

**MONITORING LUASAN DAN KERAPATAN HUTAN
MANGROVE DENGAN MENGGUNAKAN CITRA
LANDSAT-ETM+ DI KABUPATEN SINJAI**

SKRIPSI



PERPUS	UNIVERSITAS HASANUDDIN
Tgl. Terbit	6 - 10 - 2004
Jual Beli	Pak. Kelautan
Jumlah	1 ek
Harga	Hadiah
No. Inventaris	041006152
No. Stok	23224

Oleh:

A. SYAMSU ALAM
L 111 99 003

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2004**

**MONITORING LUASAN DAN KERAPATAN HUTAN
MANGROVE DENGAN MENGGUNAKAN CITRA
LANDSAT- ETM+ DI KABUPATEN SINJAI**

Oleh

**A. SYAMSU ALAM
L 111 99 003**

Skripsi

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan
Universitas Hasanuddin*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2004

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Monitoring Luasan dan Kerapatan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Citra Landsat ETM+ di Kabupaten Sinjai.


Nama Mahasiswa : A. Syamsu Alam

No. Pokok : L 111 99 003

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jurusan : Ilmu Kelautan


Telah diperiksa oleh :


Drs. M. Anshar Amran, M.Si
Pembimbing Utama


Ahmad Faizal, ST, M.Si
Pembimbing Anggota


Prof. Dr. Hamzah Sunusi, M.Si
Dekan

Telah disetujui oleh :


Drs. M. Anshar Amran, M.Si
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

A. Syamsu Alam (L 111 99 003). Monitoring Luasan dan Kerapatan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Citra Landsat ETM+ di Kabupaten Sinjai Dibawa Bimbingan Muh. Anshar Amran Selaku Pembimbing Utama dan Ahmad Faizal Selaku Pembimbing Anggota.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang distribusi luasan dan kerapatan hutan mangrove di Kabupaten Sinjai dengan aplikasi teknik penginderaan jauh memanfaatkan citra LANDSAT-ETM+1998 dan 2002. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam hal penyajian data dan informasi aktual tentang distribusi luasan dan kerapatan hutan mangrove sehingga menjadi acuan bagi pengambilan kebijakan dalam usaha pemanfaatan dan pengelolaan ekosistem mangrove untuk masa mendatang. Sedangkan ruang lingkup penelitian ini meliputi pengolahan data citra LANDSAT-ETM+ untuk memperoleh citra yang dapat memberikan gambaran tentang kondisi hutan mangrove secara multitemporal dan analisis citra untuk mengetahui perubahan luas areal dan kondisi kerapatan hutan mangrove yang dipantau.

Pelaksanaan penelitian ini berlangsung bulan Agustus 2003 hingga bulan Juli 2004. Metodologi yang digunakan meliputi beberapa tahap yaitu pengumpulan data, survei awal, tahap pengolahan dan analisis awal data citra, survei lapang akhir, analisis lanjutan menggunakan Inderaja serta tahap pembuatan laporan akhir.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa luas hutan mangrove di Kabupaten Sinjai berdasarkan hasil analisis citra Landsat ETM+ adalah sebesar 212,29 Ha atau 1,55% dari total tutupan lahan pada tahun 1998 menjadi sebesar 371,34 Ha atau 2,55% pada tahun 2002 atau terjadi penambahan luasan sebesar 39,76 Ha selama kurun waktu 4 (empat) tahun.

Kondisi kerapatan hutan mangrove turun dengan ditunjukkan oleh rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang mempunyai nilai lebih besar daripada 0,92, yaitu sebesar 2,29 pada tahun 1998 dan 0,02 pada tahun 2002. Tetapi ini mengindikasikan bahwa mangrove di Kabupaten Sinjai telah mengalami kerusakan dengan menurunnya kerapatan hutan mangrove.

Perubahan tutupan lahan kelas mangrove lebat menjadi kelas mangrove jarang 50,56 Ha atau sebesar 0,41%.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil Alamin. Tiada kata yang pantas diucapkan selain mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT. Kukumpulkan seluruh kata-kata pujian dan kupanjatkan hanya kepada-Nya untuk kebesaran nikmat dan karunia-Nya yang teramat besar. Salawat dan salam bagi junjunganku Muhammad Rasulullah SAW.

Seiring berjalannya waktu yang tak berwujud tetapi terasa begitu singkat mengiringi perjalanan hidup kita. Terlalu banyak kisah baik suka maupun duka yang telah dilalui dan berjibun cerita yang menanti untuk dituliskan. Semoga itu semua menjadi bekal berharga dalam mengarungi babak kehidupan dan kisah baru yang dimulai pada detik ini.

Dengan segala kemampuan yang dimiliki kami mencoba menyajikan karya penulisan, tetapi disadari bahwa hasil yang dicapai masih jauh dari kesempurnaan, namun demikian penulisan skripsi ini diharapkan telah memenuhi tuntutan kurikulum, bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya Kelautan dan juga bermanfaat bagi Pemda Tingkat II Sinjai yang menjadi sentral lokasi penelitian ini. Berangkai ide telah tertuang dengan segala jerih payah untuk suatu idealisme yang tak berujung karena direcoki oleh pemikiran dan pencarian yang terbatas dan tergantikan. Apa yang ada di sini hanyalah sedikit kecapan kepuasan

dibanding obsesi yang pernah singgah di kepala penulis. Namun pada akhirnya, hanya Allah jualah pemilik segala kesempurnaan.

Teriring do'a dan syukur yang tiada henti atas segala cinta dan sayang keluarga besarku yang tiada berujung: Ayahanda (**H. A. Marsuki.L**), Ibunda (**Hj. A. Bunayya**), saudara-saudaraku (**A. Sukiana, SE, Ir. A. Sukirman, A. Jumriana, A. Nurdiana, A. Marlina, SE, A. Sultin Fajhar**), keponakan-keponakan tercinta (**A. Resky, A. Fira, A. Uni, A. Dilla, A. Tadir, A. Nurul, A. Awal, A. Ririn, A. Fata, A. Ari dan A. Asry**), terima kasih untuk dorongan semangat dan kasih sayang.

Tulisan ini takkan pernah ada tanpa bantuan dari mereka yang turut berperan besar dari awal hingga akhir penyelesaiannya, karena itu penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. **Drs. M. Anshar Amran, M.Si** selaku pembimbing utama, atas dukungan dan masukan serta bimbingan yang telah Bapak berikan.
2. **Ahmad Faizal, ST. M.Si** selaku pembimbing anggota, untuk dukungan dan segala keikhlasannya membantu dan memberikan saran-saran terbaik dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Seluruh staf dosen dan pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dan studi.
4. **Alkausyaril Zum** untuk diskusi dan arahan serta kursus ER Mapper-nya, yang secara langsung menumbuhkan keinginan untuk belajar Inderaja terima kasih.

5. Sahabat dan saudaraku: **Ma'sitasari, Rudy Syam, Handri Suting, A. Sulfikar Gasali, Iqbal Cahyadi** terima kasih atas segala motivasi kalian yang tak bosan-bosannya selama ini.
6. Teman Seperjuangan : **Ita, Uni, Juz, Ale, Salman, Nia, Bambang, Roby Darwis, Pudding, Samsuddin, Suriadi dan Ichal.**
7. Saudara-saudaraku Angkatan 99: **Helmi, Ira, Nas, Eka, Tini, Irma, Yanti, Anti, Acil, Nahar, Jangkis, Tiwi, Oca, Ode, Ijalo, Nur, Ilho, Ucha, Lia, Haekal, Edo, Adi Syam, Ekhy, Beny, Uccang, Sabir, Maniak, Muslim, Ayu, Ippangk** dan yang tidak sempat tertulis satu persatu (maaf jika tak tertuliskan, bukan berarti aku melupakan kalian sobat) atas sambutan dan naungan kasih sayang dan hangatnya persahabatan yang kalian bagi selama ini.
8. Tim Sukses Sinjai : **Dhea, Dini, Nunu, Nini, Adon, Kamri, Agus, Ari, Kalampeto, Ridho, Agus, Ishar, awir, dan Cubha.**
9. **Kak Tenry, Kak Akko dan Kak Nasruddin Nakir** untuk kesempatan, arahan singkat, diskusi, dorongan semangat, dan pengalaman berharganya kepada penulis.
10. Keluarga Besar BTP : **Kak Tima, Mala, Agus, Ocha, Hendrik, Eka, Insan** terima kasih untuk motivasi, kasih sayang dan bantuannya.
11. Ibu penjual "**Daeng Te'ne dan Mone**" terima kasih atas bincang-bincang dan asupan gizinya.
12. Keluarga besar mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Begitu banyak kekurangan disadari atas penulisan skripsi ini, sehingga wajar jika masih jauh dari kesempurnaan. Semoga ini bukan menjadi akhir untuk menuju pencapaian obsesi bagi penulis. Akan halnya skripsi ini, kritik dan saran menjadi harapan tersendiri demi perbaikannya. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan rahmatNya bagi kita semua..... *Amin Ya Rabbal Alamin*

P e n u l i s

A. Svamsu Alam

DAFTAR ISI



HALAMAN JUDUL	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	I
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	5
Ruang Lingkup Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA	6
Ekosistem Mangrove	6
Pengertian Ekosistem Mangrove	6
Karakteristik dan Fungsi Ekosistem Mangrove	7
Degradasi Mangrove	10
Teknologi Penginderaan Jauh	11
Pengertian dan Prinsip Dasar Penginderaan Jauh	11
Karakteristik Satelit Landsat-ETM+	14
Pantulan Spektral Vegetasi Mangrove	17
Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Hutan Mangrove	18
METODE PENELITIAN	20

