

**STUDI TENTANG LUAS DAN KERAPATAN HUTAN MANGROVE
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT-7 ETM+ DI PESISIR JABON
KABUPATEN SIDOARJO**

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

Oleh :
LIA ROSINTA DEWI
NIM. 0810863003



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

**STUDI TENTANG LUAS DAN KERAPATAN HUTAN MANGROVE
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT-7 ETM+ DI PESISIR JABON
KABUPATEN SIDOARJO**

**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 :

LIA ROSINTA DEWI

NIM. 0810863003



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2012

SKRIPSI

STUDI TENTANG LUAS DAN KERAPATAN HUTAN MANGROVE
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT-7 ETM+ DI PESISIR JABON
KABUPATEN SIDOARJO

Oleh :
LIA ROSINTA DEWI
NIM. 0810863003

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 15 Agustus 2012
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

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

Dosen Pembimbing II

(Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc)
NIP.
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

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

PERNYATAAN 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, Agustus 2012

Mahasiswa,

Lia Rosinta Dewi
NIM.0810863003



UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Kedua orangtuaku atas doa, motivasi dan kesabarannya.
2. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc.,Ph.D dan Ibu Dwi Candra Pratiwi, P.Si.,M.Sc selaku pembimbing atas nasehat dan masukannya.
3. Bapak Dr. H. Rudianto, MA dan Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel.,M.Sc selaku penguji atas nasehat dan masukannya.
4. Seluruh Dosen FPIK khususnya Jurusan PSPK atas ilmu yang telah diberikan.
5. Bapak Buasan (penunjuk lokasi dilapang), atas kerjasama dan bantuannya.
6. Teman-teman IK 2008 atas bantuan dan motivasinya.
7. Teman-teman PSP 2008 atas bantuannya.

Malang, Agustus 2012

Penulis

RINGKASAN

LIA ROSINTA DEWI. Studi Tentang Luas Dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat-7 ETM+ Di Pesisir Jabon Kabupaten Sidoarjo. Dibimbing oleh **Ir. Bambang Semedi M.Sc., Ph.D** dan **Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc.**

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang penting yang memiliki peranan dalam menjaga keseimbangan alam. Ekosistem mangrove mempunyai beberapa fungsi ekologis seperti dapat memecah gelombang yang datang, tempat mencari makan bagi hewan-hewan sekitar dan tempat pemijahan, selain itu memiliki fungsi ekonomis seperti dapat digunakan sebagai bahan bangunan, kayu bakar, makanan dan minuman. Desa Kedung Pandan yang terletak di Kecamatan Jabon, Sidoarjo merupakan desa yang memiliki hutan mangrove dan relatif cukup banyak tambak disekitar mangrove tersebut serta wilayah ini juga dialiri Sungai Porong yang membawa buangan lumpur Lapindo. Sedimen yang semakin banyak dikhawatirkan dapat mengganggu ekosistem mangrove dan laut. Maka, pemerintah setempat melakukan pengerukan dan hasil pengerukan tersebut di jadikan pulau baru yang bernama Pulau Sarinah. Pemerintah dan aktivis pencinta lingkungan juga melakukan penanaman mangrove di wilayah tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Mei sampai Juli tahun 2012 yang bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa luas dan kerapatan hutan mangrove pada tahun 2005 dan 2012. Dengan memanfaatkan aplikasi penginderaan jauh yaitu menggunakan Satelit Landsat-7 ETM+. Selain itu, dilakukan pengecekan data lapang dengan menghitung kerapatan mangrove menggunakan transek garis dan transek kuadrat. Metode yang digunakan merupakan salah satu algoritma indeks vegetasi yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Jika nilai NDVI telah diketahui, selanjutnya dilakukan pengambilan data ke lapang dengan menghitung kerapatan mangrove. Penentuan titik lokasi pengambilan data dilakukan sesuai kelas kerapatan mangrove yang diperoleh dari nilai NDVI, sehingga terdapat 3 stasiun pengamatan yang mewakili kelas kerapatan mangrove jarang, sedang dan lebat.

Hasil yang diperoleh yaitu luas mangrove dari tahun 2005 sampai 2012 mengalami pertambahan sebesar 5.239.800m². Salah satu penyebab bertambahnya mangrove yaitu dilakukan penanaman mangrove oleh pemerintah dan aktivis lingkungan. Pada tahun 2005 nilai NDVI berkisar -0,58 sampai 0,366 sehingga terdapat kelas kerapatan mangrove jarang dan sedang. Untuk tahun 2012 nilai NDVI berkisar -0,777 sampai 0,526 sehingga terdapat kelas kerapatan mangrove jarang, sedang dan lebat. Hasil pengambilan data lapang pada stasiun 1 mewakili kelas kerapatan mangrove jarang bernilai 533,3 Ind/Ha, stasiun 2 mewakili kelas kerapatan mangrove sedang bernilai 1166,7 Ind/Ha dan stasiun 3 mewakili kelas kerapatan mangrove lebat bernilai 1600 Ind/Ha.

Persamaan yang dihasilkan yaitu $y = 0,5214x - 0,0869$, hubungan nilai NDVI Satelit Landsat-7 ETM+ dengan kerapatan mangrove berbanding lurus, sehingga jika nilai NDVI naik maka kerapatan mangrove juga naik, demikian juga sebaliknya. Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7626 menunjukkan bahwa hubungan NDVI terhadap kerapatan mangrove dapat dijelaskan sebesar 76,26%.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

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

“Studi Tentang Luas dan Kerapatan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat-7 ETM+ Di Pesisir Jabon Kabupaten Sidoarjo”. Dalam tulisan ini menjelaskan tentang bagaimana mengetahui nilai kerapatan hutan mangrove melalui citra Landsat-7 ETM+ pada tahun 2005 dan 2012 dengan menggunakan salah satu algoritma yaitu NDVI. Setelah diketahui nilainya, dilakukan pengecekan langsung ke lapang untuk membuktikan apakah nilai tersebut sesuai dengan keadaan di lapang.

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, Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Mangrove.....	5
2.2 Ekosistem Mangrove	5
2.3 Fungsi dan Manfaat Ekosistem Mangrove	6
2.4 Jenis-jenis Mangrove.....	7
2.5 Luas dan Penyebaran Mangrove	8
2.6 Penginderaan Jauh.....	9
2.6.1 Penginderaan Jauh untuk Vegetasi Mangrove.....	10
2.6.2 Satelit LANDSAT	13
3. METODOLOGI	16
3.1 Skema Metodologi Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.3 Metode Pengambilan Data	17
3.4 Pengambilan Data Citra.....	17
3.5 Pengolahan Data Citra.....	18
3.5.1 Pengolahan menggunakan ER Mapper 7.1.....	18
3.5.2 Penggabungan Band (<i>Composit band</i>).....	18
3.5.3 Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik	18
3.5.4 Komposisi Warna RGB	19
3.5.5 Pemotongan (<i>Cropping</i>) Daerah Penelitian.....	19
3.5.6 Indeks Vegetasi	20
3.6 Pengambilan Data Lapang	20
3.6.1 Penentuan Lokasi	20
3.6.2 Pengambilan Data Vegetasi Mangrove	20
3.7 Pengolahan Data Lapang	21
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	22
4.2 Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik.....	25
4.3 Analisis NDVI.....	28
4.4 Analisis Vegetasi Mangrove.....	33
4.5 Hubungan Kerapatan dengan Nilai NDVI.....	37

5. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	45



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Saluran Citra Landsat	14
2. Penduduk Berdasar Tingkat Pendidikan	23
3. Nilai Digital Citra Landsat-7 ETM+ Tahun 2005 Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik.....	26
4. Nilai Digital Citra Landsat-7 ETM+ Tahun 2005 Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik.....	27
5. Luas Tutupan Mangrove Tahun 2005	32
6. Luas Tutupan Mangrove Tahun 2012	32
7. Perubahan Luas Mangrove Tahun 2005 dan 2012	33
8. Nilai Kerapatan Jenis (D_i) dan Kerapatan Relatif Jenis (RD_i)	35
9. Kerapatan Mangrove dengan Nilai NDVI Tahun 2012	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian	4
2. Karakteristik Pantulan Komponen Vegetasi	11
3. Diagram Alir Penelitian	16
4. Hasil <i>Cropping</i>	19
5. Diagram Tingkat Pendidikan Kecamatan Jabon Tahun 2012.....	24
6. Histogram Band 1 Landsat-7 ETM+ Tahun 2012 Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik	26
7. Histogram Band 1 Landsat-7 ETM+ Tahun 2005 Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik	27
8. Peta Kerapatan mangrove Tahun 2005 di Pesisir Jabon	29
9. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2012 di Pesisir Jabon	31
10. Titik Lokasi Pengamatan.....	34
11. Grafik Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Nilai NDVI Satelit Landsat-7 ETM+ Tahun 2012	38
12. Tampilan Awal USGS	45
13. Seri Citra Landsat	45
14. <i>Path/Row</i>	46
15. <i>Resolution</i>	46
16. Tampilan <i>Earth Explorer</i>	47
17. Tampilan <i>Download</i>	47
18. Tampilan IDL 7.0	49
19. Tampilan Reframe_L1T Parameters	49
20. Tampilan Gap Fill Parameters	50
21. Tampilan ER Mapper 7.1	50
22. Tampilan <i>Window</i>	51
23. Kotak <i>Algorithm</i>	51

24. <i>Raster Dataset</i>	51
25. Tampilan Band 1.....	52
26. Tampilan <i>Duplicate</i>	52
27. Perubahan Nama <i>Pseudo Layer</i>	53
28. Penggabungan Band.....	53
29. Tampilan <i>Save As</i>	54
30. Tampilan <i>Save As ER Mapper Dataset</i>	54
31. Tampilan <i>Create RGB Algorithm</i>	55
32. Hasil RGB 321.....	56
33. Menghapus <i>Pseudo Layer</i>	56
34. Memilih Band pada <i>Red Layer</i>	57
35. Memilih Band pada <i>Green Layer</i>	57
36. Memilih Band pada <i>Blue Layer</i>	57
37. Hasil RGB 453.....	58
38. Tampilan ArcGis 9.3.....	58
39. Tampilan RGB 321.....	59
40. Tampilan Shapefile.....	59
41. Tampilan <i>Crop</i>	60
42. Tampilan <i>Clip</i>	60
43. Tampilan <i>Extract by Mask</i>	61
44. Tampilan <i>Raster Calculator</i>	61
45. <i>Layer Properties</i>	62
46. Tampilan hasil <i>Calculation</i> dan <i>Reclassify</i>	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Cara Mengunduh (<i>Download</i>) Citra Satelit andssat-7 ETM+	45
2. Cara <i>Gap Fill</i> Citra Satelit Landsat-7 ETM+	48
3. Cara Penggabungan Band (<i>Composit Band</i>)	50
4. Cara Membuat Komposisi Warna RGB	55
5. Cara mengolah Indeks Vegetasi	58
6. Data Spesies dan Kerapatan Jenis Setiap Stasiun	63
7. Perhitungan Kerapatan Jenis (D_i) dan Kerapatan Relatif Jenis (RD_i)	64
8. Foto-foto Ekosistem Mangrove	67
9. Statistik Klasifikasi Citra Landsat-7 ETM+ Tahun 2005 dan 2012	68



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki luas hutan mangrove sekitar 4.25 juta hektar atau 3,98% dari seluruh luas hutan Indonesia. Area hutan mangrove yang luas antara lain terdapat di pesisir timur P. Sumatera, pesisir P. Kalimantan dan pesisir Papua. Hutan mangrove di P. Jawa banyak mengalami kerusakan atau telah hilang sama sekali karena ulah manusia. Selain itu, kawasan mangrove sering dialihkan fungsinya misal dijadikan tambak, diubah menjadi lahan pertanian atau dijadikan daerah permukiman. Ketika ekosistem alami menjadi rusak maka akan sulit untuk mengembalikannya ke keadaan semula (Nontji, 2007). Salah satu bagian Indonesia yaitu Pulau Jawa Timur juga memiliki kawasan hutan mangrove yang relatif cukup banyak seperti di daerah Wonorejo Kota Surabaya, Taman Nasional Alas Purwo di Banyuwangi, daerah Pasuruan dan Sidoarjo. Oleh karena itu, diperlukan pemetaan dan pengelolaan ekosistem mangrove secara terpadu agar lestari.

Kabupaten Sidoarjo memiliki 18 kecamatan salah satunya Kecamatan Jabon. Wilayah ini memiliki area hutan mangrove yang cukup baik kondisinya, tetapi mengingat saat ini pembangunan wilayah sangat cepat dikhawatirkan akan merusak ekosistem mangrove. Selain itu, dampak dari semburan lumpur Lapindo juga dapat mempengaruhi ekosistem mangrove dan laut karena material lumpur dalam jumlah banyak yang masuk ke Sungai Porong dikhawatirkan dapat mengganggu pertumbuhan mangrove (Pemkab Sidoarjo, 2012). Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk mengetahui kondisi mangrove di wilayah Jabon salah satunya dengan memanfaatkan aplikasi penginderaan jauh untuk mengetahui luas, kerapatan dan kondisi di wilayah tersebut.



Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi dari suatu wilayah yang akurat dan cepat melalui citra satelit tanpa kontak langsung dengan obyek yang selanjutnya diolah dengan menggunakan fasilitas Sistem Informasi Geografis (SIG) (Lillesand dan Kiefer, 1990). Untuk penelitian dan pemetaan vegetasi mangrove dapat menggunakan data penginderaan jauh karena memiliki jangkauan yang luas sehingga dapat memetakan daerah-daerah mangrove yang terpencil serta dapat menghemat waktu dan dana. Setelah diketahui tipe-tipe kerapatannya dari pengolahan SIG, pada saat *ground check* ke lapang, dapat langsung ke titik-titik lokasi penelitian yang dituju.

1.2 Perumusan Masalah

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan alam. Fungsi ekologis dari mangrove yaitu penahan gelombang, tempat pemijahan dan tempat berlindung. Selain itu, fungsi ekonomi yaitu penghasil kayu bakar, bahan bangunan, pariwisata, pendidikan dan penelitian. Banyak manfaat yang diperoleh dari mangrove sehingga diperlukan pengelolaan secara terpadu.

Hutan mangrove semakin lama relatif cukup berkurang karena penebangan secara liar dan alih fungsi lahan mangrove tersebut. Dalam mencegah dan menanggulangi kerusakan mangrove maka langkah awal yang dapat dilakukan yaitu dengan mengetahui data mengenai luas dan kerapatan mangrove yang ada diwilayah tersebut.

Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu aplikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui data luas maupun kerapatan mangrove. Data tersebut diketahui melalui pantulan gelombang dari kandungan klorofil daun mangrove. Gelombang merah dan gelombang



inframerah dekat memiliki kemampuan untuk mendeteksi kanopi vegetasi mangrove.

Berdasarkan uraian diatas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan yaitu apakah terjadi perubahan luas hutan mangrove pada tahun 2005 dan tahun 2012 menggunakan citra Satelit Landsat-7 ETM+ serta bagaimana kelas kerapatan hutan mangrove pada tahun 2005 dan 2012.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa :

1. Luas mangrove pada tahun 2005 dan 2012 menggunakan citra Satelit Landsat-7 ETM+
2. Kerapatan mangrove dengan menggunakan algoritma NDVI

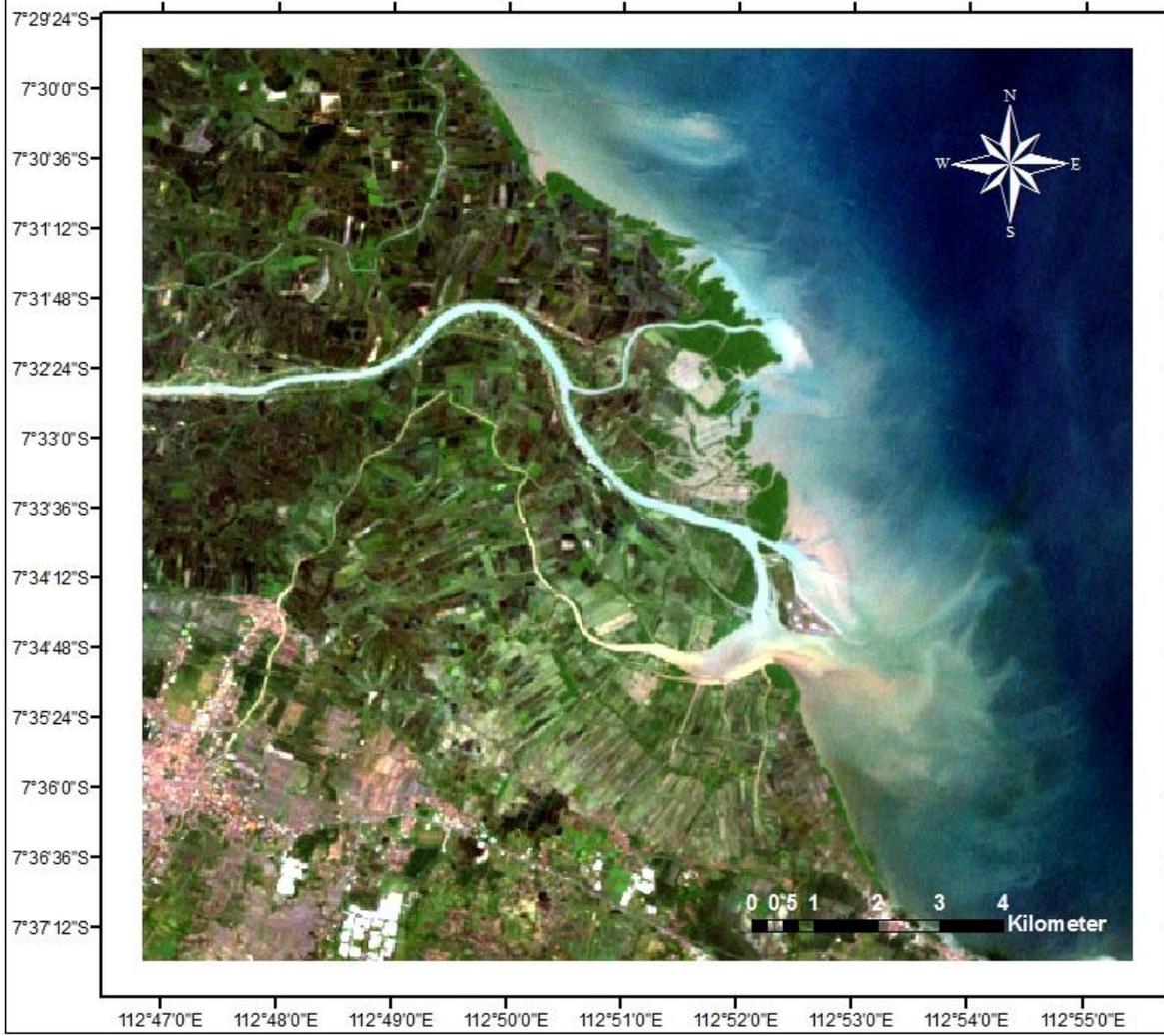
1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini antara lain yang pertama, menambah pengetahuan serta menyediakan informasi tentang luas, jenis dan kerapatan mangrove di wilayah Jabon yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya. Kedua, menambah wawasan masyarakat tentang keadaan mangrove serta fungsinya sehingga masyarakat dapat berpartisipasi aktif dalam pengelolaan mangrove. Ketiga, sebagai salah satu informasi yang dapat digunakan dalam pengelolaan kawasan hutan mangrove. Serta mempermudah dalam pengecekan ke lapangan.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo pada Bulan Mei sampai Juli Tahun 2012. Berikut ini merupakan peta lokasi penelitian :

PETA LOKASI PENELITIAN



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEGENDA

 Sungai Porong

Dibuat Oleh :
Lia Rosinta D.
0810863003
Prodi Ilmu Kelautan

Sumber :
Citra Satelit Landsat-7 ETM+
27-03-2012

INSET



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mangrove

Mangrove merupakan vegetasi hutan yang hidup diantara laut dan daratan. Hutan mangrove terjadi di daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut, tanahnya terdiri atas pasir dan lumpur. Mangrove dapat tumbuh pada kondisi air asin karena memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap salinitas. Vegetasi mangrove ada yang berbentuk pohon dengan mencapai ketinggian 35 cm dan ada pula yang berbentuk semak (*shrubs*) (Saparinto, 2007).

