KAJIAN PERUBAHAN LUASAN HUTAN MANGROVE MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT TAHUN 2005 – 2013 DI WILAYAH PESISIR TELUK KENDARI BAGIAN DALAM SULAWESI TENGGARA

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh:
WURIKA INDAH MUNARTI
NIM. 0810860034

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

KAJIAN PERUBAHAN LUASAN HUTAN MANGROVE MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT TAHUN 2005 – 2013 DI WILAYAH PESISIR TELUK KENDARI BAGIAN DALAM SULAWESI TENGGARA

SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

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

Oleh :

WURIKA INDAH MUNARTI

NIM. 0810860034

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

KAJIAN PERUBAHAN LUASAN HUTAN MANGROVE MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT TAHUN 2005 – 2013 DI WILAYAH PESISIR TELUK KENDARI BAGIAN DALAM SULAWESI TENGGARA

Oleh :
WURIKA INDAH MUNARTI
NIM. 0810860034

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 24 Juni 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Dosen Penguji I

(Dr. H. Rudianto, MA.)
NIP. 19570715 198603 1 024
Tanggal :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D)
NIP. 19621220 198803 1 004
Tanggal :

Dosen Penguji II

(Dhira K. Saputra, S.Kel., M.Sc)
NIP. 860115 0811 0 319
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc)
NIP. 19801005 200501 1 002
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.)
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal :

LEMBAR ORISINALITAS

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

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Juni 2015

Mahasiswa,

Wurika Indah Munarti

NIM.0810860034

LEMBAR PERSEMBAHAN

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyeleseian tugas akhir ini, antara lain :

1. Kedua orangtuaku atas doa, motivasi dan kesabarannya.
2. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D dan Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc selaku pembimbing atas nasehat dan bantuannya dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Seluruh dosen FPIK khususnya Jurusan PSPK atas ilmu yang telah diberikan.
4. Teman-teman IK 2008 atas bantuan dan motivasinya.

Malang, Juni 2015

Penulis

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

WURIKA INDAH MUNARTI. Kajian Perubahan Luasan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Satelit Tahun 2005 - 2013 di Wilayah Pesisir Teluk Kendari Bagian Dalam Sulawesi Tenggara. Dibimbing oleh **Bambang Semedi** dan **M. Arif Zainul Fuad.**

Hutan mangrove berfungsi sebagai tempat pemijahan, pencegah abrasi pantai, dan sebagai sumber ketersediaan *nutrient* bagi biota laut di sekitarnya. Hutan mangrove dengan akar dan *canopy* yang rapat dan kokoh, dapat melindungi daratan dari gelombang, tsunami, dan terpaan angin topan (Bengen, 2000). Hutan mangrove atau *mangal*, dapat tumbuh di wilayah tropis dan subtropis, yang dekat dengan garis khatulistiwa dimana temperatur permukaan air laut tidak lebih dari 16°C (NOAA, 2014). Kerusakan global mangrove yang telah terjadi sejak tahun 1980 mencapai 25%, sekarang hanya tersisa kurang dari 15 juta ha (FAO, 2007). Sedangkan menurut Hogarth (2013), total area mangrove di dunia diperkirakan tersisa 170.000 $km^{2.}$). Terjadi degradasi hutan serta konversi mangrove besar-besaran karena masyarakat belum paham pentingnya mangrove ini. Sementara, banyak hutan mangrove yang sekarang berubah menjadi tambak ikan. Salah satu contoh di wilayah sekitar kawasan hutan mangrove Teluk Kendari, yang memanfaatkan sumberdaya mangrove sebagai kayu bakar, masyarakat sekitar juga memanfaatkan fungsi alami dari mangrove yaitu sebagai tempat *spawning* bagi biota-biota laut, seperti kepiting, udang, dan pembudidayaan ikan. Sebagian masyarakat menggantungkan hidup pada Teluk Kendari, sebagai sumber penghasilan mereka (Ahmad, 2005).

Penelitian lapang dilaksanakan pada tanggal 8-11 Januari 2014 yang bertujuan untuk mengetahui perubahan luasan hutan mangrove yang berada di wilayah pesisir Teluk Kendari dan mengetahui kondisi kerapatan mangrove dengan menggunakan citra Landsat. Dengan memanfaatkan aplikasi penginderaan jauh yaitu menggunakan citra satelit Landsat 5 TM, satelit Landsat-7 ETM+ dan Landsat 8 OLI TIRS dari tahun 2005 - 2013. Selain itu, dilakukan pengecekkan data lapang dengan menghitung kerapatan mangrove menggunakan transek garis dan transek kuadrat. Metode yang digunakan merupakan salah satu algoritma indeks vegetasi yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Hasil yang diperoleh yaitu luas mangrove pada tahun 2005 memiliki luas 116.37 Ha, tahun 2009 dengan luas 131.40 Ha, tahun 2011 dengan luas 121.32 Ha, dan tahun 2013 dengan luas 137.07 Ha. Jika dilihat dari luas tersebut terjadi penurunan pada tahun 2009 ke tahun 2011, hal ini disebabkan oleh adanya pembukaan lahan untuk pembangunan perumahan dan wisata kuliner. Namun, pada tahun 2013, naik menjadi 137.07 Ha, hal ini disebabkan adanya program pemerintah setempat yang melakukan rehabilitasi mangrove pada akhir Oktober 2011. Nilai NDVI pada stasiun 1 bernilai 0.48, stasiun 2 bernilai 0.46 dan stasiun 3 bernilai 0.49. Hasil pengambilan data lapang pada stasiun 1 mewakili kelas kerapatan mangrove jarang bernilai 1667 Ind/Ha, stasiun 2 mewakili kelas kerapatan mangrove sedang bernilai 8334 Ind/Ha dan stasiun 3 mewakili kelas kerapatan mangrove lebat bernilai 8667 Ind/Ha.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas berkah dan rahmat-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

"Kajian Perubahan Luasan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Satelit Landsat Tahun 2005 - 2013 di Wilayah Pesisir Teluk Kendari Bagian Dalam Sulawesi Tenggara". Dalam tulisan ini menggambarkan adanya perubahan luasan hutan mangrove serta menjelaskan tentang kerapatan hutan mangrove berdasarkan analisa indeks vegetasi hijau yang menggunakan metode NDVI dan menggunakan data perekaman citra Landsat 5 (TM) di tahun 2005, Landsat 7 (ETM+) di tahun 2009 & 2011 dan Landsat 8 (OLI TIRS) di tahun 2013, dilakukan pengecekan langsung ke lapang untuk verifikasi data satelit dan data lapang yang kemudian di korelasikan.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN ..... **i**
KATA PENGANTAR ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **iii**
DAFTAR TABEL ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **viii**
1. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Tempat dan Waktu Penelitian 3

2. TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Definisi Mangrove 5
2.2 Jenis-Jenis Mangrove 6
2.3 Penyebaran dan Ancaman Terhadap Mangrove 7
2.4 Penginderaan Jauh Sebagai Alat Pendeteksi Kerapatan Hutan Mangrove 11
2.4.1 Citra Landsat 5 *Thematic Mapper* 14
2.4.2 Citra Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) 15
2.4.3 Citra Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) & *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) 16
2.4.4 Kegunaan Saluran/Band pada Citra Landsat 17

3. METODOLOGI **19**
3.1 Skema Penelitian 19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 20
3.3 Metode Pengambilan Data 20
3.4 Pengolahan Data Citra 20
3.4.1 Koreksi Geometrik dan Radiometrik (Multispekral *Band*) 20
3.4.2 Penambalan Citra Landsat 7 ETM+ 21
3.4.3 Penggabungan Saluran (*Band*) 22
3.4.4 Pemotongan Citra Berdasarkan Area Penelitian 22
3.4.5 Klasifikasi Terbimbing 22
3.4.6 Perhitungan Nilai Kerapatan (Algoritma NDVI) 22
3.4.7 *Layout* Peta 23
3.5 Pengambilan Data Lapang 23
3.5.1 Penambalan Citra Landsat 7 ETM+ 23
3.6 Pengolahan Data Lapang 24

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Keadaan Umum 26
4.2 Koreksi Geometrik dan Radiometrik (Multispektral *Band*) 27
4.3 Penambalan Citra Landsat 7 ETM+ 28

4.4 Penggabungan Saluran (*Band)* 29
4.5 Klasifikasii Terbimbing 30
4.6 Perhitungan Nilai Kerapatan (Algoritma NDVI) 32
4.7 Analisa Lapang Vegetasi Mangrove 35
4.8 Hubungan Kerapatan Mangrove dan Nilai NDVI 39

5. PENUTUP..... 42
5.1 Kesimpulan..... 42
5.2 Saran 43

DAFTAR PUSTAKA..... 44

LAMPIRAN..... 47

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Luas Mangrove di Indonesia 9
2. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Berdasarkan Algoritma NDVI 14
3. Karakteristik Landsat 5 TM 15
4. Karakteristik Landsat 7 ETM+ 16
5. Karakteristik Landsat 8 OLI TIRS 17
6. Kegunaan Saluran / *Band* Landsat 18
7. Alat dan Bahan Penelitian 20
8. Kriteria Baku Kerapatan Pohon 25
19. Luas Wilayah Berdasarkan Penafsiran 31
10. Nilai Interval Masing-Masing Perekaman 33
11. Luasan Kerapatan Mangrove 33
12. Hasil Data Lapang 37
13. Nilai Kerapatan jenis (Di), Kerapatan Relatif Jenis (RDi) dan Total Kerapatan 38
14. Kerapatan Jenis Tiap-tiap Stasiun 39

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Peta Wilayah Penelitian 4
2. Sebaran Mangrove di Indonesia 8
3. Karakteristik Pantulan Komponen Vegetasi 12
4. Diagram Alur Penelitian 19
5. Peletakan Transek 24
6. Hasil Koreksi Geometrik dan Radiometrik 28
7. Contoh Hasil Penambalan Band 29
8. Penggabungan Saluran NIR-IR, SWIR-1 dan RED sebagai Pendeteksi Kawasan Hutan Mangrove 30
9. Perubahan Luasan Mangrove 31
10. Perubahan Luasan Tambak 32
11. Titik Stasiun Lokasi Penelitian 36
12. Kerapatan Mangrove Tahun 2013 40
13. Kerapatan Mangrove Tahun 2005, 2009, 2011 dan 2013 41
14. Tampilan Awal Laman USGS 50
15. Seri Citra Landsat 50
16. *Path/Row* 51
17. *Resolution* 51
18. Menu Pilihan Bulan dan Tahun Citra 52
19. Gambar Citra Satelit yang Siap Diunduh 52
20. Tampilan Awal *Earth Explorer* 53
21. Pilihan Citra Siap Diunduh 53
22. Citra yang Berekstensi *GeoTiff* 53
23. Pengunduhan Citra 54
24. Tampilan Awal ENVI 5.1 55
25. Lokasi Penyimpanan Citra 55
26. Memasukkan *Color Infrared* 56
27. Memilih RGB 56
28. Menu *Zoom Out* 57
29. *Radiometric Calibration* 58
30. *Change RGB Bands* 59

31. Tampilan *Spatial Analyst Tools* 60
32. Pemotongan Citra Berdasarkan Wilayah Penelitian 61
33. Proses Awal Klasifikasi Data..... 62
34. Tampilan pada Menu *Image Classification* 62
35. Tampilan pada *Training Sample Manager* 63
36. *Draw Polygon*..... 63
37. Proses Penggabungan Kelas yang Sama 64
38.Proses Klasifikasi Citra Satelit 64
39. Tampilan *Interactive Supervised Classification*..... 64
40. Hasil dari Klasifikasi Terbimbing 65
41. Contoh Saluran NIR dan RED (proses perhitungan NDVI)..... 66
42. Raster Kalkulator 67
43. *Reclassify Toolboxs* 68
44. Pembagian Kelas (*Classification*) 68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

1. Jenis Mangrove yang Ditemukan 47
2. Cara Mengunduh Citra Satelit Landsat Melalui GLOVIS USGS 48
3. Penggabungan Band di ENVI 5.1 53
4. Pemotongan Citra Berdasarkan Area Penelitian 58
5. Langkah-Langkah dalam Proses Klasifikasi Terbimbing 60
6. Langkah-Langkah dalam Proses Perhitungan Algoritma NDVI 64
7. Perhitungan Kerapatan Jenis (D_i) dan Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) 68

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia terletak di wilayah tropis, merupakan salah satu negara yang memiliki hutan mangrove terbesar di dunia. Pada tahun 2005 luas hutan mangrove di Indonesia sebesar 3,062,300 ha atau 19% dari luas hutan mangrove di dunia dan melebihi Australia (10%) dan Brazil (7%). Di Asia sendiri luas hutan mangrove Indonesia berjumlah sekitar 49% dari total hutan mangrove di Asia yang diikuti oleh Malaysia (10%) dan Myanmar (9%) (FAO, 2007).

Hutan mangrove merupakan jenis hutan yang berada di sepanjang pesisir pantai atau muara sungai, dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Jenis vegetasi mangrove yang dapat tumbuh adalah jenis vegetasi yang mampu bertahan dengan perubahan kondisi di lingkungan sekitarnya (Anwar *et al*., 1984).

Hutan mangrove berfungsi sebagai tempat pemijahan, pencegah abrasi pantai, dan sebagai sumber ketersediaan *nutrient* bagi biota laut di sekitarnya. Hutan mangrove dengan akar dan *canopy* yang rapat dan kokoh, dapat melindungi daratan dari gelombang, tsunami, dan terpaan angin topan (Bengen, 2000).

Hutan mangrove atau *mangal*, dapat tumbuh di wilayah tropis dan subtropis, yang dekat dengan garis khatulistiwa dimana temperatur permukaan air laut tidak lebih dari 16°C (NOAA, 2014). Kerusakan global mangrove yang telah terjadi sejak tahun 1980 mencapai 25%, sekarang

hanya tersisa kurang dari 15 juta ha (FAO, 2007). Sedangkan menurut Hogarth (2013), total area mangrove di dunia diperkirakan tersisa 170.000 km^2.

Tingkat kerusakan hutan mangrove di Indonesia sangat tinggi, sebanyak 1,8 juta hektar hutan mangrove di Indonesia diperkirakan rusak. Kerusakan pada hutan mangrove ini cukup meresahkan sehingga mendapatkan perhatian serius dari pemerintah serta negara-negara maju pemerhati konservasi mangrove (TEMPO, 2012).

Penurunan jumlah hutan mangrove di dunia disebabkan oleh pengalihan guna lahan menjadi lahan pertanian, menjadi daerah pemukiman dan kebanyakan untuk dijadikan kolam budidaya perairan (Primavera, 2000). Terjadi degradasi hutan serta konversi mangrove besar-besaran karena masyarakat belum paham pentingnya mangrove ini. Sementara, banyak hutan mangrove yang sekarang berubah menjadi tambak ikan. Salah satu contoh di wilayah sekitar kawasan hutan mangrove Teluk Kendari, yang memanfaatkan sumberdaya mangrove sebagai kayu bakar, masyarakat sekitar juga memanfaatkan fungsi alami dari mangrove yaitu sebagai tempat *spawning* bagi biota-biota laut, seperti kepiting, udang, dan pembudidayaan ikan. Sebagian masyarakat menggantungkan hidup pada Teluk Kendari, sebagai sumber penghasilan mereka (Ahmad, 2005). Untuk itu penulis melakukan penelitian dan kajian mengenai perubahan dan kerapatan hutan mangrove di wilayah teluk Kendari bagian dalam Provinsi Sulawesi Tenggara.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem perairan yang memiliki peranan yang sangat penting, yang memiliki fungsi sebagai tempat pemijahan dan penahan gelombang. Mangrove memiliki banyak manfaat sehingga membutuhkan pengelolaan dan pemeliharaan terpadu guna menjaga kelestariannya.

Keberadaan hutan mangrove relatif berkurang tahunnya, hal ini disebabkan adanya pembukaan lahan untuk kawasan wisata dan perdagangan, penebangan liar, dan alih fungsi guna lahan mangrove tersebut. Dalam mencegah dan menanggulangi dampak dari kerusakan hutan mangrove, maka diperlukan adanya data mengenai luas dan kerapatan mangrove yang berada di wilayah tersebut.

Penginderaan jauh merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui data luas dan kerapatan mangrove. Data luasan dan kerapatan dapat diketahui melalui pantulan gelombang dari klorofil daun mangrove. Gelombang merah dan gelombang inframerah dekat dalam penginderaan jauh memiliki fungsi dalam mendeteksi kanopi mangrove.

Permasalahan yang dapat dirumuskan berdasarkan uraian di atas adalah apakah terjadi perubahan luasan hutan mangrove dari tahun 2005 – 2013 dan bagaimana kondisi kerapatannya.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1) Mengetahui perubahan luasan hutan mangrove yang berada di pesisir Teluk Kendari bagian dalam dari tahun 2005 - 2013.

2) Mengetahui kondisi kerapatan mangrove dengan menggunakan citra Landsat.

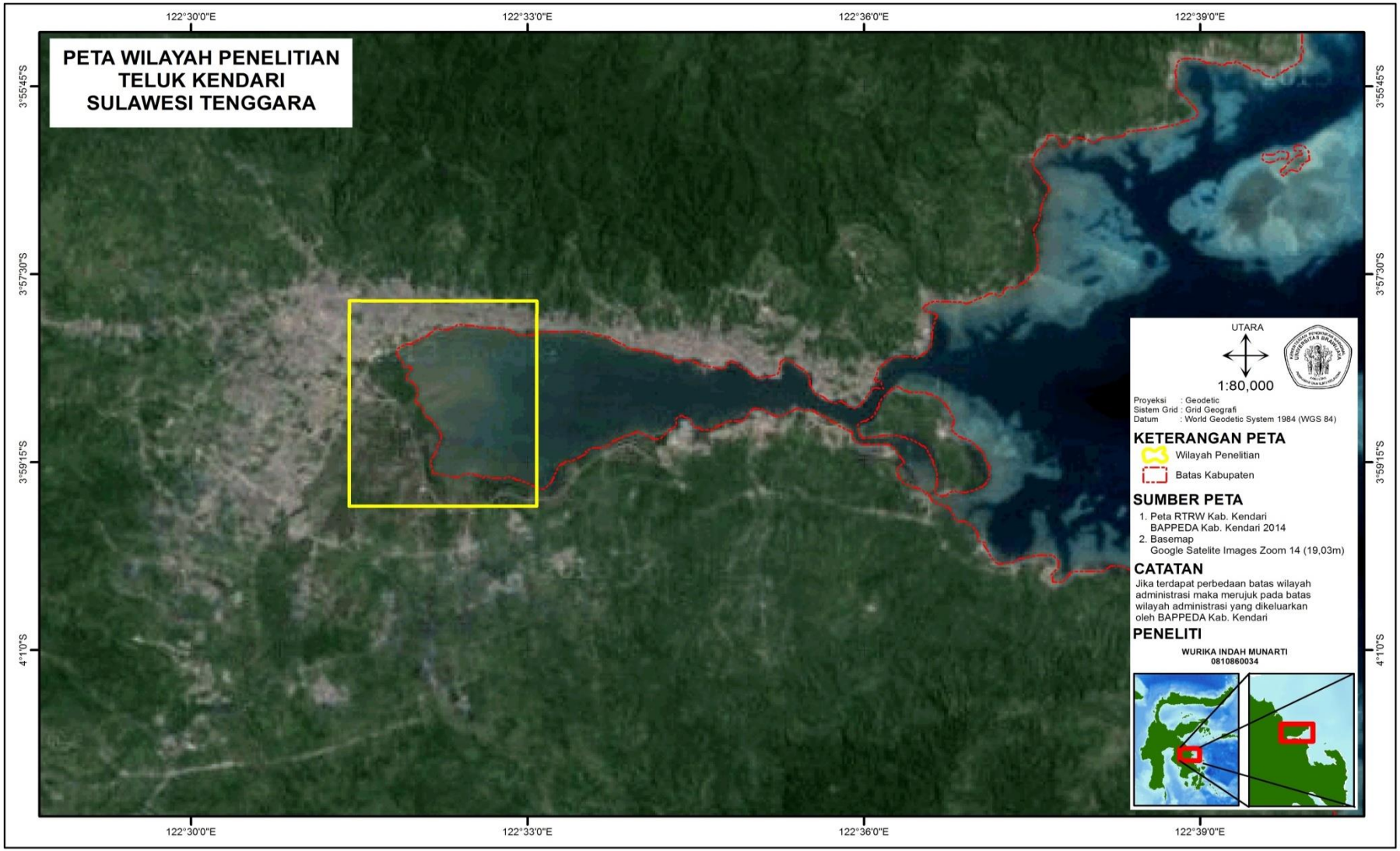
1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1) Menambah wawasan tentang luas dan kerapatan wilayah hutan mangrove yang berada di Teluk Kendari bagian dalam.
2) Dapat digunakan sebagai informasi tambahan untuk penelitian selanjutnya.
3) Menambah wawasan masyarakat luas tentang kegunaan dan manfaat hutan mangrove di kehidupan sehari-hari, sehingga masyarakat dapat berpartisipasi langsung dalam pengelolaan kawasan hutan mangrove.
4) Sebagai informasi valid yang dapat digunakan didalam pengambilan kebijakan mengenai struktur dan pola ruang kota Kendari.