Waktu dan Lokasi Penelitian	20
Alat dan Bahan	20
Metode Penelitian	21
Pengumpulan Data	21
Survei Lapang Awal.....	21
Proses Koreksi Awal Data dan Pengenalan Obyek pada Citra	22
Pengolahan dan Analisis Data Citra	25
Survey Lapang Akhir	29
Peta Lokasi Penelitian.....	32
HASIL DAN PEMBAHASAN	33
Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	33
Letak dan Batas Wilayah	33
Kependudukan.....	33
Aksesibilitas	36
Luas	36
Jenis-jenis Mangrove	37
Proses Koreksi Awal Data Citra Landsat-ETM	37
Pemulihan Citra Landsat-TM	37
Pemotongan Data Citra (<i>Cropping</i>).....	38
Karakteristik Penampakan Obyek Pada Citra Landsat-TM	39
Pemilihan Kanal Spektral	39
Hasil Visualisasi Obyek pada Citra.....	44
Pengolahan dan Analisis Data Citra Landsat-TM.....	45
Penutup Lahan berdasarkan Hasil Klasifikasi.....	45
Ketelitian Hasil Klasifikasi	49
Penutup Lahan berdasarkan Analisis Indeks Vegetasi.....	50
Penutup Lahan berdasarkan Klasifikasi Silang MLC dan NDVI.....	52
Analisis Perubahan Luas Penutup Lahan.....	52

Analisis Perubahan Luas Kerapatan Hutan Mangrove	58
Crostabulasi.....	68
Keterbatasan Dalam Penelitian	72
KESIMPULAN DAN SARAN	73
Kesimpulan	73
Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Karakteristik Sensor Fungsi Band Sensor ETM+	15
2.	Tabel Kontingensi untuk Uji Ketelitian	29
3.	Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Tahun 1998 dan Tahun 2002	34
4.	Bidang Kegiatan dan Volume Tahun 1998 dan Tahun 2002	35
5.	Jumlah masing-masing Penangkapan Ikan yang di Operasikan dan Produksi Kabupaten Sinjai	36
6.	Luas Kecamatan dan Persentase terhadap Luas Kabupaten Sinjai .	37
7.	Matriks Hasil Uji Ketelitian	49
8.	Luas Kerapatan Hutan Mangrove di Kabupaten Sinjai	51
9.	Luas Penutup Lahan di Kabupaten Sinjai Tahun 1998 dan 2002 ...	52
10.	Luas Perubahan Lahan Hasil Tumpang Susun (<i>Superimposition</i>) Citra Tahun 1998 dan 2002	55
11.	Luas Hutan Mangrove Menurut Tingkat Kerapatan dan Ratio Kerapatan di Kabupaten Sinjai	58
12.	Luas Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Mangrove Tahun 1998 dan 2002	63
13.	Crostablasi antara Hasil Klasifikasi Multispektral dengan Hasil Transformasi Kerapatan NDVI Vegetasi Mangrove di Kabupaten Sinjai Tahun 1998 dan 2002	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Penginderaan Jauh Elektromagnetik untuk Sumberdaya Bumi.....	13
2.	Kurva Pantulan Spektral Vegetasi Hijau.....	17
3.	Ilustrasi Posisi Citra Sebelum dan Sesudah Koreksi Geometrik	23
4.	Proses Pengolahan Data Landsat-ETM+ untuk Pemantauan Mangrove di Kabupaten Sinjai.....	31
5.	Peta Lokasi Penelitian.....	32
6.	Pemotongan Citra Landsat ETM+ Path/Row 114/064 Sebelum Pemotongan dan Setelah Pemotongan Tahun 2002.....	39
7.	Citra Specific Color Composite RGB 453 Kabupaten Sinjai tahun 1998.....	42
8.	Citra Specific Color Composite RGB 453 Kabupaten Sinjai tahun 2002.....	43
9.	Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (<i>Maximum Likelihood Classification</i>) Kabupaten Sinjai Data Landsat Tahun 1998.....	47
10.	Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (<i>Maximum Likelihood Classification</i>) Kabupaten Sinjai Data Landsat Tahun 2002.....	48
11.	Histogram Dua Dimensi Transformasi NDVI dan Sistem Pengelompokan Tingkat Kerapatan Vegetasi Mangrove Citra Tahun 1998 (a) dan Tahun 2002 (b).....	51
12.	Diagram Luasan Penutup Lahan Kabupaten Sinjai.....	54
13.	Peta Peta Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Hutan Mangrove di Kabupaten Sinjai.....	57

14. Peta Hasil Transformasi NDVI Kabupaten Sinjai Tahun 1998	60
15. Peta Hasil Transformasi NDVI Kabupaten Sinjai Tahun 2002	61
16. Diagram Luas Hutan Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatan..	62
17. Diagram Perubahan Kelas Penutup Lahan Menjadi Kelas Kerapatan Mangrove	65
18. Diagram Perubahan Kelas Kerapatan Mangrove menjadi Kelas Penutup Lahan lain.....	66
19. Peta Perubahan Kerapatan Hutan Mangrove di Kabupaten Sinjai..	67
20. Peta Hasil Crostablasi antara Hasil Transformasi NDVI dengan Hasil Klasifikasi 453 Citra Landsat ETM Tahun 1998.....	70
21. Peta Hasil Crostablasi antara Hasil Transformasi NDVI dengan Hasil Klasifikasi 453 Citra Landsat ETM+ Tahun 2002.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Data Hasil Pengecekan Lapangan	77
2.	Data GCP Citra yang digunakan dalam Proses Rektifikasi/Registrasi Citra	79
3.	Data Curah Hujan Kecamatan Sinjai Utara dan Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai Pada Tahun 1998 dan Tahun 2002	80
4.	Data Jumlah Pohon dan Jenis pada Tiap-tiap Kelas.	81

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17.499 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km (Dahuri dkk, 2001). Sepanjang garis pantai dan bentangan perairan laut terkandung kekayaan sumber daya alam yang berlimpah, mulai dari sumber bahan makanan sampai kekayaan hidrokarbon dan bahan tambang lainnya. Selain menyediakan berbagai sumber daya alam tersebut, wilayah pesisir dan lautan Indonesia juga difungsikan untuk keperluan transportasi, pariwisata, kawasan industri, marikultur, kawasan pemukiman, dan bahkan sebagai tempat pembuangan limbah.

Salah satu sumber daya alam di wilayah pesisir adalah hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan tipe hutan yang khas tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove banyak dijumpai di pantai yang landai dan terlindungi dari gempuran ombak.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem peralihan antara lautan dan daratan yang mempunyai peranan unik dan rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan, serta tidak dapat digantikan oleh ekosistem hutan lainnya. Peranan hutan mangrove dalam ekosistem pantai adalah penyediaan bahan organik, sebagai tempat asuhan (*nursery ground*), tempat bertelur (*spawning ground*), dan tempat berlindung berbagai biota laut, serta sebagai pelindung pantai dari aktivitas gelombang.

Dalam hubungannya dengan ekosistem daratan, produktifitasnya dipengaruhi oleh unsur hara yang terbawa oleh aliran sungai dari daratan yang terakumulasi di sekitar mangrove.

Potensi hutan mangrove sebagai bahan bangunan, kayu bakar, perikanan, kesehatan, dan lain sebagainya bermanfaat terhadap banyak sektor. Data pada tahun 1987 – 1997 menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 10 tahun hutan mangrove di Indonesia telah berkurang antara 700.000-1,76 juta ha dari 3,7 juta Ha hutan mangrove di Indonesia (Dephutbun, 1997), diperkirakan 30 % dari kerusakan ini disebabkan oleh konversi hutan mangrove menjadi tambak. Di Sulawesi Selatan hutan mangrove telah mengalami degradasi sebagai akibat tekanan yang berat karena adanya konversi menjadi lahan lain. Dari total luas sebesar 112.000 ha yang ditaksir pada awal tahun lima puluhan, hanya tersisa 39.000 ha pada tahun 1994. Sebanyak 65 % telah habis ditebang untuk peruntukan lain (Nurkin, 1994).

Tekanan pada ekosistem mangrove disebabkan penambahan penduduk, reklamasi lahan, dan Eksploitasi mangrove yang makin meningkat, telah menyebabkan perusakan menyeluruh atau sampai pada tingkat kerusakan-kerusakan yang berbeda-beda. Di beberapa tempat ekosistem mangrove telah dikonversi menjadi ekosistem lain. Ancaman ini makin besar terhadap daerah mangrove yang belum diganggu serta terjadinya degradasi pada daerah yang mengalami tekanan baik disebabkan oleh perbuatan manusia ataupun terjadi secara alami.

Salah satu kawasan di Sulawesi Selatan yang dikenal dengan tutupan hutan mangrove yang luas adalah pesisir Kabupaten Sinjai memiliki luas sekitar 212,29

Hektar (Ponto, 1998). Data tersebut terlihat adanya indikasi bahwa berkurang atau bertambahnya luasan hutan mangrove disebabkan intensitas interaksi aktivitas manusia dan tingkat kemampuan untuk pulih dan tumbuh alami dari lingkungan itu sendiri.

Hutan mangrove di Kabupaten Sinjai, tumbuh di rataan lumpur, sehingga perlu dipantau keberadaannya sebagai upaya awal untuk mengetahui potensi hutan mangrove yang ada di Kabupaten Sinjai..

Melihat fungsi dan manfaat hutan mangrove yang besar bagi sumber daya dan lingkungan pantai serta kenyataan yang ada, maka perlu adanya perhatian dan usaha yang sungguh-sungguh untuk menjaga kelestarian hutan mangrove di Kabupaten Sinjai.