Hutan mangrove merupakan suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, muara sungai dan laguna) yang bebas dari genangan saat surut dan tergenang pada saat pasang serta komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam (Kusmana, 2009).

Karakteristik morfologis yang dimiliki mangrove terlihat pada sistem perakaran dan buahnya. Beberapa spesies mangrove memiliki sistem perakaran khusus yang disebut akar udara, cocok untuk kondisi tanah yang anaerobik dan memproduksi buah yang biasanya disebarkan melalui air (JICA, 1998).

2.2 Ekosistem mangrove

Pengelolaan sumberdaya pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki ekosistem yang saling terkait didalamnya seperti ekosistem terumbu karang, mangrove dan lamun. Ekosistem mangrove merupakan salah satu yang memiliki peranan penting dalam mengurangi efek yang merugikan terhadap lingkungan. Selain itu, berfungsi menyerap kelebihan nitrat dan phosphate sehingga dapat mencegah pencemaran dan kontaminasi di perairan sekitarnya (Huda, 2008).

Ekosistem mangrove merupakan bagian dari ekosistem wilayah pesisir. Sehingga dalam pengelolaan ekosistem mangrove harus dipadukan dengan lingkungan wilayah pesisir. Pengelolaan terpadu sumber daya wilayah pesisir yaitu bagaimana mengelola segenap kegiatan pembangunan yang terdapat di suatu wilayah yang berhubungan dengan wilayah pesisir agar total dampaknya tidak melebihi kapasitas fungsional (Saparinto, 2007). Sedangkan menurut Kusmana (2009), ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang saling berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove.

Secara keseluruhan ruang lingkup sumberdaya mangrove terdiri atas : (1) jenis-jenis tumbuhan yang hidupnya di habitat mangrove, namun juga dapat hidup di habitat non-mangrove, (2) satu atau lebih spesies tumbuhan yang hidupnya terbatas di habitat mangrove, (3) biota yang berasosiasi dengan mangrove (biota darat dan laut, lumut kerak, cendawan, ganggang, bakteri dan lain-lain) baik yang hidupnya menetap, sementara, sekali-sekali, biasa ditemukan, kebetulan maupun khusus hidup di habitat mangrove, (4) daratan terbuka/hamparan lumpur yang berada antara batas hutan sebenarnya dengan laut, dan (5) proses-proses alamiah yang berperan dalam mempertahankan ekosistem ini baik yang berada di daerah bervegetasi maupun di luarnya (Kusmana, 2009).

2.3 Fungsi dan Manfaat Ekosistem Mangrove

Mangrove merupakan ekosistem yang unik dan rawan, memiliki fungsi ekonomis dan ekologis. Fungsi ekonomi antara lain penghasil bibit, penghasil keperluan industri, dan penghasil keperluan rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, manusia biasanya mengalihfungsikan hutan mangrove menjadi tambak, industri, pemukiman dan sebagainya. Sedangkan fungsi ekologis antara lain mencegah intrusi air laut, tempat mencari makan (*feeding*

ground), habitat (tempat tinggal), tempat asuhan, pembesaran (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi aneka biota dan pelindung garis pantai (Rochana, 2010).

Manfaat fisik hutan mangrove yaitu sebagai penghasil O₂, pengolah limbah beracun, penyerap O₂, menahan badai/angin kencang dari laut, menahan hasil proses penimbunan Lumpur sehingga memungkinkan terbentuknya lahan baru, menjaga agar garis pantai tetap stabil dan melindungi pantai dan sungai dari bahaya erosi dan abrasi. Selain itu, manfaat biologik yaitu sumber plasma nuftah dan sumber genetik, menghasilkan bahan pelapukan yang menjadi sumber makanan penting bagi plankton sehingga penting pula bagi keberlanjutan rantai makanan serta merupakan habitat alami bagi berbagai jenis biota. Oleh karena itu, mangrove mempunyai peranan penting bagi masyarakat dan kehidupan di daerah sekitar pantai (Irwanto, 2008).

2.4 Jenis-jenis Mangrove

Di Indonesia terdapat 202 jenis tumbuhan mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat (merambat), 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit (menempel) dan 1 jenis paku. Dari 202 jenis tersebut, 43 jenis (diantaranya 33 jenis pohon dan beberapa jenis perdu) ditemukan sebagai mangrove sejati (*true mangrove*), sementara jenis lain ditemukan disekitar mangrove yang dikenal sebagai mangrove ikutan (*asociates*) (Noor dkk, 2006).

Dalam hutan mangrove, paling tidak terdapat salah satu jenis tumbuhan mangrove sejati yang termasuk ke dalam empat famili yaitu Rhizophoraceae (*Rhizophora*, *Bruguiera*, dan *Ceriops*), Sonneratiaceae (*Sonneratia*), Avicenniaceae (*Avicennia*) dan Meliaceae (*Xylocarpus*). Pohon mangrove sanggup beradaptasi terhadap kadar oksigen yang rendah, terhadap salinitas

tinggi serta terhadap tanah yang kurang stabil dan pasang surut (Kusmana (2002) dalam Rahmawaty (2006)).

Di Indonesia, areal yang selalu digenangi walaupun pada saat pasang rendah umumnya didominasi oleh *Avicennia alba* atau *Sonneratia alba*. Areal yang digenangi oleh pasang sedang didominasi oleh *Rhizophora*. Adapun areal yang digenangi hanya pada saat pasang tinggi, yang mana areal ini lebih ke daratan, umumnya didominasi oleh jenis-jenis *Bruguiera* dan *Xylocarpus granatum*, sedangkan areal yang digenangi hanya pada saat pasang tertinggi (hanya beberapa hari dalam sebulan) umumnya didominasi oleh *Bruguiera sexangula* dan *Lumnitzera littorea* (Noor dkk, 2006).

2.5 Luas dan Penyebaran Mangrove

Mangrove tumbuh subur di daerah tropis dekat ekuator. Tetapi, juga dapat tumbuh di daerah dekat subtropis, yaitu sampai sekitar 35⁰ LU di Asia dan sekitar 35⁰ LS di Afrika, Australia dan New Zeland (Saparinto, 2007). Menurut Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial (RLPS) tahun 1999 luas potensial mangrove Indonesia adalah 8,6 juta ha yang terdiri atas 3,8 juta ha terdapat di kawasan hutan dan 4,8 juta ha terdapat di luar kawasan hutan. Sementara itu berdasarkan kondisinya diperkirakan bahwa 1,7 juta (44,73%) hutan mangrove di dalam kawasan hutan dan 4,2 juta ha (87,50%) hutan mangrove di luar kawasan hutan dalam keadaan rusak. Penyebaran pertumbuhan jenis-jenis pohon mangrove umumnya di pantai yang terlindung dan di muara-muara sungai, dengan komposisi jenis yang berbeda-beda bergantung pada kondisi habitatnya. Berdasarkan berbagai hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penyebaran jenis mangrove tersebut berkaitan dengan salinitas, tipe pasang, dan frekuensi penggenangan (Kusmana, *et al.* 2003).

2.6 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji (Lilliesand dan Kiefer, 1990). Penginderaan jauh selalu berhubungan dengan Sistem Informasi Geografi (SIG). Menurut Arini (2005), mengatakan hubungan SIG dan penginderaan jauh yaitu informasi yang diturunkan dari analisis citra penginderaan jauh dilakukan untuk diintegrasikan dengan data yang disimpan dalam bank data SIG. Jadi, data-data spasial dari penginderaan jauh merupakan salah satu dasar data yang digunakan dalam analisis SIG.

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data dan berbagai penggunaan data. Data penginderaan jauh dapat berupa citra dan atau non citra. Citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang mirip dengan wujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetriknya, sehingga citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik, analog dan digital. Data non citra dapat berupa grafik, diagram dan numerik (Purwadhi, 2001).

Penginderaan jauh mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menganalisa areal yang luas dan sulit ditempuh dengan cara konvensional dalam waktu yang singkat. Teknik inderaja ini sangat berguna untuk kegiatan pengkajian dan monitoring sumberdaya alam baik di darat dan di laut. Data penginderaan jauh juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai jenis aplikasi diantaranya pertambangan, kehutanan, perikanan, penataan tata ruang kota, pemanfaatan militer dan pengembangan wilayah pesisir (Forestian, 2011).

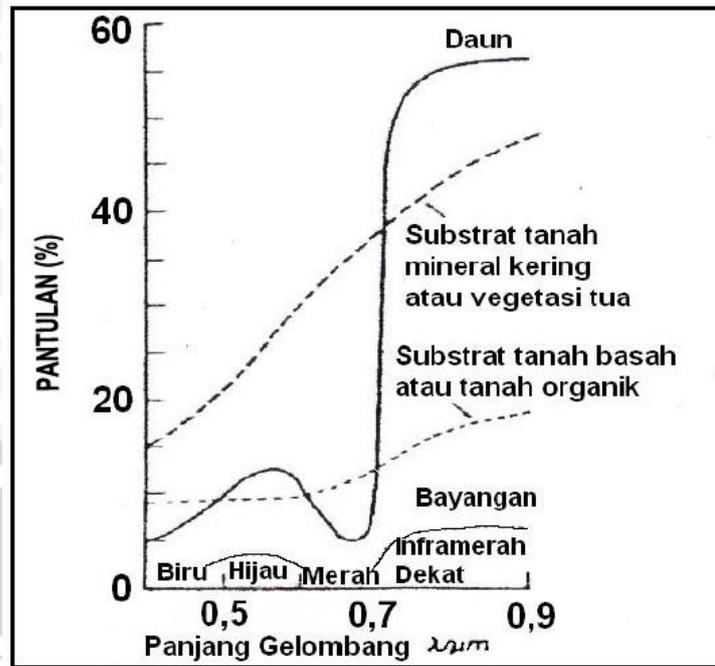


2.6.1 Penginderaan Jauh untuk Vegetasi Mangrove

Penginderaan jauh untuk vegetasi dilihat dari zat hijau daun (klorofil) dan tempat hidup mangrove yaitu daerah pesisir. Dua hal ini menjadi pertimbangan penting untuk mendeteksi keberadaan mangrove menggunakan satelit. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah (Susilo, 2000).

Menurut Lo (1996), kanopi vegetasi memiliki pantulan spektral yang bervariasi menurut panjang gelombang karena adanya sifat pantulan *hemispheric* dari individu daun. Daun terbentuk dari tiga lapisan bahan organik serat yang berstruktur dan memiliki pigmen, kandugan air serta ruang udara. Ketiga sifat ini dapat mempengaruhi sifat pantulan, transmisi dan penyerapan.

Perkiraan jumlah, kerapatan dan distribusi vegetasi mangrove dapat diketahui dengan memanfaatkan aplikasi penginderaan jauh. Perkiraan ini didasarkan pada reflektansi 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 2. Karakteristik Pantulan Komponen Vegetasi (Lo, 1996)

Panjang gelombang sinar tampak sampai infra merah dekat memiliki karakteristik pantulan yang menjadi dasar untuk mendeteksi adanya vegetasi. Dari prinsip tersebut, diperoleh suatu indeks yang digunakan untuk memantau vegetasi yang dikenal sebagai indeks vegetasi. Indeks vegetasi dapat diterapkan pada vegetasi kawasan pesisir seperti mangrove (Saefurahman, 2008).

Indeks vegetasi merupakan proporsi pemantulan elektromagnet oleh permukaan daun yang berkaitan dengan konsentrasi klorofil. Oleh karena itu, konsentrasi klorofil yang terkandung dalam suatu permukaan tanaman khususnya daun akan menunjukkan tingkat kehijauan tanaman tersebut (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.

Indeks vegetasi yaitu besaran nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (*brightness*) beberapa kanal data

sensor satelit. Proses perbandingan antara tingkat kecerahan kanal cahaya merah (*red*) dan kanal cahaya inframerah dekat (*near infrared*) merupakan proses pemantauan vegetasi (Sudiana & Diasmara, 2008).

Algoritma yang dapat digunakan untuk menganalisa indeks vegetasi antara lain WI (*Wetness Index*), GI (*Green Index*) dan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (Jensen, 1998). Penurunan dari algoritma NDVI yaitu PVI (*Perpendicular Vegetation Index*), SAVI (*Soil-Adjusted Vegetation Index*), ARVI (*Atmospherically Resistant Vegetation Index*), EVI (*Enhanced Vegetation Index*) dan GEMI (*Global Environment Monitoring Index*). Kelemahan NDVI adalah rentannya algoritma tersebut terhadap gangguan atmosfer (Sudiana & Diasmara, 2008). Pada penelitian ini menggunakan algoritma NDVI kelebihanannya 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:

$$NDVI = \frac{\text{Saluran 4} - \text{Saluran 3}}{\text{Saluran 4} + \text{Saluran 3}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- Saluran 3 : gelombang merah
- Saluran 4 : gelombang inframerah



Klasifikasi kerapatan tajuk 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. Pembagian klasifikasinya adalah :

- a) Kerapatan tajuk lebat ($0,43 \leq \text{NDVI} \leq 1,00$)
- b) Kerapatan tajuk sedang ($0,33 \leq \text{NDVI} \leq 0,42$)
- c) Kerapatan tajuk jarang ($-1,00 \leq \text{NDVI} \leq 0,32$)

2.6.2 Satelit LANDSAT

LANDSAT *Enhanced Thematic Mapper plus* (ETM+) merupakan salah satu satelit yang diluncurkan pada tanggal 15 april 1999 yang bertujuan memantau sumber daya lahan yang dikembangkan oleh NASA dan Departemen Dalam Negeri Amerika Serikat. Satelit ini memiliki luas cakupan $185 \times 185 \text{ Km}^2$, resolusi temporal 16 hari, berada pada ketinggian 705 km. Resolusi spasial sebesar 30 meter untuk kanal multispektral dan 15 meter untuk kanal pankromatik. Landsat-7 atau *Enhanced Thematic Mapper plus* (ETM+) merupakan pengembangan dari TM (*Thematic Mapper*) satelit Landsat-4 dan Landsat-5. Citra Landsat dapat diperoleh secara gratis melalui situs <http://glovis.usgs.gov> dan <http://earthexplorer.usgs.gov> (Ekadinata, *et al.* 2008).

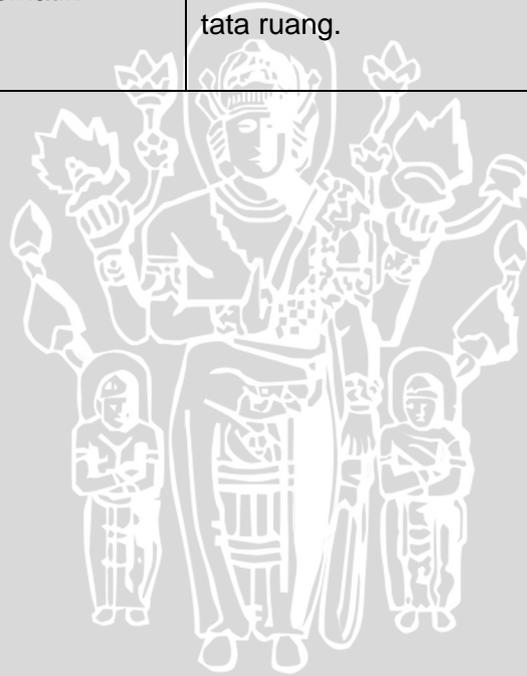
Citra Landsat memiliki kelemahan yang terletak pada sensor yang bersifat pasif. Kondisi atmosfer akan mempengaruhi kualitas data yang dihasilkan oleh sensor-sensor Landsat pada saat perekaman. Terutama di daerah tropis di sekitar garis khatulistiwa, pengamatan lahan menggunakan Landsat akan sulit karena terdapat tutupan awan yang tinggi dan merata sepanjang tahun. Akhir tahun 2002, salah satu pemindai (*scanner*) pada sensor Landsat 7 ETM+

mengalami kerusakan, sehingga menimbulkan kesalahan yang disebut *striping* yaitu garis tanpa data yang terletak vertikal searah garis pemindaian. Berikut ini adalah tabel fungsi dari masing-masing kanal citra Landsat (Ekadinata, *et al.* 2008).

Tabel 1. Saluran Citra Landsat

Band	Kisaran Gelombang (µm)	Kegunaan Utama
1	0,45 – 0,52	Kanal Biru. Penetrasi tubuh air, analisa penggunaan lahan, tanah dan vegetasi. Pembedaan vegetasi dan lahan.
2	0,52 – 0,60	Kanal Hijau. Pengamatan pantulan vegetasi dari zat hijau daun. Pengamatan ini dimaksudkan untuk membedakan jenis vegetasi dan untuk membedakan tanaman sehat terhadap tanaman yang tidak sehat.
3	0,63 – 0,69	Kanal Merah. Kanal terpenting untuk membedakan jenis vegetasi. Saluran ini terletak pada salah satu daerah penyerapan klorofil.
4	0,76 – 0,90	Kanal Infra merah dekat. Kanal yang peka terhadap biomassa vegetasi. Juga untuk identifikasi lahan dan air.
5	1,55 – 1,75	Kanal Infra merah tengah I. Kanal penting untuk pembedaan jenis tanaman, kandungan air pada tanaman, kondisi kelembapan tanah.