1.5 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Lokasi penelitian ini berada di wilayah pesisir Teluk Kendari bagian dalam, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Penelitian lapang dilaksanakan pada tanggal 8-11 Januari 2014, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DEFINISI MANGROVE

Mangrove terdiri dari 2 bahasa yaitu bahasa Portugis dan Inggris, terdiri dari dua kata, ”Mangue” dan ”grove” (Macnae, 1968). Dalam bahasa Inggris, mangrove didefinisikan pada kelompok tumbuhan yang tumbuh di sekitar daerah pasang surut maupun untuk individu jenis tumbuhan yang tersusun darikomunitas tersebut. Hutan mangrove juga disebut *coastal woodland*, *tidal forest*, *vloedbosschen* dan hutan payau (bahasa Indonesia). Selain itu, hutan mangrovedi negara Asia Tenggara yang berbahasa Melayu menyebutnya dengan hutan bakau. Hutan bakau ini merupakan nama lokal yang merujuk pada nama lokal dari *Rhizophora sp*, sedang hutan mangrove terdiri darijenis-jenis dari marga mangrove dan tumbuhan lainnya (Kusmana et al, 2003).

Ekosistem mangrove merupakan siklus yang sangat penting antara aktifitas biologi, perubahan bentang alam, dan aliran air (Mazda *et al*., 2005). Mangrove dapat tumbuh subur pada wilayah pesisir terbuka, bahkan di wilayah dengan gelombang yang relatif tinggi dan ombak besar, jika ada lumpur yang ikut terbawa dengan ombak besar (Perry, 2007). Sedangkan Sousa (2011) menyatakan bahwa mangrove dapat tumbuh di wilayah yang luas dengan tipe tanah yang miskin unsur hara, terdiri dari lumpur organik, sedimennya halus sehingga miskin oksigen dengan tinggi konsentrasi hidrogen sulfida.

Pasang surut laut bersifat garam, sehingga pohon mangrove tidak dapat mengatasi penyerapan garam dan memperoleh air yang cukup untuk kebutuhan osmosis. Pada iklim yang panas, evaporasi membuat kadar garam meningkat melebihi kadar di air laut (Hogarth, 2013).

Hutan mangrove di Indonesia di bedakan dalam 2 wilayah yaitu Asia dan Oseania. Dalam dua wilayah ini terdapat keanekaragaman satwa, tumbuh-tumbuhandan jasad renik yang lebih besar dari negara lain. Hal ini disebabkan karena Indonesia merupakan negara kepulauan. Karena tumbuh di negara kepulauan, maka menampilkan ekosistem yang berbeda-beda dengan kekhasan masing-masing individu (Santono, et al., 2005).

2.2 JENIS-JENIS MANGROVE

Menurut proses terbentuknya hutan mangrove dibagi atas hutan mangrove primer dan sekunder. Sesuai dengan definisi hutan primer dan sekunder pada umumnya.

Hutan mangrove primer adalah hutan mangrove yang masih utuh yang belum mengalami gangguan eksploitasi oleh manusia. Karena belum adanya intervensi manusia hutan-hutan primer ini serang disebut juga hutan perawan atau *virgin forest*. Memiliki salah satu kriteria jenis pohon sangat banyak mencapai 40-80 jenis/ha, sehingga jumlah batang/jenis sangat sedikit. Jumlah jenis pada hutan alam primer di Asia Tenggara termasuk di Indonesia diperkirakan 12.000 - 15.000 spesies untuk pohon yang berukuran diameter 10 cm keatas.

Hutan mangrove sekunder adalah hutan yang tumbuh dan berkembang secara alami sesudah terjadi kerusakan/perubahan pada hutan yang pertama. Hutan sekunder merupakan fase pertumbuhan hutan dari keadaan tapak gundul, karena alam ataupun antropogen, sampai menjadi klimaks kembali (Lamprecht, 1986).

Mangrove sendiri terdiri dari 12 genera dari 8 famili berbeda. Genera yang paling dominan antara lain *Rhizopora*, *Sonneratia*, *Avicennia*, dan *Bruguirea* (Nybakken, 1992).

Menurut Aksornkoae (1993), jenis perakaran mangrove dibagi menjadi 5, yaitu

1. Akar tongkat (*prop root*). Jenis akar ini meru pakan modifikasi dari cabang batang mangrove yang kemudian menancap ke substrat.
2. Akar gantung (*aerial root*). Jenis akar ini tidak menancap ke substrat, melainkan hanya menggantung pada batang mangrove, akar ini banyak di temukan pada jenis *Avicennia*, *Rhizopora*, dan *Acanthus*.
3. Akar cakar ayam / akar napas (*pneumatophore*). Jenis akar ini tumbuh ke atas setinggi 10-30 cm dari permukaan substrat.
4. Akar lutut (*knee root*). Jenis akar ini mirip dengan akar napas, namun akar ini tumbuh kearah substrat dan melengkung sehingga dapat menancap di substrat.
5. Akar papan (*buttress root*). Jenis akar ini mirip dengan akar tongkat, tapi berbentuk lengkung dan melempeng.

2.3 PENYEBARAN DAN ANCAMAN TERHADAP HUTAN MANGROVE

Beberapa sumber yang melakukan penelitian mengenai luas mangrove dan sebarannya, pada penelitian (NASA, 2010) luas mangrove di Indonesia telah berkurang 35% antara tahun 1980-2000 dimana luas mangrove pada tahun 1980 itu mencapai 4,2 juta ha dan pada tahun 2000 berkurang menjadi 2 juta ha.

Gambar 2. Sebaran Mangrove di Indonesia (NASA, 2010).

Hasil pemetaan Pusat Survey Sumber Daya Alam Laut (PSSDAL)-Bakosurtanal dengan menganalisis data citra Landsat ETM (akumulasi data citra tahun 2006-2009, 190 s*cenes*), mengestimasi luas mangrove di Indonesia adalah 3.244.018,46 ha (Hartini et al., 2010). Kementerian Kehutanan tahun 2007 juga mengeluarkan data luas hutan mangrove Indonesia, adapun luas hutan mangrove Indonesia berdasarkan Kementerian Kehutanan adalah 7.758.410,595 ha (Direktur Bina Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kementerian Kehutanan, 2009 dalam Hartini et al., 2010), tetapi hampir 70% nya rusak (tidak diketahui kategori rusaknya). Kedua instansi tersebut juga mengeluarkan data luas mangrove per provinsi di 33 provinsi di Indonesia. luas-luas mangrove di 33 Provinsi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Luas Mangrove di Indonesia (Hartini, *et al*, 2010)

No.	Province	Area of Mangroves (ha)	
		Bakosurtanal 2009	RLPS –MOF 2007
1	Nanggroe Aceh Darussalam	22.950.321	422.703.000
2	North Sumatera	50.369.793	364.581.150
3	Bengkulu	2.321.870	0.000
4	Jambi	12.528.323	52.566.880
5	Riau	206.292.642	261.285.327
6	Kepulauan Riau	54.681.915	178.417.549
7	West Sumatera	3.002.689	61.534.000
8	Bangka Belitung	64.567.396	273.692.820
9	South Sumatera	149.707.431	1.693.112.110
10	Lampung	10.533.676	866.149.000
11	DKI Jakarta	500.675	259.930
12	Banten	2.936.188	1.180.484
13	West Java	7.932.953	13.883.195
14	Central Java	4.857.939	50.690.000
15	East Java	18.253.871	272.230.300
16	D.I. Yogyakarta	0	0
17	Bali	1.925.046	2.215.500
18	West Nusa Tenggara	11.921.179	18.356.880
19	East Nusa Tenggara	20.678.450	40.640.850
20	West Kalimantan	149.344.189	342.600.120
21	Central Kalimantan	68.132.451	30.497.710
22	South Kalimantan	56.552.064	116.824.000
23	East Kalimantan	364.254.989	883.379.000
24	North Sulawesi	7.348.676	32.384.490
25	Gorontalo	12.315.465	32.934.620
26	Central Sulawesi	67.320.130	29.621.560
27	South Sulawesi	12.821.497	28.978.300
28	South East Sulawesi	44.030.338	74.348.820
29	West Sulawesi	3.182.201	3.000.000
30	North Maluku	39.659.729	43.887.000
31	Maluku	139.090.920	128.035.000
32.33	Papua and West Papua	1.634.003.454	1.438.421.000
Total		**3,244,018.460**	**7,758,410.595**

Mangrove yang tersebar di Indonesia mengalami banyak perubahan luasan. Penyebab utama berkurangnya luasan hutan mangrove di suatu wilayah menurut Santono*, et al*., (2005) adalah

1. Perubahan guna lahan mangrove menjadi wilayah pemukiman warga, kegiatan tambak, industri, dan pertambangan di sekitar pesisir laut.
2. Perambahan hutan mangrove, eksploitasi hutan mangrove, dan *illegal logging*.

3. Pencemaran yang terjadi di pesisir laut yang merupakan daerah estuari pantai, yang menjadi tempat tumbuhnya mangrove.
4. Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bermuara ke laut, banyak membawa sedimen, sehingga dapat juga mempengaruhi pertumbuhan hutan mangrove.

Hutan mangrove dapat terancam keberadaannya. Beberapa penyebab kerusakan hutan mangrove adalah:

1. Banyaknya endapan lumpur yang terbawa oleh aliran sungai yang bermuara ke pesisir laut. Endapan lumpur tersebut menghalangi produksi bahan organik dan keragaman jenis mangrove. Dapat juga mengganggu jaring makanan di laut dan daratan
2. Perubahan pemanfaatan hutan mangrove, yang ditebang untuk dijadikan lahan pertanian dan budidaya, dapat mengurangi habitat mangrove. Sebagai contoh, budidaya udang merupakan penyebab utama berkurangnya biodiversitas mangrove
3. Manusia menebangi hutan mangrove dan menjadikannya tambak, sehingga kolam tersebut berisi *anoxic water*. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya kadar sulfida dalam tanah, dan menaikkan kadar pH sehingga menjadi penyebab kematian udang.
4. Efek negatif lainnya adalah penggunaan pestisida dan pupuk buatan. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berasal dari aliran air pertanian, akan bermuara di sekitar hutan mangrove. Hal ini menyebabkan akan meningkatkan jumlah konsentrasi nutrisi, khususnya nitrogen dan fosfor. Nutrisi ini menyebabkan kandungan oksigen dalam air akan habis dan mengakibatkan tumbuhnya alga. Sehingga, ekosistem tidak seimbang.

5. Penggunaan batang pohon mangrove sebagai bahan konstruksi bangunan, karena kayu mangrove tahan terhadap serangan rayap. Selain itu, kayu mangrove dapat dijadikan kayu bakar dan arang. Hal inilah yang menyebabkan banyaknya pembalakan liar di hutan mangrove, akibatnya tidak stabilnya kondisi tanah dan terjadilah erosi.
6. Aktifitas pembangunan di pinggir pantai dapat mempengaruhi kualitas air. Kegiatan industri, turis, dan pembangunan pelabuhan yang menyebabkan reklamasi dan pengerukan pantai (Coppenjans, 2008).

2.4 PENGINDERAAN JAUH SEBAGAI ALAT PENDETEKSI KERAPATAN VEGETASI HUTAN MANGROVE

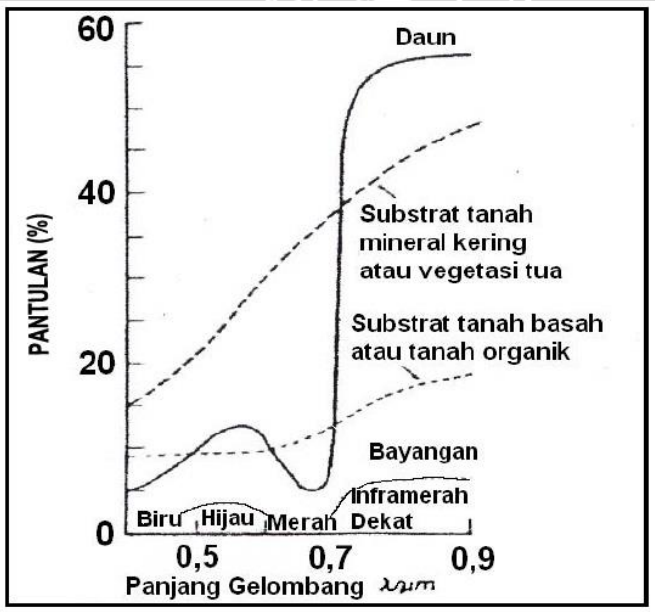
Menurut Conchedda *et al.* (2008) penginderaan jauh sangat penting untuk memperkirakan perubahan hutan mangrove yang dapat dilihat secara luas perubahannya secara berkala tiap tahun menggunakan citra satelit dan analisa menggunakan citra satelit dapat mengumpulkan informasi tentang hutan mangrove secara langsung ketika terdapat masalah lapangan yang tidak dapat dijangkau.

Menurut Yu (2005), ciri khas mangrove jika dilihat dari citra satelit adalah saat tergenang pasang laut, mangrove dapat dibedakan dengan vegetasi lainnya, karena mangrove dapat menyerap spektrum warna merah dan biru.

Sejak tahun 1960an, program Landsat telah berpengalaman menyelesaikan enam misi yang telah ikut berkontribusi selama 36 tahun dalam observasi bumi, yang merekam kondisi dan dinamika rupa bumi secara global. Peningkatan kapasitas pencitraan terus dilakukan untuk

meningkat kualitas data Landsat dan menjamin keberlanjutan perekaman secara kontinu (Loveland, 2012).

Nilai reflektans dapat dengan jelas mendiskripsikan obyek salah satunya adalah kanopi vegetasi. Nilai reflektansi dari suatu objek akan berbeda dengan nilai reflektansi objek lain. Objek vegetasi pada panjang gelombang infra merah dekat memiliki nilai reflektansi tinggi, sedangkan pada panjang gelombang merah, objek vegetasi memiliki nilai reflektansi rendah (Saefurahman, 2008). Berikut ini merupakan gambar karakteristik pantulan untuk vegetasi.



Gambar 3. Karakteristik Pantulan Komponen Vegetasi (Lo, 1996)

Untuk mendeteksi adanya vegetasi yang paling berperan adalah saluran Panjang gelombang sinar tampak sampai infra merah dekat. Dari prinsip tersebut, diperoleh suatu indeks yang digunakan untuk memantau

vegetasi yang dikenal sebagai indeks vegetasi. Dengan mengklasifikasikan obyek tersebut, indeks vegetasi dapat diterapkan pada vegetasi kawasan pesisir sehingga dapat melihat indeks vegetasi mangrove (Saefurahman, 2008).

Konsentrasi klorofil yang terkandung dalam suatu permukaan tanaman khususnya daun akan menunjukkan tingkat kehijauan tanaman tersebut yang disebut indeks vegetasi (Wijaya, 2005). Dari citra satelit data diperoleh indeks vegetasi untuk area mangrove menunjukkan hubungan yang dekat dengan Indeks Luas Daun *(Leaf Area Index* atau LAI*)* dan persentase penutupan kanopi mangrove. LAI didefinisikan sebagai area daun pada satu sisi tunggal daun di tiap unit area tanah.

Algoritma yang digunakan dalam penulisan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Kelemahan NDVI adalah rentannya algoritma tersebut terhadap gangguan atmosfir (Sudiana & Diasmara, 2008). Pada penelitian ini menggunakan algoritma NDVI kelebihannya yaitu dapat menghitung dan memprediksi biomassa, *leaf area index* (LAI) yang diserap oleh vegetasi (Sader et al, 1989 *dalam* Arhatin, 2007). NDVI dapat digunakan sebagai indikator biomassa relatif dan tingkat kehijauan daun (Chen dan Brutsaert, 1998 *dalam* Arhatin, 2007).

Menurut Departemen Kehutanan (2006), NDVI memiliki cara kerja dengan mengukur tingkat intensitas kehijauan. Intensitas kehijauan pada citra Landsat berkorelasi dengan tingkat kerapatan tajuk vegetasi dan untuk deteksi tingkat kehijauan pada citra landsat yang berkorelasi

dengan klorofil daun, maka saluran yang baik digunakan adalah saluran merah dan infra merah. Formula yang digunakan pada NDVI yaitu:

$$NDVI = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

Klasifikasi kerapatan mangrove ditentukan berdasarkan rentang nilai NDVI hasil perhitungan. Kisaran nilai NDVI yaitu -1 (non vegetasi) hingga 1 (vegetasi). Jumlah klasifikasi kerapatan mengacu pada buku Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. Ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi berdasarkan Algoritma NDVI

Kerapatan Vegetasi	**Nilai NDVI**
Lebat	0,43 ≤ NDVI ≤ 1,00
Sedang	0,33 ≤ NDVI ≤ 0,42
Jarang	-1,00 ≤ NDVI ≤ 0,32

2.4.1 Citra Landsat 5 *Thematic Mapper*

Landsat 5 adalah satelit kelima dari program Landsat. Landsat 5 diluncurkan pada 1 Maret 1984 dengan tujuan memberikan data citra satelit secara global. Program Landsat dikelola oleh USGS dan data dari Landsat 5 didistribusikan dari *USGS's Center* untuk *Earth Resources Observation and Science*. Pada tanggal 2 Maret 2009, Landsat 5 merayakan 25 tahun

keberhasilannya beroperasi. Landsat 5 ini juga merupakan satelit operasional (Lindgren, 1985), sedangkan satelit penelitian dan pengembangan (Sutanto, 1994).

Landsat 5 *Thematic Mapper* mempunyai sensor berupa *crosstrackscanner*. Pada satelit Landsat, sistem sensor ini merekam data 7 *band* dari domain terlihat (*visible*) hingga inframerah *thermal* (LWIR).