Adanya permasalahan tersebut, maka perlu data dan informasi tentang karakteristik hutan mangrove dalam beberapa tahun terakhir ini yang ada kaitannya dengan masalah perubahan luas dan kerapatannya, bentuk dan pola penggunaannya serta bentuk atau hasil yang diperoleh dari penggunaan lahan tersebut. Informasi tersebut sangat bermanfaat untuk dijadikan sebagai salah satu dasar pertimbangan dalam menyusun kebijakan pengelolaan hutan mangrove.

Peningkatan pemanfaatan lahan hutan mangrove menyebabkan keadaan hutan mangrove semakin terdesak dan terancam kelestariannya. Untuk itu diperlukan adanya perencanaan yang matang dalam pengelolaan hutan mangrove. Penyusunan perencanaan dan pengelolaan hutan mangrove memerlukan dukungan data dan informasi mengenai keadaan hutan secara lengkap, aktual, yang diperoleh secara

cepat dan berkala. Perolehan data secara cepat dan berkala dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh.

Aplikasi teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan data citra LANDSAT-ETM+ (*Land Satellite-Enhance Thematic Mapper Plus*) untuk memantau hutan mangrove, merupakan salah satu pendekatan yang sangat efisien dan efektif dari segi waktu, biaya karena dapat diperoleh data yang relatif baru dan berulang dalam periode yang pendek serta dapat dilakukan dengan waktu yang lebih cepat dan mencakup daerah yang luas dibanding dengan teknik konvensional. Selain itu data yang dihasilkan cukup akurat.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari Penelitian ini adalah memantau perubahan luas dan kerapatan hutan mangrove di Kabupaten Sinjai antara tahun 1998 dan tahun 2002.

Sedangkan kegunaan penelitian adalah diharapkan dapat memberikan manfaat dalam hal penyajian data dan informasi aktual tentang distribusi luasan dan kerapatan hutan mangrove sehingga bisa menjadi acuan bagi pengambilan kebijakan dalam usaha pemanfaatan dan pengelolaan ekosistem mangrove untuk masa mendatang.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup kegiatan dalam penelitian ini meliputi :

1. Pengolahan data citra LANDSAT-ETM+ untuk memperoleh citra yang dapat memberikan gambaran tentang kondisi hutan mangrove secara multitemporal.
2. Mengetahui perubahan luas areal serta kondisi kerapatan hutan mangrove.

Sedangkan batas daerah penelitian adalah pesisir Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan.



TINJAUAN PUSTAKA

Ekosistem Mangrove

1. Pengertian Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove adalah suatu ekosistem yang berkembang di daerah pantai berair tenang dan terlindung dari pengaruh ombak besar serta ekosistemnya bergantung kepada adanya aliran air laut dan aliran air tawar dari darat. Komponen tumbuhannya sebagian besar berupa jenis-jenis yang keanekaragamannya jauh lebih kecil dari ekosistem hutan darat (Sukarjo, 1981 *dalam* Istomo, 1992)

Hutan Mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa jenis mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut pantai berlumpur. Menurut Bengen (2000), hutan mangrove mempunyai ciri-ciri antara lain :

- a. Umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung, dan berpasir.
- b. Daerahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun yang hanya tergenang pada saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove.
- c. Menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat.
- d. Terlindungi dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Air bersalinitas payau (2-22 permil) hingga asin (mencapai 38 permil).

Berdasarkan surat keputusan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Kehutanan No. 60/Kpts/DJ/1978, yang dimaksud dengan hutan mangrove adalah tipe hutan yang terdapat disepanjang pantai atau muara-muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Mangrove di Indonesia mempunyai keragaman jenis yang tinggi, yang seluruhnya tercatat 89 jenis tumbuhan. Jenis pohon dan zonasi tumbuhan mangrove mempunyai berbagai variasi pada lokasi yang berbeda, ditentukan oleh jenis tanah, kedalaman dan periode genangan, kadar garam dan daya tahan terhadap ombak serta arus (Darsidi, 1982 ; Nontji, 1986).

2. Karakteristik dan Fungsi Ekosistem Mangrove

Energi yang terdapat pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik seperti terdapatnya sungai-sungai, pasang surut, arus laut, dan faktor-faktor biologi seperti produksi serasah dari tumbuhan yang jatuh dan dekomposisi serta semua mekanisme yang mengatur kecepatan pemasukan, pengeluaran dan penyimpanan material organik serta anorganik (Lugo et al. 1973 dan Odum 1971).

Hutan mangrove memegang peranan unik yang tidak dapat digantikan lagi oleh ekosistem lainnya yaitu sebagai mata rantai perputaran zat hara yang penting bagi organisme akuatik. Hutan mangrove menghasilkan bahan organik yang tinggi dimana 90 % partikel organik yang terdapat di perairan berasal dari serasah daun mangrove, dan menyumbangkan sekitar 35 – 60 % unsur hara yang terdapat di perairan. Disebutkan bahwa 90 % produktivitas perairan diperoleh dari wilayah

pesisir atau pantai sedangkan wilayah tersebut besarnya hanya 10 % dari total perairan.

Mangrove umumnya tumbuh dalam 4 (empat) zona, yaitu pada daerah terbuka, daerah tengah, daerah yang memiliki sungai berair payau sampai hampir tawar, serta daerah kearah daratan yang memiliki air tawar. Zona-zona tersebut adalah:

- a. **Mangrove Terbuka**, berada pada bagian yang berhadapan dengan laut. Komposisi *floristic* dari komunitas di zona terbuka sangat tergantung pada substratnya. Contoh tanamannya adalah *Sonnerati alba* yang mendominasi daerah berpasir sementara *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* cenderung untuk mendominasi daerah yang berlumpur (Stenis, 1958 dalam Imran, 2002).
- b. **Mangrove tengah**, terletak dibelakang mangrove zona terbuka. Di zona ini biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora*. Jenis-jenis penting lainnya yang ditemukan adalah *Bruguiera eriopetala*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum* dan *Xylocarpus moluccensis*.
- c. **Mangrove payau**, berada disepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Di zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa fruticans*, atau *Sonneratia alba*. Di jalur lain biasanya ditemukan tegakan *Nypa fruticans* yang bersambung dengan vegetasi yang terdiri dari *Cerbera spp*, *Gluta renghas*, *Stenochlaena*

palustris, dan *Xylocarpus granatum*. Ke arah pantai campuran komunitas *Sonneratia-Nypa* lebih sering ditemukan. (Giesen, 1991 dalam Imran, 2002).

- d. **Mangrove daratan**, berada di zona perairan payau atau hampir tawar di belakang jalur hijau mangrove sebenarnya. Zona ini memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya. Jenis-jenis yang umum ditemukan pada zona ini termasuk *Ficus microcarpus* (*Ficus retusa*, *Intsia bijuga*, *Nypa fruticans*, *Lumnitza racemoza*, *Pandanus spp* dan *Xylocarpus moluccensis* (Giesen, 1991 dalam Imran, 2002).

Ekosistem mangrove mempunyai beberapa manfaat (Bengen, 2000), sebagai berikut :

- a. Manfaat Ekologis, yaitu: sebagai pelindung pantai dari ancaman gelombang/ombak laut, badai, angin laut, banjir/pasang dan abrasi pantai, penawar/pemulia atau penetralisir pencemaran baik yang berasal dari daratan ke arah laut ataupun intrusi air laut ke daratan, serta sebagai tempat perlindungan, pemijahan, pembiakan, dan pembesaran berbagai ikan dan biota laut.
- b. Manfaat Ekonomis, yaitu sebagai penghasil kayu bangunan, kayu bakar, bahan pembuat arang dan sebagainya, sebagai alternatif sumber daya pangan, bahan pakan ternak, sumber daya atau bahan baku industri, bahan dasar kosmetik, potensi untuk obyek wisata alam (*eco-tourism*), karena sifatnya yang lengkap ada mamalia, burung-burung dan sebagainya. Di Asia Tenggara dan wilayah Pasifik,

areal mangrove juga digunakan untuk cadangan bagi tempat tinggal baru penduduk, industri minyak dan kolam ikan.

3. Degradasi Mangrove

Menurut Rusila, (1999), kegiatan pembangunan utama yang memberikan sumbangan terbesar terhadap menurunnya luas areal mangrove di Indonesia adalah pengambilan kayu untuk keperluan komersial serta peralihan peruntukan untuk tambak dan areal pertanian (khususnya padi dan kelapa). Pada tahun 1990, luas areal tambak yang terpantau sekitar 269.000 ha, sementara data tahun 1985 menunjukkan seluas 877.200 ha areal mangrove berada dalam konsesi perusahaan hutan untuk diambil kayunya.

Sedangkan Dahuri, (2001) menyatakan bahwa penurunan luas hutan mangrove ini berkaitan dengan permasalahan, yaitu :

- a. Konversi kawasan hutan mangrove menjadi berbagai peruntukan lain seperti tambak, pemukiman, dan kawasan industri secara tidak terkendali.
- b. Belum ada kejelasan tata ruang dan rencana pengembangan wilayah pesisir sehingga banyak terjadi tumpang tindih pemanfaatan kawasan hutan mangrove untuk berbagai kegiatan pembangunan.
- c. Penebangan mangrove untuk kayu bakar, bahan bangunan dan kegunaan lainnya melebihi kemampuan untuk pulih (*renewable capacity*).
- d. Pencemaran akibat buangan limbah minyak, industri dan rumah tangga.
- e. Pengendapan (sedimentasi) akibat pengelolaan kegiatan lahan atas yang kurang baik.

