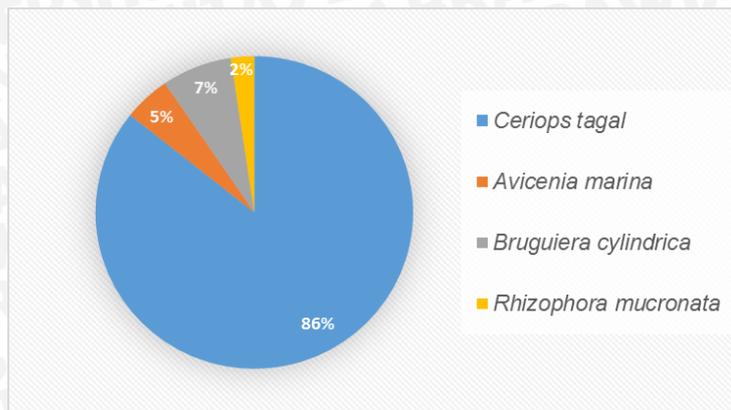
#### 4.7 Data Lapang Vegetasi Mangrove di Wilayah Teluk Gilimanuk

Berdasarkan pengambilan data lapang yang bertempat di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat, beberapa spesies yang ditemukan diantaranya *Cerriops tagal*, *Avicenia marina*, *Avicenia officinalis*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorizha*, *Soneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora apiculata*. Spesies tersebut tersebut tersebar di penjuru kawasan Teluk Gilimanuk, dan berikut ini adalah keadaan tutupan jenis mangrove berdasarkan stasiun lapang yang diamati.

##### A. Kawasan Petak Ukur Permanen (Stasiun 1)

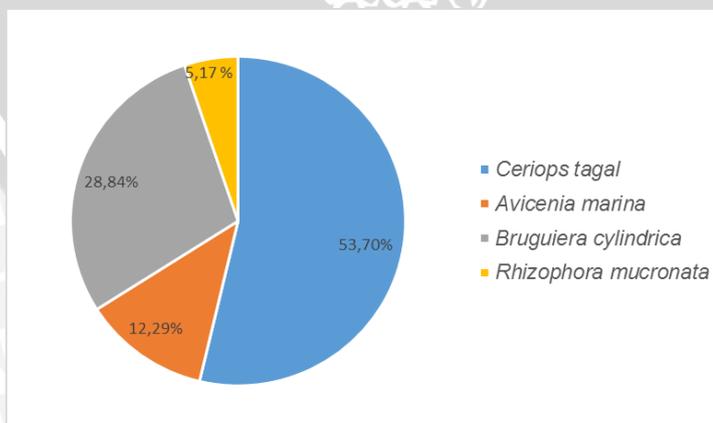
**Tabel 16. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 1**

Stasiun 1	Jenis mangrove	ind/m <sup>2</sup>	Di	Rdi (%)
Plot 1	<i>Cerriops tagal</i>	9	300	21
Plot 2	<i>Cerriops tagal</i>	12	400	29
	<i>Avicenia marina</i>	2	66,67	5
	<i>Bruguiera cylindrica</i>	3	100	7
Plot 3	<i>Cerriops tagal</i>	15	500	36
	<i>Rhizophora mucronata</i>	1	33,33	2
Total		42	1.400	100



**Gambar 16. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 1**

Jenis mangrove yang ditemukan pada Stasiun 1 diantaranya ; *Ceriops tagal*, *Avicenia marina*, *Bruguiera cylindrica*, dan *Rhizophora mucronata*. Berdasarkan pada Tabel 16 dan Gambar 16 untuk kerapatan jenis mangrove terbesar adalah *Ceriops tagal* dengan kerapatan relative sebesar 86%, *Avicenia marina* mempunyai kerapatan relative sebesar 5%, *Bruguiera cylindrica* mempunyai kerapatan relative sebesar 7% pada plot 2, dan *Rhizophora mucronata* dengan kerapatan relative terkecil di dalam stasiun 1 sebesar 2%. Kerapatan seluruh jenis mangrove pada stasiun 1 didapatkan nilai sebesar 1,400 ind/m<sup>2</sup> dan sesuai dengan kriteria baku kerapatan mangrove oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, kerapatan jenis mangrove pada stasiun 1 adalah sedang.



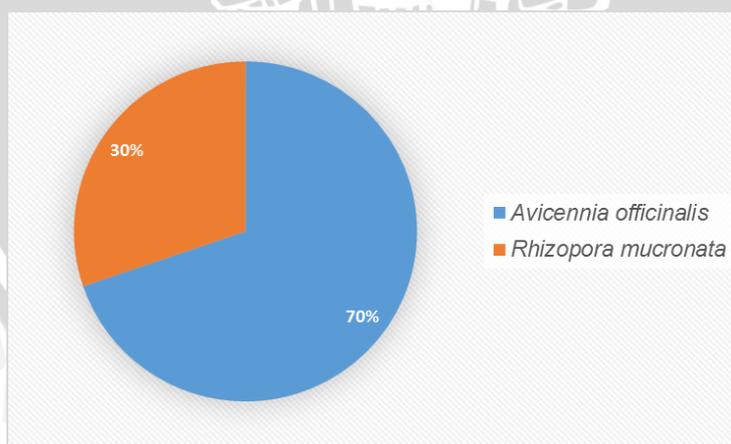
**Gambar 17. Hasil presentase tutupan jenis mangrove di Stasiun 1**

Berdasarkan pada Gambar 17, untuk penutupan relative jenis mangrove di Stasiun 1, *Ceriops tagal* merupakan penutupan jenis mangrove terbesar dengan presentase sebesar 53,7%, *Bruguiera cylindrica* dengan presentase tutupan 28,84%, *Avicenia marina* dengan presentase tutupan 12,29% dan *Rhizopora mucronata* dengan presentase tutupan terkecil sebesar 5,17%. Sesuai dengan kriteria baku kerusakan mangrove yang diputuskan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, untuk jenis tutupan mangrove dengan kriteria baik adalah *Ceriops tagal*, untuk jenis *Bruguiera cylindrica*, *Avicenia marina*, *Rhizopora mucronata* termasuk pada kriteria rusak dan untuk mengetahui perhitungan pada Stasiun 1 dapat dilihat pada lampiran 4.

**B. Pantai Karang Sewu (Stasiun 2)**

**Tabel 17. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 2**

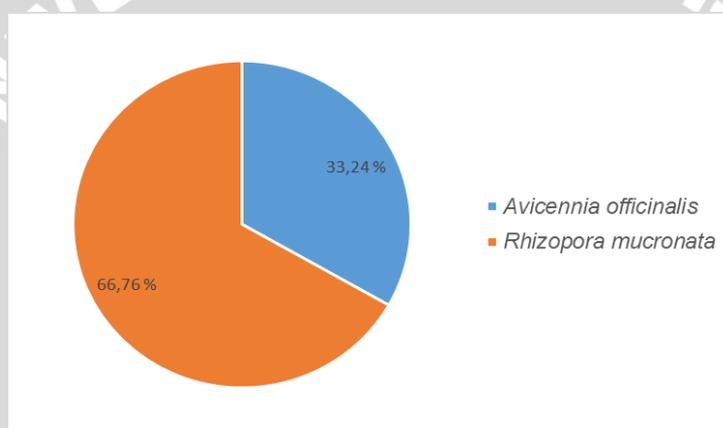
Stasiun 2	Jenis mangrove	ind/m2	Di	Rdi (%)
Plot 1	<i>Avicenia officinalis</i>	22	733,33	51
Plot 2	<i>Avicenia officinalis</i>	8	266,67	19
	<i>Rhizopora mucronata</i>	3	100	7
Plot 3	<i>Rhizopora mucronata</i>	10	333,33	23
Total		43	1.433,33	100



**Gambar 18. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 2**



Jenis mangrove yang ditemukan pada Stasiun 2 yang berlokasi di Pantai Karang Sewu diantaranya ; *Avicenia officinalis* dan *Rhizophora mucronata*. Berdasarkan pada Tabel 17 dan Gambar 18 untuk kerapatan jenis mangrove terbesar pada stasiun 2 adalah *Avicenia officinalis* dengan kerapatan relative sebesar 70% dan kerapatan jenis mangrove terkecil adalah *Rhizophora mucronata* dengan kerapatan relative sebesar 7%. Kerapatan jenis mangrove pada stasiun 2 didapatkan nilai sebesar 1,433,33 ind/ha dan sesuai dengan kriteria baku kerapatan mangrove oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, kerapatan jenis mangrove pada stasiun 2 adalah sedang.



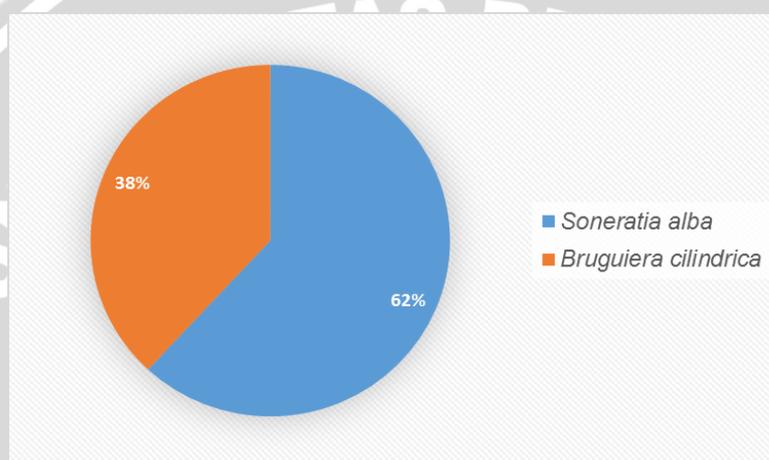
**Gambar 19. Hasil presentase tutupan jenis mangrove di stasiun 2**

Berdasarkan pada Gambar 19 untuk presentase tutupan jenis mangrove di stasiun 2, *Avicenia officinalis* merupakan tutupan jenis terbsesar dengan presentase 66,76% dan untuk jenis mangrove *Rhizophora mucronata* memiliki presentase tutupan 33,24%. Sesuai dengan kriteria baku kerusakan mangrove yang diputuskan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, untuk jenis tutupan mangrove dengan kriteria baik adalah *Avicenia officinalis*, sedangkan untuk jenis *Rhizophora mucronata* termasuk pada kriteria rusak dan untuk mengetahui perhitungan pada Stasiun 2 dapat dilihat pada lampiran 5.

### C. Pulau Kalong (Stasiun 3)

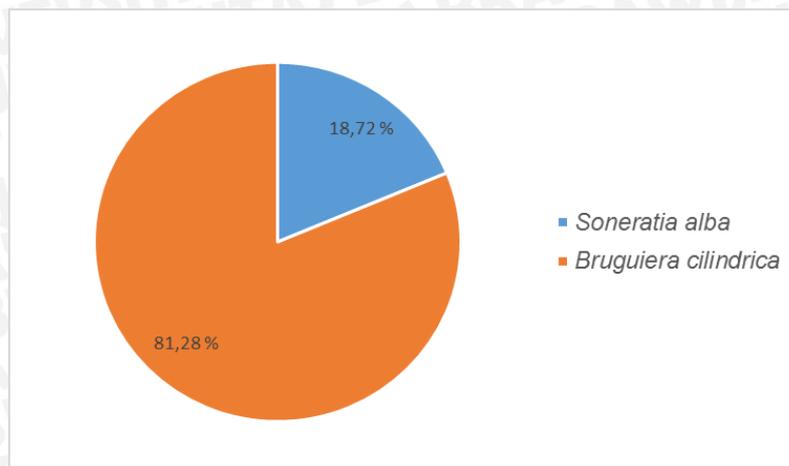
Tabel 18. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 3

Stasiun 3	Jenis mangrove	ind/m <sup>2</sup>	ind/ha	Rdi (%)
Plot 1	<i>Soneratia alba</i>	1	33,33	5
	<i>Bruguiera cylindrica</i>	1	33,33	5
Plot 2	<i>Soneratia alba</i>	12	400	57
	<i>Bruguiera cylindrica</i>	2	66,67	10
Plot 3	<i>Bruguiera cylindrica</i>	5	166,67	24
Total		21	700	100



Gambar 20. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 3

Jenis mangrove yang ditemukan pada Stasiun 3 yang berlokasi di Pulau Kalong diantaranya ; *Soneratia alba* dan *Bruguiera cylindrica*. Berdasarkan pada Tabel 18 dan Gambar 20 untuk kerapatan jenis mangrove terbesar adalah *Soneratia alba* dengan kerapatan relative sebesar 62% dan *Bruguiera cylindrica* dengan kerapatan jenis mangrove terkecil sebesar 38%. Kerapatan jenis mangrove pada stasiun 3 didapatkan nilai sebesar 700 ind/ha dan sesuai dengan kriteria baku kerapatan mangrove oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, kerapatan jenis mangrove pada stasiun 3 adalah jarang.