Landsat 5 memiliki *bandwidth* transmisi maksimum sebesar 85 Mbit/s dan ditempatkan pada ketinggian 705,3 km (438,3 mil). Dibutuhkan sekitar 16 hari untuk memindai seluruh bumi. Landsat 5 adalah salinan identik dari Landsat 4 dan digunakan sebagai *backup* Landsat 4 karena memiliki instrumen sama, termasuk instrumen TM dan MSS. Instrumen MSS ini dimatikan pada tahun 1995. Karakteristik saluran Landsat 5 ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Karakteristik Landsat 5 TM (NASA, 2003)

Satellite	Sensor	Band	Spectral Range	Scene Size	Pixel Res
L 1-4	MSS multi-spectral	1,2,3,4	0.5 - 1.1 µm	185 X 185 km	60 meter
L 4-5	TM multi-spectral	1,2,3,4,5,7	0.45 - 2.35 µm		30 meter
L 4-5	TM thermal	6	10.40 - 12.50 µm		120 meter
L 7	ETM+ multi-spectral	1,2,3,4,5,7	0.450 - 2.35 µm		30 meter
L 7	ETM+ thermal	6.1, 6.2	10.40 - 12.50 µm		60 meter
Panchromatic	ETM+ thermal	8	0.52 - 0.90 µm		15 meter

2.4.2 Citra Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+)

Satelit Landsat 7 diluncurkan pada 15 April 1999 dengan membawa instrumen *Enchanced Thematic Mapper plus* (ETM+) dengan misi 5 tahun

untuk meningkatkan kemampuan dari *Thematic Mapper* (TM), yang memiliki resolusi *band panchromatic* 15m, pengaturan *high* dan *low gain* tiap band dan band thermal infrared 60m yang membawa masing-masing mode *high* dan *low gain* yang terpancar utuk mengoptimalkan pengukuran permukaan bumi (Loveland, 2012).

Landsat 7*Enhanced Thematic Mapper plus* (ETM+) *Scan Line Corrector* (SLC) mulai tidak berfungsi pada 31 May 2003 setelah sekitar 22% data dari tiap ETM+ telah hilang, dan Landsat 8 baru bisa menghasilkan citra pada 11 April 2013. Walaupun demikian, Landsat 7 dengan SLC yang tidak berfungsi hanya menjadi satu-satunya sumber citra Landsat untuk beberapa periode waktu (Knudby, 2014). Karakteristik saluran Lansat 7 ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Karakteristik Lansdat 7 ETM+ (Roy *et al*, 2014)

Landsat 7		
Deskripsi Band dengan Resolusi 30m		Panjang Gelombang (µm)
Band 1	Blue	0.45-0.52
Band 2	Green	0.52-0.60
Band 3	Red	0.63-0.69
Band 4	Near infrared	0.77-0.90
Band 5	Shortwave Infrared	1.55-1.75
Band 6	Shortwave Infrared	2.09-2.35
Band 7	Panchromatic (15m)	0.52-0.90
Band 61	Thermal Infrared (60m)	10.40-12.50 (high gain)
Band 62	Thermal Infrared (60m)	10.40-12.50 (low gain)

2.4.3 Citra Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) &*Thermal Infrared Sensor* (TIRS)

Landsat 8 membawa misi utama untuk melanjutkan *record* data citra Landsat kedepannya dan tetap mengorbit sehingga data Landsat 8 dapat dibandingkan dengan citra Landsat sebelumnya (Roy *et al*, 2014). Menurut Irons *et al.* (2012). Landsat 8 membawa 2 jenis sensor yaitu *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Untuk lebih jelasnya dapat dilhat pada Tabel 5.

Dibandingkan dengan *band* Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper plus* (ETM+), OLI mempunyai tambahan dua reflektor panjang gelombang yaitu *band* biru pemendek panjang gelombang (0.43-0.45 µm) yang berfungsi untuk meningkatkan sensitifitas pada zat hijau klorofil dan material lain yang tercampur di pesisir pantai, dan band infra merah gelombang pendek (1.36-1.39 µm) sebagai pendeteksi awan tipis. Sedangkan pada TIRS dapat memancarkan cahaya pada dua *band* 100m *thermal infrared* bila dibandingkan dengan *band* ETM+ pada *high* dan *low gain single thermal infrared* 60m. meskipun demikian, dua *band thermal* TIRS dapat mengoreksi panas panjang gelombang udara dan dapat diandalkan untuk mengetahui temperatur permukaan (Roy *et al*, 2014).

OLI membutuhkan spesifikasi sensor yang dapat mengumpulkan data citra untuk 9 spektrum *band* dengan resolusi spasial 30m (15m *band panchromatic*) lebih dari 185km per petaknya dengan ketinggian minimal 705km *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) pesawat ruang angkasa (Irons *et al*, 2012). Karakteristik saluran Landsat 8 ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Karakteristik Landsat 8 OLI TIRS (Roy *et al*, 2014)

Landsat 8		
Deskripsi Band dengan Resolusi 30m		Panjang Gelombang (µm)
Band 1	Blue	0.43-0.45
Band 2	Blue	0.45-0.51
Band 3	Green	0.53-0.59
Band 4	Red	0.64-0.67
Band 5	Near infrared	0.85-0.88
Band 6	Shortwave Infrared	1.57-1,65
Band 7	Shortwave Infrared	2.11-2.29
Band 8	Panchromatic (15m)	0.50-0.68
Band 9	Cirrus	1.36-1.38
Band 10	Thermal Infrared (100m)	10.60-11.19
Band 11	Thermal Infrared (100m)	11.50-12.51

2.4.4 Kegunaan Saluran/Band pada Citra Landsat

Adapun kegunaan setiap saluran pada satelit Landsat dijabarkan pada Tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6. Kegunaan Saluran/Band Landsat (GIF, 2008)

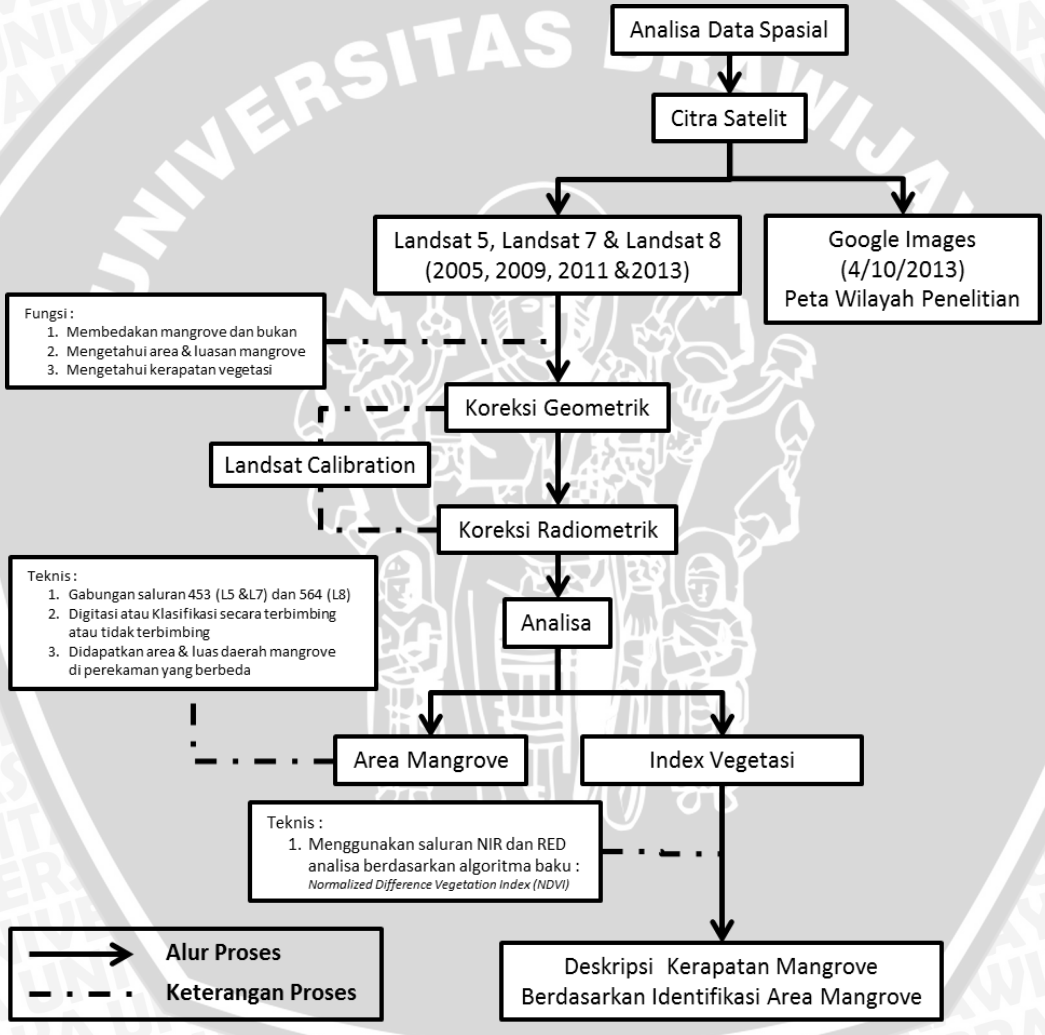
Band	Kisaran Gelombang (µm)	Kegunaan Utama
1	0,45 – 0,52	*Band Blue-green*. Panjang gelombangnya dapat menembus ekosistem perairan seperti, pemetaan sedimen, dan habitat terumbu karang.
2	0,52 – 0,60	*Band Green*. Digunakan untuk mendeteksi vegetasi .
3	0,63 – 0,69	*Band Red*. *Band* ini digunakan untuk membedakan antara tanah dan vegetasi karena vegetasi menyerap semua cahaya merah. Dan juga mengamati vegetasi yang sehat.
4	0,76 – 0,90	*Band Near Infrared*. Sebagai pembeda antara air dan permukaan tahan. Karena air menyerap semua spektrum cahaya pada panjang gelombang sehingga pada

		tampilannya menjadi gelap.
5	1,55 – 1,75	*Band Mid-Infrared*. Sangat sensitif terhadap kelembapan dan digunakan untuk mengidentifikasi kelembapan tanah. Dan dapat membedakan antara awan dan salju.
6	10,40 – 12,50	*Band Thermal Infrared*. Dapat mengukur suhu permukaan dan dapat memperkirakan panas dari suatu tanaman.
7	2,08 – 2,35	*Band Mid-Infrared*. Mengukur kelembapan vegetasi, tanah dan formasi batuan.
8	Panchromatic	Karena memiliki resolusi 15 m, maka, band ini paling tajam diantara band yang lain dan dapat melihat permukaan dengan mengabungkan seluruh spektrum cahaya, dan menampilkannya dalam warna abu-abu.

3. METODOLOGI

3.1 SKEMA PENELITIAN

Berikut ini digambarkan dan dijelaskan mengenai skema penelitian yang peneliti lakukan dengan ketersedian data, aplikasi pengolahan data dan proses pengolahan data.



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

3.2 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dituliskan pada Tabel 7 dibawah ini :

Tabel 7. Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat & Bahan	Kegunaan
1	GPS (*Global Positioning System*)	Menentukan koordinat lokasi penelitian
2	Roll meter	Pelengkap membuat transek garis 100m
3	Tali raffia	Pelengkap membuat transek 10x10m
4	*Camera Digital*	Mendokumentasi penelitian
5	Citra Landsat	Foto rupa Bumi yang dianalisa
6	ENVI 5.1	Aplikasi pengolah data Raster
7	ArcGIS 10.1	Aplikasi Pengolah data Vektor
8	Ms. Excel 2010	Pengolahan data numerik
9	Alat tulis	Mencatat hasil pengambilan data

3.3 METODE PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data terbagi menjadi dua kegiatan. Kegiatan pertama adalah mengunduh citra Landsat melalui situs *website*http://glovis.usgs.gov. Citra yang diunduh pada tanggal 01 Juli 2005 berasal dari Landsat 5 TM, 13 Juni 2009 dan 11 Februari 2011 yang berasal dari Landsat 7 ETM+, dan tanggal 6 Oktober 2013 yang berasal dari Landsat 8 OLI TIRS. Kegiatan kedua adalah pengambilan data lapang atau *ground check*, meliputi penentuan titik lokasi penelitian menggunakan GPS, mengidentifikasi jenis-jenis pohon mangrove, dan menghitung jumlah jenis pohon yang ada.

3.4 PENGOLAHAN DATA CITRA

3.4.1 Koreksi Geometrik dan Radiometrik (Multispekral Band)

Koreksi geometrik dan radiometrik citra satelit Landsat menggunakan aplikasi ENVI 5.1. Koreksi geometrik bertujuan untuk meregistrasi gambar agar sesuai dengan koordinat yang sesuai dengan datum yang diinginkan, serta meminimalisir kesalahan letak dan posisi agar keakuratannya maksimal.

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk koreksi geometrik yaitu dengan koreksi citra yang belum terkoreksi ke citra yang sudah dikoreksi (*image to image rectification*) dan koreksi citra yang belum terkoreksi ke peta dasar atau GPS (*image to map rectification*) (Putra, 2011).

Koreksi radiometrik pada Landsat 7 dan Landsat 5 yang peneliti lakukan adalah dengan menyesuaikan histogram (*histogram adjusment*) bertujuan untuk memperbaiki nilai-nilai piksel/nilai digital (Digital Number/DN) yang tidak sesuai dengan nilai pancaran atau pantulan objek yang sebenarnya yang berkisar antara 0-255. Jika nilai piksel melebihi angka 0 maka disebut *offset* dan cara koreksinya dengan mengurangi seluruh nilai pada saluran tersebut dengan *offset*-nya (Forestian, 2011). Karena karakteristik dan kualitas gambar pada Landsat 8 16Bit maka dilakukan perhitungan dengan merubah ke nilai *Reflectans* dan *Radians*, karena tidak menggunakan saluran *Thermal* maka tidak perlu melakukan perhitungan *Brightness Temperature*. Koreksi tersebut biasa dinamakan *Landsat Calibration*.

3.4.2 Penambalan Citra Landsat 7 ETM+

Setelah dilakukan koreksi Geometrik dan Radiometrik dilakukan perlakuan khusus pada Landsat 7 ETM+ yang mengalami gangguan pada sensornya, yaitu dengan mendefinisikan nilai-nilai yang mengalami gangguan dan menambalnya dengan perekaman yang berdekatan

sebelum atau sesudahnya pada jenis saluran yang sama. Langkah ini juga menggunakan aplikasi ENVI 5.1 (*GapFill Images*).

3.4.3 Penggabungan Saluran (*Band*)

Tujuan dari penggabungan saluran adalah untuk mendapatkan gabungan warna yang membantu untuk memperjelas tampilan objek yang diinginkan. Citra komposit warna adalah kombinasi band-band yang dipakai dalam pemprosesan data citra, dimana pemilihan kombinasinya disesuaikan dengan objek yang akan diamati dengan jalan memainkan citra komposit warna (Herawati, 2008). Komposit warna untuk membedakan mangrove dan bukan mangrove pada Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM+ yaitu gabungan saluran 453 dan pada Landsat 8 pada saluran 564. Proses ini juga menggunakan aplikasi ENVI 5.1.

3.4.4 Pemotongan Citra Berdasarkan Area Penelitian

Citra satelit yang terunduh dengan area luas dalam satu kali perekaman nampak sangat besar sekali, sedangkan area penelitian hanya berada di satu wilayah yang terbatas. Untuk itu dilakukan pemotongan gambar berdasarkan wilayah penelitian. Manfaat dari pemotongan gambar ini salah satunya adalah memperkecil daerah yang akan diteliti serta mempermudah proses pengolahan data di perangkat komputer. Aplikasi yang digunakan adalah ArcGis 10.1.

3.4.5 Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing dilakukan pada gabungan saluran 453 pada Landsat 5 TM dan 7 ETM+ dan saluran 564 pada Landsat 8 OLI TIRS. Pada tahapan ini menggunakan aplikasi ArcGIS 10.1.

3.4.6 Perhitungan Nilai Kerapatan (Algoritma NDVI)

Perhitungan metode NDVI yaitu dengan menggunakan saluran NIR dan RED, saluran 3 dan 4 pada Landsat 5 TM dan Lansat 7 ETM+, sedangkan pada Lansat 8 OLI TIRS menggunakan saluran 4 dan 5. Tahapan ini menggunakan aplikasi ArcGIS 10.1.

3.4.7 *Layout* Peta

Visualisasi hasil dapat dilakukan dengan cara me-*layout* peta, format peta berukuran A4 berdasarkan standar penulisan laporan akhir/skripsi serta mengutamakan standar kartografi. Adapun jenis peta yang divisualisasikan adalah sebagai berikut :

a) Peta Perubahan Luasan Mangrove Teluk Kendari 2005-2013
b) Peta Kerapatan Vegetasi Teluk Kendari 2005-2013

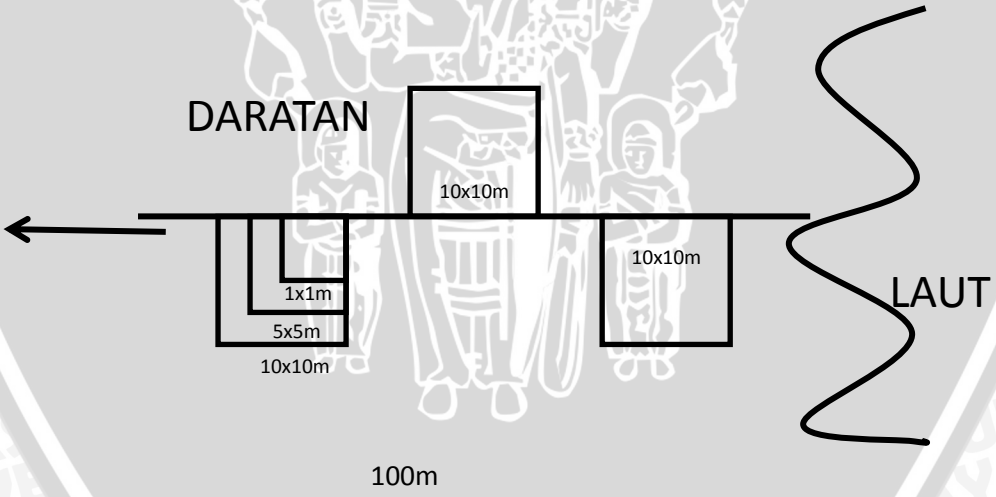
3.5 Pengambilan Data Lapang

Pengambilan data lapang dilakukan untuk verifikasi data satelit berupa kerapatan vegetasi dan luasan vegetasi mangrove yang dapat memberikan gambaran mengenai keadaan ekosistem yang sebenarnya di lapang. Kegiatan ini meliputi pengambilan titik koordinat lapang menggunakan GPS dan pengambilan data vegetasi mangrove. Langkah-langkah pengambilan data vegetasi dilakukan dengan cara;

3.5.1 Penentuan Lokasi dan Pengambilan Data

Lokasi ditentukan secara acak dengan mempertimbangkan kelas kerapatan vegetasi berdasarkan nilai kerapatan relatif jenis (RDi) standar baku, yang menggunakan transek garis dan transek kuadrat, menggunakan transek garis dengan panjang 100 meter di tarik tegak lurus

dengan garis pantai ke arah daratan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove tahun 2004. Di dalam transek garis terdapat transek kuadrat dengan ukuran (10x10) m^2 untuk jenis pohon (berdiameter >10 cm), dibuat lagi sub-petak (5x5) m^2 untuk jenis pancang yaitu tinggi mencapai 1,5 m (berdiameter <10 cm) serta sub-petak (1x1) m2 untuk jenis semai/anakan yaitu dengan tinggi <1,5 m (English, et al., 1994). Selanjutnya, diletakkan secara acak minimal 3 petak contoh tiap zona mangrove. Setelah itu dicatat jumlah pohon, pancang, semai dan diidentifikasi jenisnya serta dihitung kerapatannya. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Peletakan Transek

3.6 Pengolahan Data Lapang

Data mangrove yang diperoleh berupa data yang diklasifikasikan berdasarkan diameter pohon yaitu berupa data semai, pancang dan pohon; kemudian dihitung nilai kerapatan Jenis dengan menggunakan algoritma yang diterapkan oleh Bengen (2000), yaitu :

Kerapatan Jenis (ind/ha) : jumlah tegakan jenis i dalam setiap hektar

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

Keterangan :

Di = Kerapatan Jenis i

ni = Jumlah Total Tegakan Jenis i

A = Luas Plot

Kerapatan Relatif Jenis (RDi)

$$RD\text{i} = \frac{\text{jumlah tegakan jenis i}}{\text{jumlah total tegakan seluruh jenis}} x100\%$$

Data mangrove yang telah diolah dan diketahui kerapatannya selanjutnya dikelompokkan menurut baku kerapatan mangrove berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 pada Tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Kriteria Baku Kerapatan Pohon

Kriteria Baku	Kerapatan (pohon/ha)
Padat	≥ 1.500
Sedang	≥1.000-1.500
Jarang	<1.000

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 KEADAAN UMUM

Kota Kendari terletak di wilayah Tenggara Pulau Sulawesi dan di kelilingi Teluk Kendari. Luas wilayah daratan Kota Kendari 295.89 km^2 atau 0.70% dari luas keseluruhan daratan wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara. Kota Kendari terbentuk dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 1995 yang disahkan pada tanggal 3 Agustus 1995 dengan status Kotamadya Daerah Tingkat II Kendari.