- f. Proyek pengairan yang dapat mengurangi aliran masuk air tawar (unsur hara) ke dalam ekosistem hutan mangrove.
- g. Proyek pembangunan yang dapat mengalami atau mengurangi sirkulasi arus pasang surut.
- h. Data informasi serta IPTEK yang berkaitan dengan hutan mangrove masih terbatas, sehingga belum dapat mendukung kebijakan atau program penataan ruang, pembinaan dan pemanfaatan hutan mangrove secara berkelanjutan (*on sustainable basis*).

Teknologi Penginderaan Jauh

1. Pengertian dan Prinsip Dasar Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknologi untuk mengetahui ataupun mengobservasi mengenai informasi suatu objek tanpa mengadakan kontak langsung dengan objek tersebut. Selanjutnya informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk merencanakan berbagai sektor pembangunan. Kegiatan observasi dalam artian khusus adalah mendeteksi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan, ditransmisikan, atau dihamburkan oleh objek tersebut. Melalui pemahaman sifat-sifat interaksi gelombang elektromagnetik dengan obyek dapat dikembangkan teknologi akuisisi dan pengolahan data sehingga informasi obyek dapat diekstraksi sekaligus dapat diturunkan dari data penginderaan jauh (Kusumowidagdo, 1999).

Lillesand dan Kiefer (1979) mendefenisikan penginderaan jauh sebagai ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena

melalui analisis data yang diperoleh melalui suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji.

Sedangkan menurut Butler *et al* (1988) mengatakan bahwa teknik penginderaan jauh merupakan suatu cara untuk mendapatkan atau mengumpulkan informasi mengenai obyek dengan dasar pengukuran dilakukan pada jarak tertentu dari objek atau kejadian tersebut tanpa menyentuh atau melakukan kontak fisik langsung dengan objek yang sedang diamati. Informasi yang diperoleh berupa radiasi gelombang elektromagnetik yang datang dari suatu obyek di permukaan bumi, baik yang dipancarkan maupun yang dipantulkan oleh obyek tersebut yang kemudian diterima oleh sensor. Sensor ini dapat berupa kamera atau peralatan elektronik lainnya.

Besarnya intensitas radiasi yang diterima oleh sensor tergantung pada karakteristik obyek dan panjang gelombang yang tiba pada obyek tersebut. Dengan kata lain, setiap obyek mempunyai karakteristik pantulan (*refleksi*), penerusan (*transmisi*), dan pancaran (*emisi*) yang berbeda-beda (Lillesand dan Kiefer, 1979).

Gambar 1 menunjukkan secara umum proses penginderaan jauh yang meliputi dua proses utama yaitu pengumpulan data dan analisis data. Proses pengumpulan data meliputi :

- a. Sumber energi
- b. Perjalanan energi melalui atmosfer
- c. Interaksi antara energi dan kenampakan di muka bumi
- d. Wahana dapat berupa pesawat atau satelit

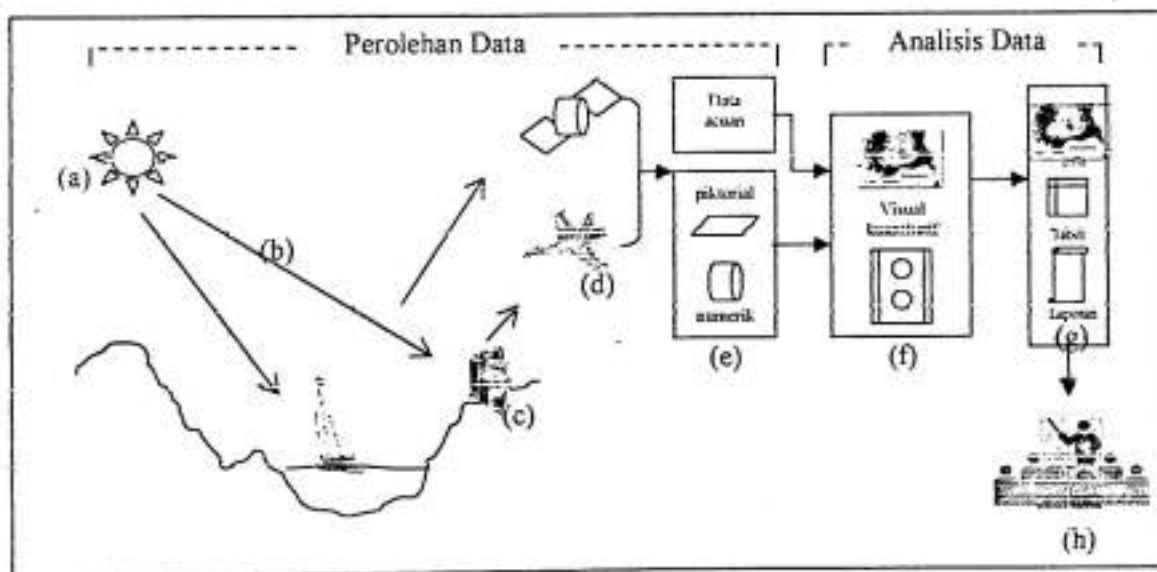
e. Hasil data dalam bentuk piktorial atau numerik.

Proses analisis data meliputi :

f. Pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan untuk menganalisis data piktorial dan komputer untuk menganalisis data sensor numerik

g. Informasi dapat berupa laporan atau dalam bentuk tabel dan peta.

h. Informasi tersebut diperuntukkan untuk pengguna yang memanfaatkan untuk proses pengambilan keputusan (Lillesand dan Kiefer, 1979) .



Gambar 1. Penginderaan jauh elektromagnetik untuk sumberdaya bumi
(Sumber : Lillesand dan Kiefer, 1979)

Lo (1976) dalam Sutanto (1986), mengemukakan bahwa pada dasarnya kegiatan interpretasi citra terdiri dari dua tingkat yaitu, tingkat pertama berupa pengenalan objek melalui proses deteksi dan identifikasi, dan tingkat kedua berupa penilaian atas pentingnya objek yang telah dikenali tersebut, yaitu arti pentingnya tiap objek dan kaitannya dengan antar objek tersebut. Tingkat pertama berarti perolehan data, sedangkan pada tingkat kedua berupa interpretasi atau analisis data. Di dalam

upaya otomatisasi, hanya tingkat pertamalah yang dapat dikomputerkan. Tingkat kedua harus dilakukan oleh orang yang berbekal ilmu pengetahuan cukup memadai pada disiplin ilmu tertentu.

Model data pada citra adalah model data raster yaitu bentuk dimana setiap lokasi dipresentasikan sebagai suatu posisi sel. Sel yang diorganisasikan ini dalam bentuk kolom dan baris sel-sel yang biasa disebut grid. Setiap baris matrik berisikan berisikan sejumlah sel yang memiliki nilai tertentu yang mempresentasikan suatu fenomena geografis. Nilai yang terkandung oleh suatu sel adalah angka yang menunjukkan data nominal, misalnya kelas lahan, konsentrasi polutan dan lain-lain (Hakim, 1996).

2. Karakteristik Satelit Landsat 7 ETM+

Satelit Landsat 7 diluncurkan pada tanggal 15 April 1999 di sebelah barat dari Vandenberg California oleh angkatan udara AS dengan wahana peluncuran DELTA II. Landsat 7 memiliki berat sekitar 4800 pound (2200 kg), dengan panjang 14 kaki (4,4 m) dan berdiameter 9 kaki (2,8 m). Satelit Landsat 7 terdiri dari mesin penggerak yang disusun dari rangkaian mesin pengendali dan mempertinggi sensor Thematic Mapper (ETM-) yang dihasilkan dan dikembangkan oleh lembaga penginderaan jauh di Raytheon Santa Barbara, California.

Tabel 1. Karakteristik Sensor dan Fungsi Band Sensor Thematic Mapper.

Band	Panjang Gelombang (μm)	Fungsi
1	0,45 – 0,52	Band 1 (Biru); Pemetaan daerah perairan pesisir (<i>coastal water mapping</i>), penetrasi tubuh air, analisis sifat khas penggunaan lahan, perbedaan penggunaan vegetasi dan lahan.
2	0,52 – 0,60	Band 2 (Hijau); Pengindera puncak pantulan vegetasi pada spectrum hijau yang terletak diantara dua saluran spectral serapan klorofil. Tanggapan pada band ini dimasukkan untuk menekankan pembedan vegetasi dan penilaian kesuburan.
3	0,63 – 0,96	Band 3 (Merah); Memisahkan vegetasi. Band ini berada pada satu bagian serapan klorofil dan memperkuat kontras antara kenampakan vegetasi dan bukan vegetasi, juga menajamkan kontras antara klas vegetasi.
4	0,76 – 0,90	Band 4 (Infra Merah Dekat); Untuk mengindera sejumlah biomassa vegetasi yang terdapat pada daerah kajian. Hal ini membantu identifikasi tanaman dan akan memperkuat kontras antara tanaman dengan tanah dan lahan dengan air.
5	1,55 – 1,75	Band 5 (infra Merah Menengah); Sebagai pengindikasi kelembaban tanah, serta untuk awan/salju di atmosfer.
6	10,40 – 12,50	Band 6 (Infra Merah Thermal Jauh); Saluran yang penting untuk pemisahan formasi batuan serta pemetaan hidrotermal.
7	2,08 – 2,35	Band 7 (Infra Merah Menengah); untuk pengdiskriminasi mineral dan tipe batuan, sensitive terhadap lembaban vegetasi.
8	0,52 – 0,90	Band 8 (Saluran Hijau, Saluran Merah, Saluran Infra Merah Dekat). Untuk pemetan daerah yang luas, studi tentang daerah perkotaan.
Lebar Siaman		185 km
Ukuran Sel Resolusi Tanah		30 x 30 (band 6 : 120 x 120)

Sumber: Lillesand dan kieffer (1990) dan Butler, dkk., dalam Akbar (2000)