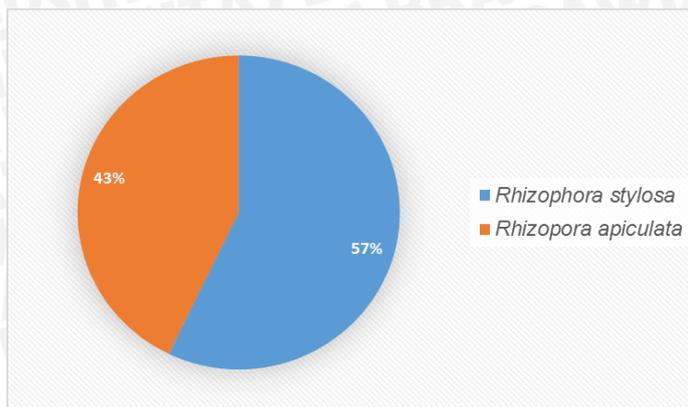
**Gambar 21. Hasil presentase tutupan jenis mangrove di Stasiun 3**

Berdasarkan pada Gambar 21 di stasiun 3, *Soneratia alba* merupakan pentutupan jenis mangrove terbesar dengan presentase sebesar 81,28% dan untuk jenis mangrove *Bruguiera cylindrica* memiliki presentase tutupan 18,72%. Sesuai dengan kriteria baku kerusakan mangrove yang diputuskan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, untuk jenis tutupan mangrove dengan kriteria baik adalah *Soneratia alba*, sedangkan untuk jenis *Bruguiera cylindrica* termasuk pada kriteria rusak dan untuk mengetahui perhitungan pada Stasiun 3 dapat dilihat pada lampiran 6.

#### D. Pantai Batu Payung (Stasiun 4)

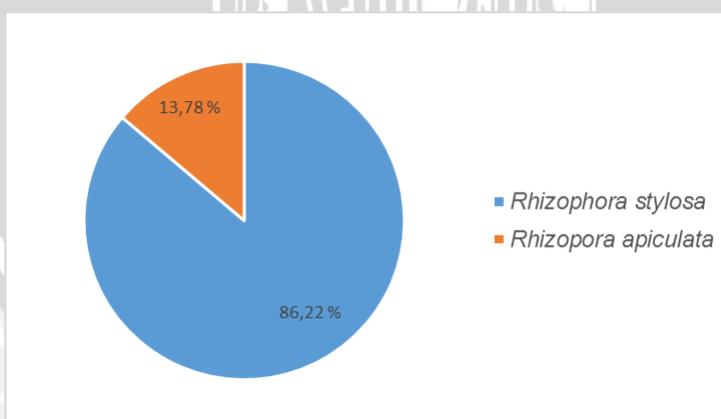
**Tabel 19. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 4**

Stasiun 4	Jenis mangrove	ind/m2	ind/ha	Rdi (%)
Plot 1	<i>Rhizophora stylosa</i>	1	33,33	14
Plot 2	<i>Rhizophora stylosa</i>	2	66,67	29
	<i>Rhizopora apiculata</i>	1	33,33	14
Plot 3	<i>Rhizophora stylosa</i>	1	33,33	14
	<i>Rhizopora apiculata</i>	2	66,67	29
Total		7	233,33	100



**Gambar 22. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 4**

Jenis mangrove yang ditemukan pada Stasiun 2 yang berlokasi di Pantai Batu Payung diantaranya ; *Rhizophora stylosa* dan *Rhizophora apiculata*. Berdasarkan pada Tabel 19 dan Gambar 22, untuk kerapatan jenis mangrove terbesar pada stasiun 4 adalah *Rhizophora stylosa* dengan kerapatan relative sebesar 57%, sedangkan untuk kerapatan jenis mangrove terkecil adalah *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan relative sebesar 43%. Kerapatan jenis mangrove pada stasiun 4 didapatkan nilai sebesar 233 ind/ha dan sesuai dengan kriteria baku kerapatan mangrove oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, kerapatan jenis mangrove pada stasiun 4 adalah jarang.



**Gambar 23. Hasil presentaseutupan jenis mangrove di Stasiun 4**

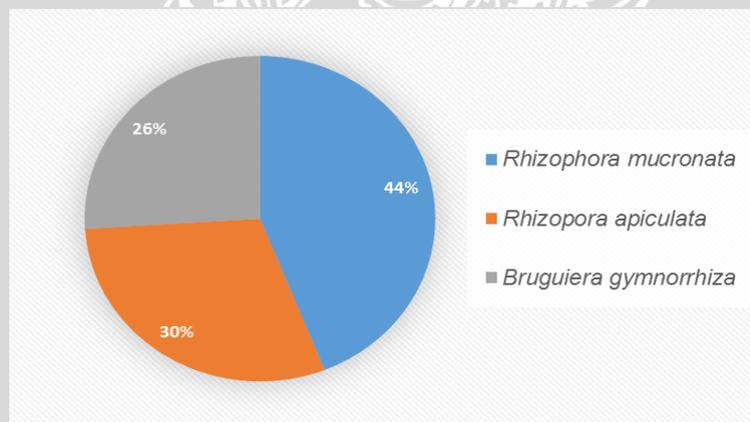
Berdasarkan pada Gambar 23, *Rhizophora stylosa* merupakan pentutupan jenis mangrove terbesar dengan presentase sebesar 86,22% dan untuk jenis

mangrove *Rhizophora apiculata* memiliki presentase tutupan sebesar 13,78%. Sesuai dengan kriteria baku kerusakan mangrove yang diputuskan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, untuk jenis tutupan mangrove dengan kriteria baik adalah *Rhizophora stylosa*, sedangkan untuk jenis *Rhizophora apiculata* termasuk pada kriteria rusak dan untuk mengetahui perhitungan pada Stasiun 4 dapat dilihat pada lampiran 7.

#### E. Teluk Lumpur (Stasiun 5)

**Tabel 20. Perhitungan kerapatan jenis mangrove di Stasiun 5**

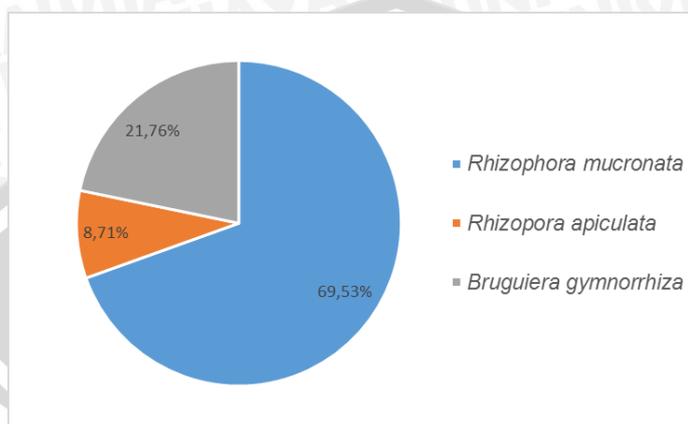
Stasiun 5	Jenis mangrove	ind/m <sup>2</sup>	ind/ha	Rdi (%)
Plot 1	<i>Rhizophora mucronata</i>	5	166,67	11
	<i>Rhizophora apiculata</i>	14	466,67	30
Plot 2	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	12	400	26
	<i>Rhizophora mucronata</i>	10	333,33	22
Plot 3	<i>Rhizophora mucronata</i>	5	166,67	11
Total		46	1.533,33	100



**Gambar 24. Kerapatan relative (Rdi) pada jenis spesies mangrove di Stasiun 5**

Jenis mangrove yang ditemukan pada Stasiun 5 yang berlokasi di Teluk Lumpur diantaranya ; *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Bruguiera gymnorhiza*. Berdasarkan pada Tabel 20 dan Gambar 24 untuk kerapatan jenis mangrove terbesar pada Stasiun 5 adalah *Rhizophora mucronata* dengan kerapatan relative sebesar 40%. Kerapatan relative *Rhizophora apiculata* adalah 30% dan untuk kerapatan relative terkecil pada Stasiun 5 adalah jenis *Bruguiera*

*gymnorizha* sebesar 26%. Total kerapatan jenis mangrove pada Stasiun 5 didapatkan nilai sebesar 1.533,33 ind/ha dan sesuai dengan kriteria baku kerapatan mangrove oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, kerapatan jenis mangrove pada Stasiun 5 adalah lebat.



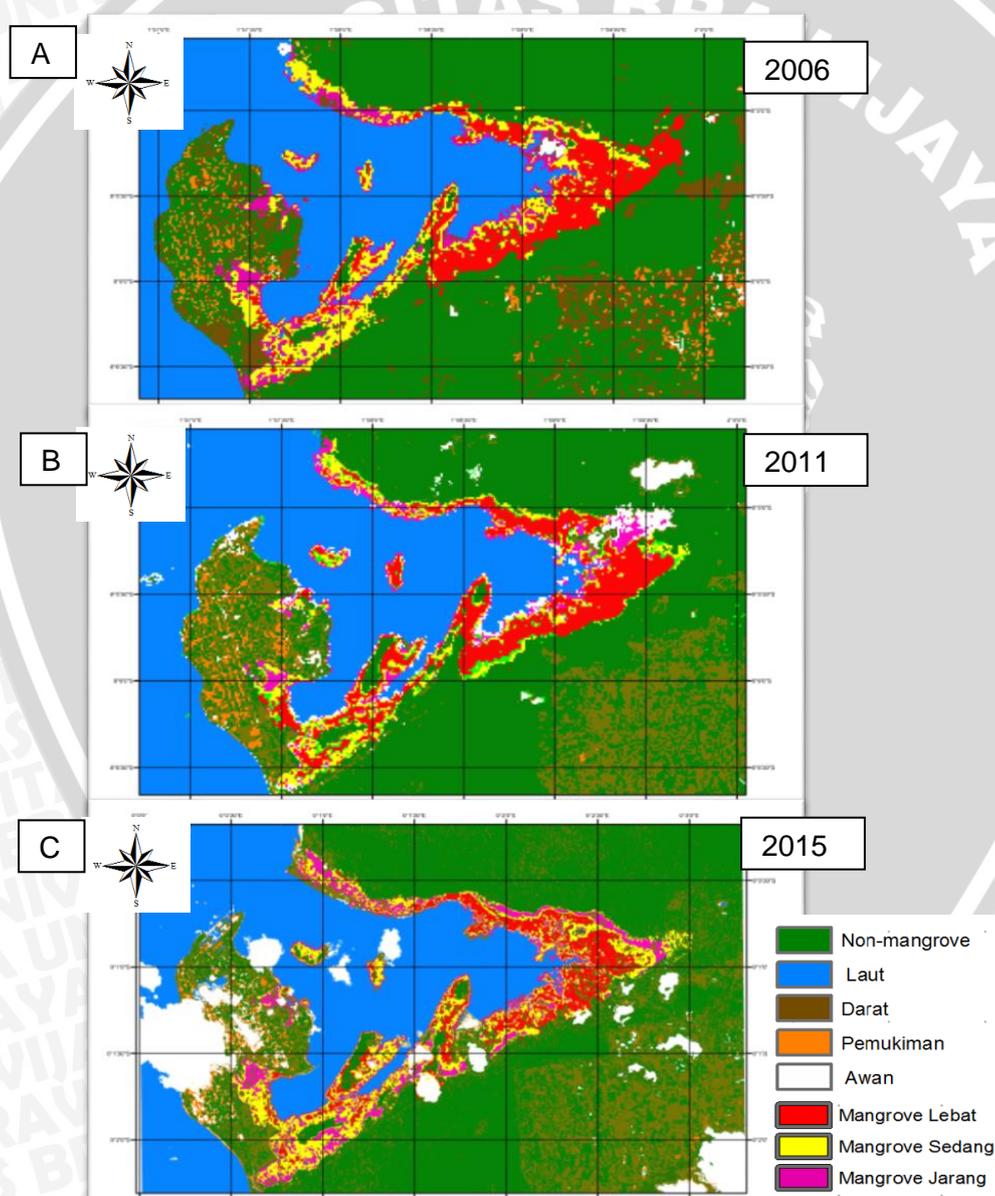
**Gambar 25. Hasil presentase tutupan jenis mangrove di Stasiun 5**

Berdasarkan pada Gambar 25, *Rhizophora mucronata* merupakan pentutupan jenis mangrove terbesar dengan presentase sebesar 69,53%. Untuk jenis mangrove *Rhizophora stylosa* memiliki presentase tutupan terkecil sebesar 8,71% dan *Bruguiera gymnorizha* memiliki presentase tutupan 21,76%. Sesuai dengan kriteria baku kerusakan mangrove yang diputuskan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, dari hasil perhitungan tutupan mangrove pada untuk jenis tutupan mangrove dengan kriteria baik adalah *Rhizophora mucronata*, sedangkan untuk jenis *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera gymnorizha* termasuk pada kriteria rusak dan untuk mengetahui perhitungan pada Stasiun 5 dapat dilihat pada lampiran 8.