Kota Kendari secara geografis memiliki batas-batas wilayah:

- Sebelah Utara : Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe
- Sebelah Timur : Kecamatan Moramo, Kabupaten Konawe Selatan dan Laut Banda
- Sebelah Selatan : Kecamatan Konda dan Ranomeeto, Kabupaten Konawe Selatan
- Sebelah Barat : Kecamatan Sampara. Kabupaten Konawe Selatan.

Jumlah penduduk Kota Kendari berdasarkan pada sensus penduduk Tahun 2000 berjumlah 205.240 jiwa. Jumlah penduduk terakhir pada Tahun 2010 berdasarkan sensus penduduk Tahun 2010 bertambah jumlahnya menjadi 289.966 jiwa.

Teluk Kendari merupakan salah satu teluk yang terdapat di Provinsi Sulawesi Tenggara. Teluk ini terdapat di dalam administrasi Kota Kendari. Teluk ini terbagi atas dua bagian yaitu teluk bagian luar dan teluk bagian dalam. Hutan mangrove hidup pada kedua bagian teluk ini. Hutan mangrove ini tersusun atas beberapa jenis yang tumbuh tersebar pada

daerah berlumpur dan pada dua estuari besar yaitu Sungai Wanggu dan Sungai Mandonga. Berbagai jenis mangrove dengan tingkat kerapatan berbeda-beda tumbuh diantara tumpukan sampah baik sampah plastik maupun tumpahan minyak dan sebagainya, yang berasal dari pemukiman dan aktivitas manusia di daratan.Hutan mangrove yang terdapat di Kota Kendari tersusun atas 5 jenis yaitu *Avicenia sp*., *Rhizophora sp*., *Soneratia sp*., *Bruguiera sp*., dan *Xylocarpus sp*.,(Wahidin, 2013)

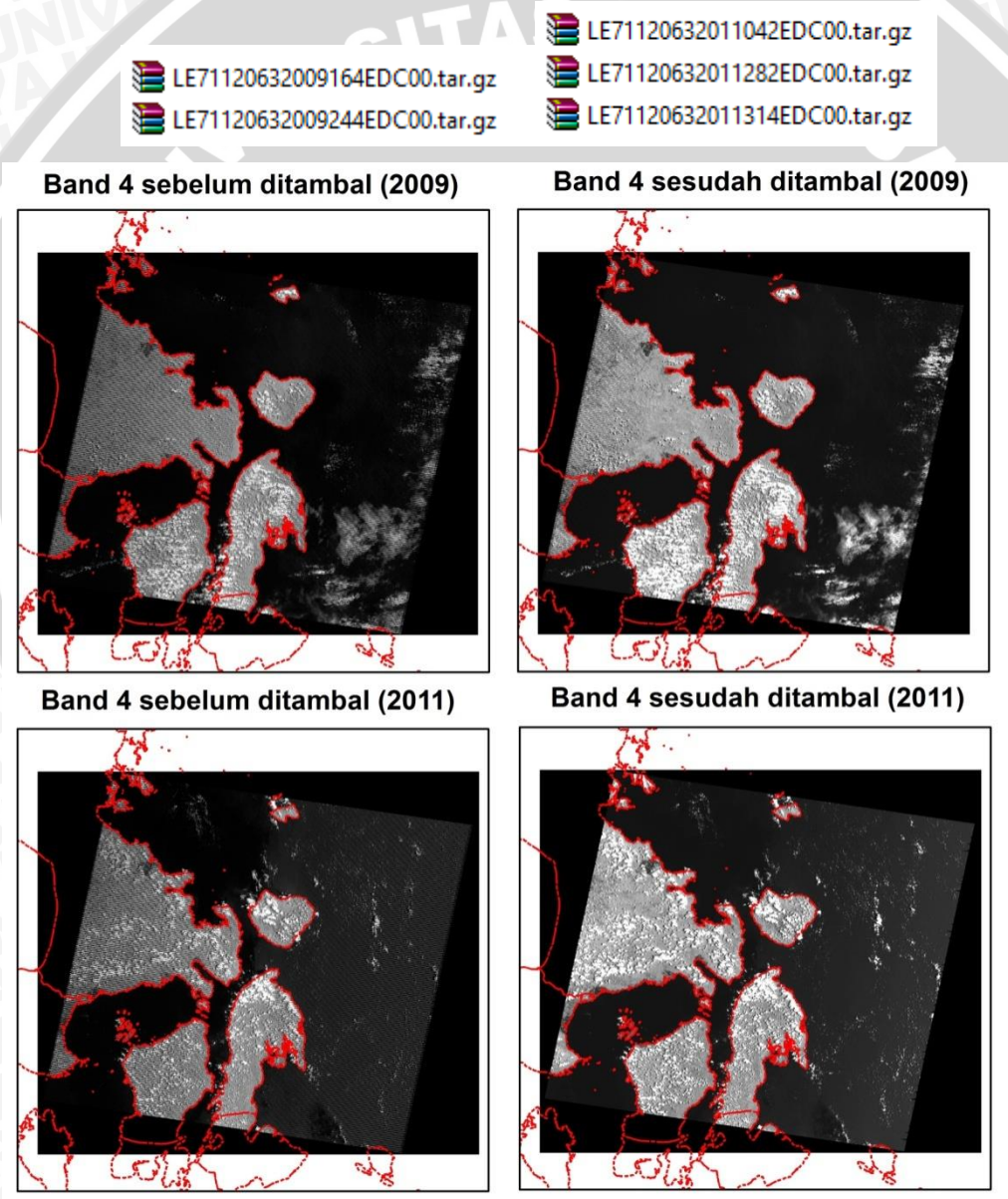
4.2 KOREKSI GEOMETRIK DAN RADIOMETRIK (MULTISPEKRAL BAND)

Hasil dari koreksi geometrik dan radiometrik diilustrasikan pada gambar 6 dibawah ini yang merupakan *overlay* dari citra satelit Landsat dengan Batas Administrasi Kabupaten, Indonesia yang bersumber dari BAKOSURTANAL (sekarang BIG) tahun 2009 :

Gambar 6.Hasil Koreksi Geometrik dan Radiometrik

4.3 Penambalan Citra Landsat 7 ETM+

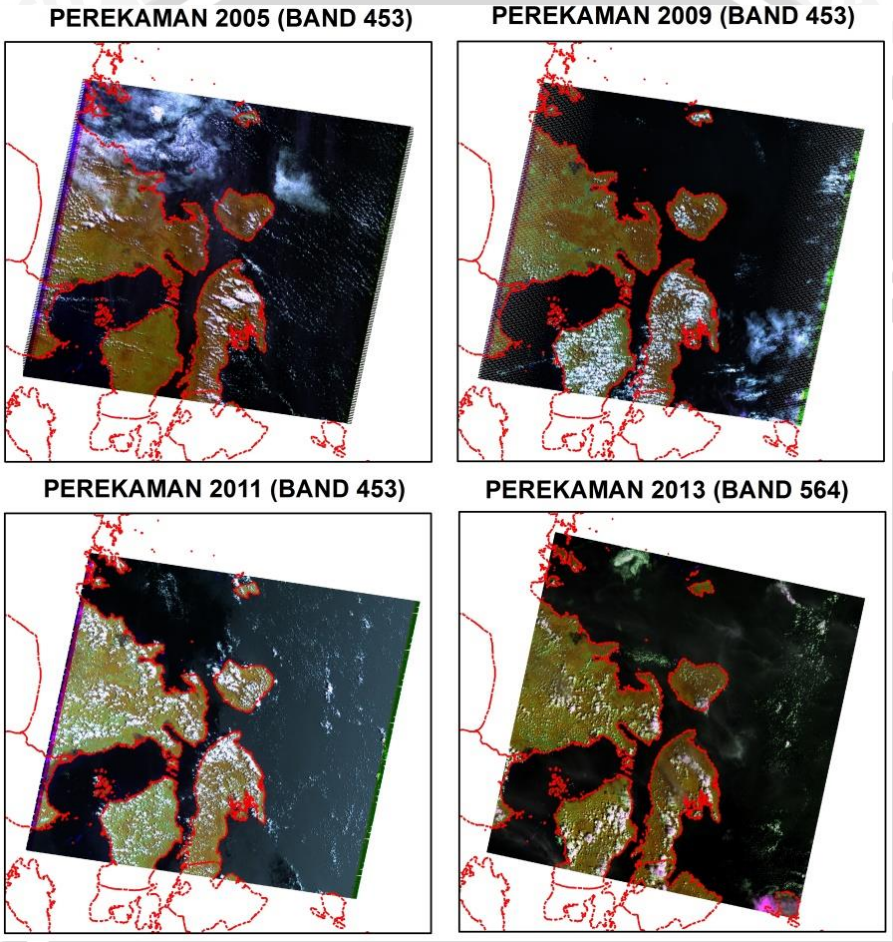
Citra yang ditambal adalah perekaman yang menggunakan Instrumen Landsat 7 ETM+. Tahun 2009 dan 2011, pada tahun 2009 hanya diunduh 2 perekaman yang berbeda, seperti pada gambar 7 di bawah ini, sedangkan pada tahun 2011 mengunduh 3 perekaman yang berbeda yang 2 perekaman digunakan untuk menjadi penambalnya. Hasil dari penambalan citra tersebut di visualisasikan pada gambar 7 dibawah ini.

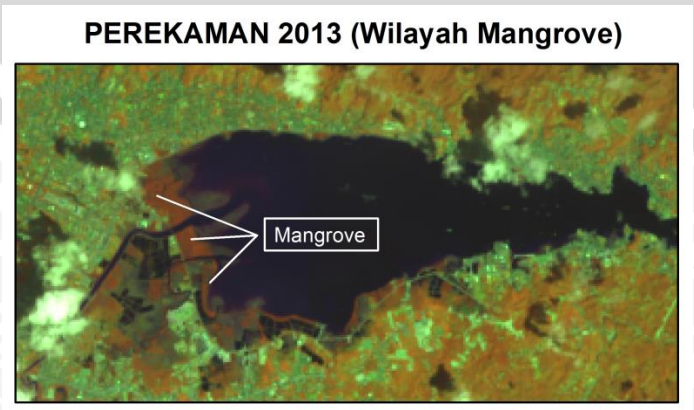


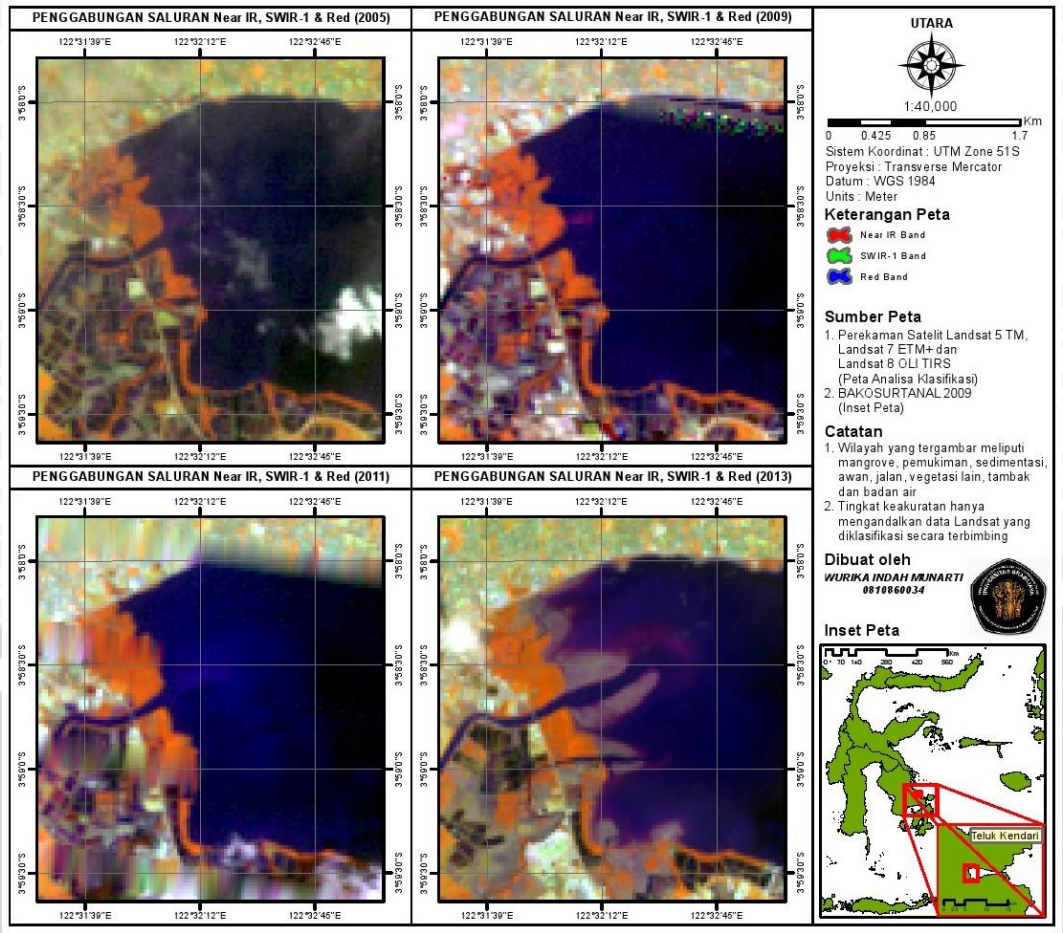
Gambar 7. Contoh Hasil Penambalan pada Band 4

4.4 Penggabungan Saluran (Band)

Penggabungan saluran 453 pada Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM+ serta penggabungan saluran 564 pada Landsat 8 OLI TIRS dapat melihat secara langsung hutan mangrove. Hutan mangrove yang terlihat akan berwarna oranye yang lebih tua dibandingkan dengan warna oranye lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini :







Gambar 8. Penggabungan Saluran NIR-IR, SWIR-1 & RED sebagai Pendeteksi Kawasan Hutan Mangrove

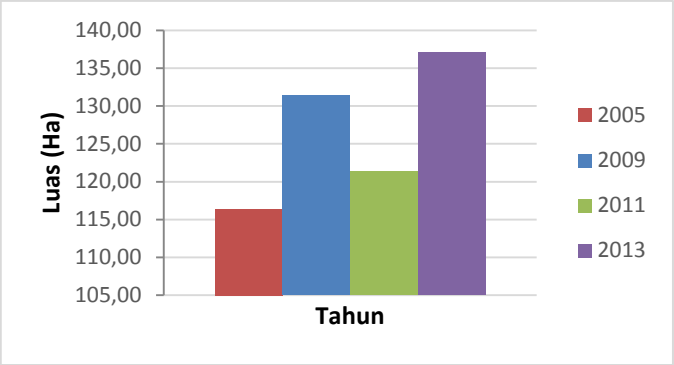
4.5 Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing dilakukan setelah pemotongan citra berdasarkan area kajian. Klasifikasi area tersebut meliputi badan air, wilayah mangrove, pemukiman dan wilayah tambak dsb. Hasil klasifikasi tersebut berupa luasan masing-masing area yang dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini :

Tabel 9. Luas Wilayah berdasarkan Penafsiran

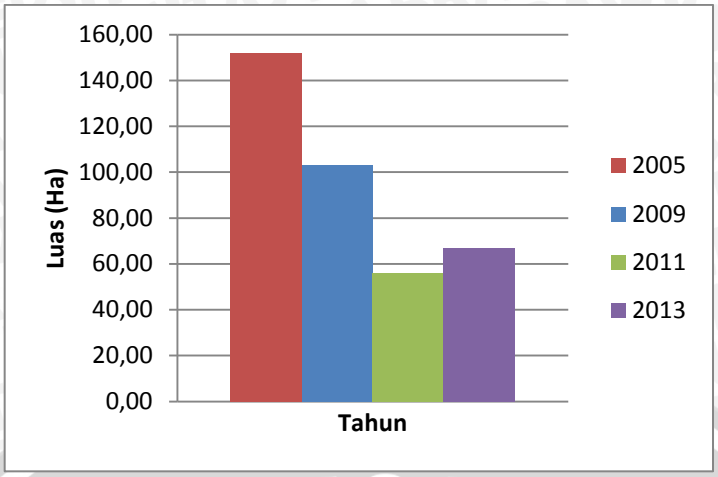
Tahun	Klasifikasi Gambar (Ha)			
	Mangrove	Tambak	Badan Air	Pemukiman dsb.
2005	116.37	152.01	506.88	309.33
2009	131.40	103.32	506.34	343.53
2011	121.32	55.89	474.12	433.26
2013	137.07	66.78	416.88	463.86

Dari tabel 9 diatas jika dianalisa perkembangan vegetasi mangrove dari tahun 2005 hingga 2013 adalah mengalami laju penambahan yang sangat besar sekali pada tahun 2009 hingga ke 2013, tahun 2011 mengalami penurunan sekitar 10 hektar dari tahun 2009, hal tersebut dikarenakan adanya pembukaan lahan sejak Juli 2009 untuk pembangunan perumahan oleh pemerintah daerah. Pembukaan lahan yang tidak sesuai dengan AMDAL tersebut kemudian di alihfungsikan untuk penanaman mangrove kembali. Pada tahun 2011 akhir bulan Oktober pemerintah melakukan reboisasi mangrove yang berdampak pada perluasan area mangrove, hal itu diindikasikan dengan adanya sedimentasi yang besar pada muara sungai (DAS Wanggu) sehingga mengakibatkan pendangkalan yang memiliki area luas dan adanya rehabilitasi yang dilaksanakan sejak tahun 2011 terutama untuk jenis *Sonneratia alba* (Wahidin, 2013). Tersaji pada grafik dibawah ini :



Gambar 9. Perubahan Luasan Mangrove

Tambak yang tidak produktif kemudian dialih fungsikan menjadi tempat reboisasi mangrove, hal itu tercermin pada grafik perubahan perluasan tambak yang memiliki indikator luasan yang semakin menurun dari tahun 2009 hingga 2011. Sejak awal tahun 2012, Pemerintah dalam hal ini Dinas Pariwisata mengembangkan wisata kuliner seperti membuka tempat makan ikan segar yang mengakibatkan angka luas pemukiman dan perluasan tambak mengalami peningkatan (RRI, 2014). Perluasan tersebut tidak merusak ekosistem mangrove, jika dilihat dari jumlah luasan mangrove pada tahun 2013 yang mengalami peningkatan menjadi 137.07 hektar. Grafik perubahan luas kawasan tambak disajikan pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Perubahan Luasan Tambak

4.6 Perhitungan Nilai Kerapatan (Algoritma NDVI)

Menganalisa nilai kerapatan vegetasi mangrove bertujuan untuk mengetahui komunitas spesies dan berapa banyak jenis vegetasi di dalam petakan yang dilihat dari tutupan kanopi vegetasi tersebut. Angka yang tergambar menunjukkan rimbun tidaknya suatu vegetasi mangrove diwilayah tersebut (Rahmawan, 2013). Salah satu metode yang penulis gunakan adalah NDVI. Langkah selengkapnya bisa di lihat dalam Lampiran 6.