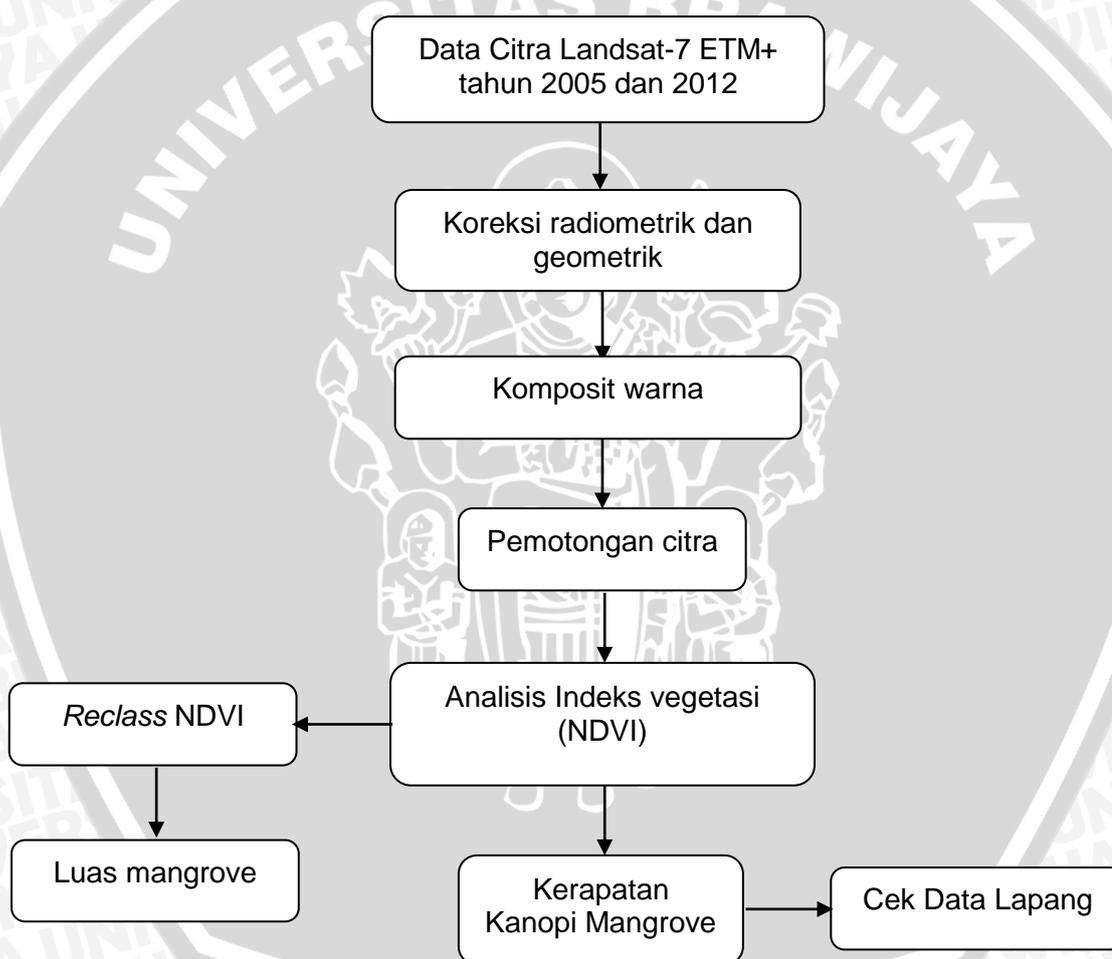
6	2,08 – 2,35	Kanal Infra merah tengah II. Untuk membedakan formasi batuan dan perbedaan hidrotermal
7	10,40 – 12,50	Kanal Infra merah thermal. Klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi. Perbedaan kelembapan tanah, dan keperluan lain yang berhubungan dengan gejala termal.
8	Pankromatik	Studi kota, penajaman batas linier, analisis tata ruang.



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Metodologi Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan data dari Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2005 dan 2012 untuk mengetahui kerapatan mangrove. Setelah data kerapatan kanopi vegetasi mangrove diketahui kemudian dilakukan pengecekan langsung ke lapangan. Berikut ini merupakan diagram alir penelitiannya :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam pengambilan data lapang dan analisis data adalah sebagai berikut :

- a. GPS (*Global Positioning System*) : untuk menentukan koordinat lokasi wilayah penelitian
- b. Kamera Digital : untuk dokumentasi penelitian
- c. Citra Satelit Landsat-7 ETM+ : foto rupa bumi yang akan dianalisis
- d. ArcGIS 9.3 : *software* untuk mengolah citra Landsat-7
- e. ER Mapper 7.1 : *software* untuk mengolah citra Landsat-7
- f. Ms. Excel 2010 : *software* untuk mengolah data
- f. Roll meter : untuk transek garis 100 meter
- h. Alat tulis : untuk mencatat hasil pengambilan data

3.3 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan pengambilan data citra Satelit Landsat-7 ETM+ dan pengambilan data lapang. Kegiatan pengambilan data lapang meliputi penentuan titik-titik lokasi penelitian dengan menggunakan GPS, menghitung jumlah pohon dan identifikasi jenis mangrove. Kegiatan pertama pengambilan data citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2005 dan tahun 2012.

3.4 Pengambilan Data Citra

Citra Satelit Landsat dapat diunduh (*download*) secara gratis melalui website resmi USGS (*United States for Geological Survey*) di <http://glovis.usgs.gov/>. Langkah selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 1. Selanjutnya, dilakukan *gap fill* untuk memperjelas gambar yang mengalami kerusakan. Data tersebut diperbaiki dengan menggunakan *software* IDL v7.0. Langkah-langkahnya dapat dilihat pada lampiran 2.

3.5 Pengolahan Data Citra

3.5.1 Pengolahan Menggunakan ER Mapper 7.1

Data yang diperoleh yaitu citra Satelit Landsat-7 ETM+ dengan Path/Row 118/65 yang telah di *gap fill* sehingga dihasilkan gambar yang lebih jelas, kemudian data tersebut diolah dengan beberapa tahap antara lain 1) penggabungan band (*composit band*), 2) koreksi geometrik dan radiometrik, 3) *cropping* (pemotongan) daerah penelitian, 4) komposisi warna RGB 453 dan RGB 321, 5) penerapan rumus NDVI dan *reclass* NDVI.

3.5.2 Penggabungan Band (*Composit Band*)

Langkah awal yaitu menginstal *software* ER Mapper 7.1 ke PC, penggabungan band ini melibatkan band 1, 2, 3, 4, 5 dan 7. Band 6 tidak dipakai karena band 6 digunakan untuk melihat suhu. Langkah selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 3.

3.5.3 Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik

Koreksi geometrik bertujuan untuk merubah koordinat pada citra Satelit Landsat-7 ETM+ agar sesuai dengan koordinat yang ada di bumi. Ada 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). Pada citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2001 ke atas, datanya telah terkoreksi geometrik secara langsung dari website tersebut. Sehingga, tidak perlu melakukan koreksi geometrik lagi.

Koreksi radiometrik merupakan penyesuaian histogram (*histogram adjustment*) 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).

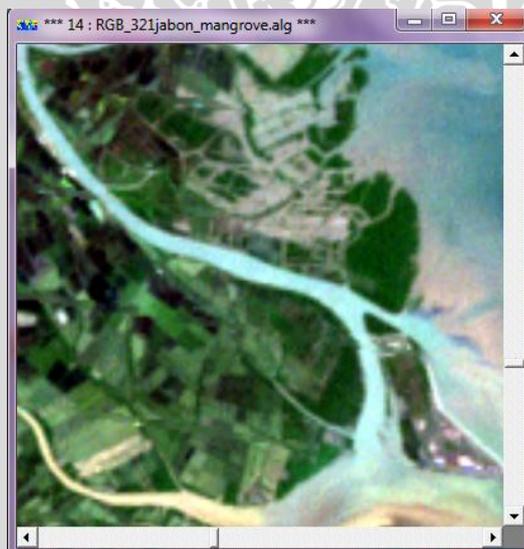
3.5.4 Komposisi Warna RGB

Tujuan dari citra komposit warna adalah memperjelas tampilan objek yang diinginkan. Citra komposit warna adalah kombinasi band-band yang dipakai dalam pemrosesan data citra, dimana pemilihan kombinasinya disesuaikan dengan objek yang akan diamati dengan jalan memainkan citra komposit warna (Herawati 2008). Langkah selanjutnya dapat dilihat pada lampiran 4.

3.5.5 Pemotongan (*Cropping*) Daerah Penelitian

Buka hasil RGB 321 dan RGB 453 dengan pilih "File klik Open " lalu klik

 (*Zoom Box Tool*) sesuai daerah penelitian.



Gambar 4. Hasil *Cropping*

Kemudian simpan hasil cropping dengan memilih *Files of type: ER Mapper Raster Dataset (.ers)*.

3.5.6 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi yang dipakai yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Langkah-langkahnya untuk mengetahui indeks vegetasi dapat dilihat pada lampiran 5.

3.6 Pengambilan Data Lapang

Pengambilan data lapang dilakukan untuk *cross check* data satelit serta dapat memberikan data pendukung mengenai keadaan ekosistem yang sebenarnya di lapang. Kegiatan ini meliputi pengukuran posisi dengan menggunakan GPS dan pengambilan data vegetasi mangrove. Langkah-langkah pengambilan data vegetasi sebagai berikut:

3.6.1 Penentuan Lokasi

Setelah nilai NDVI tahun 2012 diketahui selanjutnya dilakukan pengecekan ke lapang. Penentuan titik-titik lokasi ditentukan secara acak dimana setiap stasiun mewakili kerapatan mangrove yang jarang, sedang dan lebat serta dapat dijangkau lokasinya, sehingga terdapat 3 stasiun pengamatan dan di setiap stasiun terdapat 3 sub-petak (plot).

3.6.2 Pengambilan Data Vegetasi Mangrove

Metode yang digunakan untuk memperoleh data kerapatan mangrove dengan menggunakan transek garis dan transek kuadrat. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove tahun 2004, menggunakan transek garis dengan panjang 100 meter di tarik tegak lurus dengan garis pantai ke arah daratan.

Di dalam transek garis terdapat transek kuadrat dengan ukuran (10x10) m² untuk jenis pohon (berdiameter >10 cm), dibuat lagi sub-petak (5x5) m² 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.

3.7 Pengolahan Data Lapang

Setelah diperoleh data mangrove dari lapang berupa semai, pancang dan pohon, kemudian hanya data jumlah pohon dan jenis mangrove yang sudah diperoleh lalu dianalisa, menurut Bengen (2000), rumusnya yaitu :

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

$$D_i = n_i / A$$

Keterangan : D_i = Kerapatan Jenis i

n_i = Jumlah Total Tegakan Jenis i

A = Luas Plot

- Kerapatan relatif jenis (RD_i)

$$RD_i = \frac{\text{jumlah tegakan jenis i}}{\text{jumlah total tegakan seluruh jenis}} \times 100\%$$

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

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

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Sidoarjo terletak pada 112.5^o – 112.9^o BT dan 7.3^o – 7.5^o LS.

Mempunyai 18 kecamatan yang terbagi atas 322 desa dan 31 kelurahan. Batas-batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kabupaten Pasuruan
- Sebelah Barat : Kabupaten Mojokerto

Kabupaten Sidoarjo beriklim tropis, frekuensi hujan terbanyak terjadi pada Bulan Januari dan Maret. Suhu terendah di wilayah ini adalah 20^o C dan suhu tertinggi adalah 35^o C. Berdasarkan letak ketinggian dari permukaan laut dari 0 – 3 meter merupakan daerah pantai dan pertambakan berada disebelah timur, meliputi 29.99%. Ukuran 3 – 10 meter merupakan daerah bagian tengah yang berair tawar mencapai 40.18%. Ukuran 10 – 25 meter terletak dibagian barat, meliputi 29.20%. Luas wilayah Kabupaten Sidoarjo sebesar 714.243 Km² (Pekab Sidoarjo, 2012).

Kecamatan Jabon salah satu kecamatan yang ada di Sidoarjo memiliki 15 desa dengan luas wilayah sebesar 80.998 Km² berjarak 2 meter dari permukaan laut dan memiliki pantai yang berbentuk landai dengan sedimentasi lumpur. Garis pantainya merupakan dataran rendah yang sebagian tertutup hutan mangrove (kawasan lindung). Pantai yang landai menyebabkan ombak yang landai. Pasang surutnya berpola harian tunggal dengan kekuatan rata-rata 0,9 m/s dan kisaran mencapai 2 meter. Suhu permukaan laut antara 27-28^oC dengan

salinitas laut antara 31-32‰. Jarak dari pusat kota sekitar 21 Km (Pemkab Sidoarjo, 2012).

Menurut data di Kecamatan Jabon (2012), Desa Kedung Pandan merupakan salah satu desa yang ada di wilayah Jabon dengan luas 16.454.316 Ha dan batas-batas wilayah sebagai berikut :

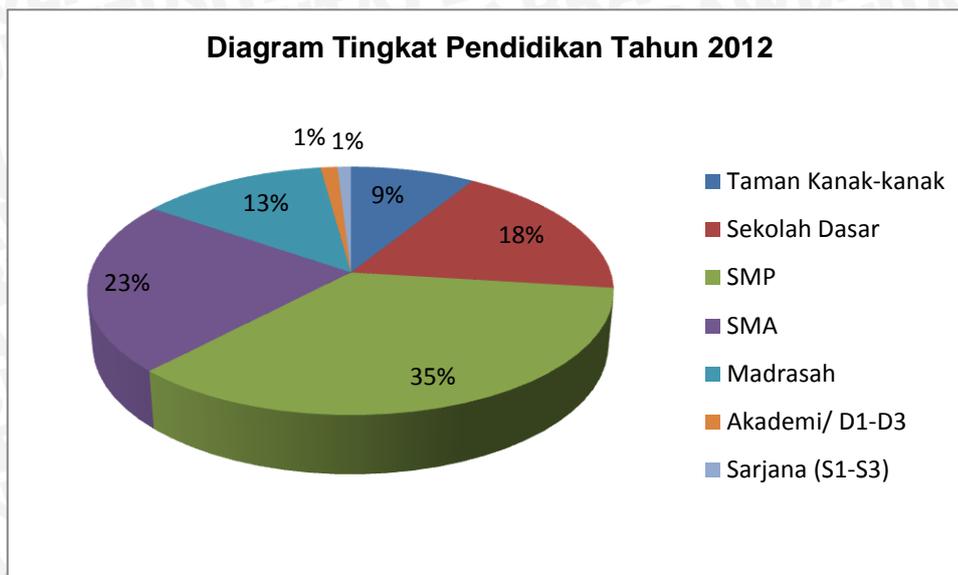
- Sebelah Utara : Desa Tambak Kalisogo
- Sebelah Selatan : Desa Kedungringin Kec. Beji (Pasuruan)
- Sebelah Barat : Desa Semambung
- Sebelah Timur : Desa Kedung Boto Kec. Beji (Pasuruan)

Jumlah penduduk sebesar 3.738 jiwa dengan jumlah laki-laki 1.861 jiwa dan perempuan 1.177 jiwa. Mayoritas agama yang dianut yaitu agama islam. Tingkat pendidikan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Penduduk Berdasar Tingkat Pendidikan

No	Tingkat Pendidikan	Jumlah (Orang)
1	Taman Kanak-kanak	140
2	Sekolah Dasar	288
3	SMP	557
4	SMA	357
5	Madrasah	210
6	Akademi/ D1-D3	19
7	Sarjana (S1-S3)	15

(Sumber : Kecamatan Jabon, 2012)



Gambar 5. Diagram Tingkat Pendidikan Kecamatan Jabon Tahun 2012

Transportasi menuju Kecamatan Jabon dapat menggunakan bus umum tetapi untuk ke wilayah Desa Kedung Pandan lebih baik menggunakan sepeda motor atau mobil karena tidak ada angkutan umum. Pada saat melakukan perjalanan ke tempat tersebut, disebelah kiri dapat terlihat sungai yang cukup panjang yaitu Sungai Porong. Terdapat rumah-rumah penduduk meski tidak sebanyak yang ada di perkotaan. Beberapa rumah juga memiliki tambak yang dapat dijadikan sebagai rumah makan maupun tempat pemancingan, selain itu ada penambangan pasir yang dilakukan di sungai yang yang tidak terlalu lebar.

Pada saat air laut sedang pasang, rumah-rumah penduduk disekitar pesisir Jabon juga terendam oleh air pasang tersebut. Setelah sampai di Desa Kedung Pandan maka akan terlihat bangunan / patung yang berbentuk akar mangrove terletak di tengah jalan berukuran cukup besar. Pembuatan patung tersebut ingin menjadikan Desa Kedung Pandan sebagai tempat wisata mangrove. Setiap akhir pekan desa ini banyak dikunjungi wisatawan, terdapat fasilitas perahu sewaan yang dapat digunakan wisatawan apabila ingin melihat-lihat mangrove dan perahu-perahu tersebut dapat disewa seharga sehari. Didekat

dermaga terdapat beberapa rumah makan yang menyajikan ikan maupun udang bakar/goreng.

Desa Kedung Pandan terutama di wilayah pesisirnya sering dijadikan sebagai tempat penelitian. Terdapat hutan mangrove yang relatif cukup luas, banyak areal tambak di sekitar mangrove serta kita dapat melihat burung maupun bangau saat kita mengelilingi mangrove. Desa Kedung Pandan dialiri oleh Sungai Porong yang membawa material semburan lumpur Lapindo sehingga dikhawatirkan dapat mengganggu ekosistem laut dan merusak hutan mangrove. Menurut Indonesia Maritime Institute (2012), perikanan tambak yang ada di Kabupaten Sidoarjo mengalami penurunan karena Sungai Porong merupakan sumber pengairan tambak di Kecamatan Jabon yang dapat meracuni ikan dan udang akibat penurunan kualitas air dari Sungai Porong. Selain itu, muara sungai menjadi dangkal sehingga pada saat air pasang tidak bisa mengalir lewat Sungai Porong melainkan masuk ke areal tambak.

Pemerintah melakukan pengerukan di muara Sungai Porong untuk mengatasi pendangkalan sungai. Sedimentasi lumpur tersebut dijadikan sebuah pulau yang bernama Pulau Sarinah seluas 80 Ha. Pulau ini sering dijadikan sebagai tempat pemancingan, praktikum, penelitian oleh beberapa universitas dan aktivis lingkungan untuk penanaman mangrove (Harian Seputar Indonesia, 2011). Hasil dari pengolahan data citra Satelit Landsat-7 ETM+ dapat dilihat pada sub bab berikut ini.