Hasil dari pengamatan pada setiap stasiun lapang, jenis mangrove yang memiliki tutupan dan kerapatan jenis terbesar di kawasan Teluk Gilamanuk, Taman Nasional Bali Barat adalah jenis *Rhizophora mucronata* dengan tutupan relative pada stasiun 1 sebesar 5,17%, stasiun 2 sebesar 66,76% dan stasiun 5 sebesar 69,53%. Untuk kerapatan relative pada stasiun 1 sebesar 2%, stasiun 2

sebesar 23%, dan stasiun 5 sebesar 44%. Menurut Kitamura (2014), *Rhizopora mucronata* dapat tumbuh baik di sepanjang muara yang memiliki substrat berlumpur dan hal ini sesuai dengan pegamatan di lapang bahwa *Rhizopora mucronata* paling banyak ditemukan pada stasiun 1, 2 dan 5 yang berada disekitar muara dan memiliki substrat berlumpur. Contoh kondisi setiap stasiun lapang terdapat pada lampiran 2.

#### 4.8 Analisa Perubahan Lahan di Teluk Gilimanuk



Gambar 26. Perbandingan penutupan lahan dan vegetasi mangrove tahun: A. 2006, B. 2011, dan C. 2015 di Teluk Gilimanuk

Pada Gambar 26 terlihat klasifikasi berupa tutupan lahan 'darat' berada di sebelah timur dari Teluk Gilimanuk adalah sawah. Jika diamati dari Gambar 26 tersebut, terjadi perubahan lahan dari non mangrove menjadi sawah. Perubahan lahan tersebut sangat jelas jika diamati dari gambar tersebut dan sesuai dengan perhitungan data pada Tabel 11 sebelumnya dimana perubahan paling besar terjadi pada tutupan lahan vegetasi non-mangrove. Salah satu lokasi dari perubahan lahan dapat dilihat pada Gambar 27.



**Gambar 27. Lokasi perubahan tutupan lahan non mangrove menjadi sawah.**

Pada Gambar 16, sebaran mangrove kerapatan jenis lebat terbesar dan tidak terjadi perubahan luasan yang begitu luas terdapat pada daerah Teluk Gilimanuk sebelah timur dan hal ini sesuai dengan perhitungan data stasiun lapang yang dilakukan bahwa sebaran mangrove kerapatan jenis lebat berada di stasiun 5 (Teluk Lumpur) dimana jenis mangrove yang mendominasi adalah *Rhizophora mucronata* yang dapat tumbuh dengan baik pada daerah tersebut. Menurut pengamatan dilapang, kawasan mangrove sebelah timur jauh dari pemukiman sehingga vegetasi disana masih banyak yang asli dan jarang dikunjungi oleh masyarakat. Pihak pengelola Taman Nasional Bali Barat juga melakukan penjagaan dengan baik dan teratur sehingga distribusi sebaran vegetasi jenis lebat masih banyak ditemukan disana.



**Gambar 28. Pengaruh musim kemarau di kawasan hutan mangrove Teluk Gilimanuk**

Perubahan sebaran vegetasi mangrove di Teluk Gilimanuk selama 9 tahun yang sering berubah-ubah di bagian timur diperkirakan terjadi karena pengaruh dari musim kemarau yang membuat pohon mangrove menjadi gugur atau mati, sehingga jika dilakukan pengamatan dengan menggunakan indeks vegetasi, band merah yang menyerap cahaya merah dari klorofil tidak dapat mengolah nilai spektral dari klorofil jika daun pada vegetasi tersebut gugur atau mati. Salah satu contoh pengaruh musim kemarau terhadap kawasan mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat dapat dilihat pada Gambar 28.

Penurunan luasan mangrove banyak terjadi di sebelah barat di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat dimana penurunan tersebut salah satunya berada dekat kawasan pemukiman dan daerah wisata seperti pada Gambar 29 dan 30. Faktor yang mengakibatkan penurunan pada kawasan tersebut disebabkan oleh faktor biologis. Pada Gambar 26, sebaran mangrove kerapatan jenis sedang hingga jarang sesuai dengan perhitungan data lapang pada stasiun 2 (Pantai Karang Sewu) dimana lokasi tersebut merupakan lokasi pariwisata dan dekat dengan kawasan pemukiman. Dari informasi yang didapat dari petugas Taman Nasional Bali Barat, gangguan manusia yang secara langsung mempengaruhi eksistensi mangrove di Teluk Gilimanuk diantaranya pemanfaatan mangrove menjadi bahan bangunan dengan jenis mangrove

*Rhizophora apiculata* serta gangguan lainnya berupa sampah, limbah rumah tangga, dan lain-lain. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Merbawa *et all* (2014) tentang analisis strategi pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan di Teluk Gilimanuk bahwa kerusakan hutan mangrove terjadi karena banyak aktifitas manusia yang terjadi secara langsung maupun tak langsung, seperti aktifitas masyarakat nelayan, PLTG Gilimanuk, limbah dari pemukiman, aktifitas pelabuhan dan aktifitas pariwisata sehingga mempengaruhi perubahan luasan mangrove yang ada di kawasan tersebut.



**Gambar 29. Salah satu pantai wisata di Teluk Gilimanuk (Pantai Karang Sewu)**



**Gambar 30. Kawasan pemukiman di Teluk Gilimanuk yang berada dekat dengan PLTG Gilimanuk**

Menyadari pentingnya menjaga kelestarian lingkungan khususnya untuk vegetasi hutan mangrove dalam hal ini, pihak pengelola Taman Nasional Bali Barat masih terus melakukan penanaman kembali vegetasi mangrove dengan tujuan untuk meningkatkan luasan mangrove yang ada. Hal ini terbukti jika dilihat

pada Tabel 11, dimana untuk luas sebaran mangrove kerapatan tajuk jarang bertambah dari tahun 2011 sampai tahun 2015. Salah satu contoh kawasan penanaman kembali vegetasi mangrove dapat dilihat pada Gambar 31.



**Gambar 31. Penanaman vegetasi mangrove di kawasan wisata Pantai Karang Sewu**

Pihak pengelola Taman Nasional Bali Barat mengfokuskan penanaman mangrove khususnya pada kawasan hutan mangrove yang ada pada kawasan pantai wisata karena kawasan tersebut memang paling rawan terjadi penurunan luasan mangrove. Hal ini sesuai dengan Gambar 31 bahwa walaupun pada bagian barat kawasan tersebut dekat dengan pemukiman, namun sebaran mangrove kerapatan tajuk sedang masih banyak mendominasi.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Teluk Gilimanuk Taman Nasional Bali Barat didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Luas hutan mangrove di Teluk Gilimanuk menggunakan indeks vegetasi NDVI pada tahun 2006 dengan citra SPOT 4 adalah 345,84 ha, untuk tahun 2011 pada citra SPOT 4 adalah 290,2 dan pada tahun 2015 dengan citra SPOT 6 adalah 265,1 ha.
2. Perubahan luasan mangrove di Teluk Gilimanuk pada tahun 2006, 2011, dan 2015 mengalami penurunan sebesar 79 ha. Penurunan luasan kawasan mangrove di Teluk Gilimanuk disebabkan oleh faktor alam berupa musim kemarau dan faktor biologis yang banyak terjadi di kawasan wisata dan dekat pemukiman.
3. Kondisi jenis mangrove yang paling baik di Teluk Gilimanuk terdapat pada mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dengan penutupan relative pada stasiun 1 sebesar 5,17%, stasiun 2 sebesar 66,76% dan stasiun 5 sebesar 69,53%. Untuk kerapatan relative pada *Rhizophora mucronata* di stasiun 1 sebesar 2%, stasiun 2 sebesar 23%, dan stasiun 5 sebesar 44%.

### 5.2 Saran

Untuk pemantauan menggunakan metode penginderaan jauh di Taman Nasional Bali Barat, disarankan pemantauan dapat dilakukan pada kawasan lain yang ada di dalam Taman Nasional Bali Barat. Seperti pada kawasan hutan mangrove di Pulau Menjangan, Teluk Banyuwedang, dan Teluk Terima agar pemantauan dapat dilakukan dengan menyeluruh pada seluruh kawasan hutan mangrove yang ada di Taman Nasional Bali Barat.

## DAFTAR PUSTAKA

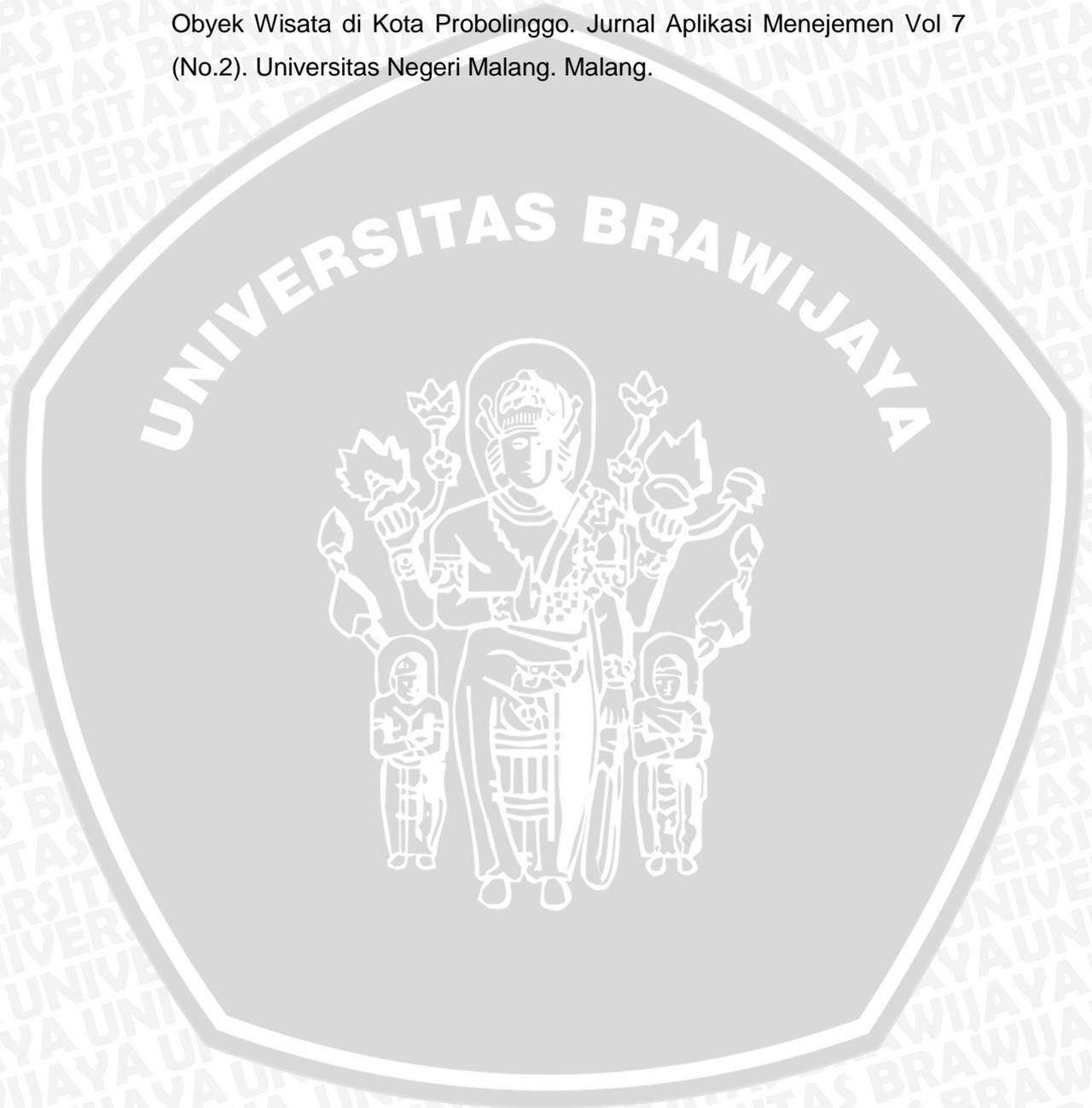
- Arief, Arifin. 2003. Hutan Mangrove Fungsi Dam Manfaat. Kanisius. Yogyakarta.
- Balai Taman Nasional Bali Barat, 2013. Data Stastistik Balai Taman Nasional Bali Barat. Jembrana. Bali.
- Bengen, D.G. 1999. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institue Pertanian Bogor. Bogor.
- Chevalda, Reygian. Freila. Jaya, Y. V. dan Apdillah, Dony. 2013. Pemetaan Mangrove Dengan Teknik Image Fusion Citra SPOT Dengan Quickbird Di Pulau Los Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. E-Jurnal Jurusan Ilmu Kelautan. Unversitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang.
- Congalton, R.G. and K. Green. 2009. Assessing the accuracy of remotely sensed data. Priciple and practices. CRC Press. Boca Raton.
- Danoedoro, Projo. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Dephut. 2014. Taman Nasional Bali Barat. [http://www.dephut.go.id/INFORMASI/TN%20INDO-ENGLISH/tn\\_balibarat.htm](http://www.dephut.go.id/INFORMASI/TN%20INDO-ENGLISH/tn_balibarat.htm). Diakses pada tanggal 16 Agustus 2015.
- English, S. Wilkinson, C. and Baker, V. 1994. *Survey Manual For Tropical Marine Resources. Australian Institue Of Marine Science. Australia.*
- Fajri. 2012. Studi Perubahan Luasan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Landsat TM dan Landsar 7 ETM+ Tahun 1998-2010 di Pesisir Kabupaten Mimika Papua. Journal Of Marine Research. Volume 1, No 1. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Geo-Airbusds. 2015. Resolution and Spectral Bands. <http://www.geo-airbusds.com/en/194-resolution-and-spectral-bands>. Diakses pada 2 Desember tahun 2015.
- Hafizh, S. A. Budi, Cahyono, A. dan Wibowo, Agus. 2013. Penggunaan Algoritma NDVI dan EVI pada Citra Multispektral untuk Analisis Pertumbuhan Padi (Studi Kasus: Kabupatrn Indramayu, Jawa Barat). Jurnal Teknik POMITS : Vol X.