Dari langkah-langkah yang ada di Lampiran 6 tersebut, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Nilai Interval Masing Masing Perekaman

Informasi	Tahun			
	2005	2009	2011	2013
Jumlah Pixel	1293	1460	1348	1523
Nilai Min	0.053	-0.444	-0.432	-0.158
Nilai Max	0.636	0.779	0.397	0.651
Jumlah	503.680	198.351	141.770	634.345
Rata-rata	0.390	0.136	0.105	0.417

Standar deviasi	0.104	1.165	0.155	0.128
Interval Kelas	**0.117**	**0.245**	**0.166**	**0.162**

Dari proses diatas dihasilkan luasan sebagai berikut :

Tabel 11. Luasan Kerapatan Mangrove

Tahun	**Luas Klasifikasi Kerapatan Mangrove (Ha)**				
	Sangat Jarang	**Jarang**	**Sedang**	**Lebat**	**Sangat Lebat**
2005	0.63	5.49	24.57	55.98	50.31
2009	4.77	29.97	70.47	26.10	0.09
2011	1.71	10.98	32.04	34.29	42.21
2013	2.61	17.82	42.93	41.31	11.61

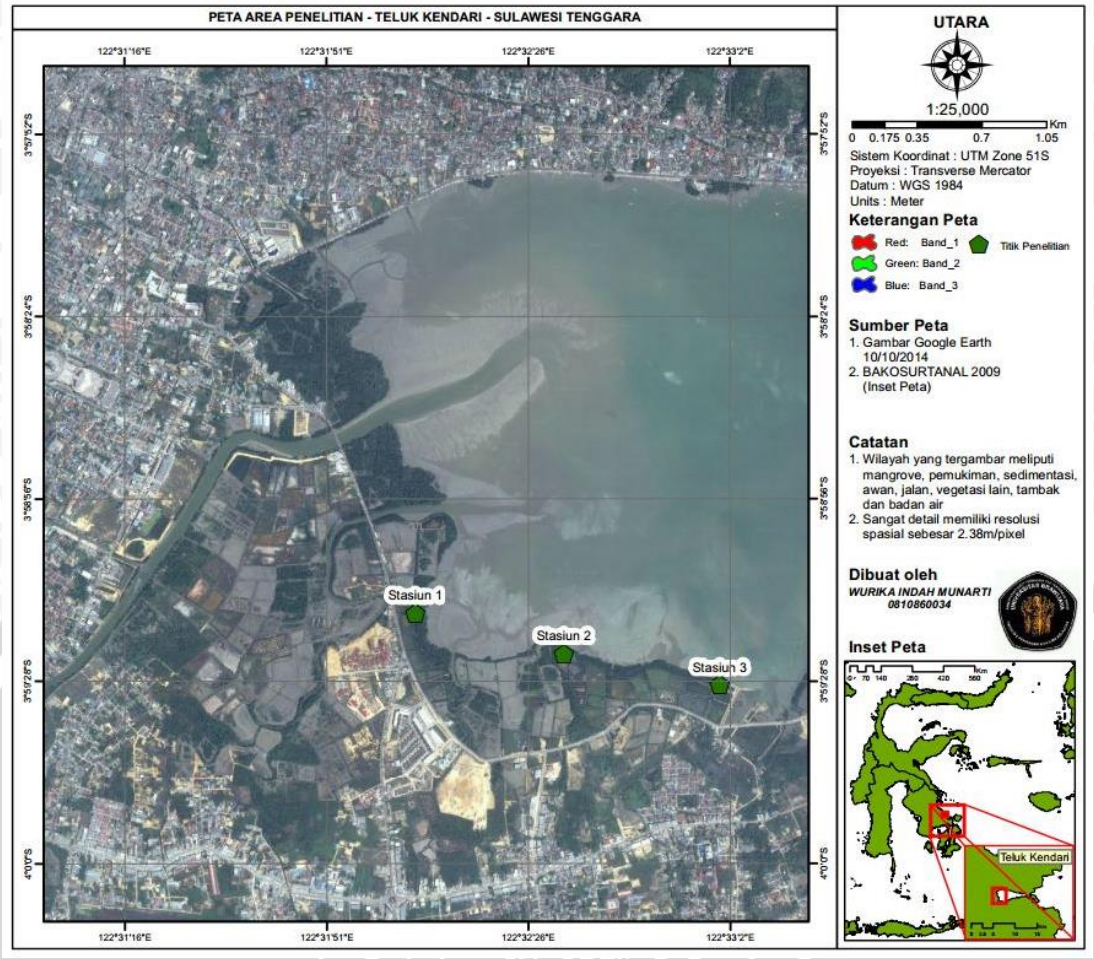
Nilai sangat jarang sampai ke nilai sedang memberikan indikator perubahan kerapatan vegetasi mangrove yang renggang. Seperti dijelaskan sebelumnya, angka tersebut dipengaruhi oleh adanya pembukaan lahan sejak Juli 2009 untuk pembangunan perumahan oleh pemerintah daerah. Pembukaan lahan yang tidak sesuai dengan AMDAL tersebut kemudian di alihfungsikan untuk penanaman mangrove kembali. Pada tahun 2011 akhir bulan Oktober pemerintah melakukan reboisasi mangrove yang berdampak pada perluasan area mangrove, hal itu diindikasikan dengan adanya sedimentasi yang besar pada muara sungai (DAS Wanggu). Untuk kategori lebat juga mengindikasikan bahwa ada upaya reboisasi mangrove yang berhasil dilakukan karena dilihat dari grafik bahwa nilai menuju ke lebat semakin meningkat. Dari tahun 2009 menuju tahun 2013. Sedangkan adanya proses pemanfaatan lahan untuk wisata kuliner terindikasi di kelas kerapatan sangat lebat yang menurun sejak tahun 2011 menuju ke 2013, dengan sebagian kecil wilayah yang

terkena dampak pembukaan wisata kuliner yang dilakukan oleh Dinas Pariwisata Provinsi Sulawesi Tenggara.

4.7 Analisa Lapang Vegetasi Mangrove

Pengambilan data lapang pada tanggal 11 Januari 2014. Penulis melakukan penelitian lapang guna memverifikasi data yang penulis sudah olah dengan data lapangan yang penulis amati. Penulis menetapkan stasiun penelitian secara acak dimana stasiun penelitian memiliki lokasi yang berbeda karakteristik sekitar mengenai penggunaan lahan. Terdapat 3 sub-petak (plot) disetiap stasiun dan pengamatan dilapang. Dengan menggunakan line transek atau transek garis dan kuadran transek atau transek persegi.

Peletakan transek garis sepanjang 100m, ditarik tegak lurus sepanjang garis pantai, pada ukuran acak dipasang transek persegi dengan ukuran 10x10m, kemudian diletakkan 3 tansek ukuran besar (10x10m), ukuran sedang (5x5m) dan ukuran kecil (1x1m). Tergambar pada gambar 12, lokasi penelitian dibawah ini.



Gambar 12. Titik Stasiun Lokasi Penelitian

Penelitian lapang dilakukan pada 3 stasiun dengan mengamati jenis vegetasi pohon menggunakan transek kotak besar, untuk vegetasi belta menggunakan transek kotak sedang dan untuk vegetasi semai menggunakan transek kotak kecil. Skema pengambilan data sudah dijelaskan sebelumnya pada Bab 2. Pengambilan data lapang didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil Data Lapang

Stasiun	Plot	Ukuran	Spesies	Jumlah
1 (S : 03° 59' 16.0''; E : 122° 32' 06.5'')	1	Pohon	*Rhizopora mucronata*	3
		Pancang	*Rhizopora mucronata*	2
		Semai	*Rhizopora mucronata*	5
			Sonneratia alba	1
	2	Pohon	*Rhizopora mucronata*	1
		Pancang	*Sonneratia alba*	4
			Rhizopora mucronata	3
		Semai	*Sonneratia alba*	2
	3	Pohon	*Rhizopora mucronata*	1
		Pancang	*Rhizopora mucronata*	2
			Sonneratia alba	1
		Semai	*Rhizopora mucronata*	4
2 (S : 03° 59' 26.5''; E : 122° 32' 46.3'')	1	Pohon	*Rhizopora mucronata*	6
		Pancang	*Rhizopora mucronata*	7
		Semai	*Rhizopora mucronata*	10
	2	Pohon	*Rhizopora mucronata*	6
			Sonneratia alba	4
		Pancang	*Rhizopora mucronata*	12
		Semai	*Rhizopora mucronata*	5
			Sonneratia alba	8
	3	Pohon	*Sonneratia alba*	2
			Rhizopora mucronata	8
		Pancang	*Sonneratia alba*	1
			Rhizopora mucronata	3
		Semai	*Sonneratia alba*	20
			Bruguirea sexangula	7
3 (S : 03° 59' 14.0''; E : 122° 33' 32.9'')	1	Pohon	*Bruguirea sexangula*	2
			Rhizopora mucronata	8
		Pancang	*Bruguirea sexangula*	6
			Sonneratia alba	10
		Semai	*Bruguirea sexangula*	7
			Rhizopora mucronata	8
	2	Pohon	*Bruguirea sexangula*	5
			Sonneratia alba	2
		Pancang	*Sonneratia alba*	4
			Rhizopora mucronata	8
		Semai	*Rhizopora mucronata*	9
	3	Pohon	*Rhizopora mucronata*	8
		Pancang	*Rhizopora mucronata*	7
			Bruguirea sexangula	15

Stasiun	Plot	Ukuran	Spesies	Jumlah
		Semai	*Bruguirea sexangula*	12
			Rhizopora mucronata	24

Setelah didapatkan hasil lapang kemudian dihitung Nilai Kerapatan jenis (Di), nilai kerapatan relatif jenis (RDi) dan total kerapatan pada masing-masing species di setiap stasiun.

Tabel 13. Nilai Kerapatan Jenis (D_i), Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) & Total Kerapatan

Stasiun	Jenis	Σ Individu pohon	Di (ind/m^2)	Di (ind/Ha)	Rdi (%)	Total Kerapatan (Ind/Ha)
1	*Rhizopora mucronata*	5	0.017	1667	100	1667
2	*Rhizopora mucronata*	20	0.067	6667	76.92	8667
	Sonneratia alba	6	0.020	2000	23.08	
3	*Bruguirea sexangula*	7	0.023	2333	28	8334
	Rhizopora mucronata	16	0.053	5334	64	
	Sonneratia alba	2	0.007	667	8	

Stasiun 1 pada Tabel 13 memiliki total kerapatan sebesar 1667 Individu/Hektar angka tersebut merupakan angka terkecil disemua stasiun akan tatapi memiliki tingkat kerapatan yang padat menutur Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.201 Tahun 2004. Semua stasiun juga sangat rapat, karena nilai total kerapatan lebih dari 1500 pohon per hektar. Di stasiun 1 di dominasi oleh *Rhizopora mucronata* dengan jenis pohon 5 pada transek seluas 300m^2. Di stasiun 2 dan di stasiun 3 juga didominasi oleh spesies *Rhizophora mucronata* berjumlah 20 pohon pada stasiun 2 dan 16 pohon pada stasiun 3 pada luasan 300m^2. Kemudian

dilanjutkan dengan *Sonneratia alba* yang mendominasi jenis pohon di wilayah tersebut.

Dari perhitungan kerapatan di ketiga stasiun tersebut semuanya sesuai dengan kelas kerapatan mangrove yang dilihat dari citra satelit Landsat tahun 2013. Pengamatan visual mata dibandingkan dengan perhitungan kerapatan memang berbeda. Contoh, pada stasiun 1 pada luas 300m^2 hanya terdapat 5 pohon dibandingkan dengan stasiun 2 berjumlah 26 pohon dan stasiun 3 berjumlah 25 pohon pada luas 300m^2. Hal itu bisa mengindikasikan bahwa stasiun 1 memiliki vegetasi yang sangat jarang dibandingkan dengan stasiun 2 dan stasiun 3. Tetapi setelah dilakukan perhitungan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.201 Tahun 2004 stasiun 1 masih tergolong vegetasi yang sangat padat.

4.8 Hubungan Kerapatan Mangrove dan Nilai NDVI

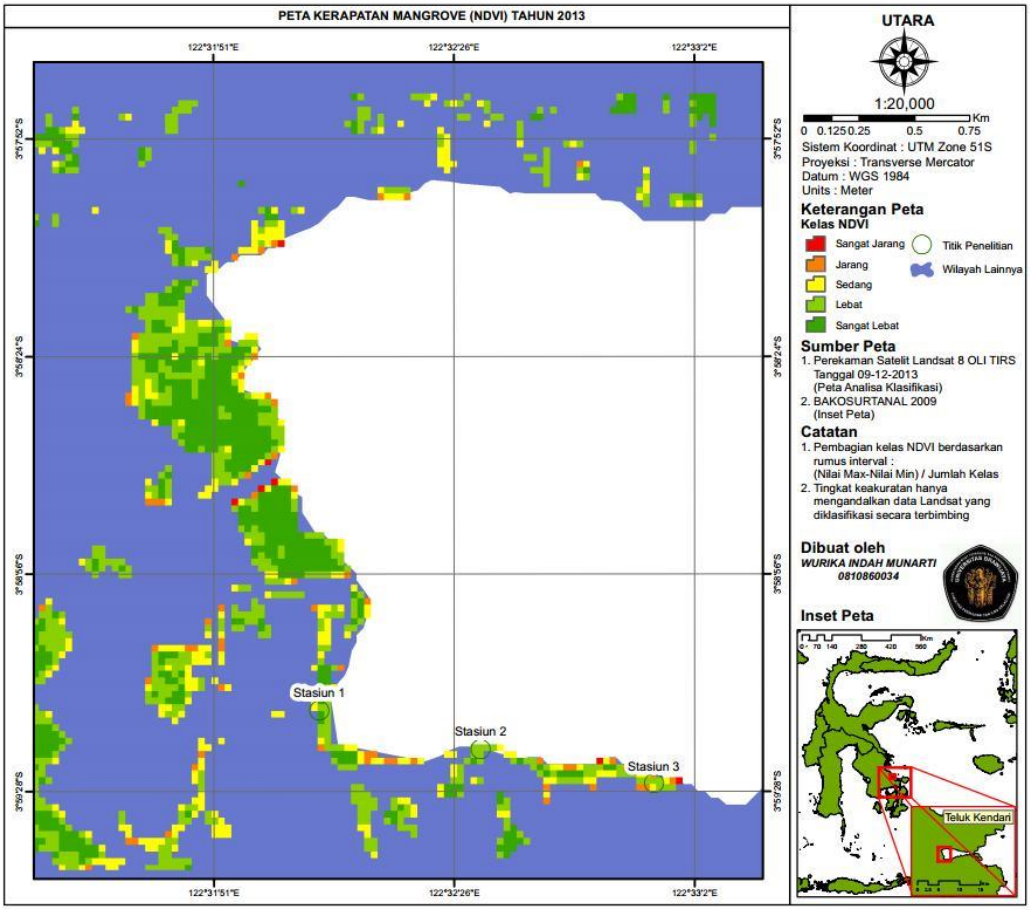
Disemua stasiun didapatkan hasil vegetasi rapat menuju sangat rapat. Penulis menghitung area mangrove yang diteliti, tidak melibatkan vegetasi lainnya selain mangrove. jika badan air di hitung kerapatan vegetasinya. Karena komponen seperti air, awan, pemukiman dan tambak bukan merupakan jenis vegetasi. Maka didapatkan hasil pada Tabel 14 dibawah ini :

Tabel 14. Kerapatan Jenis Tiap-Tiap Stasiun

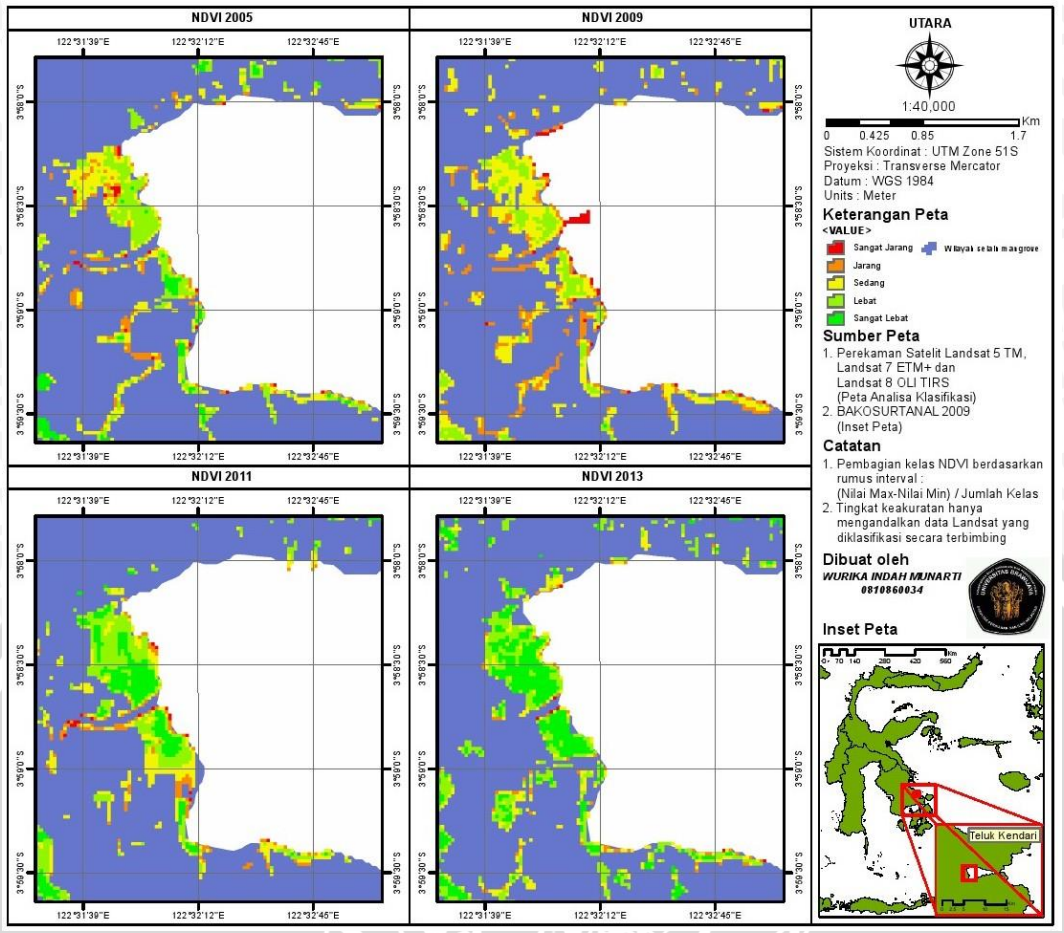
Stasiun	Jenis	Di (ind/m2)	Nilai NDVI	Kelas NDVI	Kepmen Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004

1	*Rhizopora mucronata*	0.017	0.48	Vegetasi Lebat	Vegetasi Lebat
2	*Rhizopora mucronata* *Sonneratia alba*	0.087	0.46	Vegetasi Lebat	Vegetasi Lebat
3	*Bruguirea sexangula* *Rhizopora mucronata* *Sonneratia alba*	0.083	0.49	Vegetasi Lebat	Vegetasi Lebat

Secara definisi bahwa jumlah individu yang berada di dalam transek kotak besar merupakan vegetasi yang lebat/rimbun. Sebagaimana terlihat pada Gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Kerapatan Mangrove Tahun 2013



Gambar 14. Kerapatan Mangrove Tahun 2005, 2009, 2011, dan 2013

Menurut Sader *et, al*. (1995) tingkat akurasi Landsat 5 dengan sensor TM adalah 74% hingga 75% untuk identifikasi hutan basah, dengan matriks kesalahan klasifikasi yaitu masih sulitnya membedakan hutan basah dan hutan di daratan. Sedangkan menurut Waas dan Nababan, (2010) menyatakan bahwa Landsat 7 dengan sensor ETM mempunyai akurasi 78% untuk hutan bakau dan menurut Dianovita dan Mahendra, (2014), Landsat 8 dengan sensor OLI dengan dihitung menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Circular Error* (CE) memiliki tingkat akurasi 90%.