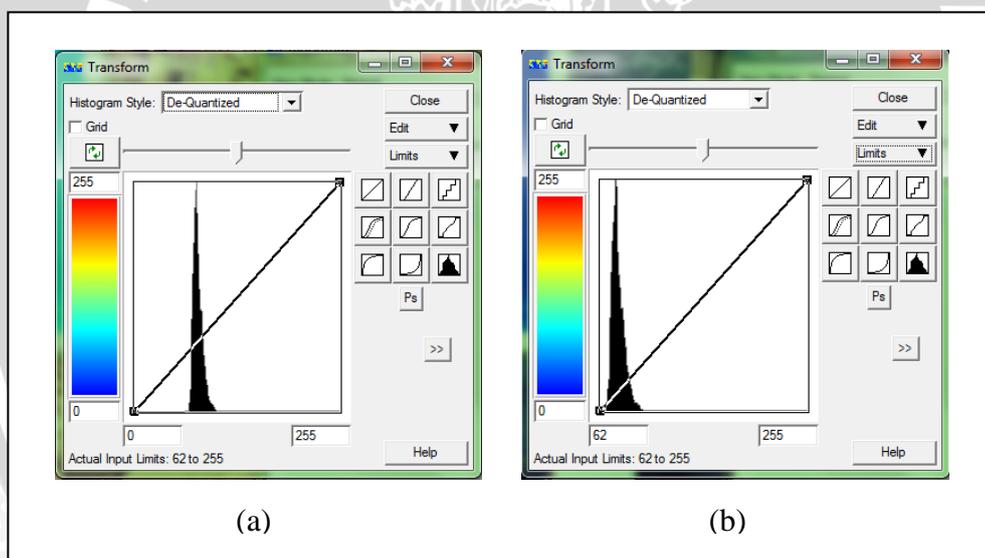
4.2 Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik

Koreksi geometrik tidak dilakukan karena koordinat pada citra Satelit Landsat-7 ETM+ pada tahun 2005 dan 2012 sudah sesuai dengan koordinat yang ada di bumi. Koreksi radiometrik dilakukan dengan mengurangi nilai kanal yang di kanan dengan nilai kanal yang di kiri sehingga, nilai minimumnya menjadi

6. nol. Nilai digital dan histogram dari citra Satelit Landsat-7 ETM+ pada tahun 2012 sebelum dan sesudah terkoreksi radiometrik terdapat pada tabel 3 dan gambar 6.

Tabel 3. Nilai Digital Citra Landsat-7 ETM+ Tahun 2012 Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik

Kanal	Nilai Digital Awal	Nilai Digital Terkoreksi
1	62 – 255	0 – 193
2	42 – 255	0 – 213
3	27 – 255	0 – 228
4	5 – 145	0 – 140
5	1 – 255	0 – 254
7	3 – 255	0 – 252

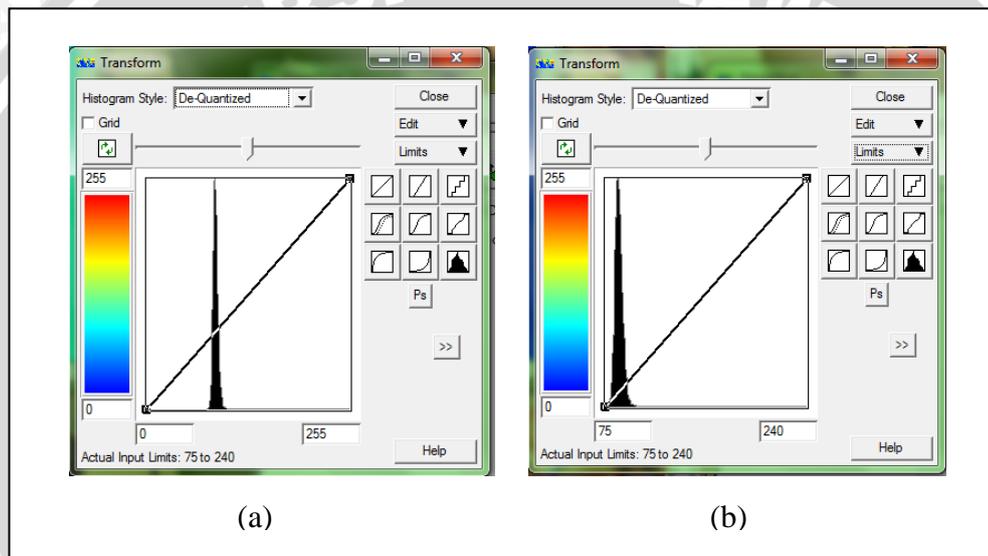


Gambar 6. Histogram Band 1 Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 sebelum (a) dan sesudah (b) Koreksi Radiometrik

Selanjutnya, nilai digital dan histogram dari citra Satelit Landsat-7 ETM+ pada tahun 2005 sebelum dan sesudah terkoreksi radiometrik terdapat pada tabel 4 dan gambar 7.

Tabel 4. Nilai Digital Citra Landsat-7 ETM+ Tahun 2005 Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik

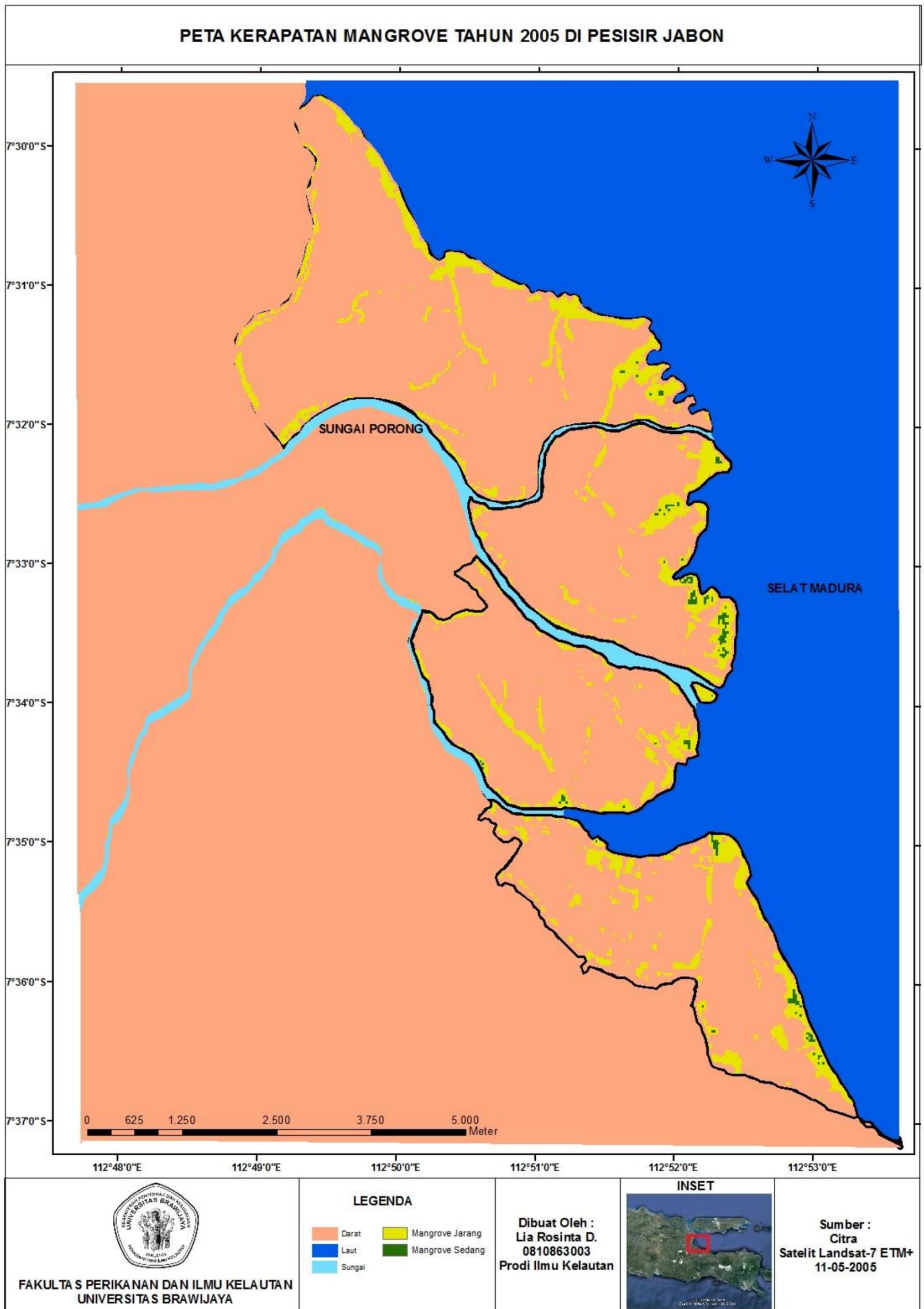
Kanal	Nilai Digital Awal	Nilai Digital Terkoreksi
1	75 – 240	0 – 165
2	52 – 216	0 – 164
3	28 – 230	0 – 202
4	12 – 123	0 – 111
5	2 – 255	0 – 253
7	2 – 255	0 – 253



Gambar 7. Histogram Band 1 Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2005 sebelum (a) dan sesudah (b) Koreksi Radiometrik

4.3 Analisis NDVI

Pada citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2005 diperoleh kisaran nilai NDVI dari -0,58 sampai 0,366. Sehingga kelas kerapatan mangrove dibagi menjadi dua yaitu mangrove jarang dengan kisaran nilai 0,00 – 0,32 dan mangrove sedang dengan kisaran nilai 0,33 – 0,366 sesuai dengan pedoman kelas kerapatan dari Departemen Kehutanan Tahun 2006. Peta kerapatan mangrove tahun 2005 dapat dilihat pada gambar berikut ini :

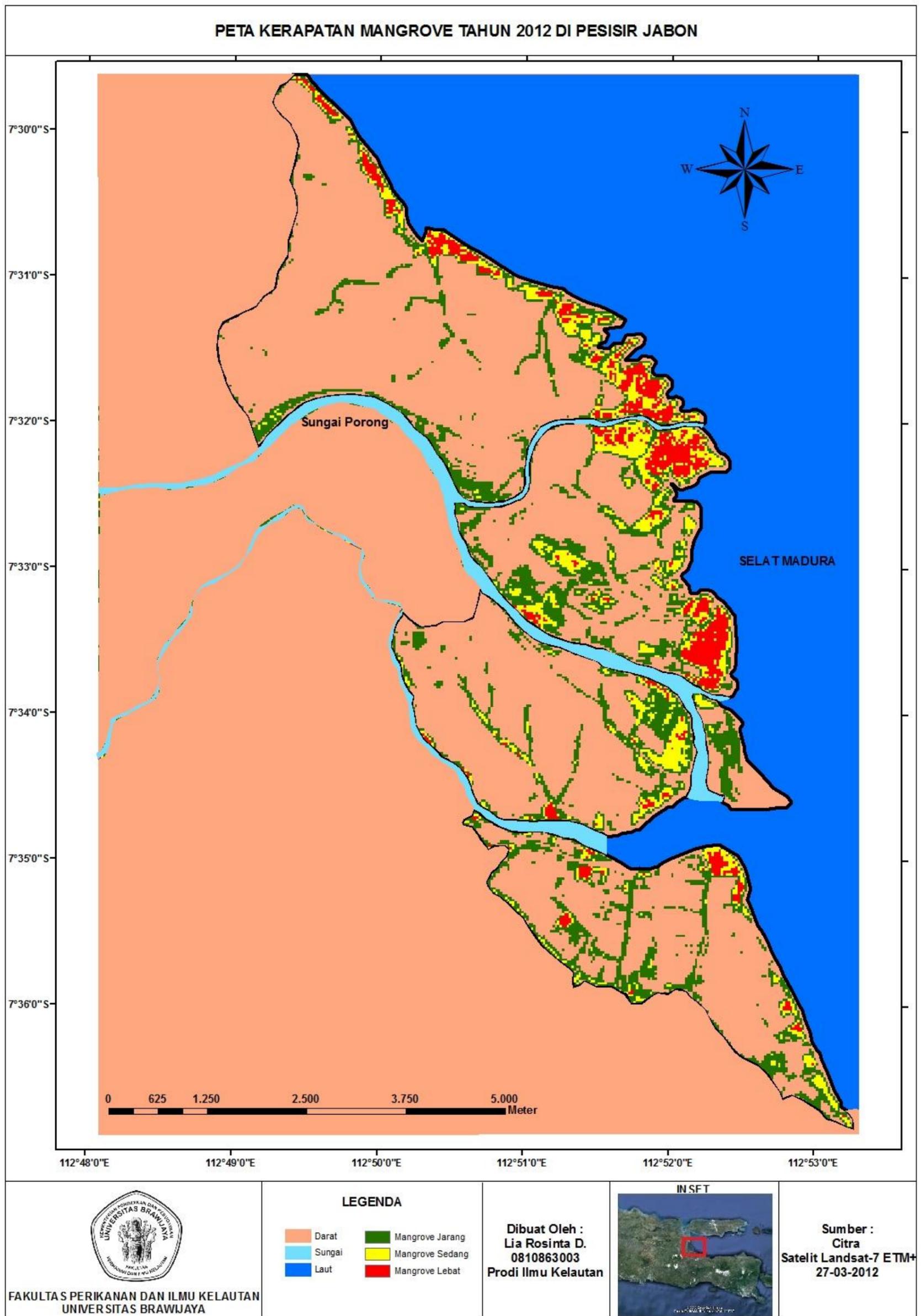


Gambar 8. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2005 di Pesisir Jabon

Dapat dilihat pada gambar 8, warna kuning merupakan kelas kerapatan mangrove jarang yang mendominasi karena terlihat luas. Kemudian, warna hijau merupakan kelas kerapatan mangrove sedang tetapi areanya hanya sedikit berada langsung didepan laut. Sedangkan warna coklat merupakan area yang tidak bervegetasi.

Untuk citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 dihasilkan kisaran nilai NDVI dari -0,777 sampai 0,526. Sehingga kelas kerapatan mangrove dibagi menjadi tiga yaitu kelas kerapatan mangrove jarang dengan kisaran nilai 0,00 – 0,32 ; kelas kerapatan mangrove sedang dengan kisaran nilai 0,33 – 0,42 dan kelas kerapatan mangrove lebat dengan kisaran nilai 0,43 – 0,526. Berikut ini gambar 9 menunjukkan peta kerapatan mangrove tahun 2012.





Gambar 9. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2012 di Pesisir Jabon

Dapat dilihat pada gambar 9, warna hijau merupakan kelas kerapatan mangrove jarang, warna hijau merupakan kelas kerapatan mangrove sedang dan warna merah merupakan kelas kerapatan mangrove lebat. Kelas kerapatan mangrove lebat cukup banyak terdapat dibagian dalam vegetasi mangrove sedangkan kelas kerapatan mangrove jarang dan kelas kerapatan mangrove sedang terletak di tepi. Untuk warna coklat merupakan area yang bukan vegetasi.

Luas tutupan mangrove pada tahun 2005 dan 2012 dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6 berikut ini :

Tabel 5. Luas Tutupan Mangrove Tahun 2005

No	Kerapatan	Jumlah Pixel	Luas (m ²)	Luas (Ha)
1	Mangrove Jarang	5.158	4.642.200	46
2	Mangrove Sedang	187	168.300	1,6

Tabel 6. Luas Tutupan Mangrove Tahun 2012

No	Kerapatan	Jumlah Pixel	Luas (m ²)	Luas (Ha)
1	Mangrove Jarang	6.891	6.201.900	62
2	Mangrove Sedang	2.528	2.275.200	22
3	Mangrove Lebat	1.748	1.573.200	15

Pada tahun 2005 kelas kerapatan mangrove hanya dua yaitu kerapatan mangrove jarang dan sedang. Dan pada tahun 2012 kelas kerapatan mangrove menjadi tiga yaitu mangrove jarang, sedang dan lebat. Ini menunjukkan mangrove didaerah pesisir Jabon semakin bertambah. Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu pemerintah setempat melakukan penanaman mangrove serta adanya Pulau Sarinah yang ditanami mangrove juga. Mangrove semakin bertambah dikarenakan habitat mangrove tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur, terutama di daerah endapan lumpur terakumulasi (Chapman (1977) dalam Noor (2006)). Dari pernyataan itu, substrat lumpur yang ada di pesisir Jabon kemungkinan sesuai dengan habitat mangrove. Tetapi, untuk kandungan

dari lumpur tersebut apakah sesuai dengan ekosistem mangrove atau tidak, dapat diteliti untuk penelitian selanjutnya.

Perbedaan kelas kerapatan mangrove tahun 2005 dan tahun 2012 dapat menunjukkan perubahan luas mangrove, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

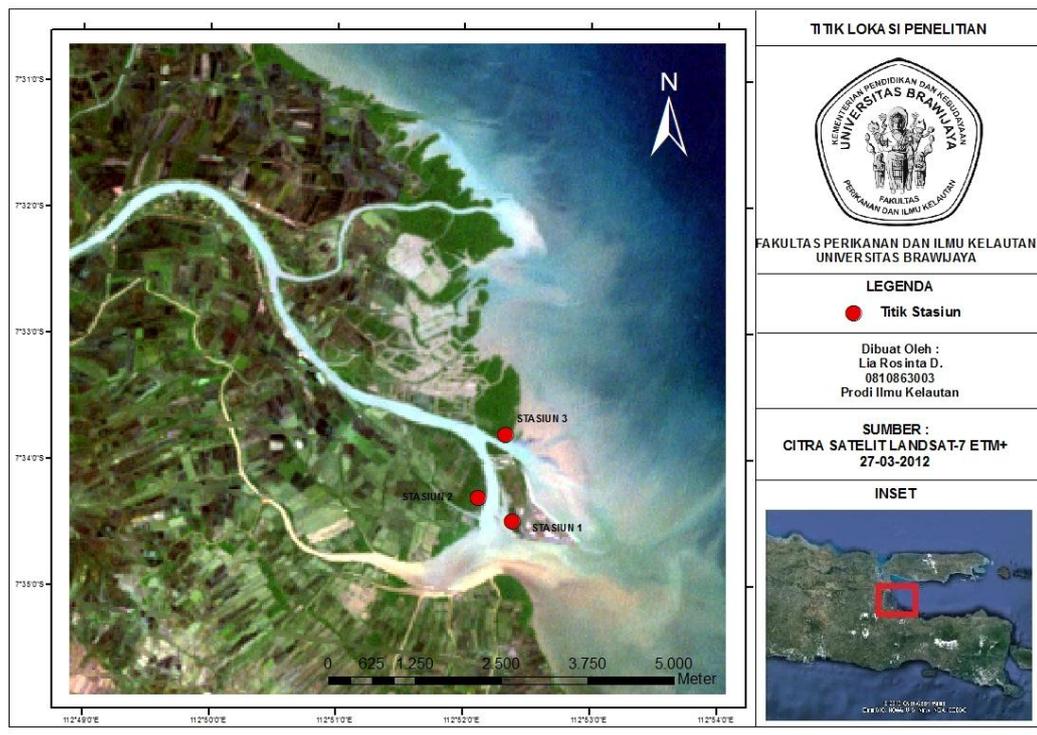
Tabel 7. Perubahan Luas Mangrove Tahun 2005 dan 2012

Kelas	Luas Mangrove (Ha)		Pertambahan Luas (Ha)	% Pertambahan Luas (Ha)
	Tahun 2005	Tahun 2012		
Mangrove Jarang	46	62	16	31,1
Mangrove Sedang	1,6	22	20,4	39,7
Mangrove Lebat	0	15	15	29,2
Total Mangrove	47,6	99	51,4	51,9

Tabel 7 diatas menunjukkan bahwa ekosistem mangrove mengalami pertambahan luas. Pada tahun 2005 sampai tahun 2012 mengalami pertambahan sekitar 51,9 %.