- Jackson, Ray.D., Huete, Alfredo.R. 1991. *Interpreting Vegetation Indices. Preventive Veterinary Medicine. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam.*
- Jaya, I Nengah Surati. 2009. Analisis Citra Dijital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Dumberdaya Alam. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Kementrian Kelautan Dan Perikanan. 2013. Peraturan Direktur Jendral Kelautan, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil No 9/PER/DJKP3K/2013 Tentang Pedoman Tekniks Pemetaan Potensi Sumber Daya Pulau-Pulau Kecil. Jakarta.
- Kitamura, Shozo. 2014. Buku Panduan Mangrove di Indonesia, Bali dan Lombok. PassKress *communications*. Bali.
- Kusmana, 1995. Teknik Rehabilitasi Kerusakan Ekosistem Mangrove. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Meneses-Tovar, C.L. 2011. NDVI as Indicator of Degradation. *Unasy Iva* 238, Vol.62.
- Merbawa, I, Ketut Catur. Astarini, Ida Ayu. Mahardika, I Gede. 2014. Analisis Vegetasi Mangrove Untuk Strategi Pengelolaan ekosistem Berkelanjutan Di Taman Nasional Bali Barat. *Jurnal ECOTROPHIC* Vol 8 No 1. Universitas Udayana. Denpasar.
- Nontji, A. 2007. Laut Nusantara. Djembatan. Jakarta.
- Prahasta, E. 2009. Sistem Informasi Geografis: Konsep – Konsep Dasar (Prespektif Geodesi dan Geomatika). INFORMATIKA, Bandung
- Purwadi, F. Sri Hardiyanti. 2001. Interpretasi Citra Digital. Grasindo. Jakarta.
- RSNI-3. 2011. Survei dan Pemetaan Mangrove. Jakarta
- S Suwargana, N. 2006. Analisis Perubahan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Pantai Muara Gomobong, Bekasi. *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol 5. Jakarta.
- Satimagingcorp. 2015. SPOT 6 Satelit Sensor. <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-6/>. Diakses pada 2 Desember tahun 2015.
- Soenarmo, S.H. 2009. Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografis untuk Bidang Ilmu Kebumian. Penerbit ITB. Bandung.
- Sudiana, Dodi. dan Diasmara, Elfa. 2008. Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR Dan TERRA/AQUA-MODIS.

Seminar on Intelligent Technology and Its Applications 2008.  
Departemen Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.  
Depok.

Wibisono, M.S. 2005. Pengantar ilmu kelautan. Jakarta: PT Grasindo.

Wiyono, Maryadi. 2009. Pengelolaan Hutan Mangrove dan Daya Tariknya Sbagai  
Obyek Wisata di Kota Probolinggo. Jurnal Aplikasi Manajemen Vol 7  
(No.2). Universitas Negeri Malang. Malang.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Formula yang digunakan pada pengolahan citra SPOT 6 dan SPOT 4.

- Algoritma NDVI

NDVI (SPOT 6) :  $(I1-I2) / (I1+I2)$

I1 = Band 4, I2 = Band 3

NDVI (SPOT 4) :  $(I1-I2) / (I1+I2)$

I1 = Band 1, I2 = Band 2

- Klasifikasi unsupervised menjadi 6 kelas tahun 2015

if  $(i1 \geq 19$  and  $i1 \leq 20)$  or  $(i1=49)$  or  $(i1 \geq 56$  and  $i1 \leq 59)$  or  $(i1 \geq 61$  and  $i1 \leq 62)$  or  $(i1 \geq 79$  and  $i1 \leq 87)$  or  $(i1=104)$  then 1 else if  $(i2 \geq 77$  and  $i2 \leq 78)$  or  $(i2 \geq 90$  and  $i2 \leq 95)$  or  $(i2 \geq 99$  and  $i2 \leq 100)$  or  $(i2 \geq 102$  and  $i2 \leq 103)$  or  $(i2=107)$  or  $(i2 \geq 109$  and  $i2 \leq 122)$  or  $(i2 \geq 125$  and  $i2 \leq 126)$  or  $(i2 \geq 134$  and  $i2 \leq 141)$  or  $(i2=165)$  or  $(i2 \geq 168$  and  $i2 \leq 171)$  then 2 else if  $(i3 \geq 1$  and  $i3 \leq 13)$  or  $(i3 \geq 15$  and  $i3 \leq 16)$  or  $(i3 \geq 21$  and  $i3 \leq 47)$  or  $(i3=65)$  or  $(i3 \geq 67$  and  $i3 \leq 69)$  then 3 else if  $(i4=14)$  or  $(i4 \geq 51$  and  $i4 \leq 55)$  or  $(i4=60)$  or  $(i4=66)$  or  $(i4 \geq 71$  and  $i4 \leq 76)$  or  $(i4 \geq 88$  and  $i4 \leq 89)$  or  $(i4 \geq 96$  and  $i4 \leq 98)$  or  $(i4=101)$  or  $(i4 \geq 105$  and  $i4 \leq 106)$  or  $(i4=108)$  or  $(i4 \geq 123$  and  $i4 \leq 124)$  or  $(i4 \geq 127$  and  $i4 \leq 133)$  or  $(i4 \geq 142$  and  $i4 \leq 144)$  or  $(i4=146)$  or  $(i4 \geq 163$  and  $i4 \leq 164)$  or  $(i4 \geq 166$  and  $i4 \leq 167)$  then 4 else if  $(i5=145)$  or  $(i5 \geq 147$  and  $i5 \leq 150)$  or  $(i5 \geq 152$  and  $i5 \leq 153)$  or  $(i5=172)$  then 5 else if  $(i6 \geq 17$  and  $i6 \leq 18)$  or  $(i5 \geq 49$  and  $i5 \leq 50)$  or  $(i5 \geq 63$  and  $i5 \leq 64)$  or  $(i6=70)$  or  $(i6=151)$  or  $(i5 \geq 154$  and  $i5 \leq 162)$  or  $(i5 \geq 173$  and  $i5 \leq 200)$  then 6 else null

Keterangan : i1= mangrove

i4=darat

i2= non-mangrove

i5=pemukiman

i3= laut

i6=awan

**Lampiran 1. Formula yang digunakan pada pengolahan citra SPOT 6 dan SPOT 4. Lanjutan**

- Klasifikasi unsupervised menjadi 6 kelas tahun 2011

if (i1=36) or (i1>=38 and i1<=39) or (i1=41) or (i1=44) or (i1>=60 and i1<=61) or (i1>=64 and i1<=67) or (i1=73) or (i1>=77 and i1<=79) or (i1>=92 and i1<=97) or (i1>=100 and i1<=106) then 1 else

if (i2>=81 and i2<=82) or (i2=87) or (i2>=107 and i2<=109) or (i2>=111 and i2<=113) or (i2>=115 and i2<=120) or (i2=124) or (i2=127) or (i2>=130 and i2<=133) or (i2=135) or (i2>=137 and i2<=153) or (i2>=157 and i2<=167) or (i2>=174 and i2<=179) or (i2>=189 and i2<=192) or (i2=194) or (i2>=197 and i2<=198) then 2 else

if (i3>=1 and i3<=28) or (i3>=30 and i3<=33) or (i3=35) or (i3=37) or (i3>=45 and i3<=57) or (i3>=88 and i3<=89) then 3 else

if (i4>=74 and i4<=75) or (i4>=83 and i4<=84) or (i4=86) or (i4>=98 and i4<=99) or (i4=114) or (i4>=122 and i4<=123) or (i4>=128 and i4<=129) or (i4=134) or (i4=136) or (i4>=154 and i4<=156) or (i4>=168 and i4<=173) or (i4>=180 and i4<=188) or (i4=193) or (i4>=195 and i4<=196) or (i4=199) then 4 else

if (i5=121) or (i5>=125 and i5<=126) then 5 else

if (i6=34) or (i6=40) or (i6>=42 and i6<=43) or (i6>=58 and i6<=59) or (i6>=62 and i6<=63) or (i6>=68 and i6<=72) or (i6=76) or (i6=80) or (i6=85) or (i6>=90 and i6<=91) or (i6=200) then 6 else null.