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah

1. Perkembangan vegetasi mangrove dari tahun 2005 hingga 2013 mengalami laju penambahan yang sangat besar pada tahun 2009 hingga ke 2013, pada tahun 2011 mengalami penurunan sekitar 10 hektar dari tahun 2009. Dan pada akhir tahun 2011, Pemerintah Daerah melakukan reboisasi mangrove yang berdampak pada perluasan area mangrove, hal itu diindikasikan dengan adanya sedimentasi yang besar pada muara sungai Wanggu. Sehingga mengakibatkan pendangkalan yang memiliki area luas dan adanya rehabilitasi yang dilaksanakan sejak tahun 2011 terutama untuk jenis *Soneratia alba*.
2. Pada stasiun 1 dengan luas 300m^2 hanya terdapat 5 pohon mempunyai nilai NDVI 0.48, termasuk dalam kelas NDVI vegetasi lebat. Pada stasiun 2 berjumlah 26 pohon mempunyi nilai NDVI 0.46, termasuk dalam kelas NDVI vegetasi lebat, dan pada stasiun 3 berjumlah 25 pohon mempunyai nilai NDVI 0.49, termasuk dalam kelas NDVI vegetasi lebat. Dan menutur pada Kepmen Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004, bahwa ketiga stasiun tersebut masuk dalam kategori vegetasi lebat.

5.2 SARAN

1. Perlu diadakannya penelitian lanjutan dan dapat pula meneliti tentang kandungan dalam substrat yang terdapat di Teluk Kendari.

2. Untuk pemerintah, sebaiknya pengelolaan mangrove melibatkan banyak pihak dan lembaga terkait yang memiliki komitmen yang sama dalam usaha pelestarian mangrove
3. Untuk masyarakat, lebih mampu bersikap kritis dalam menyikapi program pembangunan yang dapat merusak ekosistem hutan mangrove
4. Untuk akademisi, sebaiknya perlu diadakan penelitian yang berkesinambungan yang mengedepankan ekonomi masyarakat lokal dan berdampak pada implementasi kebijakan pemerintah lokal maupun nasional, sehingga menjembatani antara masyarakat dan pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

Aksornkoae, S. 1993. *Ecology and Management of Mangrove*. IUCN. Bangkok.

Ahmad, Sitti Wirdhana, 2005. *Analisis Perubahan Lahan Hutan Mangrove di Pesisir Teluk Kendari*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Anwar, J., Hisyam, N., Damanik, S.J. 1984. *Ekologi Ekosistem Sumatera*. UGM Press. Yogyakarta.

Arhatin, R.E. 2007. *Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi Mangrove dari Data Satelit Landsat-5 TM dan Landsat-7 ETM+ : Studi Kasus di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur.* Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Bengen, D.G. 2000*. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.

Chander, G., Xiong, X. X., Choi, T. Y., & Angal, A. 2010. *Monitoring On-Orbit Calibration Stability Of The Terra MODIS And Landsat 7 ETM+ Sensors Using Pseudo-Invariant Test Sites*. Remote Sensing of Environment, 114(4) : 925–939.

Conchedda, Giulia., Laurent Durieux., Philippe Mayaux,. 2008. *An Object-based Method For Mapping and Change Analysis in Mangrove Ecosystems*. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 63 : 578-589.

Coppejans, Eric. 2008.*Course Biodiversity of Aquatic Food Webs: From Algae to Marine Mammals*. Ugent.

Departemen Kehutanan. 2006. *Laporan Akhir Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove,Wilayah Balai Pengelolaan DAS Pemali Jratun Provinsi Jawa Tengah Tahun Anggaran 2006*.

Dianovita., Riyan Mahendra,. 2014. *Kajian Ketelitian Geometri Landsat 8 Level 1T*. Seminar Nasional Pengideraan Jauh; Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN.

English, S.,C. Wilkinson dan V.Baker. 1994*. Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institut of Marine Science.

FAO, 2007. *The World's Mangroves 1980-2005 : A Thematic Study Prepared in The Framework of The Global Forest Resources*

Assesment 2005. Food and Agricultural Organization of The United Nations. Rome.

Forestian, O. 2011. *Estimasi Biomassa dan Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Data Landsat ETM+ Studi di Hutan Lindung dan Hutan Produksi Tetap Muara Gembong, Kabupaten Bekasi, Propinsi Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

GIF, 2008. *RS/GIS Quick Start Guides: Collaborative Training Available From The Biodiversity Informaties & Geospatial Innovation Facilities.* Cutting Edge Mapping Technology. UC Berkeley.

Hartini, S., Guridno Bintar Saputro, M. Yulianto, Suprajaka. 2010. *Assessing the Used of Remotely Sensed Data for Mapping Mangroves Indonesia*. Selected Topics In Power Systems And Remote Sensing. In 6th WSEAS International Conference on Remote Sensing. Iwate Prefectural University, Japan. October 4-6, 2010; pp. 210-215.

Herawati, V.E. 2008. *Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (Polymesoda erosa) Ditinjau dari Aspek Produktifitas Primer menggunakan Penginderaan Jauh*. Universitas Diponegoro. Semarang.

Hogarth, Peter, J. 2013. *Mangrove Ecosystems*. University of York, York, UK : 1-13.

Irons, J. R., Dwyer, J. L., & Barsi, J. A. 2012. *The Next Landsat Satellite : The Landsat Data Continuity Mission*. Remote Sensing of Environment 122 : 11–21.

Knudby, Anders., Lina Mtwana Nordlund,. Gustav Palmqvist,. 2014. *Using Multiple Landsat Scenes In An Ensemble Classifier Reduces Classification Error In A Stable Nearshore Environment*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 28 : 90–101.

Kusmana, C., et al. 2003. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 2.

Lamprecht, H. 1986. *Waldbau in den Tropen (Silviculture in The Tropics)*. Verlag Paul Varey, Hamburg. 318p.

Lindgren, D.T., 1985. *Land Use Planning and Remote Sensing.* Doldrecht : Martinus Nijhoff Publisher.

Lo, C.P. 1996. *Penginderaan Jauh Terapan*. Diterjemahkan oleh Bambang Purbowoseso. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.

Loveland, Thomas R., John L. Dwyer. 2012. *Landsat : Building A Strong Future*. Remote Sensing of Environment 122 : 22–29.

Macnae, W. 1968. *A General Account of The Fauna and Floraof Mangrove Swamps and Forests in The Indo-West-Pasific Region*. Advances in Marine Biology 6:73-270.

Mazda, Y., Kobashi, D., Okada, S., 2005. *Tidal Scale Hydrodynamics Within Mangrove Swamps*. Wetlands Ecology and Management 13 : 647–655.

NASA Landsat Program, 2003. *Landsat ETM+ scene L71008058_05820031026, SLC-Off*. USGS. Sioux Falls.

NOAA, 2014. http://www.oceanservice.noaa.gov/. *Mangrove Forests*. United States of America. Diakses pada tanggal 28 Januari 2014, pada pukul 10.00 WIB.

Nybakken, J. W., 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis* (alih bahasa dari buku Marine Biology : An Ecological Approach, oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukarjo). Jakarta: Penerbit PT. Gramedia.

Perry, C.T., 2007. *Tropical Coastal Environments:Coral Reefs And Mangroves*. In: Perry, C., Taylor, K. (Eds.), Environmental Sedimentology. Blackwell Publishing Ltd., Oxford : 302–350.

Primavera, J.H., 2000. *Development And Conservation of Philippine Mangroves: Institutional Issues*. Ecological Economics 35 : 91–106.

Putra, E.H. 2011. *Penginderaan Jauh dengan ER Mapper.* Graha Ilmu. Yogyakarta.

Rahmawan, Fajar. 2014. Laporan Lokakarya Pemanfaatan Data GIS untuk Papua. Yali Papua. Jayapura. Papua.

Roy, D.P., M.A. Wulder, T.R. Lovecook, *et al*. 2014. *Landsat-8 : Science And Product Vision For Terrestrial Global Change Research*. Remote Sensing of Environment 145 : 156.

Sader, Steven A., Douglas, Ahl., Wen-Shu, Liou., 1995. *Accuracy of Landsat-TM and GIS-Rule-Based Methods for Forest Wetland Classification in Maine*. Remote Sensing Environment 53 : 133-144.

Santono, N., Bayu, C.N., Ahmad, F.S, dan Ida, F.2005. *Resep Makanan Berbahan Baku Mangrove dan Pemanfaatan Nipah*. Lembaga Pengembangan dan Pengkajian Mangrove.

Sousa, W, P., Dangremond, E,. M. 2011. *Trophic Interactions in Coastal and Estuarine Mangrove Forest*. University of California, Berkeley, California, USA : 45.

Sudiana, D. Elfa, D. 2008. *Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS. Seminar on Intelligent Technology and Its Applications 2008.* Universitas Indonesia. Halaman 423-427.

Sutanto 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Gajah Mada. University Press, Jogjakarta.

UNEP. 2006*. In The Frontine: Shoreline Protection and Other Ecosystem Services From Mangroves and Coral Reefs*. p.36.

Waas, Harold J.D., Bisman, Nababan., 2010. *Pemetaan dan Analisi Index Vegetasi Mangrove di Pulau Saparua, Maluku Tengah.* E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis Volume 2 No.1. Halaman 50-58.

Wahidin, La Ode, Onu La Ola, Sarini Yusuf. 2013. *Valuasi Ekonomi Tegakan Pohon Mangrove (Soneratia alba) di Teluk Kendari, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara*. Jurnal Mina Laut Vol. 02 No. 06 Juni 2013 : 120 – 127.

Wijaya, S.W. 2005. *Aplikasi Penginderaan Jauh dengan Citra Satelit Quickbird untuk Pemetaan Mangrove di Pulau Karimun Jawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah*. IPB. Bogor.

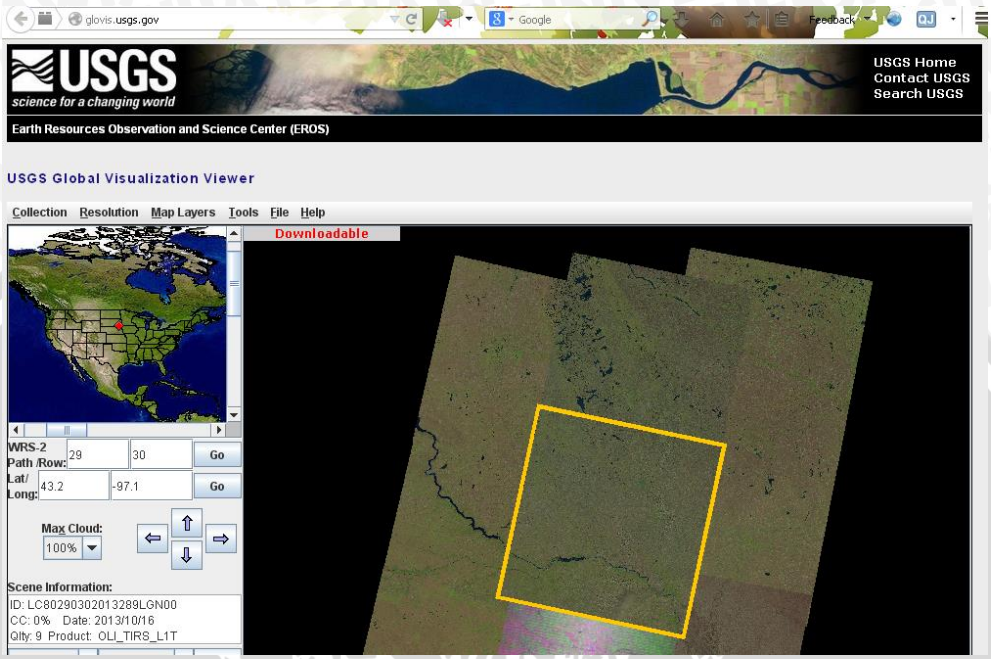
Yu Xiang, Zhao Dongzhi, Zhang Fengshou. 2005. *Remote Sensing In Mangrove Ecosystem Monitoring And Research Of Progress*. Marine Environmental Science, 2005, 24(1) : 77-80.

LAMPIRAN 1. Jenis Mangrove yang Ditemukan

No	Gambar	Jenis Mangrove
1		*Bruguirea sexangula*
2		*Sonneratia alba*
3		*Rhizopora mucronata*

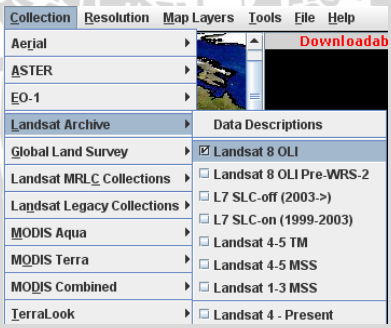
LAMPIRAN 2. Cara Mengunduh Citra Satelit Landsat Melalui GLOVIS USGS

1. Buka situs http://glovis.usgs.gov pada browser dan akan muncul tampilan seperti ini



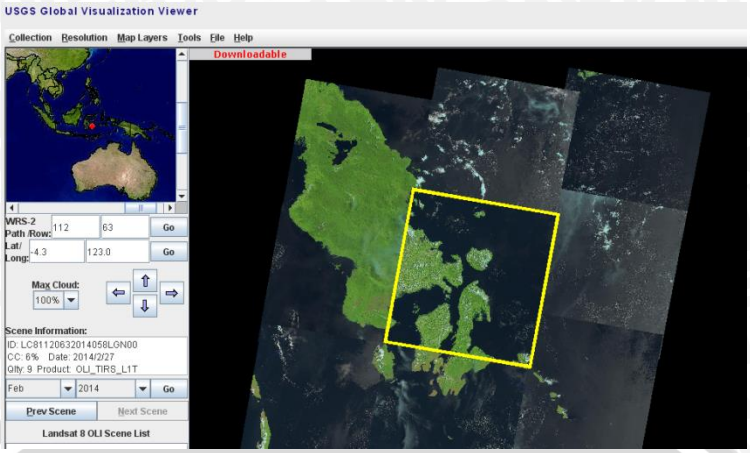
Gambar 15. Tampilan Awal Laman USGS

2. Kemudian pilih citra Landsat yang dikehendaki untuk di unduh.



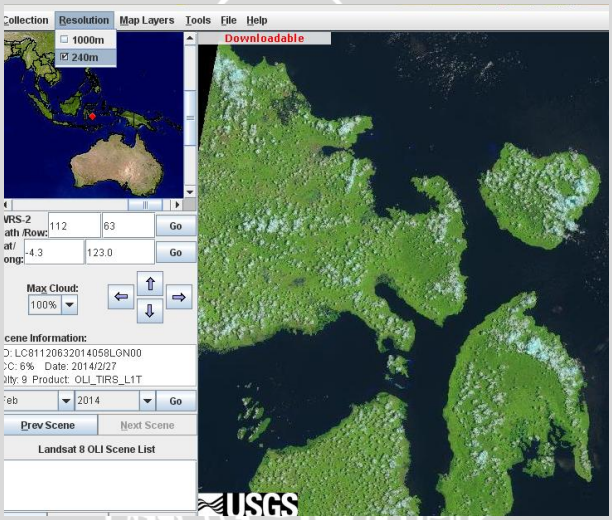
Gambar 16. Seri Citra Landsat

3. Masukkan *Path*/*Row* wilayah Teluk Kendari. Untuk wilayah Kendari, *Path* : 112 dan *Row* : 63, kemudian klik Go



Gambar 17. *Path/Row*

4. Untuk memperjelas tampilan gambar citra Landsat, klik Resolution dan akan muncul tampilan yang lebih besar, sebagai berikut

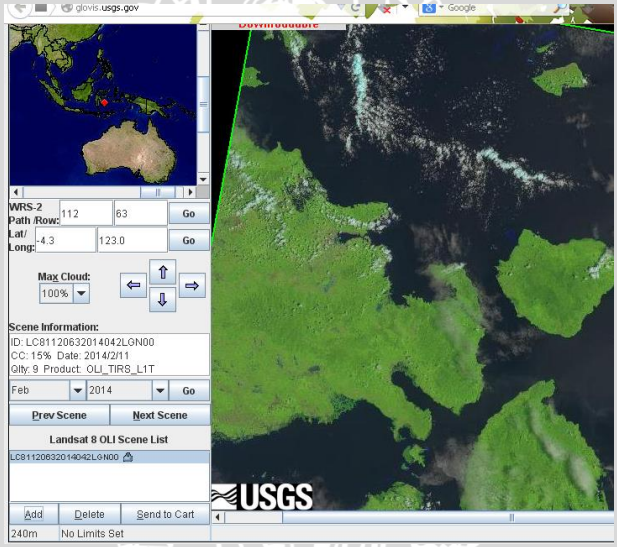


Gambar 18. *Resolution*

5. Kemudian masukkan Tahun dan Bulan yang dikehendaki dan klik Go

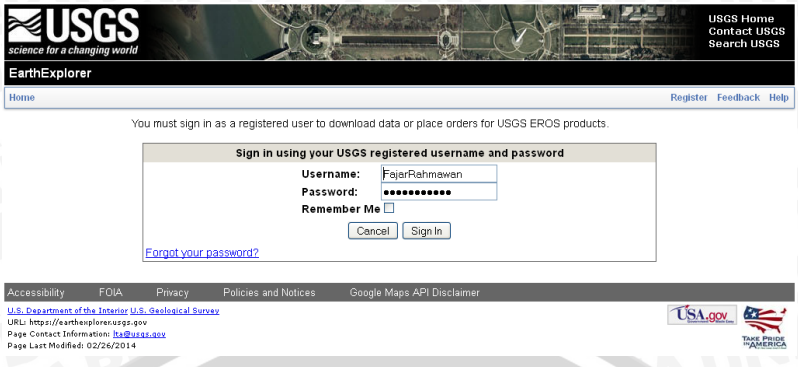
Gambar 19. Menu Pilihan Bulan dan Tahun Citra

6. Setelah tampilan citra yang keluar tidak terlalu banyak tertutup awan, klik Add dan akan muncul tampilan sebagai berikut



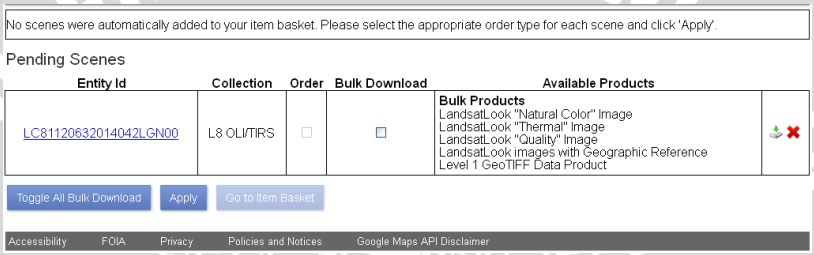
Gambar 20. Gambar Citra Satelit yang Siap Diunduh

7. Kemudian klik Send to Cart dan akan kita akan langsung terhubung ke laman baru, http://earthexplorer.usgs.gov untuk dapat mengunduh citra tadi dengan sebelumnya *login* menggunakan *username* dan *password* kita.