Sensor ETM+ terdiri dari 8 band multispektral scanning radiometri yang mampu menghasilkan resolusi yang tinggi mengenai informasi gambaran pada

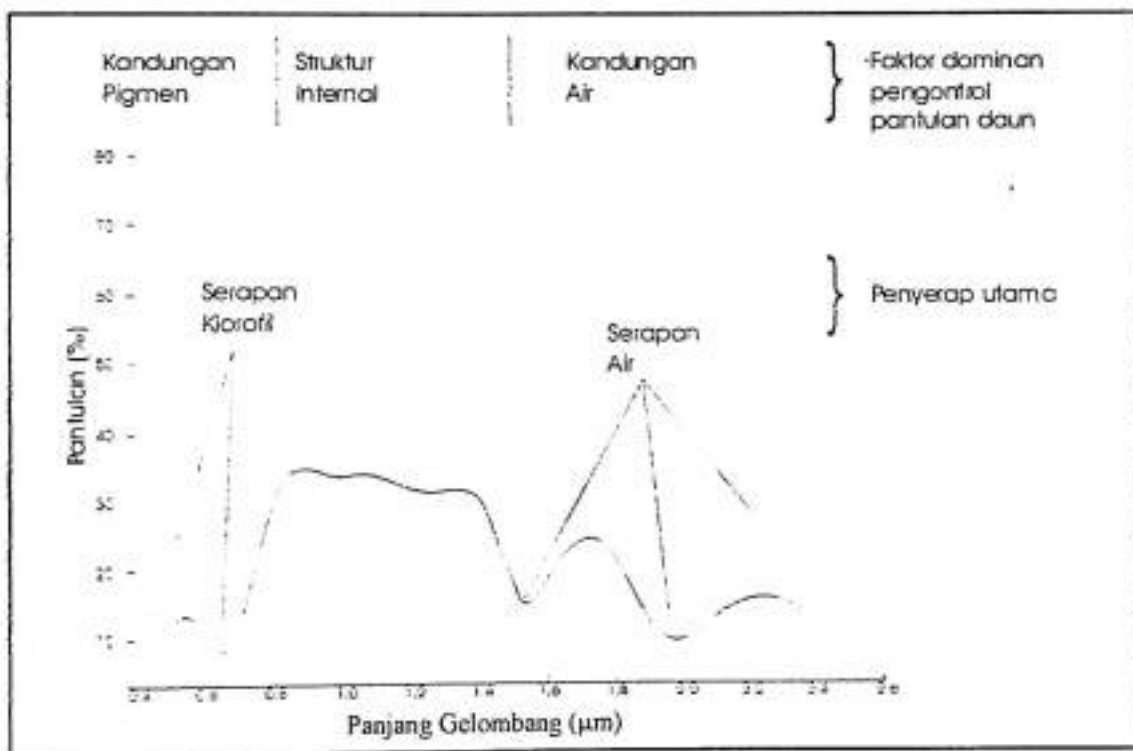
permukaan bumi. Setiap piksel berukuran 49 kaki (15 meter) pada band pankromatik; 98 kaki (30 meter) pada 3 gelombang tampak, infra merah dekat dan tengah; 197 kaki (60 meter) pada band inframerah thermal. Satelit Landsat 7 mengambil gambar bumi dan mengirimkan data ke seluruh stasiun penerima di seluruh dunia. Orbit satelit dalam kedudukannya di bumi mempunyai ketinggian kurang lebih 438 mil (705 km) dengan garis perputaran matahari 98 derajat. Landsat 7 mempunyai system katalog dan mampu memberikan gambaran bumi dalam 57.784 scene selebar 155 mil (183 km) dan sepanjang 106 mil (170 km). Sensor ETM+ memproduksi kurang lebih 3,8 gigabit data untuk tiap scenenya.

Satelit 7 mempunyai sensor ETM+, merupakan repliksi dari kemampuan yang tinggi dari perangkat Thematic Mapper pada Landsat 4 dan 5. Landsat ETM+ memasukkan keistimewaan baru yang lebih serbaguna dan komponen yang lebih efisien untuk data studi global, monitoring penutup lahan dan luas area pemetaan lebih akurat dibanding desain terdahulu dan menunjukkan koreksi radiometric yang stabil dengan gangguan yang rendah. ETM+ menunjukkan dengan jelas data tiap bandnya (*image to image*) untuk data studi multitemporal dan daftar untuk seleksi pada proses pemetaan. Landsat 7 tidak menggunakan system ground control point (GCP) untuk koreksi geometrik. Sistem yang digunakan adalah penentuan titik ketinggian dan pengkalibrasian data satelit. Jadi untuk penggunaan data Landsat 7 tidak perlu lagi dikoreksi *geometrik*.

Keistimewaan Landsat 7 antara lain: saluran pankromatik dengan resolusi spasial 15 meter.

3. Pantulan Spektral Vegetasi Mangrove

Pantulan spektral vegetasi sangat bervariasi terhadap panjang gelombang. Pantulan spektral vegetasi sangat dipengaruhi oleh pigmentasi, struktur internal daun dan kandungan uap air (Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999). Kurva pantulan spektral vegetasi secara umum dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2.. Kurva Pantulan Spektral Vegetasi Hijau

Pengaruh pigmentasi sangat dominan pada panjang gelombang tampak (0,4 – 0,7 µm). Kurva pantulan spektral vegetasi menunjukkan bahwa nilai pantulan sangat rendah pada panjang gelombang biru dan merah. Rendahnya nilai pantulan pada panjang gelombang ini berhubungan dengan dua pita serapan klorofil pada panjang gelombang 0,45 µm dan 0,65 µm. Klorofil dalam daun menyerap sebagian besar dari

tenaga yang datang dengan panjang gelombang tersebut. Puncak pantulan pada spektrum tampak adalah $0,54 \mu\text{m}$ yang merupakan panjang gelombang hijau.

Tumbuhan mangrove yang sehat mempunyai daun berwarna hijau. Warna hijau yang dominan pada daun mangrove menunjukkan adanya kandungan klorofil yang banyak, yang akan menyerap banyak energi pada saluran biru dan merah namun serapannya lebih rendah pada saluran hijau (Amran, 1999).

Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Hutan Mangrove

Studi mengenai pemanfaatan data satelit penginderaan jauh untuk keperluan pemantauan hutan mangrove telah banyak dilakukan. Daerah Muara Angke adalah salah satu daerah yang menjadi objek kajian. Data yang digunakan adalah data Landsat MSS resolusi 80 m dan Landsat ETM+ resolusi 30 m tahun 1984 – 1995. Data tersebut diproses dengan menggunakan metode konvensional pengenalan objek (klasifikasi), Normalisasi Selisih Indeks Vegetasi (*Normalized Difference Vegetation Index*: NDVI) digunakan untuk mengamati tingkat kehijauan dari vegetasi yang diamati.

Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan luas hutan mangrove dari 239,4 ha pada tahun 1987 menjadi 142 ha pada tahun 1991, penurunan ini terjadi berkaitan dengan program pembangunan kota untuk membangun Water Front City. Namun tahun 1992 mengalami peningkatan karena keberhasilan program rehabilitasi mangrove hingga tahun 1995 mencapai 203,9 ha.

Di Sulawesi Selatan, Ponto (2000), menggunakan data Landsat-TM tahun 1994 dan 1998 dalam melakukan pemantauan terhadap luasan dan kondisi kerapatan

hutan mangrove di Kecamatan Sinjai Utara dan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu metode *Maximum Likelihood Classification*, Untuk analisis indeks vegetasi digunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Hasil tumpang susun didapatkan bahwa terjadi penambahan areal hutan mangrove 121,32 ha dan areal tambak 225,27 ha, untuk areal non mangrove dan perairan terjadi penurunan masing-masing 610,38 ha dan 18,09 ha. Untuk kerapatan tajuk mangrove perubahan terjadi paling besar dari mangrove kerapatan jarang menjadi kerapatan sedang dan mangrove kerapatan sedang menjadi lebat, sedangkan untuk kelas penutupan lahan perubahan paling besar terjadi dari kategori tambak menjadi mangrove kerapatan jarang dan kategori non mangrove menjadi mangrove kerapatan sedang (Ponto, 2000).

METODOLOGI

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama bulan Agustus 2003 sampai Juli 2004 yang meliputi beberapa tahap yaitu pengumpulan data, survei awal, tahap pengolahan dan analisis awal data citra, survei lapang akhir, analisis lanjutan menggunakan Penginderaan Jarak Jauh serta tahap pembuatan laporan akhir.

Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Proses pengolahan data dilakukan di Laboratorium Inderaja dan SIG (Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis), Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Piranti Pengolahan Citra dan Analisis Data :

1. Perangkat lunak *pengolah citra dan analisis data* antara lain :
 - a. ER Mapper Ver. 6,1
 - b. ArcView GIS Ver. 3.2
 - c. MS. Office XP
2. Pemindai (*Scanner*); peralatan ini dipergunakan untuk memindai obyek analog menjadi image digital.
3. Pencetak (*Printer*); peralatan ini dipergunakan untuk melakukan pencetakan peta-peta tematik hasil analisis dan pencetakan laporan penelitian.
4. Peralatan Tulis Menulis

Perangkat Survey lapangan :

1. Penentu Posisi --- *Global Positioning System (GPS)*
2. Alat Tulis "*waterproofing*"

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Citra Satelit Landsat - ETM *Path/Row* 114/64 daerah Sulawesi Selatan tahun 1998 dan 2002.
2. Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2110 - 44 dan Kassi lembar 2110 - 42 skala 1 : 50.000 edisi pertama tahun 1991 terbitan Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) Jakarta.
3. Data in-situ lapangan dan data sekunder..
4. Peta-peta tematik lain yang relevan dan data sekunder sebagai data pendukung.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Tahap ini meliputi kegiatan pengumpulan data sekunder, baik data citra satelit, data komplementer dan literatur yang relevan dengan topik penelitian.