Keterangan : i1= mangrove i4=darat

i2= non-mangrove i5=pemukiman

i3= laut i6=awan

**Lampiran 1. Formula yang digunakan pada pengolahan citra SPOT 6 dan SPOT 4. Lanjutan**

- Klasifikasi unsupervised menjadi 6 kelas tahun 2006

if (i1=37) or (i1>=42 and i1<=43) or (i1>=45 and i1<=48) or (i1>=50 and i1<=51) or (i1>=55 and i1<=57) or (i1>=62 and i1<=65) or (i1>=68 and i1<=73) or (i1>=76 and i1<=90) or (i1>=143 and i1<=147) then 1 else

if (i2>=91 and i2<=93) or (i2>=95 and i2<=99) or (i2>=102 and i2<=109) or (i2>=112 and i2<=114) or (i2>=117 and i2<=125) or (i2>=128 and i2<=129) or (i2>=134 and i2<=140) or (i2>=148 and i2<=149) or (i2>=151 and i2<=174) or (i2>=177 and i2<=181) then 2 else

if (i3>=1 and i3<=36) or (i3>=38 and i3<=41) or (i3=44) or (i3>=66 and i3<=67) then 3 else

if (i4=49) or (i4>=52 and i4<=54) or (i4>=58 and i4<=61) or (i4>=100 and i4<=101) or (i4=116) or (i4>=126 and i4<=127) or (i4>=130 and i4<=132) or (i4>=141 and i4<=142) or (i4=150) or (i4>=182 and i4<=192) then 4 else

if (i4=94) or (i5>=110 and i5<=111) or (i5=133) then 5 else

if (i6>=74 and i6<=75) or (i6=115) or (i6>=175 and i6<=176) or (i6>=193 and i6<=200) then 6 else null

Keterangan : i1= mangrove

i3= laut

i5=pemukiman

i2= non-mangrove

i4=darat

i6=awan

- Algoritma sebaran kerapatan

if i1>= 0.43 and i1<=1 then 1 else

if i1>=0.33 and i1<= 0.42 then 2 else

if i1<=0.32 then 3 else null

keterangan : then 1 = tajuk kerapatan lebat

then 3 = tajuk kerapatan jarang

then 2 = tajuk kerapatan sedang

Lampiran 2. Dokumentasi survey lapang



Pengambilan data lapang di stasiun 1



Pengambilan data lapang di stasiun 2



Pengambilan data lapang di stasiun 3



Pengambilan data lapang di stasiun 4



Pengambilan data lapang di stasiun 5

**Lampiran 3. Dokumentasi kegiatan pengolahan data dan pengambilan titik koordinat untuk uji akurasi citra.**



Pengolahan data citra SPOT di LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa)



Penentuan titik koordinat di stasiun lapang dengan GPS



Perjalanan dari pantai Karang Sewu ( stasiun 2) menuju Pulau Kalong (stasiun 3)

Lampiran 4. Perhitungan datautupan jenis mangrove stasiun 1 (Kawasan Petak Ukur Permanen). Lanjutan

Stasiun 1		Plot 1	Plot 2			Plot 3	
Jenis pohon		CT	CT	AM	BC	CT	RM
Jumlah tegakan		9	12	2	3	15	1
Rata-rata diameter (cm)		24,67	19,92	18,5	28,33333	22,13	12
Diameter (cm)	1	47	17	25	13	37	12
	2	16	13	12	40	30	
	3	11	16		32	28	
	4	20	33			35	
	5	16	17			15	
	6	25	20			10	
	7	36	12			22	
	8	25	15			18	
	9	26	13			20	
	10		15			35	
	11		20			14	
	12		48			26	
	13					12	
	14					15	
	15					15	

*Ceriops tagal* (CT)

Plot 1

$$CBH = 24,67 \times 3,14 \times 0,4 = 30,98$$

$$BA = 3,14 \times (30,98)^2 / 4 = 753,48$$

$$Ci = 753,48 / 100 = 7,53$$

Plot 2

$$CBH = 19,92 / 3,14 = 25,02$$

$$BA = 3,14 \times 6 \times (25,02)^2 / 4 = 491,23$$

$$Ci = 491,23 / 100 = 4,91$$

Plot 3

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 2,13 = 27,8$$

$$BA = 3,14 \times (27,8)^2 / 4 = 606,66$$

$$Ci = 606,66 / 100 = 6,07$$

*Avicenia marina* (AM)

Plot 2

$$CBH = 0,41 \times 3,14 \times 8 = 23,24$$

$$BA = 3,14 \times (23,24)^2 / 4 = 423,83$$

$$Ci = 423,83 / 100 = 4,24$$

Lampiran 4. Perhitungan data tutupan jenis mangrove stasiun 1 (Kawasan Petak Ukur Permanen). Lanjutan.

<i>Bruguiera cylindrica</i>	Plot 2
CBH	= 0,4x3,14x28,3=35,59
BA	= $3,14 \times (35,59)^2 / 4 = 994,13$
Ci	= $994,13 / 100 = 9,94$
<i>Rhizophora mucronata</i> (RM)	Plot 3
CBH	= 0,4 x3,14x12=15,07
BA	= $3,14 \times (15,07)^2 / 4 = 178,32$
Ci	= $178,32 / 100 = 1,78$
	$\Sigma C$ = 7,53+4,91+4,24+9,94+6,07+1,78=34,48
<i>Ceriops tagal</i>	RCi = $(7,53+4,19+6,07) / 34,48 \times 100 = 53,7$
<i>Avicenia marina</i>	RCi = $4,24 / 34,48 \times 100 = 12,29$
<i>Bruguiera cylindrica</i>	RCi = $9,94 / 34,48 \times 100 = 28,84$
<i>Rhizophora mucronata</i>	RCi = $1,78 / 34,48 \times 100 = 5,17$

Lampiran 5. Perhitungan data tutupan jenis mangrove stasiun 5 (Pantai Karang Sewu).

Stasiun 2	Plot 1	Plot 2		Plot 3
Jenis pohon	AO	AO	RM	RM
Jumlah tegakan	22	8	3	10
Rata-rata diameter (cm)	15,45	15,25	20,67	22,80
Diameter (cm)	16	10	12	30
	11	20	15	28
	14	15	35	32
	21	20		38
	11	20		28
	13	11		12
	14	14		12
	19	12		13
	13			35
	12			36
	11			
	27			
	18			
	17			
	11			
12				
16				

Lampiran 5. Perhitungan data tutupan jenis mangrove stasiun 2 (Pantai Karang Sewu). Lanjutan

Stasiun 2	Plot 1	Plot 2		Plot 3
Jenis pohon	AO	AO	RM	RM
Diameter (cm)	15			
	14			
	26			
	14			
	15			

*Avicennia officinalis* (AO)

Plot 1

$$\begin{aligned} \text{CBH} &= 0,4 \times 3,14 \times 15,45 = 19,41 \\ \text{BA} &= 3,14 \times (19,41)^2 / 4 = 295,77 \\ \text{Ci} &= 295,77 / 100 = 2,96 \end{aligned}$$

Plot 2

$$\begin{aligned} \text{CBH} &= 0,4 \times 3,14 \times 15,25 = 19,15 \\ \text{BA} &= 3,14 \times (19,15)^2 / 4 = 288 \\ \text{Ci} &= 288 / 100 = 2,88 \end{aligned}$$

*Rhizophora mucronata* (RM)

Plot 2

$$\begin{aligned} \text{CBH} &= 0,4 \times 3,14 \times 20,67 = 25,96 \\ \text{BA} &= 3,14 \times (25,96)^2 / 4 = 528,92 \\ \text{Ci} &= 528,92 / 100 = 5,29 \end{aligned}$$

Plot 3

$$\begin{aligned} \text{CBH} &= 0,4 \times 3,14 \times 22,8 = 28,64 \\ \text{BA} &= 3,14 \times (28,64)^2 / 4 = 643,75 \\ \text{Ci} &= 643,75 / 100 = 6,44 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{Ci} = 2,96 + 2,88 + 5,29 + 6,44 = 17,56$$

*Avicennia officinalis*

$$\text{RCi} = (2,96 + 2,88) / 17,56 \times 100 = 33,24$$

*Rhizophora mucronata*

$$\text{RCi} = (5,29 + 6,44) / 17,56 \times 100 = 66,76$$

Lampiran 6. Perhitungan data tutupan jenis mangrove stasiun 3 (Pulau Kalong)

Stasiun 3	Plot 1		Plot 2		Plot 3
Jenis pohon	SA	BG	SA	BG	BG
Jumlah tegakan	1	1	12	2	5
Rata-rata diameter (cm)	13	35	16	14	20,6
Diameter (cm)	13	35	12	20	20
			11	8	13
			15		30

Lampiran 6. Perhitungan datautupan jenis mangrove stasiun 3 (Pulau Kalong).  
Lanjutan

Stasiun 3	Plot 1		Plot 2		Plot 3
Jenis pohon	SA	BG	SA	BG	BG
			11		28
			16		12
			38		
			20		
			13		
			12		
			15		
			14		
			15		

*Soneratia alba* (SA)

Plot 1

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 13 = 16,33$$

$$BA = 3,14 \times (16,33)^2 / 4 = 209,28$$

$$Ci = 209,28 / 100 = 2,09$$

Plot 2

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 16 = 20,1$$

$$BA = 3,14 \times (20,1)^2 / 4 = 317,02$$

$$Ci = 317,02 / 100 = 3,17$$

*Bruguiera gymnorrhiza* (BG)

Plot 1

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 35 = 43,96$$

$$BA = 3,14 \times (43,96)^2 / 4 = 1.517$$

$$Ci = 1.517 / 100 = 15,17$$

Plot 2

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 14 = 17,58$$

$$BA = 3,14 \times (17,58)^2 / 4 = 242,72$$

$$Ci = 242,72 / 100 = 2,43$$

Plot 3

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 20,6 = 25,87$$

$$BA = 3,14 \times (25,87)^2 / 4 = 525,51$$

$$Ci = 525,51 / 100 = 5,26$$

$$\Sigma C = 0,13 + 0,20 + 0,98 + 0,16 + 0,34 = 28,12$$

*Soneratia alba*

$$RCi = (2,09 + 3,17) / 28,12 = 18,72$$

*Bruguiera cylindrica*

$$RCi = (15,17 + 2,43 + 5,26) / 28,12 = 81,28$$

Lampiran 7. Perhitungan datautupan jenis mangrove stasiun 4 (Pantai Batu Payung)

Stasiun 4	Plot 1	Plot 2		Plot 3	
Jenis pohon	RS	RS	RA	RS	RA
Jumlah tegakan	1	2	1	1	2
Rata-rata diameter (cm)	15	56,5	12	33	24
Diameter (cm)	15	68	12	33	12
		45			12

*Rhizophora stylosa* (RS)

Plot 1

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 15 = 18,84$$

$$BA = 3,14 \times (18,84)^2 / 4 = 278,63$$

$$Ci = 278,63 / 100 = 2,79$$

Plot 2

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 56,5 = 70,96$$

$$BA = 3,14 \times (70,96)^2 / 4 = 3.953,17$$

$$Ci = 3.953,17 / 100 = 39,53$$

Plot 3

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 33 = 41,45$$

$$BA = 3,14 \times (41,45)^2 / 4 = 1.348$$

$$Ci = 1.348 / 100 = 13,49$$

*Rhizophora apiculata* (RA)

Plot 2

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 12 = 15,07$$

$$BA = 3,14 \times (15,07)^2 / 4 = 178,32$$

$$Ci = 178,32 / 100 = 1,78$$

Plot 3

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 15 = 30,14$$

$$BA = 3,14 \times (30,14)^2 / 4 = 713,3$$

$$Ci = 713,3 / 100 = 7,13$$

$$\Sigma C = 2,79 + 39,53 + 13,49 + 1,78 + 7,13 = 64,72$$

*Rhizophora stylosa*

$$RCi = (2,79 + 39,53 + 13,49) / 3,88 \times 100 = 86,22$$

*Rhizophora apiculata*

$$RCi = (1,78 + 7,13) / 3,88 \times 100 = 13,78$$

Lampiran 8. Perhitungan datautupan jenis mangrove stasiun 5 (Teluk Lumpur).