4.4 Analisis Vegetasi Mangrove

Berdasarkan hasil NDVI tahun 2012 yang telah diperoleh didapatkan kelas kerapatan mangrove jarang, sedang dan rapat. Oleh karena itu, terdapat 3 titik stasiun pengamatan dilapang yang mewakili kelas kerapatan mangrove jarang, sedang dan lebat. Dimana, terdapat 3 sub-petak (plot) disetiap stasiun dan pengamatan dilapang ini dilakukan pada tanggal 28 Juli 2012. Pemasangan transek garis sepanjang 100 m, pada ukuran 10 – 20 m dipasang transek kuadrat (plot 1) dengan ukuran 10 x 10 m lalu, diukuran 50 – 60 m dipasang transek kuadrat (plot 2) dengan ukuran 10 x 10 m dan diukuran 80 – 90 m dipasang transek kuadrat (plot 3) dengan ukuran 10 x 10 m. Berikut ini lokasi titik pengambilan data dilapang.



Gambar 10. Titik Lokasi Pengamatan

Stasiun 1 titik koordinatnya di $7^{\circ}34'30,658''$ LS dan $112^{\circ}52'21,9''$ BT, terletak di Pulau Sarinah. Stasiun 1 mewakili kelas kerapatan mangrove jarang, pada saat pengamatan sedang terjadi air surut sehingga endapan lumpur yang tebal menyulitkan pada saat berjalan menuju pulau ini, karena kapal tidak dapat merapat ke tepi pulau akibat air surut.

Stasiun 2 di titik koordinat $7^{\circ}34'19,47''$ LS dan $112^{\circ}52'8,308''$ BT mewakili kelas kerapatan mangrove sedang, titik ini terletak di depan Pulau Sarinah, sama seperti stasiun 1 endapan lumpur yang tebal menyulitkan pada saat berjalan. Terdapat sampah-sampah seperti pecahan botol sehingga harus berhati-hati untuk masuk ke dalam area mangrove.

Stasiun 3 terletak di sebelah utara dengan titik koordinat $7^{\circ}33'49,218''$ LS dan $112^{\circ}52'19,259''$ BT. Stasiun 3 mewakili kelas kerapatan mangrove lebat, terdapat endapan lumpur yang juga menyulitkan saat berjalan. Titik ini memiliki mangrove yang rimbun dengan pohon-pohon yang relatif berukuran besar. Pada



saat masuk ke dalam mangrove juga harus hati-hati karena ranting pohon yang cukup banyak dan ada beberapa yang telah rapuh.

Pengambilan data dilakukan dari pohon, pancang dan semai. Jenis mangrove yang ditemukan pada saat pengamatan yaitu *Avicennia alba* (api-api), *Avicennia marina* (api-api), *Sonneratia alba* (bogem) dan *Sonneratia casiolearis* (bogem). Kondisi mangrove di daerah Jabon bersubstrat lumpur sehingga pada saat pengambilan data sebaiknya pada saat pasang karena mudah berjalannya. Selanjutnya, dilakukan perhitungan kerapatan mangrove pada setiap stasiun dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Nilai Kerapatan Jenis (D_i) dan Kerapatan Relatif Jenis (RD_i)

Stasiun	Jenis Mangrove	Kerapatan Jenis (D_i) (Ind/Ha)	Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) (%)	Total Kerapatan (Ind/Ha)
1	<i>Sonneratia casiolearis</i>	533,3	100	533,3
2	<i>Avicennia alba</i>	200	17,14	1166,7
	<i>Avicennia marina</i>	166,7	14,8	
	<i>Sonneratia alba</i>	566,7	48,57	
	<i>Sonneratia casiolearis</i>	233,3	20	
3	<i>Avicennia alba</i>	333,3	20,83	1600
	<i>Sonneratia alba</i>	833,3	52,1	
	<i>Sonneratia casiolearis</i>	433,3	27,1	

Pada tabel 8 tersebut, stasiun 1 terletak di Pulau Sarinah yang memiliki total kerapatan sebesar 533,3 Ind/Ha dan menurut baku kerapatan mangrove berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 merupakan kerapatan mangrove dalam kelas jarang karena nilai kerapatan <1000 pohon/Ha. Jenis mangrove yang diketemukan adalah *Sonneratia casiolearis* saja karena di stasiun 1 hanya terdapat sedikit pohon, sehingga Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) bernilai 100%.

Stasiun 2 memiliki total kerapatan sebesar 1166,7 Ind/Ha dan menurut baku kerapatan mangrove berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan

Hidup No. 201 Tahun 2004 merupakan kerapatan mangrove dalam kelas sedang karena nilai kerapatan berkisar dari ≥ 1.000 - 1.500 pohon/Ha. Di lokasi ini banyak terdapat sampah dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Selain itu, anakan mangrove di stasiun 2 relatif banyak yang tumbuh. Jenis Mangrove yang ditemukan yaitu *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*. Jenis mangrove yang paling dominan adalah *Sonneratia alba* karena nilai Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) paling besar yaitu 48,57%.

Stasiun 3 memiliki total kerapatan sebesar 1600 Ind/Ha dan menurut baku kerapatan mangrove berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 merupakan kerapatan mangrove dalam kelas padat karena nilai kerapatan ≥ 1500 pohon/Ha. Jenis Mangrove yang ditemukan yaitu *Avicennia alba*, *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*. Jenis mangrove yang paling dominan adalah *Sonneratia alba* karena nilai Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) paling besar yaitu 52,1%.

Dari perhitungan kerapatan di ketiga stasiun tersebut semuanya sesuai dengan kelas kerapatan mangrove yang dilihat dari citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012.

4.5 Hubungan Kerapatan Mangrove dan Nilai NDVI

Nilai NDVI citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 berkisar antara -0,777 sampai 0,526. Nilai -0,777 sampai nol mewakili nilai NDVI untuk objek darat, laut atau yang bukan merupakan vegetasi sedangkan nilai diatas nol sampai 1 merupakan nilai NDVI untuk vegetasi. Sedangkan untuk kerapatan mangrove dilapang pada stasiun 1 tergolong mangrove jarang dengan jumlah 533,3 Ind/Ha, stasiun 2 sebesar 1166,7 Ind/Ha tergolong mangrove sedang dan stasiun 3 sebesar 1600 Ind/Ha merupakan mangrove lebat.

Nilai kerapatan mangrove hasil dari pengamatan ke lapang dan nilai NDVI dari citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini:

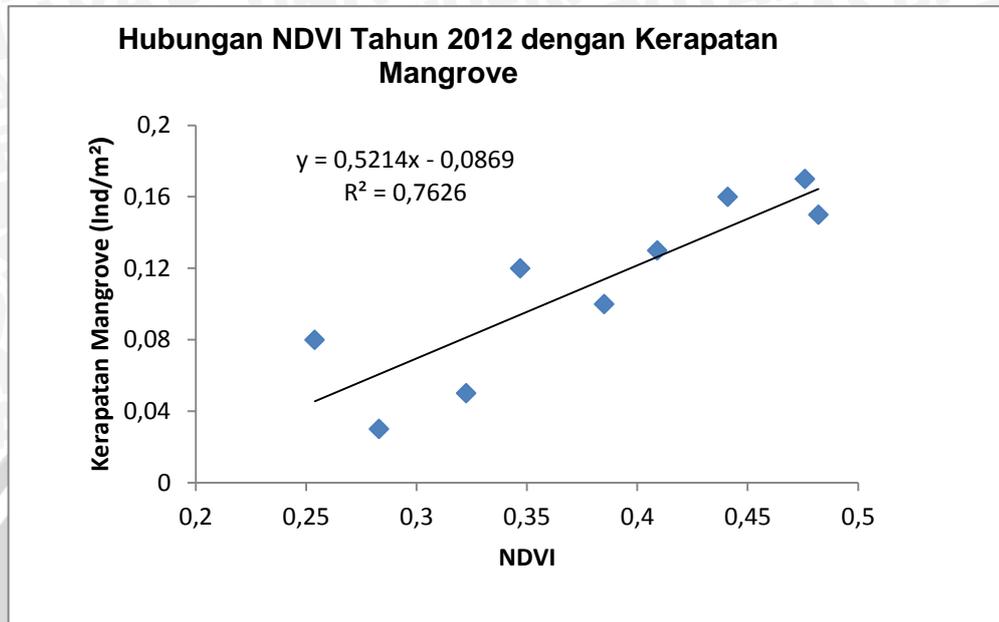
Tabel 9. Kerapatan Mangrove dengan Nilai NDVI Tahun 2012

Stasiun	Plot	Kerapatan Mangrove (Ind/m ²)	Nilai NDVI Tahun 2012	Kelas NDVI
1	1	0,05	0,3225	Mangrove Jarang
	2	0,03	0,283	Mangrove Jarang
	3	0,08	0,2539	Mangrove Jarang
2	1	0,13	0,409	Mangrove Sedang
	2	0,12	0,347	Mangrove Sedang
	3	0,1	0,385	Mangrove Sedang
3	1	0,15	0,482	Mangrove Lebat
	2	0,17	0,476	Mangrove Lebat
	3	0,16	0,441	Mangrove Lebat

Kisaran nilai kerapatan mangrove di lapang dari 0,03 Ind/m² sampai 0,17 Ind/m² sedangkan nilai NDVI dari citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 berkisar dari 0,25 sampai 0,48. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara

repository.ub.ac.id

kerapatan mangrove di lapang dengan nilai NDVI dari Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012.



Gambar 11. Grafik Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Nilai NDVI Satelit Landsat-7 ETM+ Tahun 2012

Persamaan yang dihasilkan yaitu $y = 0,5214x - 0,0869$ dimana x merupakan variabel bebas (*independen*) adalah variabel yang tidak dipengaruhi faktor lain, sedangkan y merupakan variabel tidak bebas (*dependen*) adalah variabel yang dipengaruhi faktor lain. Dalam hal ini nilai y dipengaruhi oleh x , nilai x yaitu NDVI dan y yaitu kerapatan mangrove. Grafik tersebut menunjukkan arah positif berarti kerapatan mangrove dengan nilai NDVI Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 berbanding lurus, sehingga jika nilai NDVI naik maka nilai kerapatan mangrove juga naik, demikian juga sebaliknya. Jadi, nilai kerapatan mangrove dapat diketahui dengan memasukkan nilai NDVI pada persamaan tersebut.

Nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu tingkat kepercayaan yang menunjukkan seberapa besar hubungan nilai NDVI terhadap kerapatan mangrove. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan keduanya dapat dijelaskan

sebesar 76,26 %. Nilai r sebesar 0,873 menjelaskan bahwa hubungan antara NDVI Landsat-7 ETM+ dan kerapatan mangrove adalah erat.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Berdasarkan pengolahan data citra Satelit Landsat-7 ETM+ diperoleh luas mangrove di Pesisir Jabon dari tahun 2005 sebesar 47,6 Ha dan tahun 2012 sebesar 99 Ha, sehingga diperoleh penambahan seluas 51,4 Ha atau sebesar 51,9 %.
2. Nilai NDVI pada tahun 2005 bernilai -0,5802 sampai 0,366 berarti kelas kerapatannya yaitu kelas mangrove jarang dan sedang. Sedangkan nilai NDVI tahun 2012 bernilai -0,777 sampai 0,526 berarti memiliki kelas kerapatan mangrove jarang, sedang, dan lebat. Hasil pengamatan langsung ke lapang, pada stasiun 1 yang mewakili kelas mangrove jarang diperoleh kerapatan mangrove sebesar 533,3 Ind/Ha, stasiun 2 mewakili kelas mangrove sedang dihasilkan kerapatan mangrove sebesar 1166,7 Ind/Ha dan stasiun 3 mewakili kelas mangrove lebat diperoleh kerapatan mangrove sebesar 1600 Ind/Ha.

Persamaan yang dihasilkan yaitu $y = 0,5214x - 0,0869$, hubungan nilai NDVI Satelit Landsat-7 ETM+ dengan kerapatan mangrove di berbanding lurus, sehingga jika nilai NDVI naik maka kerapatan mangrove juga naik, demikian juga sebaliknya. Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7626 menunjukkan bahwa hubungan keduanya dapat dijelaskan sebesar 76,26 %. Nilai r sebesar 0,873 menjelaskan bahwa hubungan antara NDVI Landsat-7 ETM+ dan kerapatan mangrove adalah erat.

5.2 Saran

Dalam pengelolaan ekosistem mangrove dapat menggunakan data dari citra satelit, agar menghemat waktu dan biaya, selain itu pada saat melakukan survei ke lapang bisa langsung ke lokasi yang sesuai dengan kelas kerapatan mangrove yang dituju. Untuk penelitian selanjutnya, dapat meneliti tentang substrat yang ada di pesisir Jabon, Sidoarjo apakah sesuai untuk pertumbuhan mangrove.



DAFTAR PUSTAKA

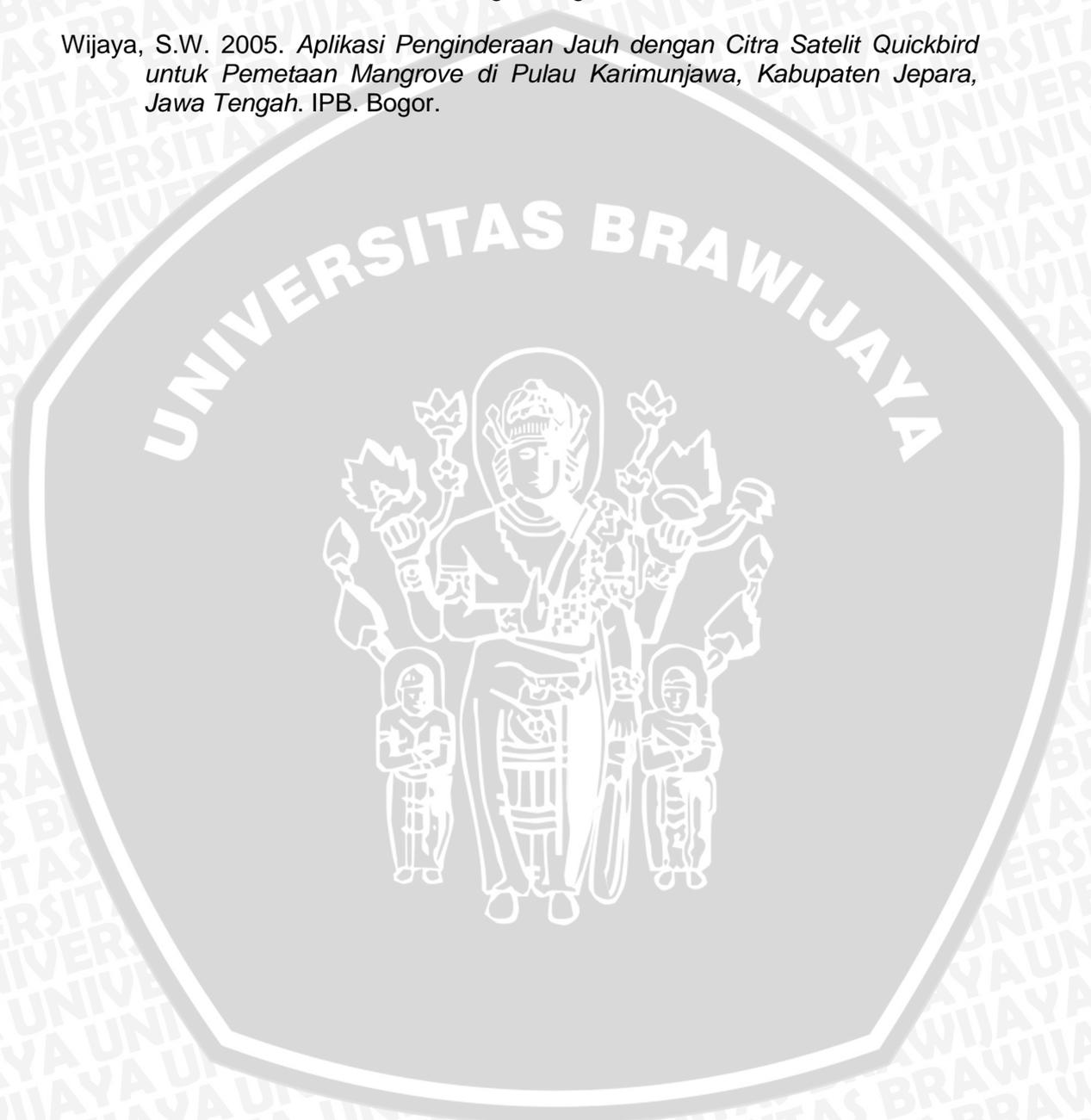
- Arini, D.I.D. 2005. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh untuk Model Hidrologi ANSWERS dalam Memprediksi Erosi dan Sedimentasi (Studi Kasus: DTA Cipopokol Sub DAS Cisadane Hulu, Kabupaten Bogor)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arhatin, R.E. 2007. *Pengkajian Algoritma 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. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chapman, V.J. editor. 1977. *West Coastal Ecosystems, Ecosystems of the World : 1*. Elsevier Scientific Publishing Company, 428 hal.
- Departemen Kehutanan. 2006. *Laporan Akhir Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove, Wilayah Balai Pengelolaan DAS Pemali Jratun Provinsi Jawa Tengah Tahun Anggaran 2006*.
- Ekadinata, A. Dewi S, Hadi D, Nugroho D, dan Johana F. 2008. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1: Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source*. World Agroforestry Centre. Bogor. Hlm 28-29.
- English, S.,C. Wilkinson dan V.Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institut of Marine Science.
- Foretian, 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.
- Harian Seputar Indonesia. 2011.<http://www.Seputar Indonesia.com>. Diakses tanggal 27 April 2012.
- 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.
- Huda, N. 2008. *Strategi Kebijakan Pengelolaan Mangrove Berkelanjutan di Wilayah Pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Timur Jambi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Indonesia Maritime Institute. 2012. *Ekosistem Pesisir Sidoarjo Menjerit*. Diakses tanggal 29 April 2012.