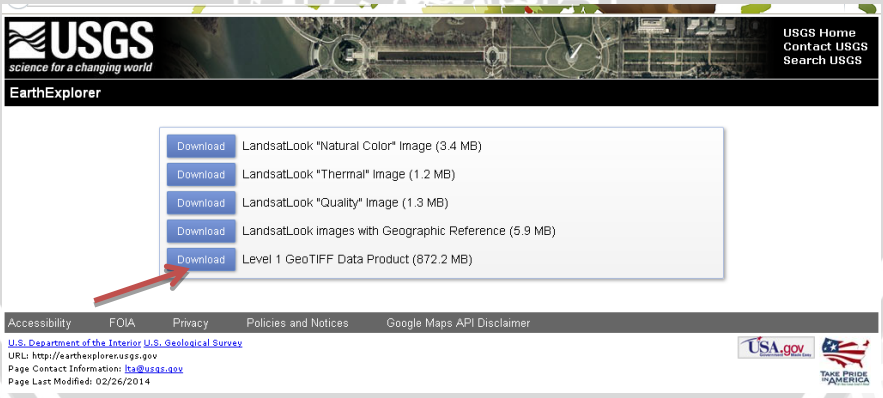
Gambar 21. Tampilan Awal *Earth Explorer*

8. Setelah melakukan *login* ke laman tadi, maka citra tersebut sudah siap untuk di unduh, klik pada tombol



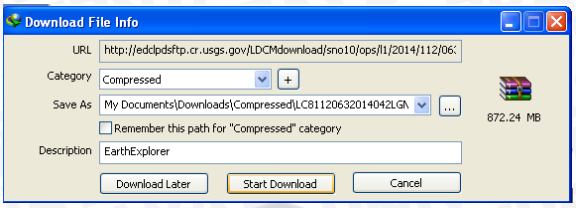
Gambar 22. Pilihan Citra Siap Diunduh

9. Akan muncul laman baru yang menunjukkan *product* citra, klik pada ekstensi *GeoTiff*.



Gambar 23. Citra yang Berekstensi *GeoTiff*

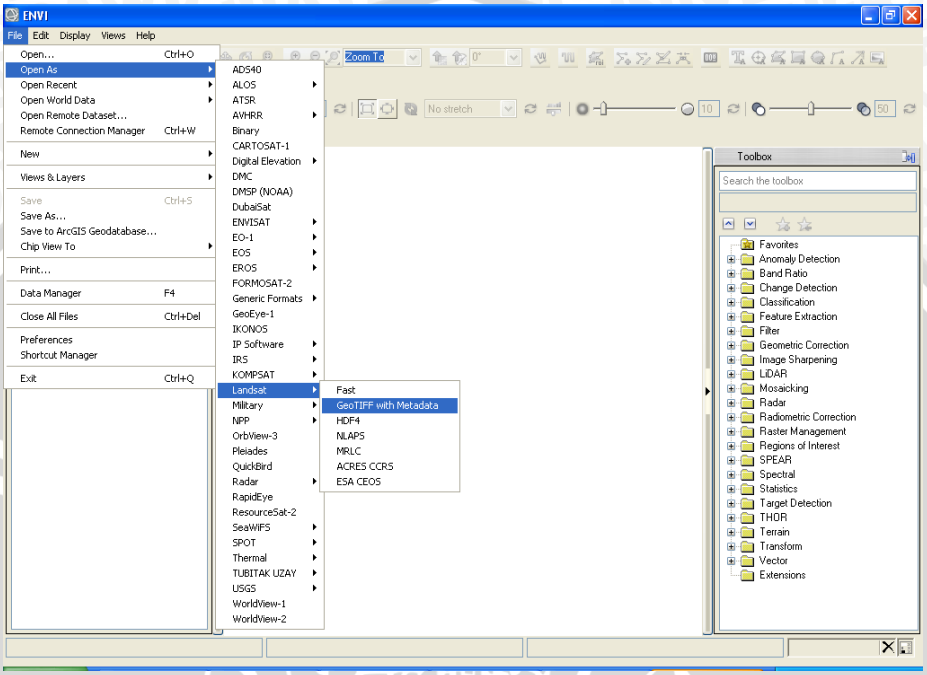
10. Citra dapat diunduh



Gambar 24. Pengunduhan Citra

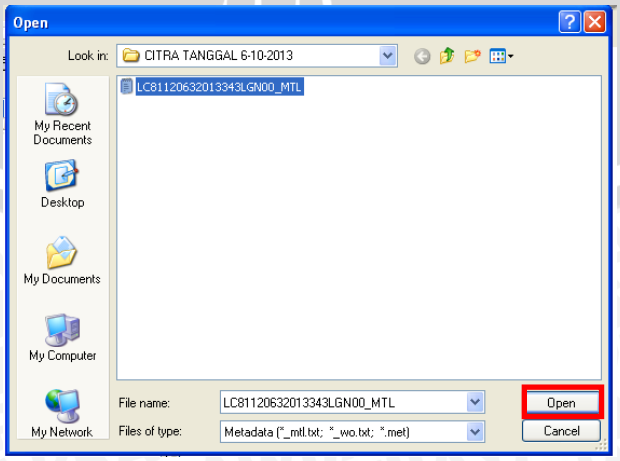
LAMPIRAN 3. Penggabungan Band di ENVI 5.1

1. Buka program ENVI 5.1 klik pada Menu *File*, kemudian *Open As*, pilih Landsat, karena kita menggunakan citra dari Landsat, klik pada *GeoTIFF with Metadata*.



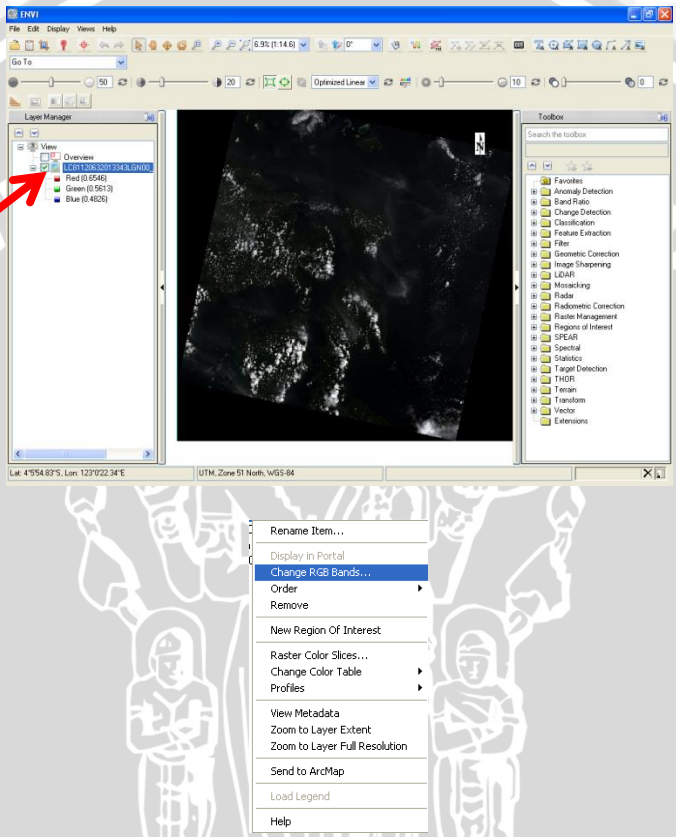
Gambar 25. Tampilan Awal ENVI 5.1

2. Akan muncul jendela baru yang meminta kita untuk mencari lokasi peta yang kita telah unduh dan sebelumnya telah di ekstrak ke dalam *file*. Pilih yang berekstensi *.txt* klik *Open*.



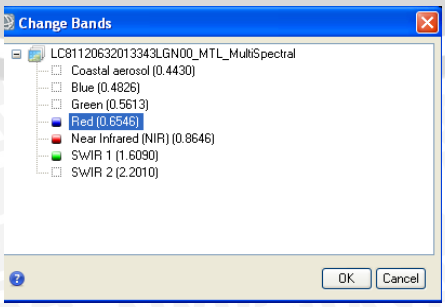
Gambar 26. Lokasi Penyimpanan Citra

3. Kemudian akan muncul tampilan sebagai berikut. Klik kanan pada *Layer* yang aktif, karena Landsat ini adalah Landsat 8 maka kita akan mengganti RGB untuk mengetahui *Color Infrared* yang menunjukkan perbedaan antara mangrove dan pohon biasa.



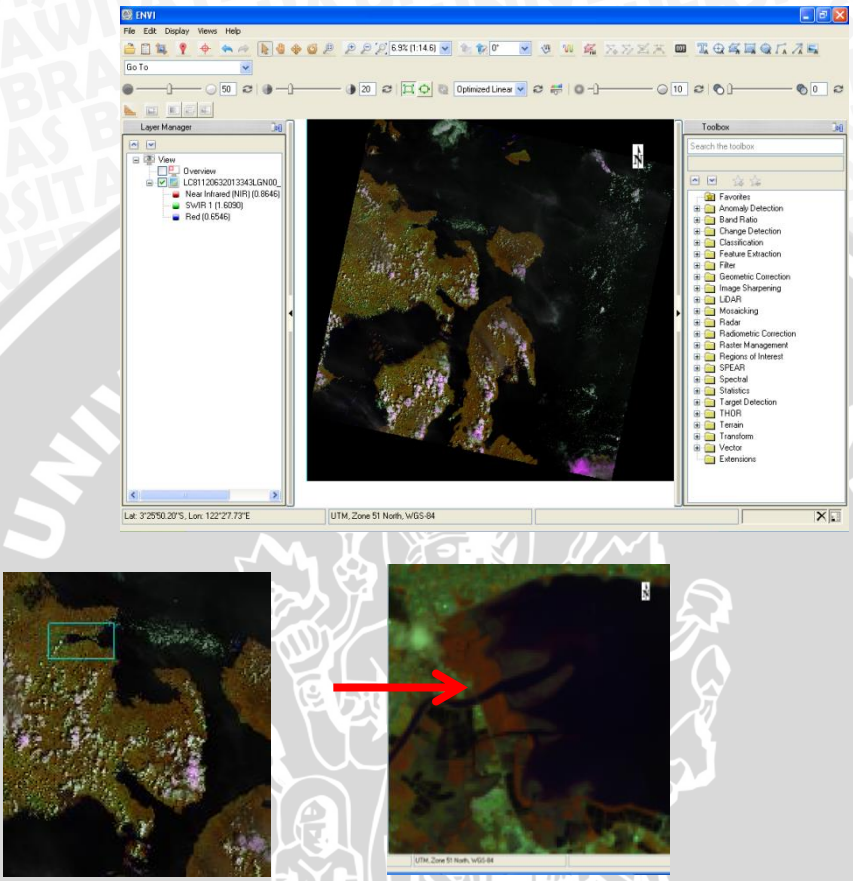
Gambar 27. Memasukkan *Color Infrared*

4. Akan muncul jendela baru, klik untuk memilih RGB Landsat 8, kemudian klik *OK*.



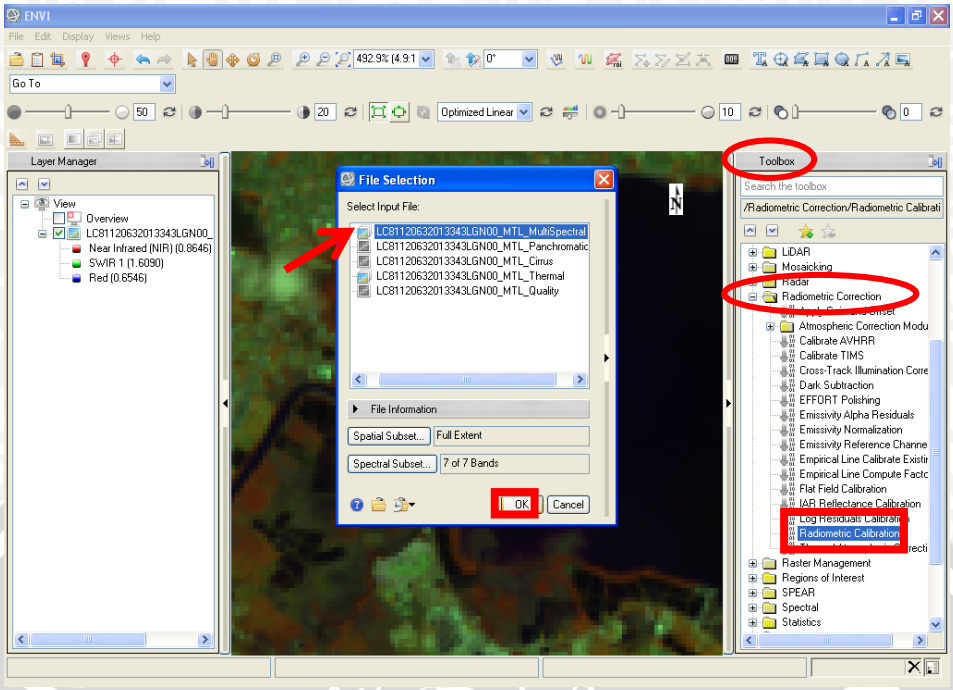
Gambar 28. Memilih RGB

5. Akan muncul tampilan sebagai berikut, kemudian klik untuk melihat lokasi mangrove yang menjadi wilayah penelitian, yaitu Teluk Kendari.



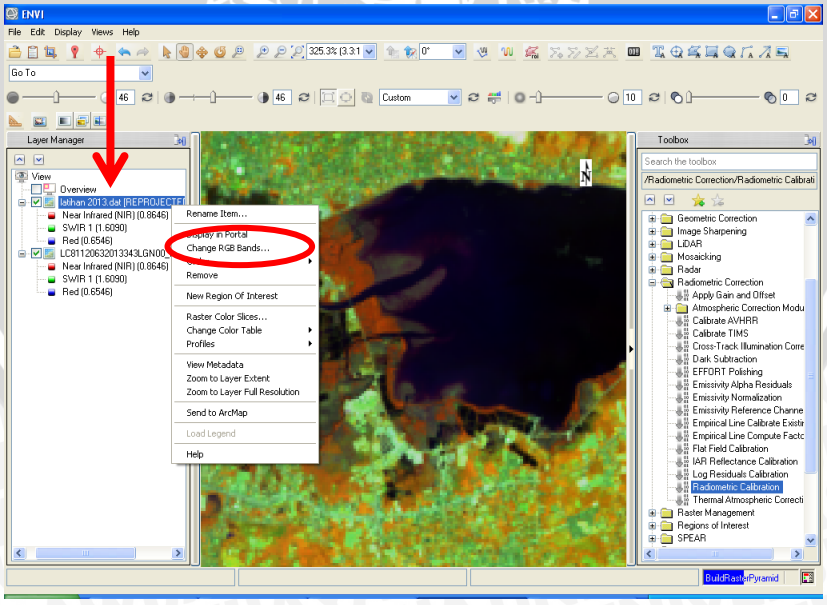
Gambar 29. Menu *Zoom Out*

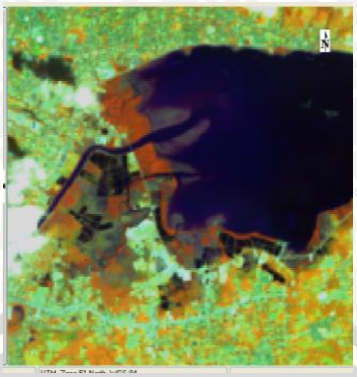
6. Pada jendela ENVI 5.1 sebelah kanan terdapat menu *Toolbox*, klik pada *Radiometric Correction*, kemudian pilih *Radiometric Calibration*. Dan akan muncul jendela baru, pilih yang *Multispectral*, karena menggabungkan 7 *band* yang ada. Klik *OK*. Kemudian akan muncul jendela baru isi nama *Display Output* sesuai keinginan kita, klik *OK*.



Gambar 30. *Radiometric Calibration*

7. Akan muncul *Layer* baru, klik kanan, kemudian pilih *Change RGB Bands* sama pada langkah sebelumnya. Dan akan muncuk perbedaan yang nyata antara pohon mangrove dan pepohonan biasa.

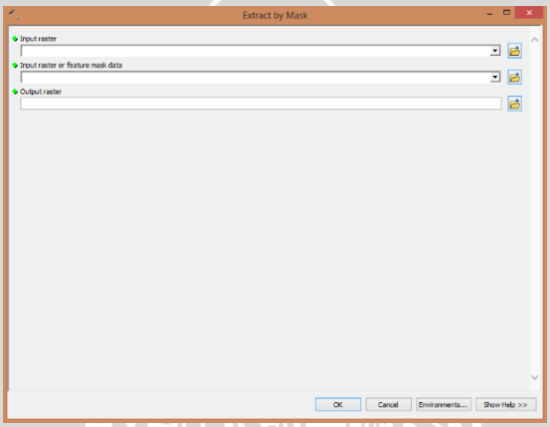




Gambar 31. *Change RGB Bands*

LAMPIRAN 4. Pemotongan Citra Berdasarkan Area Penelitian

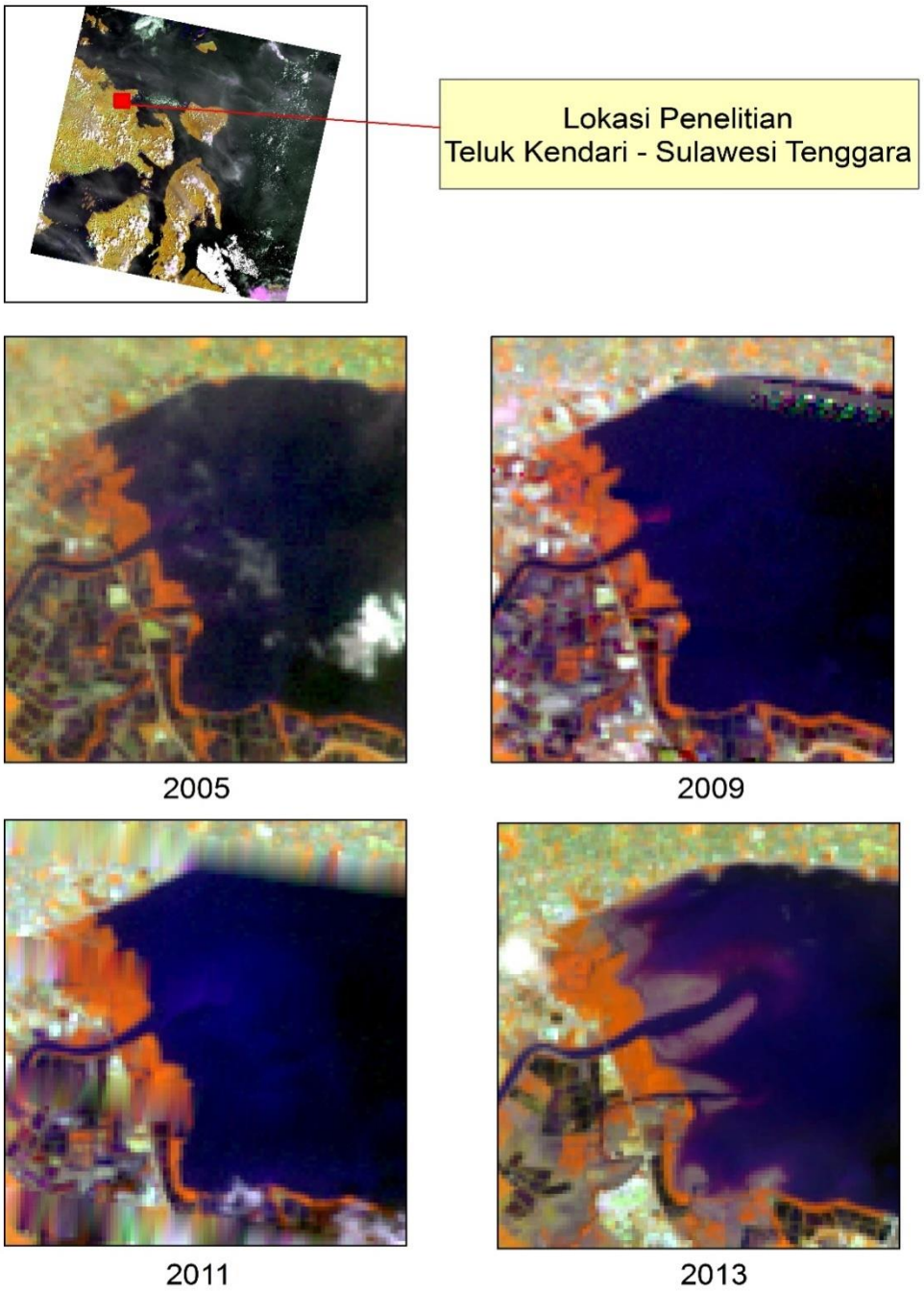
Pemotongan gambar satelit bertujuan untuk menampilkan dan melakukan pengolahan data berdasarkan wilayah yang penulis tentukan saja. Pemotongan gambar satelit juga bermanfaat untuk memperlancar proses pengolahan data yang mengalami keterbatasan pada spesifikasi computer yang terbatas. Pemotongan citra menggunakan aplikasi ArcGis 10.1 dengan bantuan tools ***Spatial Analyst Tools*** – ***Extraction*** – ***Extract by Mask***. Dapat dilihat pada gambar 32 dibawah ini :