Stasiun 5	Transek 1		Transek 2		Transek 3
Jenis pohon	RM	RA	BG	RM	RM
Jumlah tegakan	5	14	12	10	5
Rata-rata diameter (cm)	57,2	25,78	40,75	26,1	36,80
Diameter (cm)	110	33	57	15	45
	72	20	52	18	22
	34	34	88	20	52
	30	15	40	30	25
	40	18	30	45	40
		22	28	32	
		35	27	24	
		22	40	23	
		33	53	24	
		17	23	30	
		25	25		
		26	26		
		36			
	25				

*Rhizophora apiculata* (RA)

Plot 1

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 25,78 = 32,39$$

$$BA = 3,14 \times (32,39)^2 / 4 = 613,07$$

$$Ci = 613,07 / 100 = 8,23$$

*Rhizophora mucronata* (RM)

Plot 1

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 57,2 = 71,84$$

$$BA = 3,14 \times (71,84)^2 / 4 = 4.051,73$$

$$Ci = 4.051,73 / 100 = 40,52$$

Plot 2

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 26,1 = 32,78$$

$$BA = 3,14 \times (32,78)^2 / 4 = 843,59$$

$$Ci = 843,59 / 100 = 8,44$$

Plot 3

$$CBH = 0,4 \times 3,14 \times 36,80 = 46,22$$

$$BA = 3,14 \times (46,22)^2 / 4 = 1.677,04$$

$$Ci = 1.677,04 / 100 = 16,77$$

Lampiran 8. Perhitungan data tutupan jenis mangrove stasiun 5 (Teluk Lumpur). Lanjutan

*Bruguiera gymnorrhiza*

Plot 2

$$\text{CBH} = 0,4 \times 3,14 \times 40,75 = 51,18$$

$$\text{BA} = 3,14 \times (51,18)^2 / 4 = 2.056,38$$

$$\text{Ci} = 2.056,38 / 100 = 20,56$$

$$\Sigma C = 40,52 + 8,23 + 20,56 + 8,44 + 16,77 = 94,52$$

*Rhizophora apiculata*

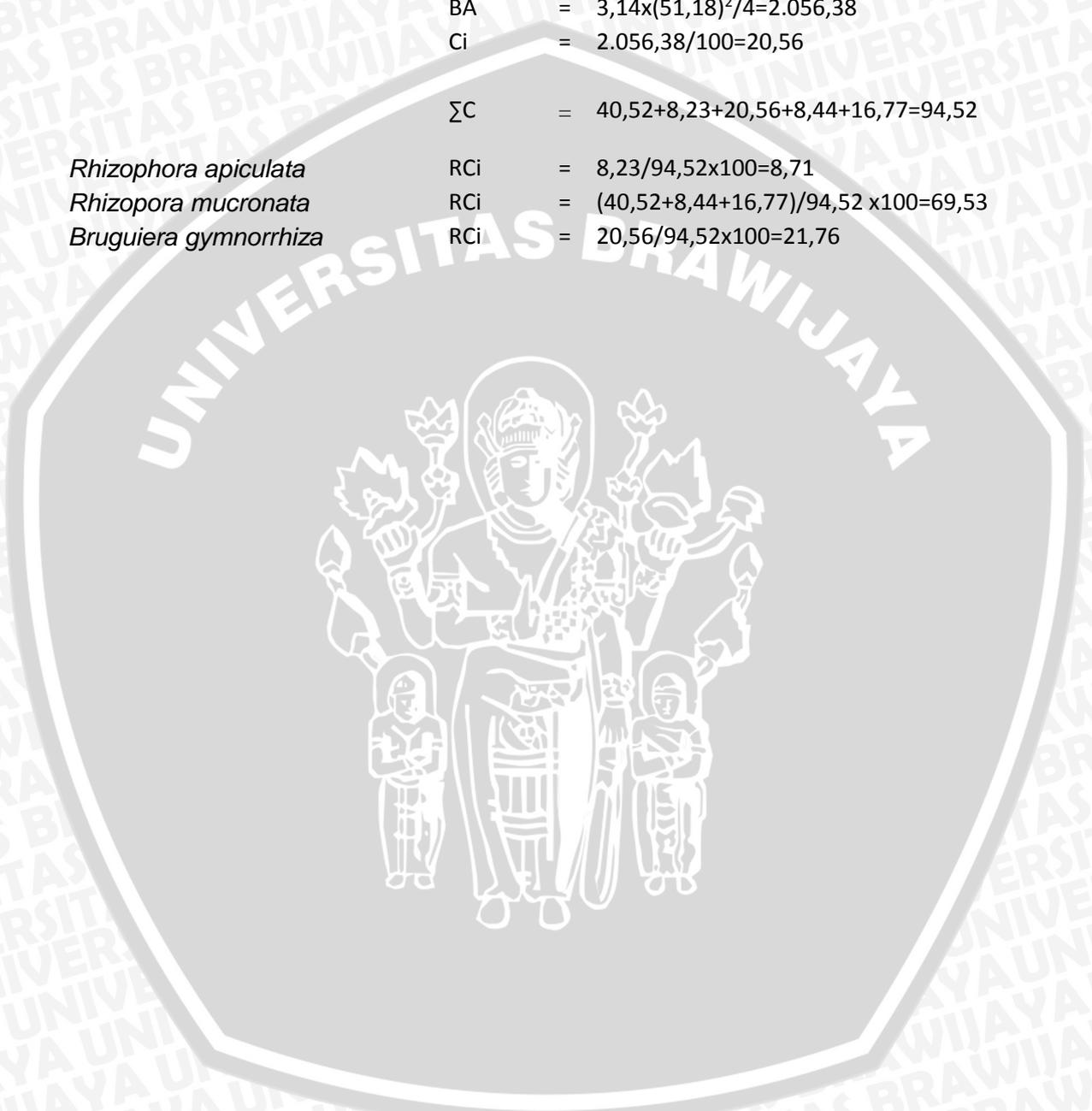
$$\text{RCi} = 8,23 / 94,52 \times 100 = 8,71$$

*Rhizophora mucronata*

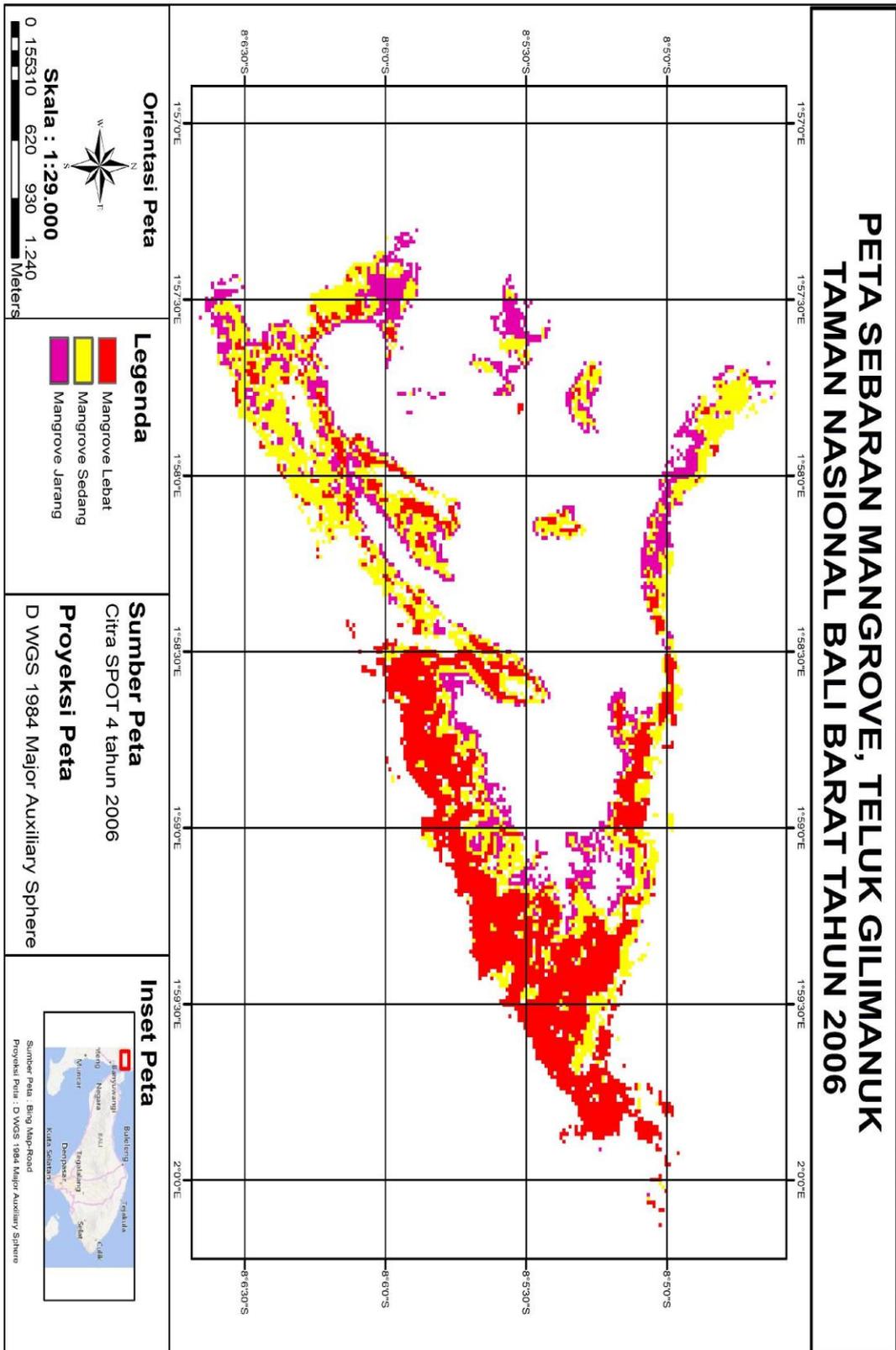
$$\text{RCi} = (40,52 + 8,44 + 16,77) / 94,52 \times 100 = 69,53$$

*Bruguiera gymnorrhiza*

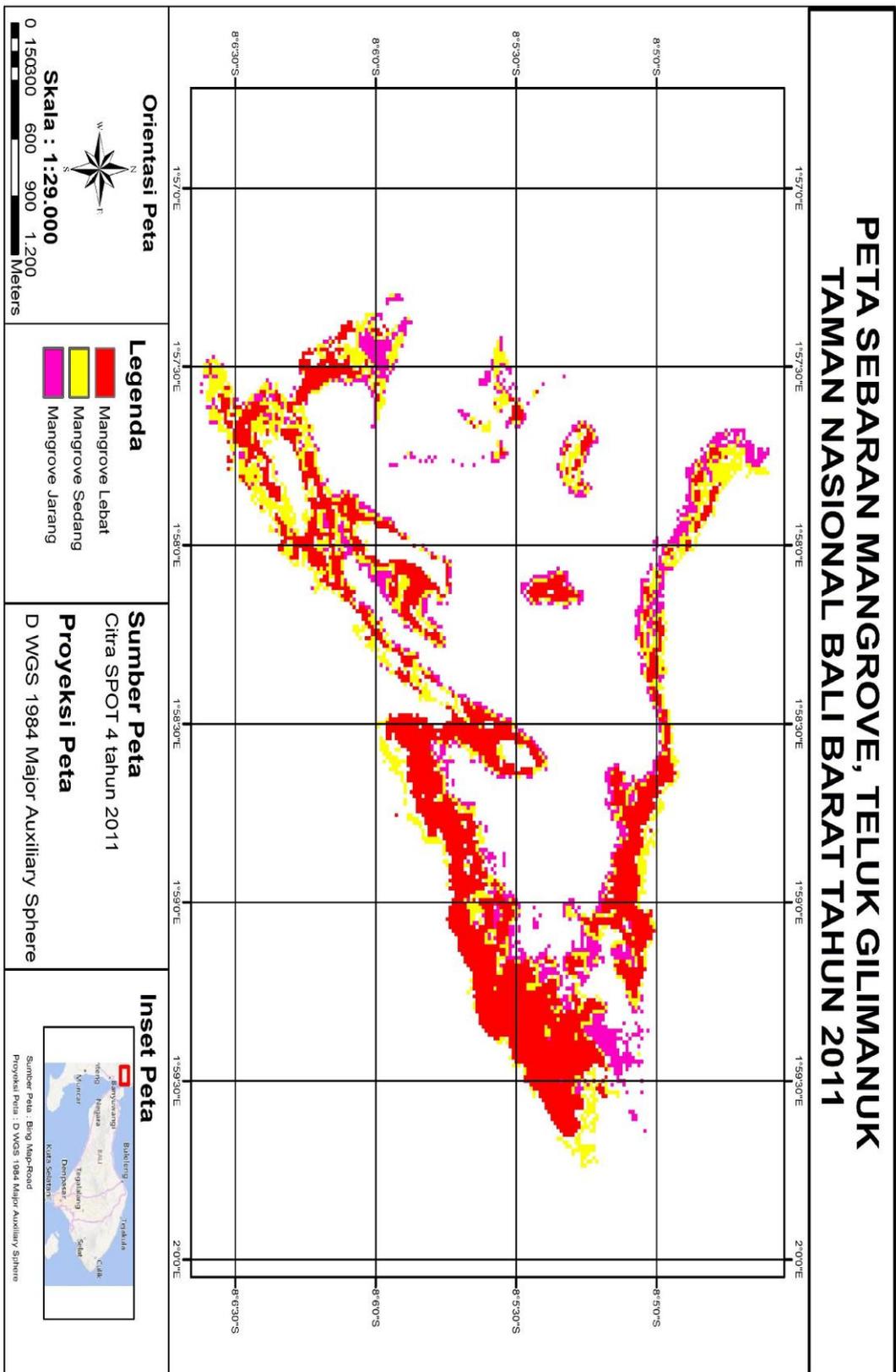
$$\text{RCi} = 20,56 / 94,52 \times 100 = 21,76$$