2. Survei Lapang Awal

Survei awal dilakukan pengenalan medan (orientasi lapang) untuk dijadikan referensi pengambilan data latih (*training sample*). Kegiatan dilakukan dengan cara

mengukur titik koordinat dengan menggunakan alat GPS dan juga melihat kondisi ekosistem mangrove di lokasi penelitian.

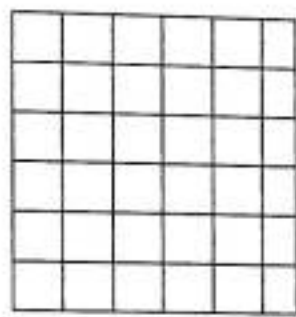
3. Proses Koreksi Awal dan Pengenalan Obyek pada Citra

Tahapan ini meliputi koreksi geometris, pemotongan data citra (*cropping*), dan pengenalan obyek penutup lahan. Adapun proses pengolahan data dan analisis yang digunakan dalam pemantauan hutan mangrove meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

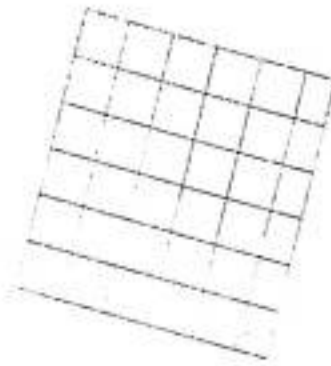
a. Pemulihan Citra Landsat ETM

Pemulihan citra adalah proses untuk memperbaiki citra yang mengalami distorsi selama proses transfer data dari satelit ke stasiun penerima di bumi ke arah gambaran yang lebih sesuai dengan keadaan aslinya. Pemulihan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah koreksi geometris dengan mencocokkan citra terkoreksi dan yang belum terkoreksi Citra Landsat ETM tahun 1998.

Koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam oleh sensor. Perubahan bentuk dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi tersebut. (Danoedoro, 1996 *dalam* Faisal, 2001).



Sebelum koreksi



Sesudah koreksi



Gambar 3. Ilustrasi posisi citra sebelum dan sesudah koreksi geometrik

Hasil koreksi dan registrasi memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Error*). Jensen (1996) dalam Faisal (2001) menyebutkan bahwa RMSE adalah nilai selisih antara koordinat asli berdasarkan baris dan kolom dengan nilai koordinat masukan dari GCP (*Ground Control Point*) yang dihitung dengan akar pangkat dari deviasi yang diukur dari akurasi GCP dalam citra. Seperti pada persamaan berikut :

$$\text{RMS}_{\text{error}} = \sqrt{((x' - x_{\text{orig}})^2 + (y' - y_{\text{orig}})^2)}$$

Dimana : x_{orig} dan y_{orig} : koordinat baris dan kolom yang asli

: x' dan y' : GCP dari Citra

Menurut standar pemetaan Amerika Serikat nilai RMS kurang dari 0,5 dianggap teliti, untuk Landsat ETM+ dengan resolusi spasial 30 meter harus < 15 meter (Eastman, 1997).

b. Pemotongan Data Citra (*Cropping*)

Pemotongan data citra dilakukan untuk memperkecil luas cakupan daerah penelitian. Data satu *scene* umumnya mencakup wilayah yang cukup luas, seperti path/row 114/64 mencakup wilayah pesisir Sinjai.

Pemotongan citra dilakukan setelah proses koreksi geometrik. Semua data yang tercakup dalam *scene* yang tidak dibutuhkan dipotong sampai pada daerah penelitian/kajian. Hal ini untuk memperkecil besar file yang digunakan serta mempercepat proses-proses dalam mengolah data dengan menggunakan perangkat lunak bila dibandingkan dengan mengolah data satu *scene* penuh.

c. Pengenalan Obyek Penutup Lahan dengan Komposit 453

Berdasarkan LAPAN (1999), kombinasi kanal RGB 453 paling sesuai untuk mendeteksi keberadaan hutan mangrove, membedakan hutan mangrove dengan hutan darat, dan mendeteksi zonasi mangrove.

Pemisahan suatu obyek pada citra Landsat-ETM+ dapat dilakukan dengan mudah dengan membuat kombinasi kanal komposit warna (*Red Green Blue*). Kombinasi kanal yang umum digunakan dalam kegiatan olah citra yaitu SCC (*Specific Color Composite*) RGB 453 (Harsanugraha, *et al.*, 1999), karena kombinasi kanal 453 (RGB) mempunyai variasi kombinasi yang paling baik dan yang paling kontras untuk kenampakan visual untuk membedakan obyek air, tanah dan vegetasi. Lainnya, pada kanal-kanal ini juga memberikan reflektansi yang optimal.

4. Pengolahan dan Analisis Data Citra

Tahapan ini meliputi pembuatan data latih (*training sample*), klasifikasi penutup lahan, analisis indeks vegetasi, penggabungan klasifikasi penutup lahan dengan indeks vegetasi dan analisis perubahan luasan tiap-tiap kelas penutup lahan dan zonasi kerapatan mangrove. Adapun proses pengolahan data dan analisis yang digunakan dalam pemantauan hutan mangrove meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

a. Klasifikasi Penutup Lahan

Penentuan *training sample* (data latih) pada proses klasifikasi maka dilakukan proses kombinasi kanal 3, 4, dan 5 yaitu RGB 453 berdasarkan pengenalan obyek penutup lahan pada tahap pengenalan obyek diatas.

Metode klasifikasi yang dilakukan adalah klasifikasi terbimbing menggunakan *Maximum Likelihood Classification* (klasifikasi kemungkinan maksimum). Metode klasifikasi ini merupakan klasifikasi terbimbing parametrik paling populer saat ini untuk klasifikasi penutup lahan dengan data satelit penginderaan jauh (LAPAN, 1999).

Purwadhi (2001), klasifikasi berdasarkan kemungkinan maksimum merupakan strategi klasifikasi terbimbing dengan cara mengevaluasi kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan piksel yang tidak dikenal. Pengkelasan menggunakan data latih yang bersifat sebaran normal (distribusi normal), yaitu semua sebaran (distribusi) pola tanggapan spektral

penutup lahan dianggap atau diasumsikan sebagai vektor rata-rata dan kovarian matrik, sehingga nilai statistiknya berupa kurva normal (*Gaussian*).

Klasifikasi penutup lahan dapat dikategorikan ke dalam 5 (lima) kelas utama, yaitu : Mangrove, Tambak, Non Vegetasi mangrove, Perairan, dan Awan.

b. Analisis Indeks Vegetasi

Analisis indeks vegetasi digunakan untuk memisahkan indeks reflektansi spektral vegetasi dengan objek lain seperti air, tanah (non vegetasi). Formula yang digunakan untuk analisis indeks vegetasi ini adalah NDVI (*Normalized Defference Vegetation Index*). NDVI mempunyai formula ini yang perhitungannya sederhana dan dapat menggambarkan suatu kerapatan vegetasi. Pemantauan vegetasi dengan menggunakan metoda NDVI adalah untuk mengamati perubahan tingkat kehijauan vegetasi yang disebabakan oleh fluktuasi konsentrasi klorofil pada daun-daun vegetasi (LAPAN, 1999). Formula ini didasarkan pada reflektansi dari obyek penginderaan jauh dalam saluran spektrum merah dan inframerah dekat. Kisaran sensor tersebut pada Landsat-TM berada pada kanal 3 dan 4. Rumus yang digunakan adalah :

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana , NIR = Near Infra Red (kanal 4), R = Red (kanal 3)

Nilai indeks vegetasi (NDVI) yang dihasilkan oleh fomula tersebut berkisar antara -1 sampai dengan +1 dan disimpan dalam bilangan pecahan/real (32 bit).

Untuk itu dilakukan transformasi yaitu :

$$NDVI_i = (100 + 100) \times NDVI \dots\dots\dots(2)$$

Hasil transformasi akan menghasilkan nilai digital antara 0 - 200 (1 digit setara dengan nilai NDVI sebesar 0,01)

Analisis indeks vegetasi digunakan untuk mencari perubahan mangrove secara kualitatif berdasarkan kerapatan penutupan vegetasi sehingga yang ditampilkan hanya nilai kerapatan objek vegetasi, sedangkan yang bukan vegetasi tidak ditampilkan.

Kanal infra merah dekat mempunyai pantulan tinggi (penyerapan rendah) terhadap obyek vegetasi dan kanal merah memiliki pantulan rendah (penyerapan tinggi) terhadap obyek vegetasi.

c. Klasifikasi Citra Indeks Vegetasi

Tingkat kerapatan tajuk ditentukan dengan melakukan klasifikasi ulang (*reclassification*) dari hasil perhitungan indeks vegetasi, dimana tingkat kerapatan tajuk vegetasi mangrove dibagi dalam tiga kelas yaitu vegetasi mangrove tingkat kerapatan jarang, vegetasi mangrove tingkat kerapatan sedang, dan vegetasi mangrove tingkat kerapatan lebat. Pengklasifikasian ini didasarkan atas jumlah puncak histogram yang ada pada nilai perhitungan NDVI, dimana satu puncak histogram diasumsikan sebagai satu kesatuan obyek vegetasi yang merepresentasikan tingkat kerapatan. Pemilihan cara ini didasarkan pada suatu pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan operasional, dimana lebih mudah membayangkan situasi tingkat kerapatan di lapangan dari nilai-nilai NDVI yang disajikan.

d. Penggabungan Klasifikasi Penutup Lahan dengan Indeks Vegetasi

Tahap awal telah didapatkan klasifikasi penutup lahan dan hasil indeks vegetasi. Selanjutnya dilakukan tabulasi silang antara citra hasil klasifikasi dan indeks vegetasi untuk mengetahui kerapatan tipe kelas penutup lahan.

e. Analisis Perubahan (*Superimposition Analysis*)

Analisis ini terutama untuk mengamati perubahan penutup lahan dengan menggunakan data multitemporal dimana membandingkan dua citra/data hasil klasifikasi, dengan penggabungan antara klasifikasi penutup lahan tahun 1998 dan 2002 akan dapat diketahui perubahan penutup lahan.