- Irwanto. 2008. Hutan Mangrove dan Manfaatnya. Irwantomangrove.webs.com. Ambon. Diakses tanggal 23 Februari 2012.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). 1998. *Pengertian Dasar Mangrove (Bakau)*. Ministry of Sustainable Mangrove and Estate Crops and Japan International Cooperation Agency. Bali.
- Jensen, J.R. 2000. Remote Sensing of the Enviromental Earth Resource Prespective. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Kusmana^a, C., dkk. 2003. Teknik Rehabilitasi Mangrove. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm 2.
- Kusmana^b, C. 2009. Pengelolaan Sistem Mangrove Secara Terpadu. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lillesand, T. M. dan R.W. Kiefer. 1990. Pengideraan Jauh dan Interpretasi Citra. Diterjemahkan oleh Dulbuari et al. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lo, C.P. 1996. Penginderaan Jauh Terapan. Diterjemahkan oleh Bambang Purbowoso. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Noor, Yus Rusila, dkk. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. IUCN.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara Edisi Revisi 2007*. PT Djambatan. Jakarta. Hlm 106-107.
- Pemerintah Kabupaten Sidoarjo. 2012. Kecamatan Jabon. www.sidoarjokab.go.id Diakses pada tanggal 29 April 2012.
- Purwadi, F.S.H. 2001. Interpretasi Citra Digital. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Putra, E.H. 2011. Penginderaan Jauh dengan ER Mapper. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rahmawaty. 2006. *Upaya Pelestarian Mangrove Berdasarkan Pendekatan Masyarakat*. USU.
- Rochana, E. 2010. Ekosistem Mangrove dan Pengelolaannya di Indonesia. <http://www.irwantoshut.com> Diakses tanggal 23 Februari 2012.
- Saefurahman, G. 2008. *Distribusi, Kerapatan dan Perubahan Luas Vegetasi Mangrove Gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Formosat 2 dan Landsat 7/ETM+*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saparinto, C. 2007. Pendayagunaan Ekosistem Mangrove. Dahara Prize. Semarang. Hlm 3-7.

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. Hlm 423-427.

Susilo, S.B. 2000. *Penginderaan Jauh Terapan.* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

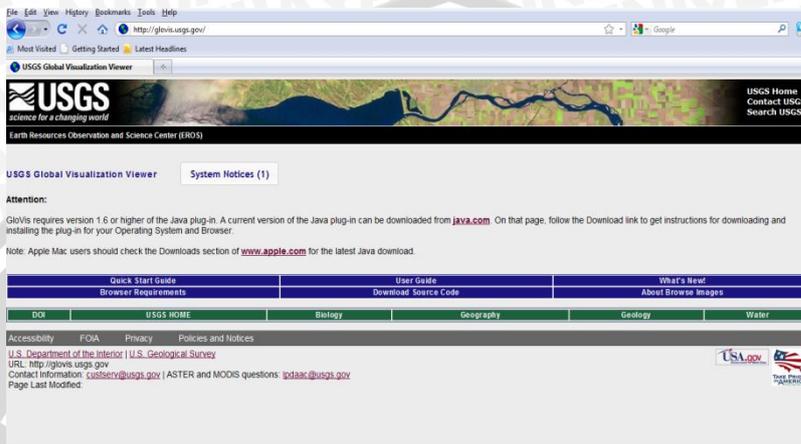
Wijaya, S.W. 2005. *Aplikasi Penginderaan Jauh dengan Citra Satelit Quickbird untuk Pemetaan Mangrove di Pulau Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah.* IPB. Bogor.



Lampiran 1. Cara Mengunduh (*Download*) Citra Satelit Landsat-7 ETM+

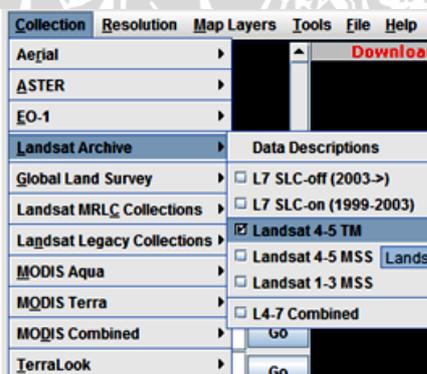
Berikut ini merupakan langkah-langkah mengunduh citra, antara lain:

- a) Sebelum mengunduh diperlukan software JAVA untuk membantu proses pengambilan data citra.



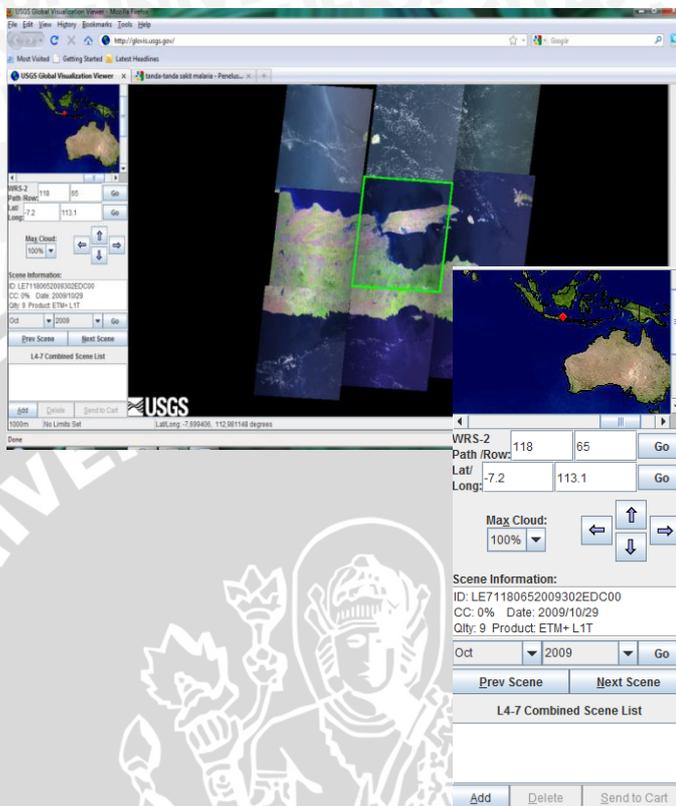
Gambar 12. Tampilan Awal USGS

- b) Menentukan seri citra Landsat yang digunakan dengan pilih *Collection*.



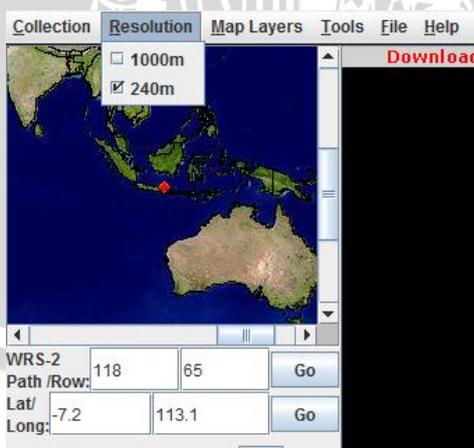
Gambar 13. Seri Citra Satelit Landsat

- c) Menentukan wilayah yang diinginkan (*Path/Row*), *Path* yang tersedia dari P001 sampai P233 untuk wilayah Jabon menggunakan P118/R65.



Gambar 14. *Path/Row*

- d) Pilih *Resolution*, ubah menjadi 240m dan tentukan bulan dan tahun yang diinginkan lalu pilih *Add*.



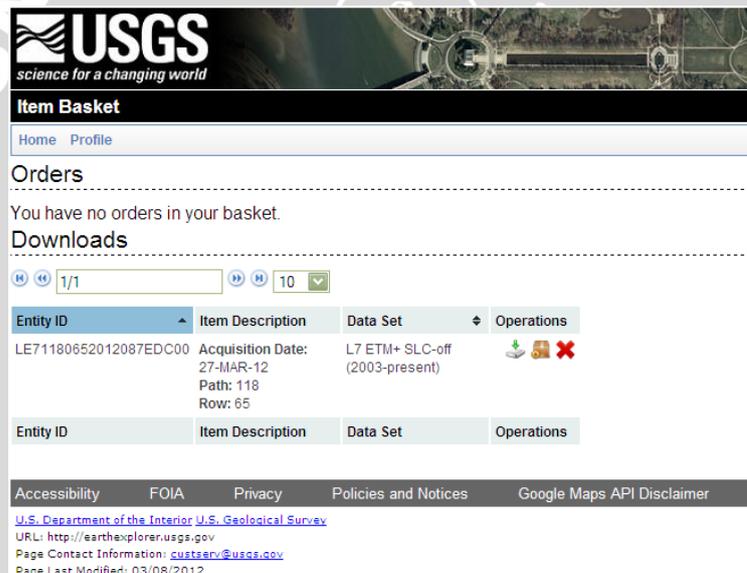
Gambar 15. *Resolution*

- e) Selanjutnya akan terhubung dengan *Earth Explorer*, masukkan *username* dan *password* lalu *sign in*.



Gambar 16. Tampilan *Earth Explorer*

- f) Setelah itu data siap di *download* dengan klik  .



Gambar 17. Tampilan *Download*

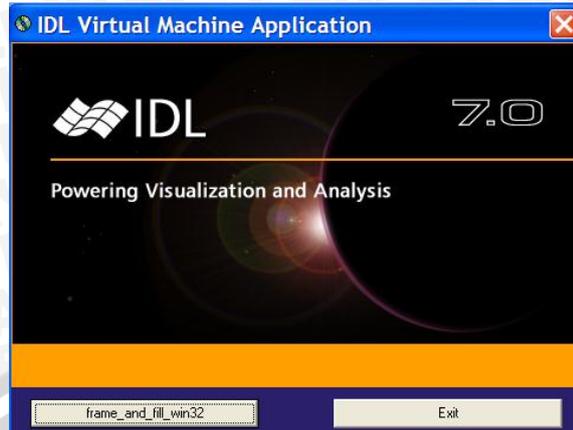
- g) Data citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2012 yang *didownload* ada 3 pada tanggal 8 Februari 2012, 24 Februari 2012 dan 27 Maret 2012. Kemudian data citra tersebut digabungkan menjadi satu untuk memperoleh gambar citra yang lebih jelas dengan cara *gap fill*.

- h) Untuk data citra Satelit Landsat-7 ETM+ tahun 2005 *didownload* pada tanggal 4 Februari 2005, 8 Maret 2005 dan 11 Mei 2005, kemudian di *gap fill*.

Lampiran 2. Cara *Gap Fill* Citra Satelit Landsat-7 ETM+

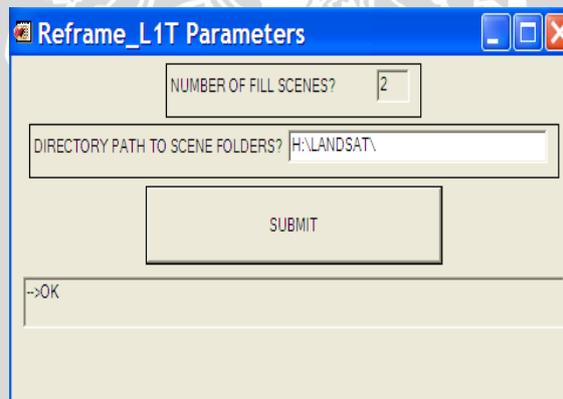
Berikut ini merupakan langkah-langkah *gap fill*, antara lain:

- a) Langkah awal unduh aplikasi IDL 7.0 (aplikasi *portable* tanpa perlu diinstal) di http://www.ziddu.com/download/8876773/frame_and_fill_win32gapfilling.zip.html
- b) Minimal mempunyai 2 citra landsat pada tahun yang sama pastikan tutupan awannya sedikit. Kali ini memakai 3 citra yang telah diunduh pada tanggal 8 Februari 2012, 24 Februari 2012 dan 27 Maret 2012.
- c) Ekstrak aplikasi IDL 7.0
- d) Selanjutnya, buat Folder baru bernama LANDSAT didalam folder LANDSAT tersebut dibuat folder baru bernama anchor (huruf kecil semua), fill_scene_1 (untuk citra penambal 1), fill_scene_2 (untuk citra penambal 2).
- e) Ekstrak citra tanggal 27 Maret 2012 di folder anchor menggunakan Winrar/7zip.
- f) Ekstrak citra penambal pertama dengan tanggal 24 Februari 2012 di folder fill_scene_1 menggunakan Winrar/7zip.
- g) Ekstrak citra penambal kedua dengan tanggal 8 Februari 2012 di folder fill_scene_2 menggunakan Winrar/7zip
- h) Kemudian, buka IDL 7.0.exe lalu pilih *frame_and_fill_win32*



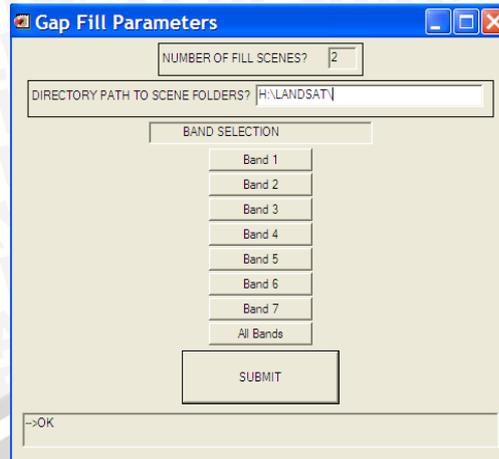
Gambar 18. Tampilan IDL 7.0

- i) Pilih *Click to Continue* lalu pilih *RE-FRAME SCL-OFF*.
- j) Setelah itu, pada *NUMBER OF FILL SCENES* diisi berapa banyak citra penambalnya, *DIRECTORY PATH TO SCENE FOLDER* berisikan letak folder baru yang dibuat tadi, kemudian pilih *SUBMIT* dan tunggu sampai *complete*.



Gambar 19. Tampilan Reframe_L1T Parameters

- k) Masuk kembali ke menu utama dan pilih *GAP FILL SLC-OFF*.
- l) Selanjutnya, isikan *NUMBER OF FILL SCENES* dan *DIRECTORY PATH TO SCENE FOLDER* seperti diatas, lalu pada *BAND SELECTION* dipilih *All Bands* kemudian *SUBMIT* dan tunggu sampai *complete*.



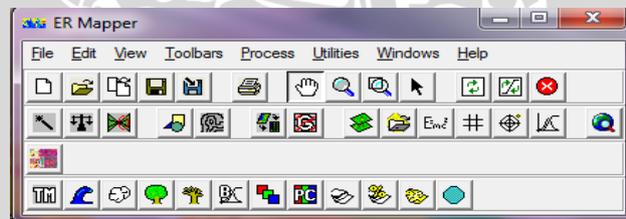
Gambar 20. Tampilan *Gap Fill* Parameters

- m) Data citra setelah ditambal akan memiliki nama belakang *reg_filled*, data tersebut siap dipakai. Untuk citra Landsat-7 ETM+ pada tahun 2006 dilakukan perlakuan yang sama seperti langkah-langkah cara *gap fill*.

Lampiran 3. Cara Penggabungan Band (*Composit Band*)

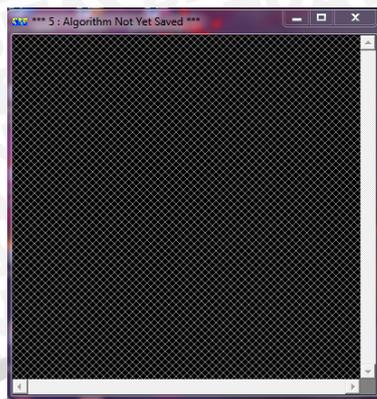
Berikut ini langkah-langkah penggabungan band, antara lain:

- a) Setelah itu buka ER Mapper 7.1 maka akan muncul gambar sebagai berikut :

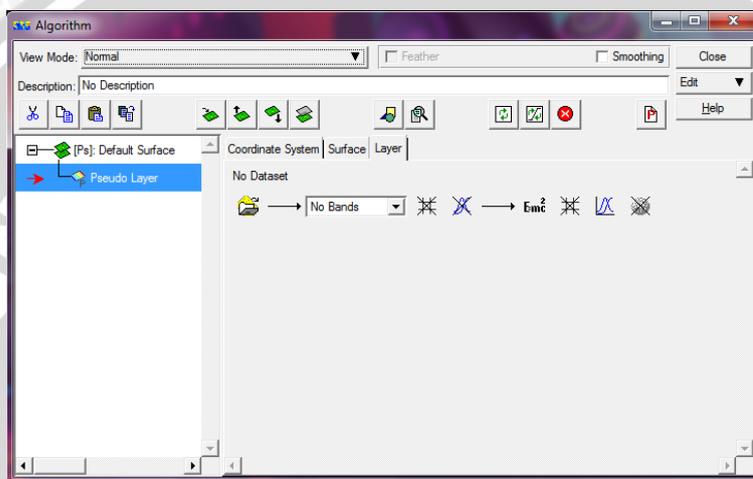


Gambar 21. Tampilan ER Mapper 7.1

- b) Dari menu bar pilih *File* klik *New* atau klik  untuk membuat jendela kosong, selanjutnya pilih *View* klik *Algorithm* atau klik  (*Edit Algorithm*) untuk menampilkan *algorithm* pada citra yang telah dibuka.

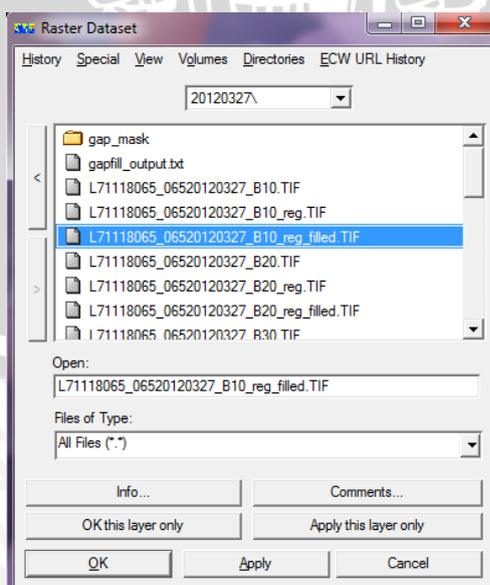


Gambar 22. Tampilan Window

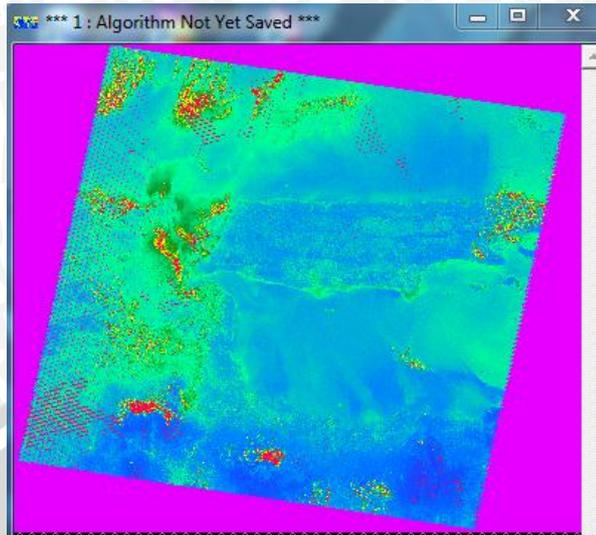


Gambar 23. Kotak Algorithm

- c) Untuk memunculkan data citra klik  (Load dataset) pilih L71118065_06520120327_B10_reg_filled kemudian klik "OK".