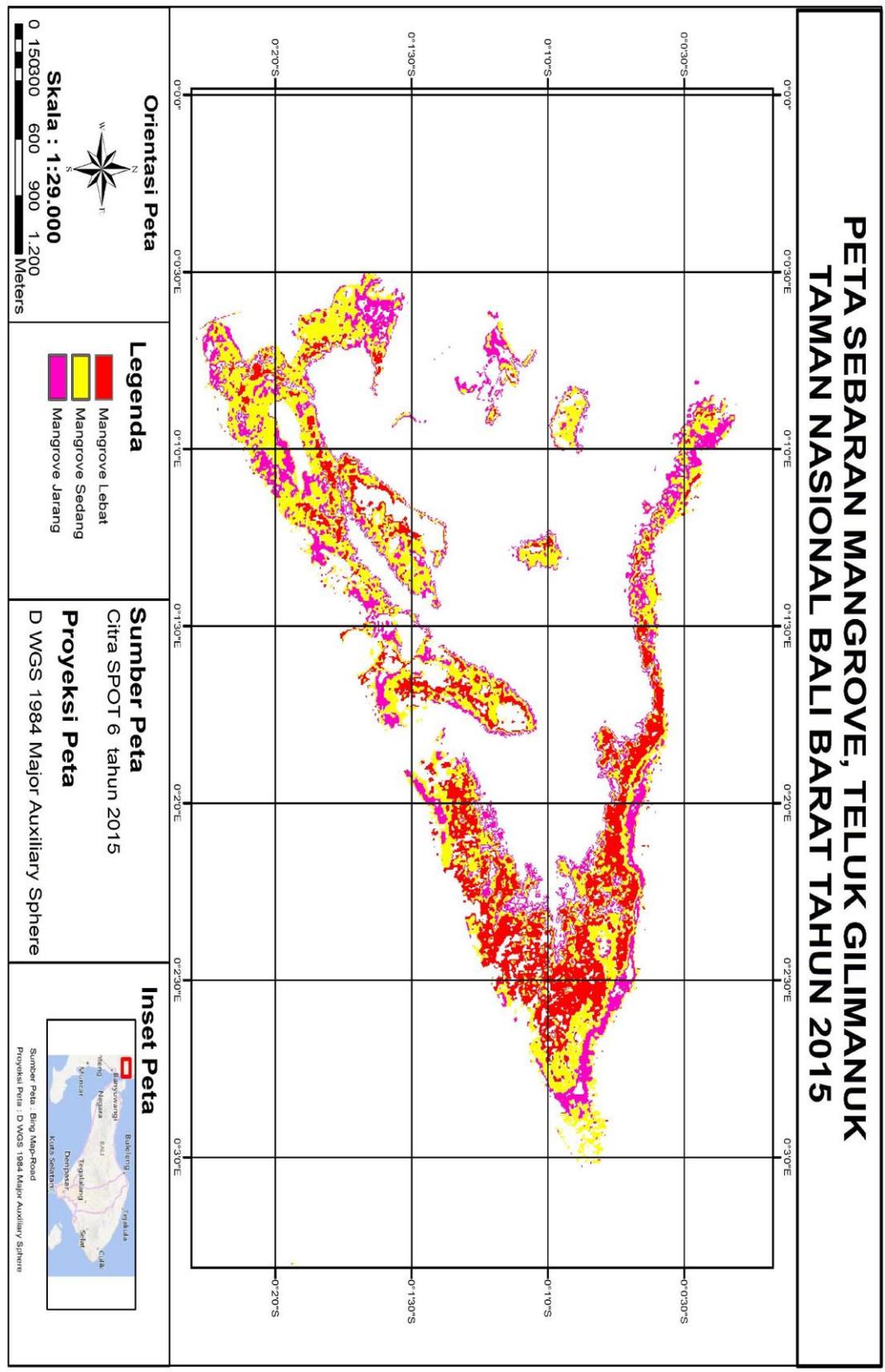
Lampiran 9. Peta hasil sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk dengan indeks vegetasi NDVI Tahun 2006 pada citra SPOT 4



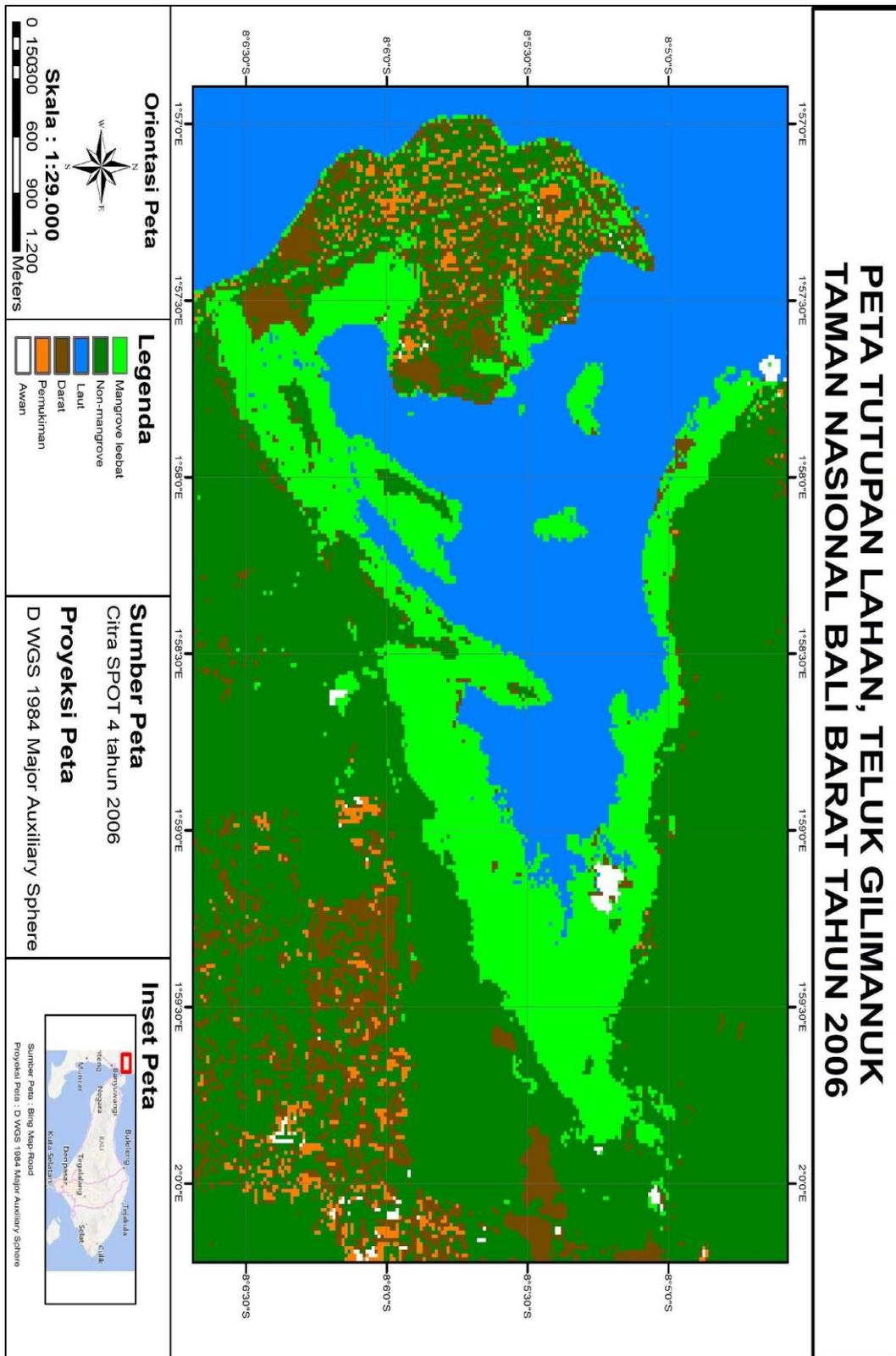
Lampiran 10. Peta hasil sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk dengan indeks vegetasi NDVI Tahun 2011 pada citra SPOT 4



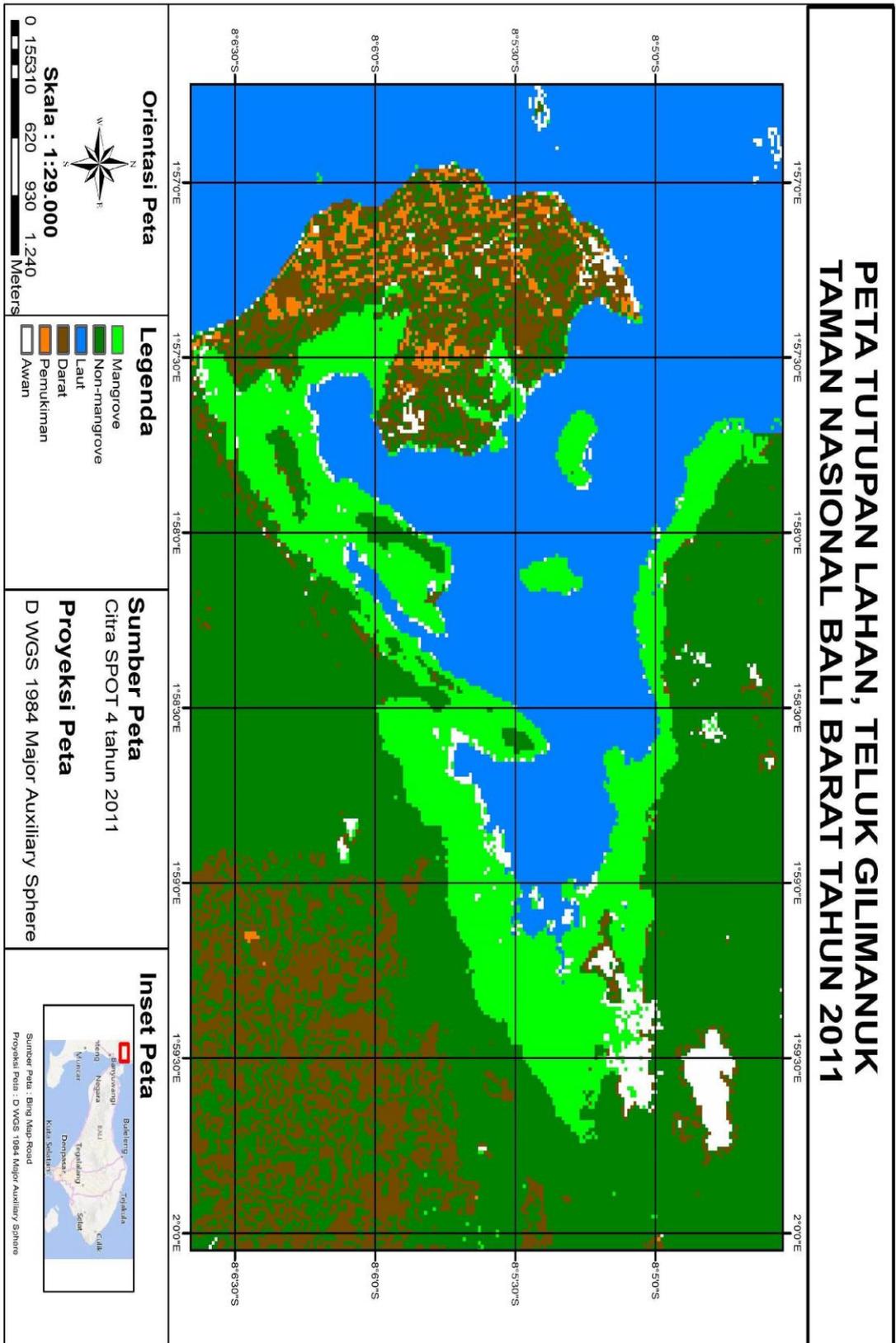
Lampiran 11. Peta hasil sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk dengan indeks vegetasi NDVI Tahun 2015 pada citra SPOT 6