Luas dan perubahan dapat dihitung dari jumlah pixel pada masing-masing kelompok atau kelas dikalikan dengan ukuran pixel. Rumus yang digunakan untuk perhitungan luas perubahan yaitu :

$$\text{Luas (ha)} = (\text{jumlah pixel}) \times (\text{resolusi spasial } 30\text{m} \times 30\text{m}) \times 0,0001 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana 1 pixel (resolusi spasial) = 30m x 30m

Nilai 0,0001 merupakan konversi dari m² ke ha.

Kecenderungan perubahan lahan yang terjadi pada setiap tahun dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\Delta L = \frac{Lt_2 - Lt_1}{\Delta t} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana ΔL adalah laju perubahan luas, Lt_1 adalah luas pada tahun pengamatan awal (ha) dan Lt_2 adalah luas pada tahun pengamatan berikutnya (ha). Δt adalah selisih waktu pengamatan awal (tahun) dan waktu pengamatan akhir (tahun).

$$P = \frac{\Delta L}{\sum \Delta L} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

Dimana P adalah persentase perubahan lahan yang terjadi setiap tahun, $\sum \Delta L$ adalah Jumlah laju perubahan luas lahan dalam suatu wilayah.

4. Survey Lapang Akhir

Kegiatan ini dilakukan untuk pengecekan kebenaran klasifikasi dan analisis indeks vegetasi pada kelas sampel dan hasil analisis yang meragukan, pengamatan tutupan kanopi pada setiap kelas kerapatan dari hasil analisis indeks vegetasi secara visual di areal yang relatif homogen dan dampak kegiatan masyarakat di lokasi tersebut. Pengamatan visual didasarkan pada perkiraan kerapatan kanopi pohon mangrove yang satu terhadap pohon mangrove yang lain yang berada dalam areal pengamatan atau seluas cakupan terkecil (piksel) dari citra Landsat ETM+ yaitu 900 meter persegi.

Data diuji ketelitiannya dengan menggunakan tabel kontingensi dari *Daels* dan *Antrop*. Kontingensi untuk uji ketelitian disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Kontingensi untuk Uji Ketelitian

No	Uji Lapangan Interpretasi	Hasil Pengujian Lapangan				Total Interpretasi	Total Salah
		Mgr	Tbk	Pr	Non	Jumlah	Jumlah
1.	Mangrove (Mgr)						
2.	Tambak (Tbk)						
3.	Perairan Laut (Pr)						
4.	Non Mangrove (Non)						
	Total Lapangan						
	% Benar						
	% Salah						

Ketelitian hasil interpretasi dihitung berdasarkan metode yang disusun oleh *Short et. al.* (1982) yaitu uji medan pada titik sampel yang terjangkau secara terestis (verifikasi), dan membandingkan dengan hasil interpretasi citra satelit. Persentase ketelitian hasil interpretasi dihitung dengan formula :

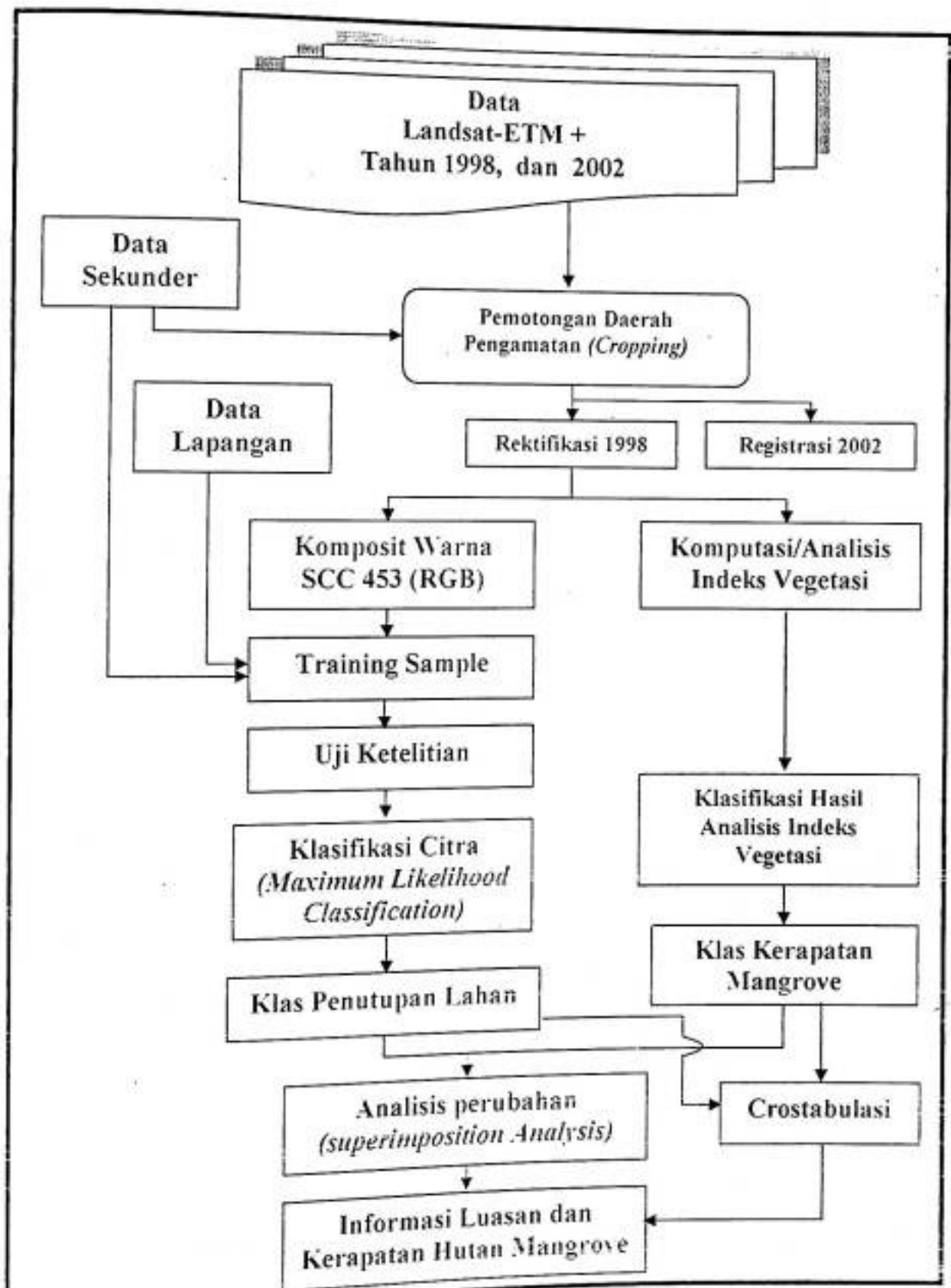
$$K = \frac{B}{J} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Dimana : K = Ketelitian hasil interpretasi (%)

B = Hasil interpretasi yang benar

J = Jumlah sampel yang diteliti

Ketelitian hasil interpretasi yang dapat diterima mempunyai nilai minimal 85% (Anderson, dkk., 1976 dalam Asriadi, 2003).



Gambar 4. Proses Pengolahan Data Landsat-ETM+ untuk Pemantauan Mangrove di Kabupaten Sinjai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

1. Letak dan Batas Wilayah

Lokasi Penelitian Terletak di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Kabupaten Sinjai secara Geografis terletak antara $5^{\circ}19'50''$ – $5^{\circ}36'47''$ LS dan $119^{\circ}48'30''$ – $120^{\circ}10'00''$ BT.

Secara administratif, Kabupaten Sinjai terdiri dari 8 (delapan) Kecamatan dan 75 (tujuh puluh lima) Desa, dengan luas wilayah $819,96 \text{ Km}^2$. Secara ekonomi, daerah ini memiliki letak strategis karena memiliki dua jalur perhubungan yaitu perhubungan darat dan laut,serta 85 % terdiri dari medan berbukit, bergelombang, sampai bergunung.

2. Kependudukan

Penduduk Kabupaten Sinjai tahun 1998 yaitu 200905 jiwa, mengalami peningkatan pada tahun 2002 menjadi 207257 jiwa. Dengan Laju pertumbuhan penduduk 0,70%.

Kepadatan penduduk Kabupaten Sinjai adalah 253 jiwa per km^2 , Kecamatan Sinjai Utara merupakan daerah yang memiliki kepadatan terbesar yaitu 1181 jiwa per km^2 , kepadatan ini disebabkan Kecamatan Sinjai Utara merupakan ibu kota Kabupaten Sinjai.