Gambar 32. Tampilan *Spatial Analyst Tools*

Pada kolom ***Input Raster*** diisikan data citra penggabungan saluran Near IR, SWIR-1 dan RED. Sedangkan pada kolom ***Input Raster or future mask data*** diisikan *data vector* berupa cakupan area wilayah yang diteliti, sedangkan untuk kolom ***Output Raster*** merupakan direktori penyimpanan hasil dan nama file hasil pemotongan citra satelit. Wilayah penelitian yang penulis tentukan seluas 1.096 Hektar. Wilayah tersebut meliputi : vegetasi

mangrove, vegetasi bukan mangrove, tambak, pemukiman, badan air, awan dsb. Hasil dari pemotongan citra tersebut tergambar pada gambar 33 dibawah ini :

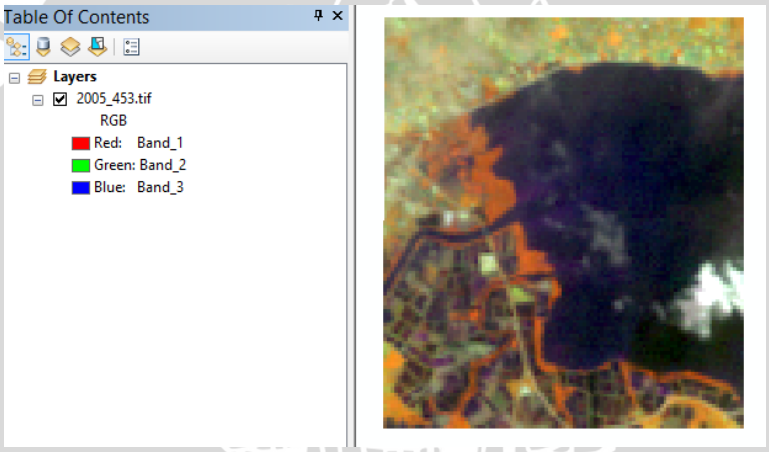


Gambar 33. Pemotongan Citra Berdasarkan Wilayah Penelitian

LAMPIRAN 5. Langkah-Langkah dalam Proses Klasifikasi Terbimbing

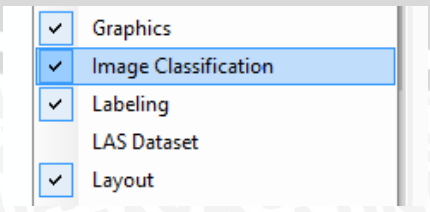
Klasifikasi terbimbing dilakukan dengan menggunakan ArcGIS10.1, banyak penelitian menggunakan metode klasifikasi terbimbing karena tingkat keakuratannya sekitar 80-95%. Keakuratan tersebut fantastis karena menggunakan data dari Landsat. Keakuratan klasifikasi terbimbing dihasilkan 86,52% akurat dengan data lapang yang diperoleh (Nandhy, 2013). Berikut langkah klasifikasi secara terbimbing pada ArcGIS 10.1 :

1. Persiapkan data penggabungan citra Near-IR, SWIR-1 dan RED yang telah dipotong berdasarkan area penelitian.



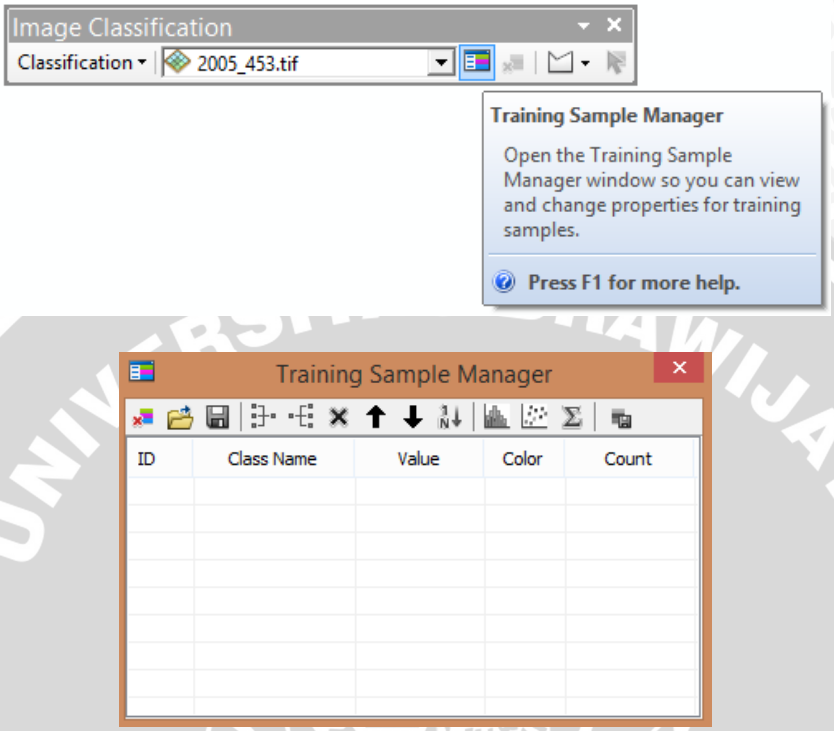
Gambar 34. Proses Awal Klasifikasi Data

2. Siapkan toolbar *Image Classification* dengan cara klik kanan pada menu toolbar dan pilih *Image Classification*.



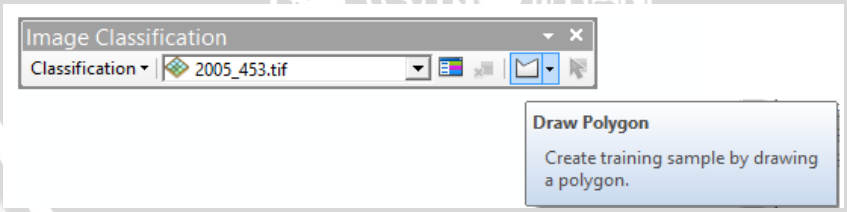
Gambar 35. Tampilan pada Menu *Image Classification*

3. Klik *Training Sample Manager* dan akan terbuka jendela kerja *Training Sample Manager*



Gambar 36. Tampilan pada *Training Sample Manager*

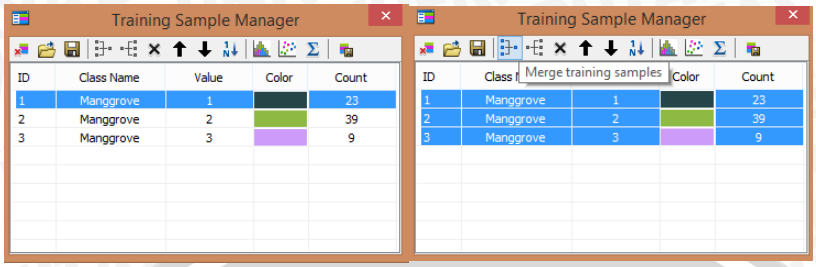
4. Pilih *draw polygon* untuk menggambar area perwakilan nama kelas



Gambar 37. *Draw Polygon*

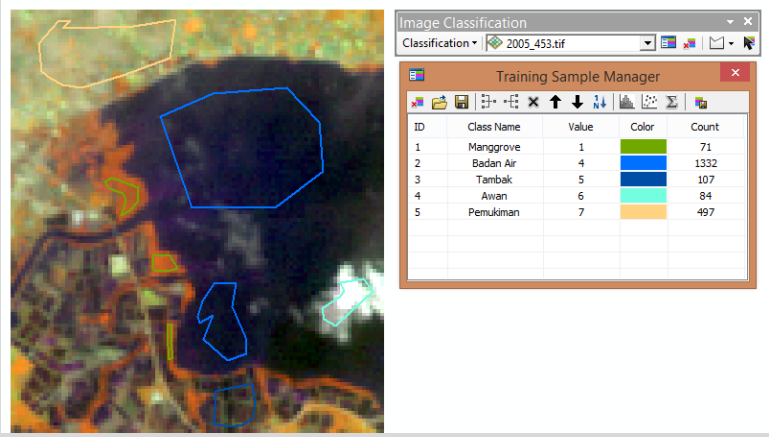
Maka secara otomatis akan muncul pada jendela Training Sample Manager. Ubah nama kelas sesuai dengan yang diinginkan. Seperti mangrove pada gambar 38 dibawah ini. Jika kelas dengan nama yang

sama sebaiknya di marger atau gabungkan dengan memblok jenis kelas yang sama kemudian pilih ikon *Merge Training Samples*.

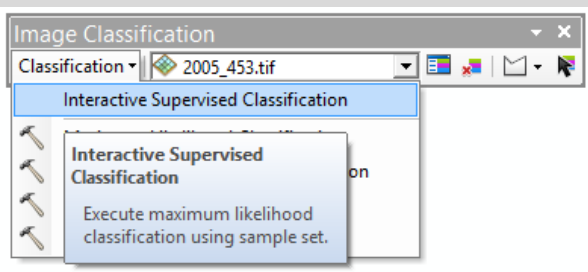


Gambar 38. Proses Penggabungan Kelas yang Sama

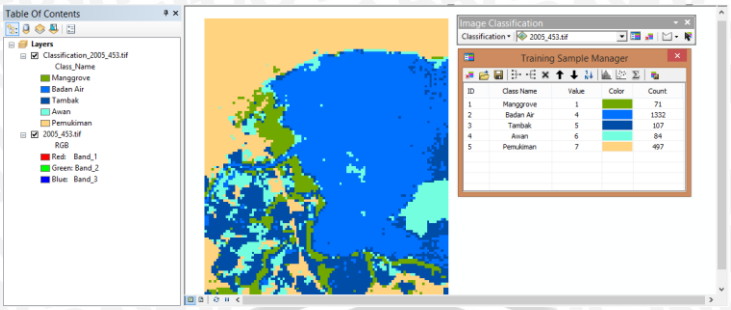
5. Setelah semua selesai di klasifikasi sesuai pada gambar 39, maka langsung pilih ***Interactive Supervised Classification*** yang terlihat gambar 40, maka secara otomatis akan muncul gambar 41 dibawah. Kemudian klik kanan pada gambar yang muncul pilih Data dan Export data :



Gambar 39. Proses Klasifikasi Citra Satelit



Gambar 40. Tampilan *Interactive Supervised Classification*



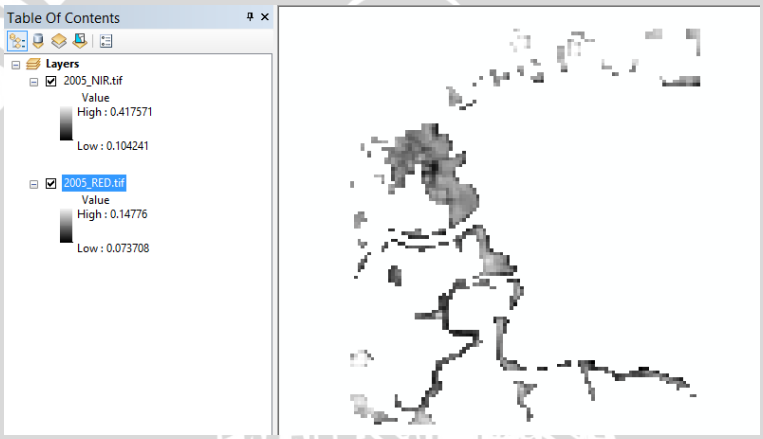
Gambar 41. Hasil dari Klasifikasi Terbimbing

LAMPIRAN 6. Langkah-Langkah dalam Proses Perhitungan Nilai Algoritma NDVI

Penulis menggunakan aplikasi ArcGis 10.1 didalam mengetahui dan menganalisa kerapatan vegetasi tersebut dengan menggunakan tools ***Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Kalkulator***. Berikut dijelaskan langkah pengerjaannya.

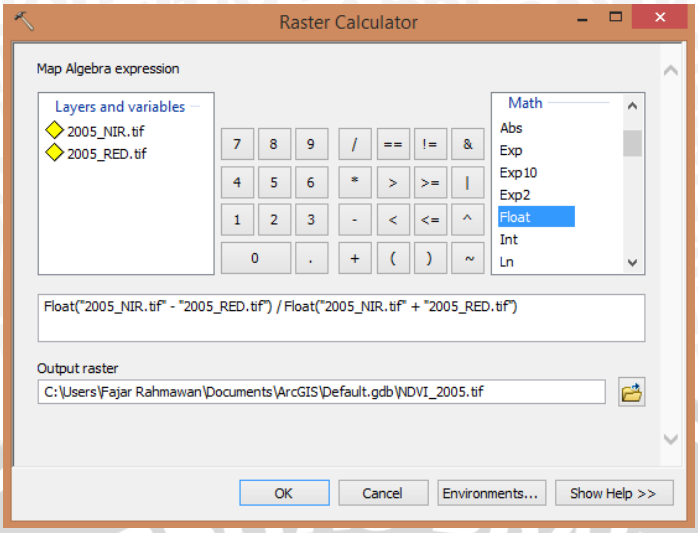
a. Memahami algoritma NDVI yaitu (NIR-RED)/(NIR+RED)

b. Siapkan masing-masing saluran NIR dan RED yang memiliki kelas area mangrove saja. Contoh pada gambar 42 dibawah ini :



Gambar 42. Contoh Saluran NIR dan RED (proses perhitungan NDVI)

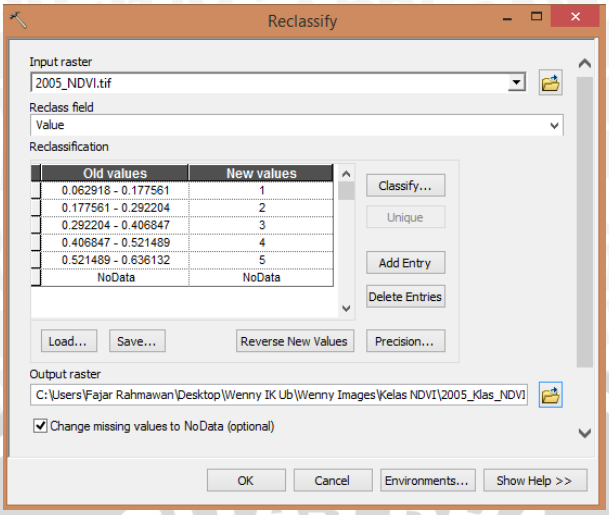
c. Buka ***Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Kalkulator***. Isikan algoritma diatas dengan nama citra yang sesuai. Seperti pada Gambar 43 dibawah ini. Dan berikan nama serta simpan di direktori yang anda inginkan dengan mengisikan pada kolom ***Output Raster***.



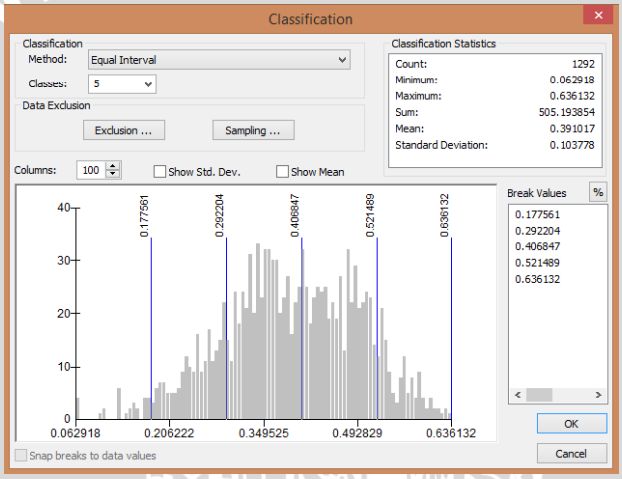
Gambar 43. Raster Kalkulator

d. Hasilnya kemudian diklasifikasi secara otomatis untuk mengetahui interval dengan prinsip algoritma : (Nilai Tertinggi – Nilai Terendah) / Jumlah Kelas. Di ArcGIS sendiri bisa dihitung secara otomatis dengan membagi kelas yang ditentukan. Penulis membagi menjadi 5 kelas yaitu : sangat jarang, jarang, sedang, lebat dan sangat lebat.

   Pembagian kelas tersebut memiliki interval kelas yang berbeda di setiap tahun perekamannya karena mengacu pada prinsip algoritma diatas. Langkah tersebut menggunakan *tools**Spatial Analyst Tools – Reclass - Reclassify*** dapat dilihat pada gambar 44 dibawah ini. Centang untuk ***Change missing values to NoData (optional)***, agar sesuai dengan pembagian kelas yang ditentukan. Pilih ***Classify*** untuk mengatur interval kelasnya. Pada *Classification* pilih *Equal Interval* dan untuk *Classes* sesuaikan dengan pembagian kelas yang diinginkan terlihat pada gambar 45 dibawah ini.



Gambar 44. *Reclassify Toolboxs*



Gambar 45. Pembagian kelas (*Classification*)

LAMPIRAN 7. Perhitungan Kerapatan Jenis (D_i) dan Kerapatan Relatif Jenis (RD_i)

1. STASIUN 1

a) Kerapatan Jenis (Ind/Ha) : Jumlah Tegakan jenis i dalam setiap hektar

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

D *Rhizopora mucronata* $= \frac{5}{300}$ Ind/m^2

= 0.016667 Ind/m^2

= 166.66 Ind/Ha

b) Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) : $RDi = \frac{\text{jumlah tegakan jenis i}}{\text{jumlah total tegakan seluruh jenis}}$ x 100%

RD *Rhizopora mucronata* $= \frac{5}{5}$ x 100%

= 100%

2. STASIUN 2

a) Kerapatan Jenis (Ind/Ha) : Jumlah Tegakan jenis i dalam setiap hektar

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

D *Rhizopora mucronata* $= \frac{20}{300}$ Ind/m^2

= 0,06667 Ind/m^2

= 666.667 Ind/Ha

D *Sonneratia alba* $= \frac{6}{300}$ Ind/m^2

= 0.02 Ind/m^2

= 200 Ind/Ha

b) Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) : $RDi = \frac{\text{jumlah tegakan jenis i}}{\text{jumlah total tegakan seluruh jenis}}$ x 100%

RD *Rhizopora mucronata* $= \frac{20}{26}$ x 100%

= 76.9%

RD *Sonneratia alba* = $\frac{6}{26}$ x 100%

= 23%

3. STASIUN 3

a) Kerapatan Jenis (Ind/Ha) : Jumlah Tegakan jenis i dalam setiap hektar

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

D *Bruguiera sexangula* = $\frac{7}{300}$ Ind/m^2

= 0.02333 Ind/m^2

= 233.33 Ind/Ha

D *Rhizopora mucronata* = $\frac{16}{300}$ Ind/m^2

= 0.05333 Ind/m^2

= 533.33Ind/Ha

D *Sonneratia alba* = $\frac{2}{300}$ Ind/m^2

= 0.00667 Ind/m^2

= 66.66 Ind/Ha

b) Kerapatan Relatif Jenis (RD$_i$) : $RD\text{i} = \frac{\text{jumlah tegakan jenis i}}{\text{jumlah total tegakan seluruh jenis}}$ x 100%

RD *Bruguiera sexangula* = $\frac{7}{25}$ x 100%

= 20%

RD *Rhizopora mucronata* = $\frac{16}{25}$ x 100%

= 64%

RD *Sonneratia alba* = $\frac{2}{25}$ x 100%

= 8%