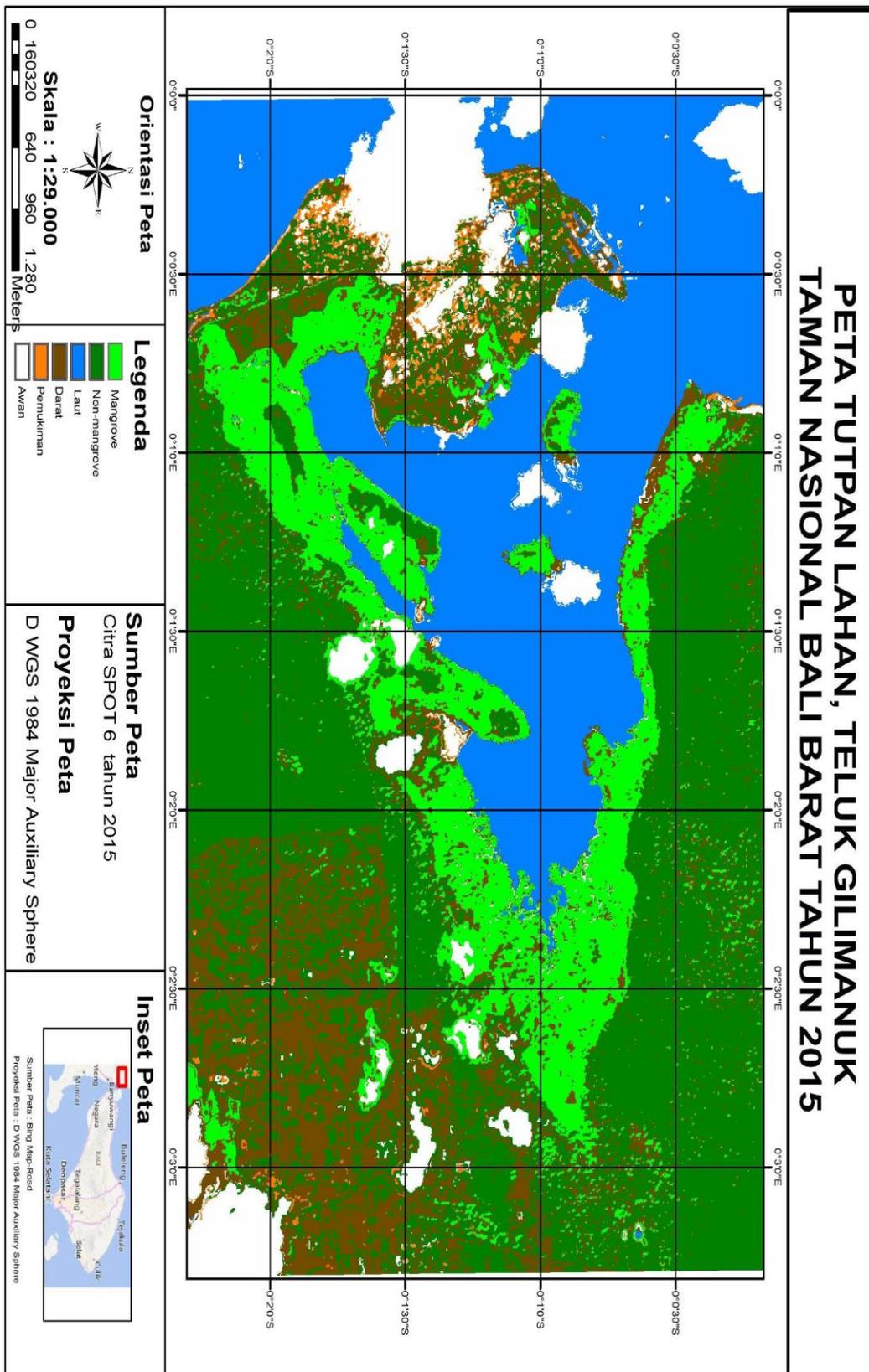
Lampiran 12. Peta hasil sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk dengan metode klasifikasi *unsupervised* Tahun 2006 pada citra SPOT 4



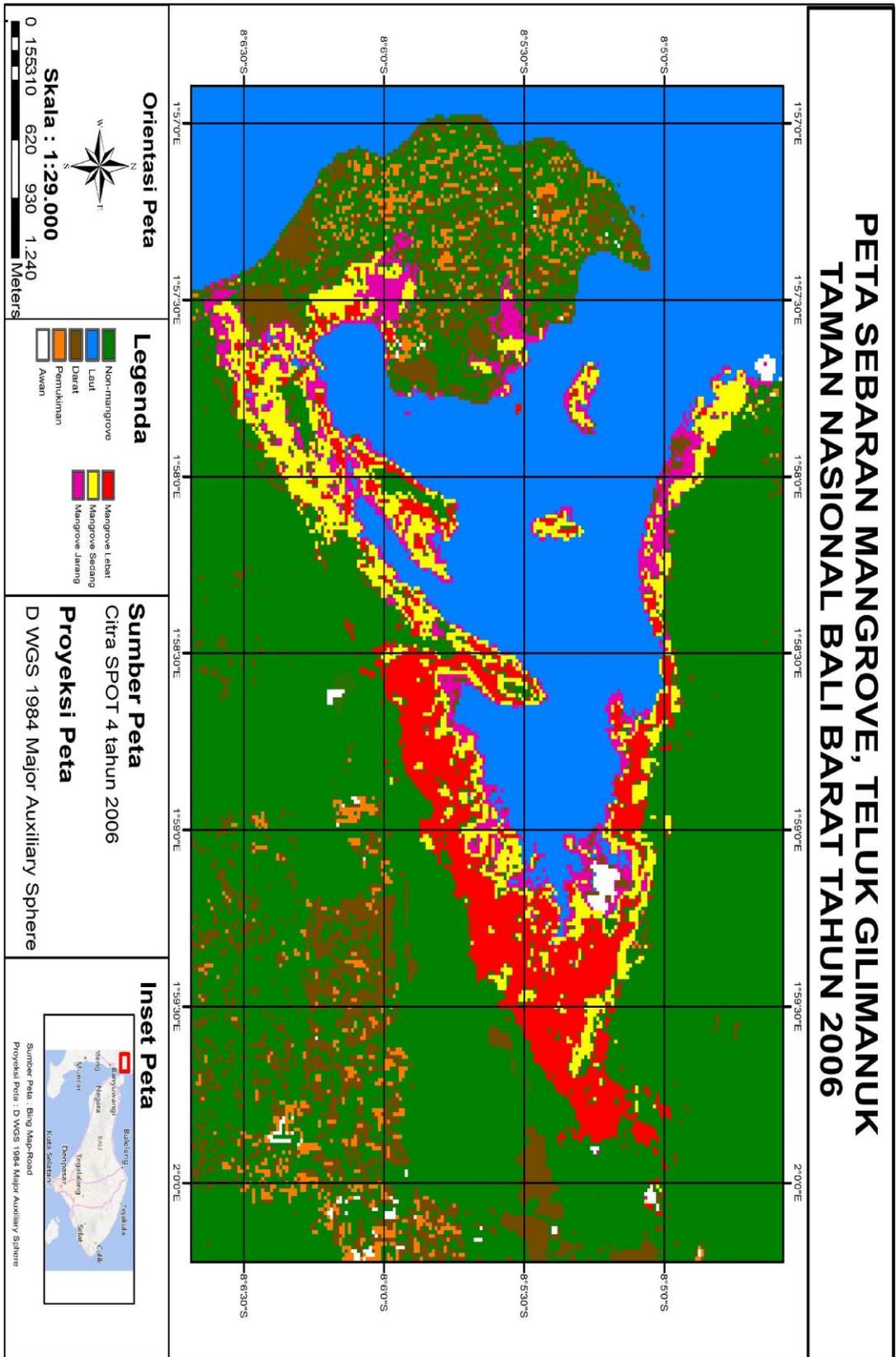
Lampiran 13. Peta hasil sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk dengan metode klasifikasi *unsupervised* Tahun 2011 pada citra SPOT 4



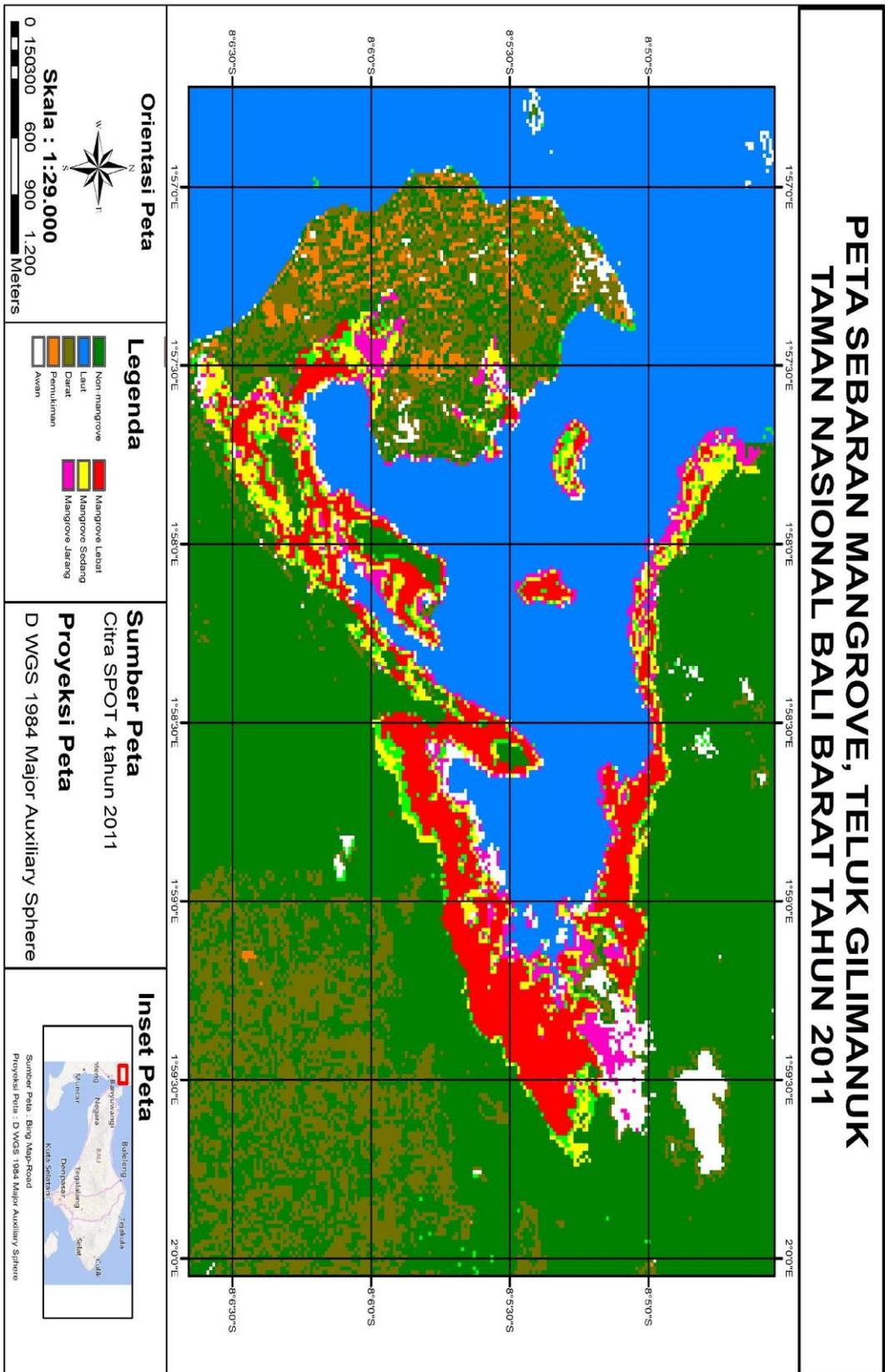
Lampiran. 14. Peta hasil sebaran mangrove di Teluk Gilimanuk dengan metode klasifikasi *unsupervised* Tahun 2015 pada citra SPOT 4



Lampiran 15. Hasil *reclassify* peta sebaran mangrove pada indeks vegetasi NDVI dengan hasil klasifikasi tutupan lahan dengan *unsupervised* tahun 2006 di Teluk Gilimanuk



Lampiran 16. Hasil *reclassify* peta sebaran mangrove pada indeks vegetasi NDVI dengan hasil klasifikasi tutupan lahan dengan *unsupervised* tahun 2011 di Teluk Gilimanuk



Lampiran 17. Hasil *reclassify* peta sebaran mangrove pada indeks vegetasi NDVI dengan hasil klasifikasi tutupan lahan dengan *unsupervised* tahun 2015 di Teluk Gilimanuk