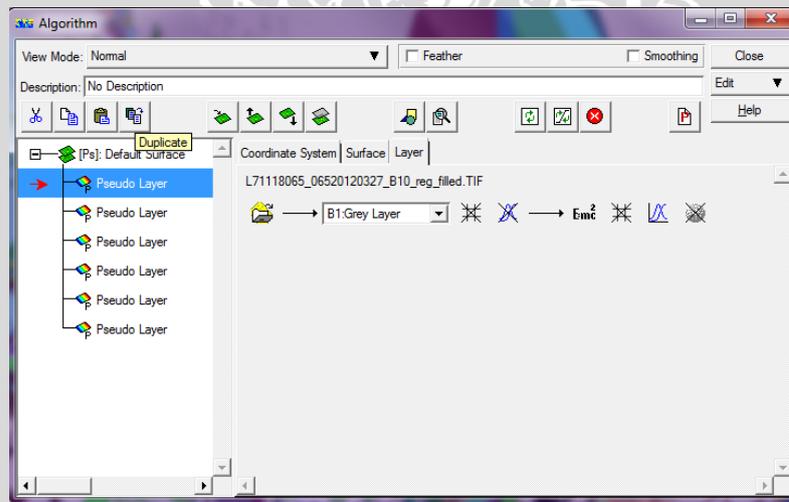


Gambar 24. Raster Dataset



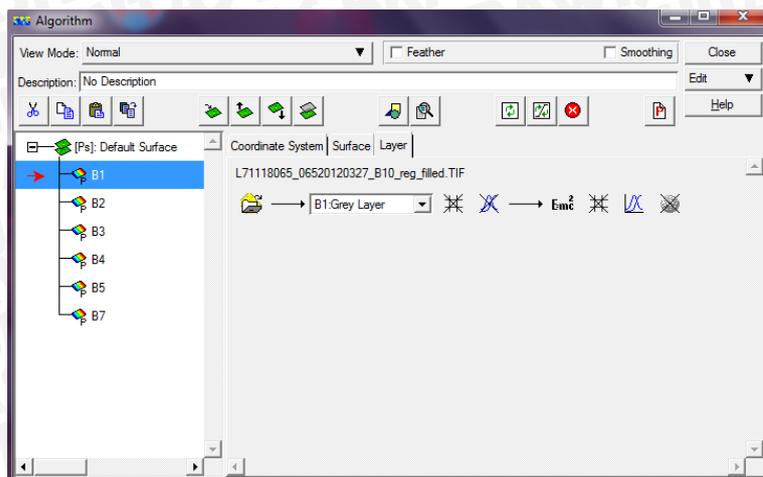
Gambar 25. Tampilan Band 1

- d) Setelah itu klik *Pseudo Layer*, lalu klik  (*Duplicate*) sebanyak 6 kali karena yang dipakai band 1,2,3,4,5 dan band 7 sesuai kebutuhan.



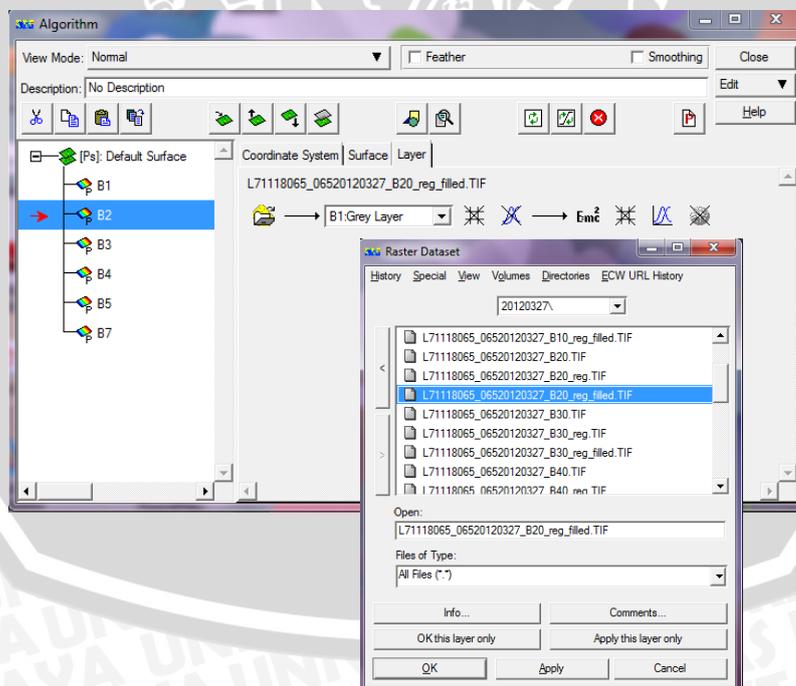
Gambar 26. Tampilan *Duplicate*

- e) Ganti nama-nama *Pseudo Layer* menjadi B1 untuk Band1, B2 untuk Band2 dan seterusnya.



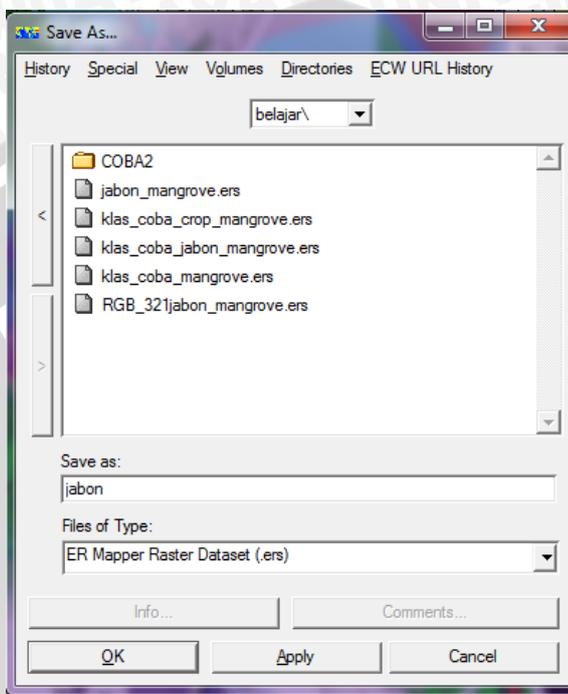
Gambar 27. Perubahan Nama *Pseudo Layer*

- f) Kemudian klik layer B2 , lalu klik  (*Load Dataset*) pilih L71118065_06520120327_B20_reg_filled selanjutnya klik *OK this layer only*, untuk layer B3 lalu klik  (*Load Dataset*) pilih L71118065_06520120327_B30_reg_filled setelah itu klik *OK this layer only*, dan seterusnya.



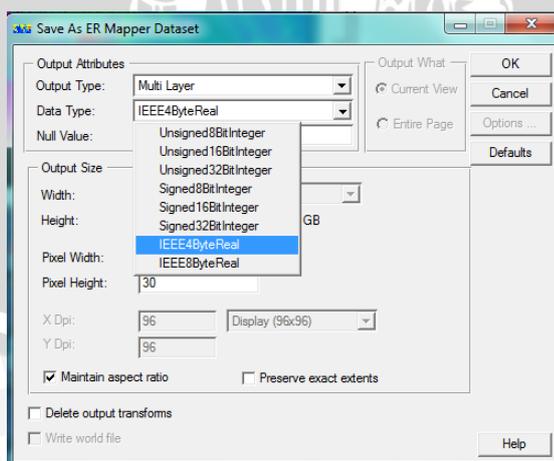
Gambar 28. Penggabungan Band

- g) Jika sudah diperiksa ulang maka simpan dengan memilih “File klik Save As” atau klik  akan muncul kotak dialog save as kemudian isi nama file dan pilih *Files of type*: ER Mapper Raster Dataset (.ers), atau klik kanan pada layer window pilih “File klik Save As”.



Gambar 29. Tampilan Save As

- h) Setelah itu, pada *Data Type* pilih “IEEE4ByteReal” lalu klik OK lalu tutup *Algorithm* dan *Layer Window*.

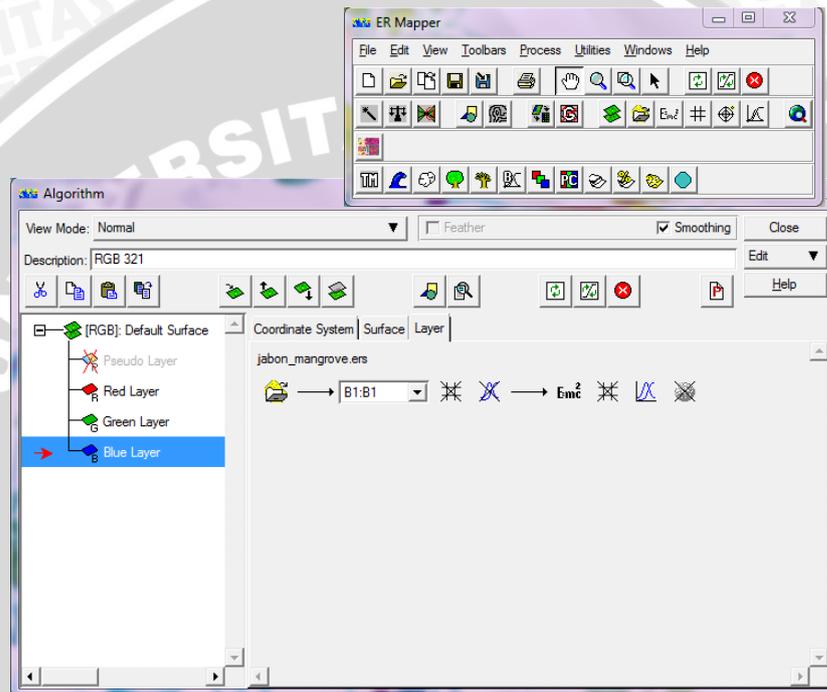


Gambar 30. Tampilan Save As ER Mapper Dataset

Lampiran 4. Cara Membuat Komposisi Warna RGB

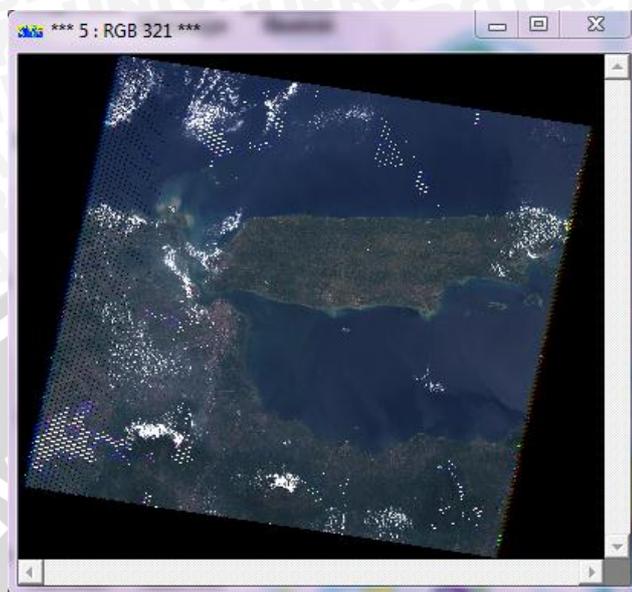
Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a) Buka kembali penggabungan band dengan cara klik  (*Edit Algorithm*) kemudian pilih klik  (*Create RGB Algorithm*) untuk mengatur warna RGB.



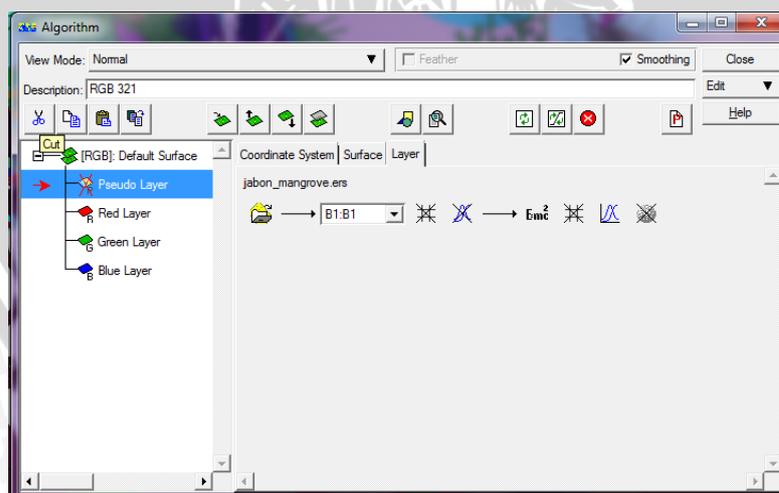
Gambar 31. Tampilan *Create RGB Algorithm*

- b) Selanjutnya secara komposisi/setting band "RGB Algorithm" adalah "RGB 321" dan hasilnya sebagai berikut :

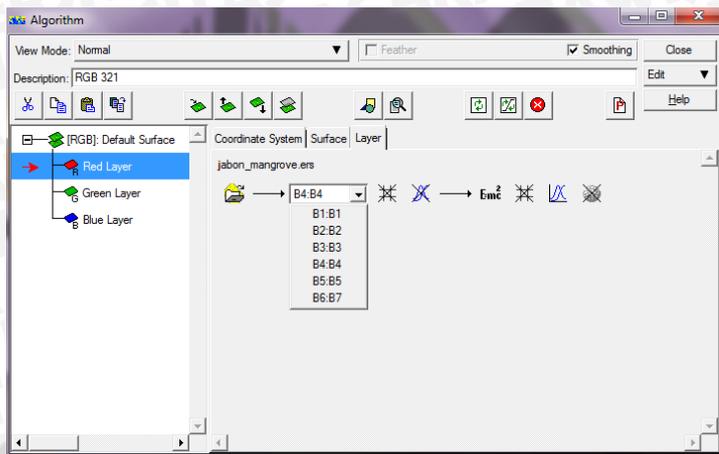


Gambar 32. Hasil RGB 321

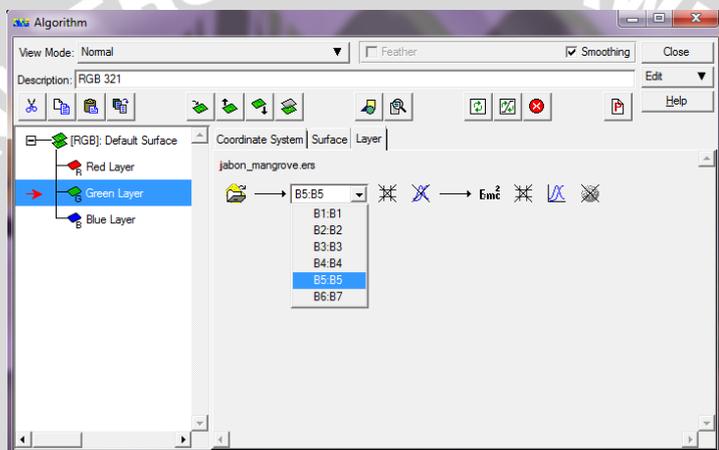
- c) Untuk merubah komposisi warna RGB menjadi RGB 453, pertama *delete* "Pseudo Layer" kemudian kita bisa mengedit Algorithm, caranya klik *Red Layer* pilih B4, *Green Layer* pilih B5, dan *Blue Layer* pilih B3.



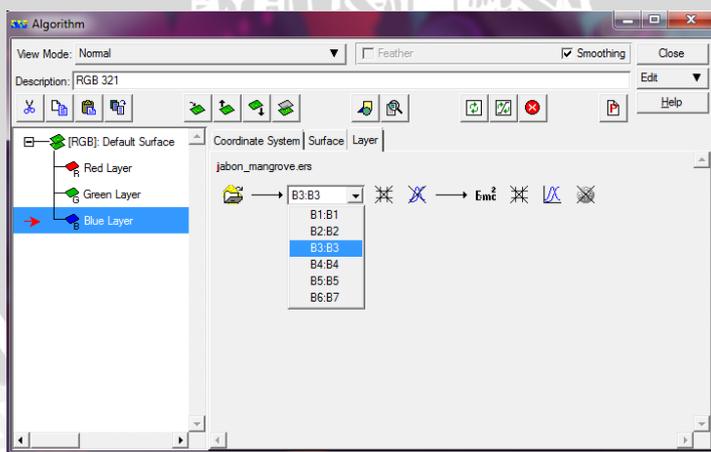
Gambar 33. Menghapus *Pseudo Layer*



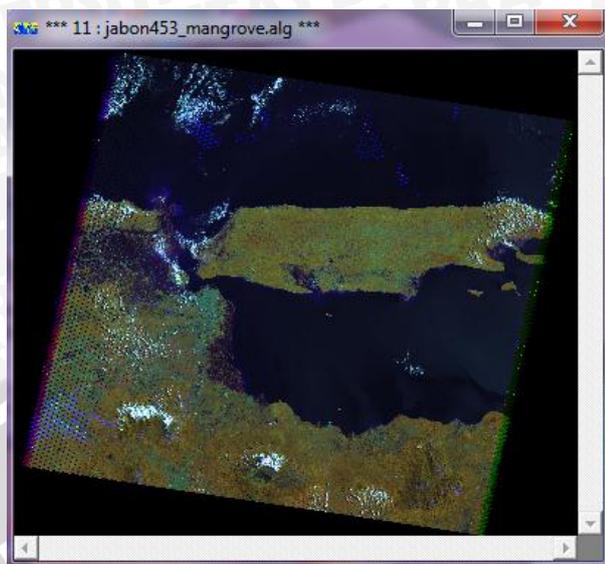
Gambar 34. Memilih Band pada *Red Layer*



Gambar 35. Memilih Band pada *Green Layer*



Gambar 36. Memilih Band pada *Blue Layer*



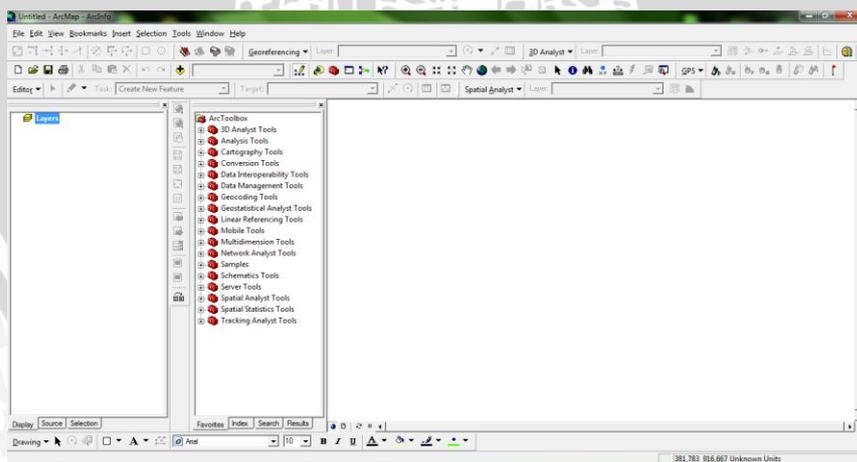
Gambar 37. Hasil RGB 453

- d) Simpan RGB 453 dengan memilih *Files of type*: ER Mapper Algorithm (.alg)

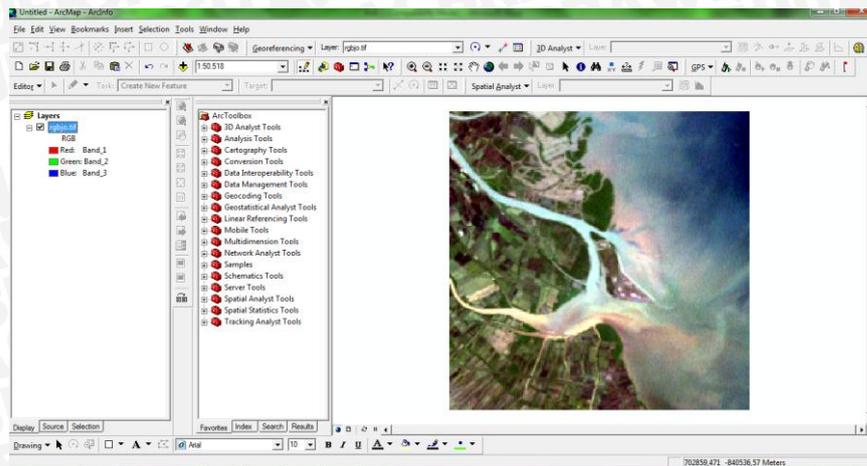
Lampiran 5. Cara Mengolah Indeks Vegetasi

Langkah-langkahnya untuk mengetahui indeks vegetasi sebagai berikut :

- a) Buka software ArcGis 9.3 pilih ArcMap klik  (Add Data) pilih band dengan RGB 321 agar gambar terlihat lebih jelas

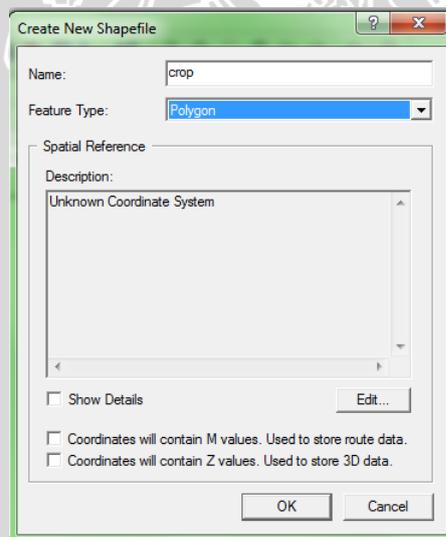


Gambar 38. Tampilan ArcGis 9.3



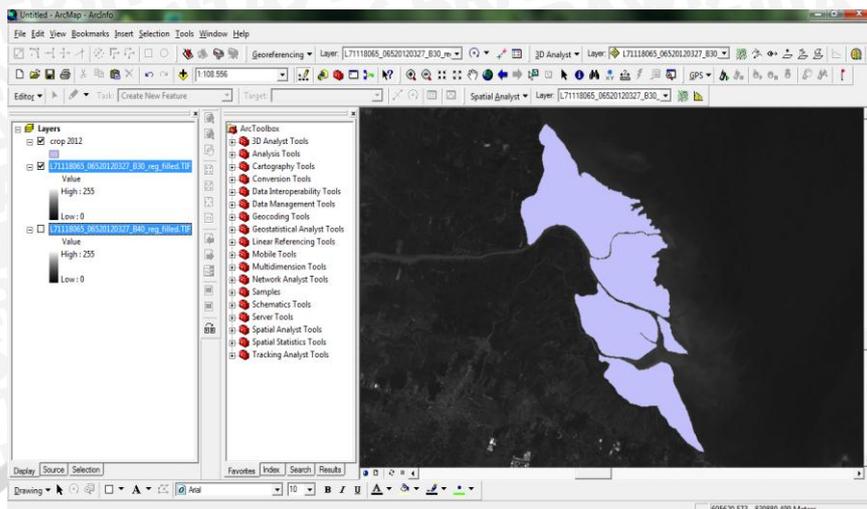
Gambar 39. Tampilan RGB 321

- b) Pilih ArcCatalog atau klik  buat *Shapfile* beri nama *Crop 2012*, untuk memotong daerah mangrove. Lalu, pilih *Feature Type* isi *polygon* selanjutnya pilih *Edit*, pilih *Select*, pilih *Projected Coordinat System*, pilih UTM, pilih WGS1984 dan pilih *Zone 49S* klik OK



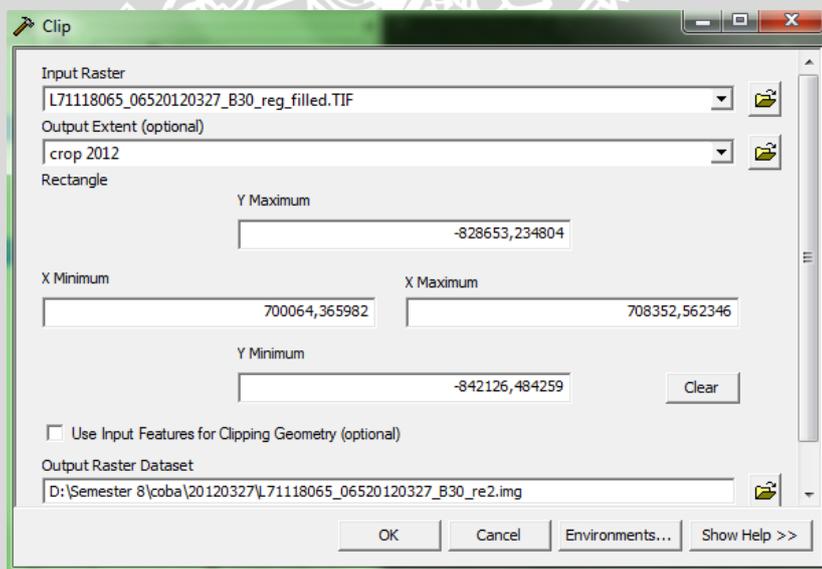
Gambar 40. Tampilan *Shapefile*

- c) Klik  (*Add Data*) pilih file *Crop 2012* yang sudah dibuat tadi
- d) Pilih *Editor* pada *Toolbar* klik *Start Editing*, potong daerah yang dijadikan penelitian. Setelah itu, *Stop Editing* kemudian *Remove layer* RGB 321 lalu klik *Add Data* pilih band 3 dan 4



Gambar 41. Tampilan Crop

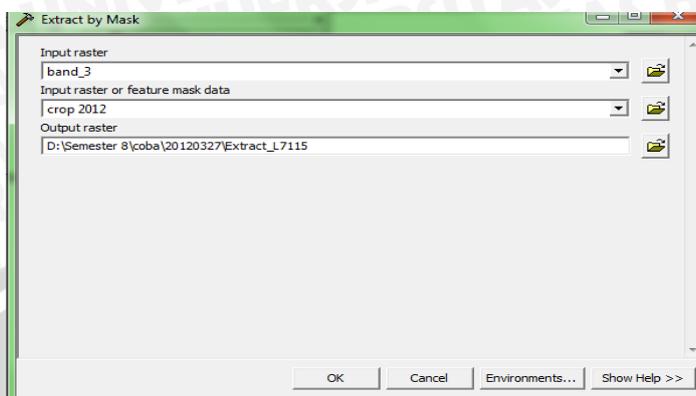
- e) Nonaktifkan *layer* band 4 karena tahap awal yang diolah band 3 dahulu. Kemudian klik  (ArcTollbox) pilih *Data management Tools*, pilih *Raster*, pilih *Raster Processing* dan pilih *Clip*



Gambar 42. Tampilan Clip

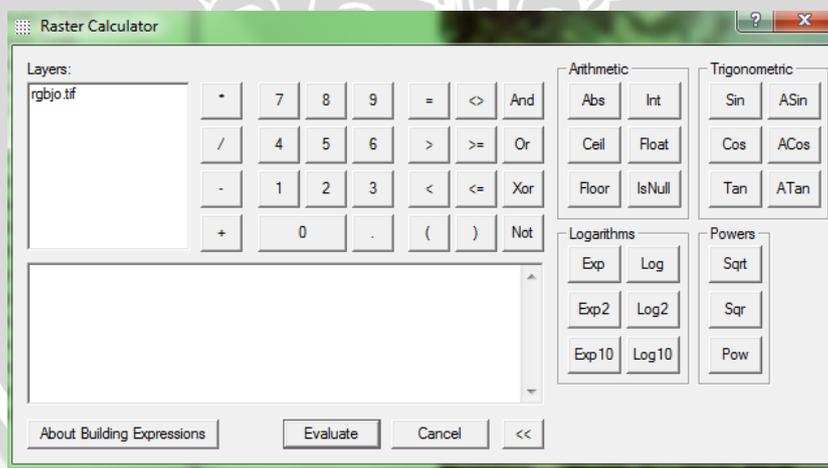
- f) Pilih *Input Raster* isi dengan band 3 dan *Output Extent (optional)* isi dengan *crop 2012* lalu klik OK
- g) Kemudian muncul *layer* baru, klik 2 kali ubah namanya menjadi *band_3* dan *Remove* band 3

- h) Pada ArcToolbox pilih *Spatial Analyst Tools*, pilih *Extraction*, pilih *Extract by Mask*



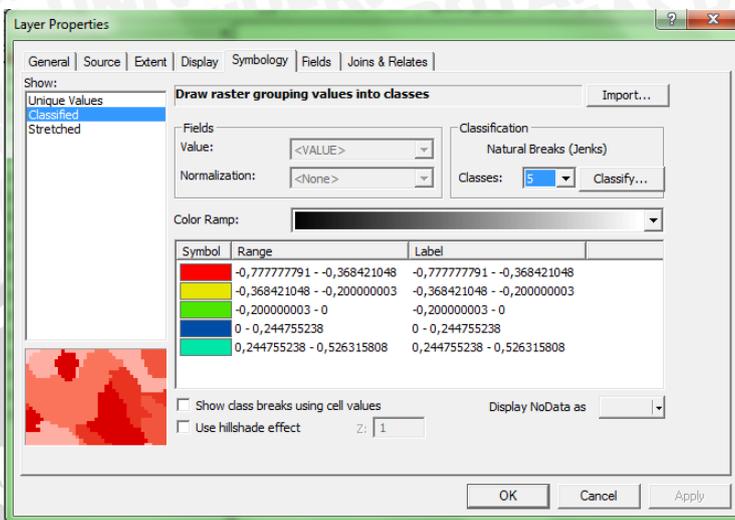
Gambar 43. Tampilan *Extract by Mask*

- i) Pilih *Input Raster* isi dengan *band_3* dan *Input raster of feature mask data* dengan *crop 2012* dan klik OK
- j) Lakukan langkah-langkah seperti diatas untuk band 4
- k) Selanjutnya pilih *Spatial Analyst* pada *Toolbar* pilih *Raster Calculator* masukkan rumus untuk menghitung NDVI yaitu $float ((band_4 - band_3)) / float ((band_4 + band_3))$



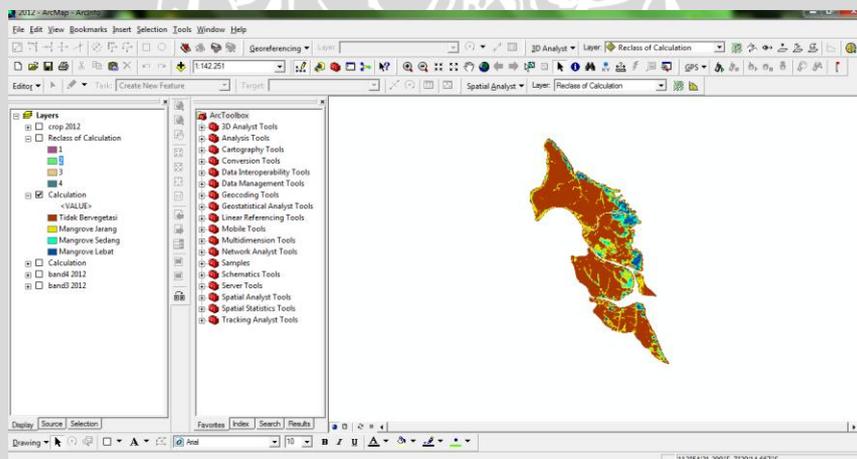
Gambar 44. Tampilan *Raster Calculator*

- l) Selanjutnya akan muncul *layer calculation*, klik 2 kali untuk merubah warna serta nilai NDVI sesuai dengan pedoman yang digunakan



Gambar 45. Layer Properties

- m) Aktifkan *layer calculation* saja lalu pada *toolbar* pilih *Spatial Analyst* klik *reclassify* untuk mengetahui luasannya



Gambar 46. Tampilan hasil Calculation dan Reclassify

Lampiran 6. Data Spesies dan Kerapatan Jenis Setiap Stasiun

Stasiun	Plot	Ukuran	Spesies	Kerapatan Jenis (Ind/100m ²)
(1) 7°34'30,658"S 112°52'21,9"E	1	Pohon	<i>Sonneratia caseolaris</i>	5
		Pancang	<i>Sonneratia caseolaris</i>	1
		Semai	<i>Sonneratia caseolaris</i>	3
	2	Pohon	<i>Sonneratia caseolaris</i>	3
		Pancang	<i>Sonneratia caseolaris</i>	1
		Semai	<i>Sonneratia caseolaris</i>	6
	3	Pohon	<i>Sonneratia caseolaris</i>	8
		Pancang	<i>Sonneratia caseolaris</i>	1
		Semai	<i>Sonneratia caseolaris</i>	2
(2) 7°34'19,47"S 112°52'8,308"E	1	Pohon	<i>Avicennia alba</i>	6
			<i>Sonneratia caseolaris</i>	7
		Pancang	<i>Sonneratia alba</i>	1
		Semai	<i>Avicennia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i> <i>Sonneratia alba</i>	7
	2	Pohon	<i>Avicennia marina</i>	5
			<i>Sonneratia alba</i>	7
		Pancang	<i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i>	8
		Semai	<i>Avicennia marina</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i>	14
	3	Pohon	<i>Sonneratia alba</i>	10
		Pancang	<i>Avicennia alba</i>	4
		Semai	<i>Sonneratia alba</i> <i>Avicennia alba</i>	19
	(3) 7°33'49,218"S 112°52'19,259"E	1	Pohon	<i>Avicennia alba</i>
<i>Sonneratia alba</i>				7
Pancang			<i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i>	10
Semai			<i>Avicennia alba</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i>	13
2		Pohon	<i>Sonneratia alba</i>	10
			<i>Sonneratia caseolaris</i>	7
		Pancang	<i>Avicennia marina</i> <i>Sonneratia alba</i>	13
		Semai	<i>Avicennia marina</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i>	4
3		Pohon	<i>Avicennia alba</i>	2
			<i>Sonneratia alba</i>	8
			<i>Sonneratia caseolaris</i>	6
		Pancang	<i>Sonneratia caseolaris</i>	4
	Semai	<i>Avicennia alba</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Sonneratia caseolaris</i>	7	

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

$$D_i = n_i / A$$

$$D \text{ *Sonneratia caseolaris* } = 16/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)}$$

$$= 0,0533 \text{ Ind/m}^2$$

$$= 533,3 \text{ Ind/Ha}$$

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

$$RD \text{ *Sonneratia caseolaris* } = \frac{16}{16} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

2. STASIUN 2

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

$$D_i = n_i / A$$

$$D \text{ *Avicennia alba* } = 6/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)}$$

$$= 0,02 \text{ Ind/m}^2$$

$$= 200 \text{ Ind/Ha}$$

$$D \text{ *Avicennia marina* } = 5/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)}$$

$$= 0,01667 \text{ Ind/m}^2$$

$$= 166,7 \text{ Ind/Ha}$$

$$D \text{ *Sonneratia alba* } = 17/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)}$$

$$= 0,05667 \text{ Ind/m}^2$$

$$= 566,7 \text{ Ind/Ha}$$

$$D \text{ *Sonneratia casiolaris* } = 7/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)}$$

$$= 0,0233 \text{ Ind/m}^2$$

$$= 233,3 \text{ Ind/Ha}$$

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

$$RD \text{ Avicennia alba} = \frac{6}{35} \times 100\% = 17,14\%$$

$$RD \text{ Avicennia marina} = \frac{5}{35} \times 100\% = 14,28\%$$

$$RD \text{ Sonneratia alba} = \frac{17}{35} \times 100\% = 48,57\%$$

$$RD \text{ Sonneratia casiolaris} = \frac{7}{35} \times 100\% = 20\%$$

3. STASIUN 3

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

$$D_i = n_i / A$$

$$D \text{ Avicennia alba} = 10/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)} = 0,0333 \text{ Ind/m}^2 = 333,3 \text{ Ind/Ha}$$

$$D \text{ Sonneratia alba} = 25/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)} = 0,0833 \text{ Ind/m}^2 = 833,3 \text{ Ind/Ha}$$

$$D \text{ Sonneratia casiolaris} = 13/300 \text{ (Ind/m}^2\text{)} = 0,0433 \text{ Ind/m}^2 = 433,3 \text{ Ind/Ha}$$

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

$$RD \text{ Avicennia alba} = \frac{10}{48} \times 100\%$$



$$= 20,83\%$$

$$\text{RD } \textit{Sonneratia alba} = \frac{25}{48} \times 100\%$$

$$= 52,1\%$$

$$\text{RD } \textit{Sonneratia casiolaris} = \frac{13}{48} \times 100\%$$

$$= 27,1\%$$



Lampiran 8. Foto-foto Ekosistem Mangrove



Stasiun 1 (Kerapatan Mangrove Jarang)



Stasiun 2 (Kerapatan Mangrove Sedang)



Stasiun 3 (Kerapatan Mangrove Lebat)

Lampiran 9. Statistik Klasifikasi Citra Landsat-7 ETM+ Tahun 2005 dan 2012

Tahun 2005	
Count	42049
Min	-0,58024
Max	0,36619
Sum	-10529,49
Mean	-0,25041
Standard Deviation	0,1955

Tahun 2012	
Count	40520
Min	-0,777
Max	0,526
Sum	-5705,22
Mean	-0,1408
Standard Deviation	0,279