Tabel 3. Jumlah penduduk dan laju pertumbuhan penduduk Tahun 1998 dan Tahun 2002

No	Kecamatan	Penduduk Tahun 1998	Penduduk Tahun 2002	Laju pertumbuhan Penduduk
1	Sinjai barat	20310	20916	0,73
2	Sinjai Borong	15107	15616	0,832
3	Sinjai Selatan	49257	33565	-9,144
4	Sinjai Timur	38356	25904	-9,346
5	Sinjai Tengah	24345	23677	-0,69
6	Sinjai Utara	38162	43846	3,53
7	Bulupoddo	15368	15426	0,094
8	Tellu Limpoe	0	28307	0
	Kab. Sinjai	200905	207257	0,70

Sumber : Kabupaten Sinjai dalam Angka, Tahun 1999 dan Tahun 2003

Laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Sinjai untuk kurun waktu selama 4 (empat) tahun tidak merata, dimana pada Kecamatan Sinjai Utara, Sinjai Barat, Sinjai Borong, dan Bulupoddo mengalami penambahan jumlah penduduk masing-masing 5684 jiwa, 606 jiwa, 509 jiwa, dan 54 jiwa, sedangkan Kecamatan Sinjai Timur, Sinjai Selatan, Sinjai Tengah mengalami penurunan jumlah penduduk masing-masing 12452 jiwa, 15692 jiwa, dan 668 jiwa.

Tabel 4. Bidang kegiatan dan volume Tahun 1998 dan Tahun 2002

No	Bidang kegiatan	Volume Tahun 1998	Volume Tahun 2002	Laju Perubahan volume
1	Penangkapan ikan di laut			
	- Ikan (Ton)	20.692	22.717	2.025
	- Udang (Ton)	13	126	113
2	Pemeliharaan di tambak			
	- Ikan (Ton)	540	856.8	316,8
	- Udang (Ton)	210	47.8	-162,2
3	Pemeliharaan di kolam (Ton)	46	556.6	510,6
4	Penangkapan benih			
	- Nener (ekor)	16.000	6.562.000	6.546.000
	- Benur (ekor)	22.000	125.000	103.000
5	Budidaya rumput laut (kering)			
	- <i>Eucheuma cottonii</i> (Ton)	2	0	-2
	- <i>Gracilaria spp</i> (Ton)	90	4.600	4.510

Sumber : Kabupaten Sinjai dalam Angka, Tahun 1999 dan Tahun 2003

Tabel 4 menunjukkan bahwa volume kegiatan penangkapan ikan dan udang dilaut mengalami peningkatan masing-masing 2.025 ton, dan 113. Pemeliharaan ikan di tambak mengalami peningkatan yaitu 316,8 ton, sedangkan pemeliharaan udang di tambak mengalami penurunan yaitu 173,8 ton. Pemeliharaan di kolam mengalami peningkatan 510,6 ton.

Volume penangkapan benih nener dan benur mengalami peningkatan masing-masing 6.546 000 ekor, dan 103.000 ekor. Sedangkan budidaya rumput laut yang sudah kering *Eucheuma cottonii* dari tahun 1998 yaitu 2 ton namun pada tahun 2002 sudah tidak ada, sedangkan *Gracilaria spp* mengalami peningkatan menjadi 4510 ton.

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa jumlah alat tangkap yang dioperasikan meningkat sebanyak 293 unit, dan hasil tangkapan meningkat sebanyak 2138 ton selama 4 (empat) tahun.

Tabel 5. Jumlah masing-masing Penangkapan ikan yang dioperasikan dan produksi Kabupaten Sinjai.

Tahun	Jumlah Unit	Produksi (ton)
1998	1.303	20705
2002	1.596	22843

Sumber : Sinjai Dalam Angka, 1999 dan 2003

3. Aksesibilitas

Jarak lokasi penelitian dengan ibu kota Kabupaten sekitar 3 km dan transportasi ke lokasi penelitian lancar, dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua dan roda empat.

4. Luas

Total luas daratan yang berada dalam Kabupaten Sinjai yaitu 819,96 km². Ketinggian wilayah daratan Kabupaten Sinjai rata-rata ≤ 25 m dari permukaan laut dengan kemiringan 0 – 2 %.

Tabel 6. Luas Kecamatan dan persentase terhadap luas Kabupaten Sinjai

No	Kecamatan	Luas (Km ²)	Persentase terhadap luas kabupaten (%)
1	Sinjai barat	135.53	16.53
2	Sinjai Borong	66.97	8.17
3	Sinjai Selatan	131.99	16.09
4	Sinjai Timur	71.88	8.77
5	Sinjai Tengah	129.7	15.82
6	Sinjai Utara	37.12	4.53
7	Bulupoddo	99.47	12.13
8	Tellu Limpoe	147.3	17.96
	Kab. Sinjai	819.96	100

Sumber : Kabupaten Sinjai dalam Angka, Tahun 2003

5. Jenis-jenis Mangrove

Jenis mangrove yang ditemukan di Kabupaten Sinjai yaitu *Rhizophora mucronata*, *Nipa fruticans*, *Avicennia alba*, *Ceriops decandra* ,dan *Acanthus ilicifolius*. Jenis mangrove yang dominan yang terdapat hampir di semua stasiun adalah *Rhizophora mucronata*. Kondisi pantai Kabupaten Sinjai yang berlumpur memungkinkan *Rhizophora mucronata* melakukan adaptasi yang baik sehingga mampu untuk tumbuh secara luas di Kabupaten Sinjai (lampiran 1).

Proses Koreksi Awal Data Citra Landsat-ETM

1. Pemulihan Citra Landsat-ETM

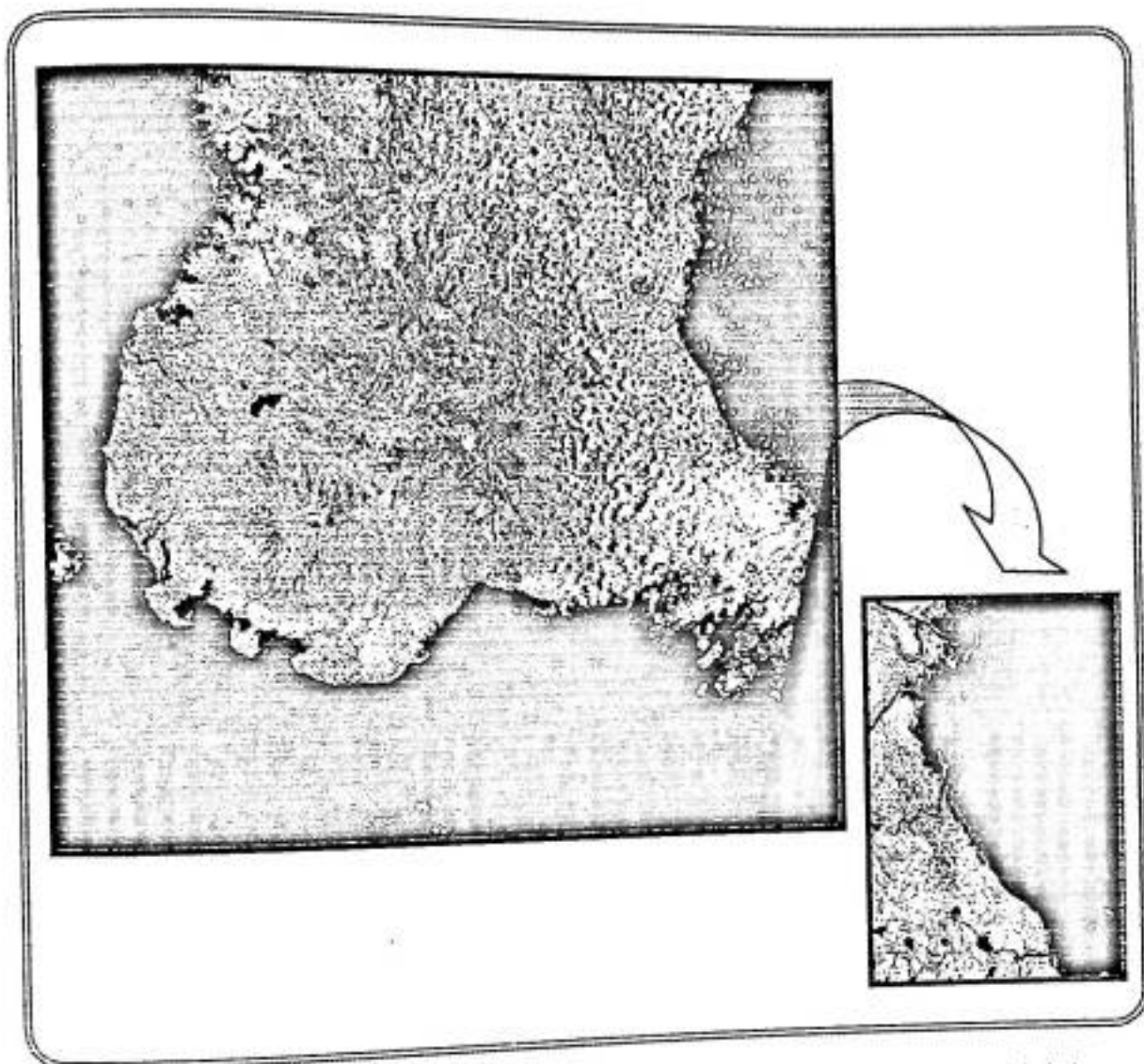
Koreksi geometrik dalam penelitian ini berdasarkan *image to image*, yakni melakukan registrasi data citra tahun 1998 yang telah terkoreksi sebelumnya dengan citra tahun 2002 yang akan dikoreksi dengan memasukkan titik kontrol (Lampiran 2)

sebagai data acuan untuk mengoreksi data citra Landsat ETM. Perubahan bentuk dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari pemulihan tersebut.

Hasil koreksi dan registrasi memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan kisaran antara 0,04 sampai 0,15 dengan rata-rata 0,08. Ini sesuai dengan standar pemetaan Amerika Serikat dimana jika nilai RMSE kurang dari 0,5 dianggap teliti, untuk Landsat ETM dengan resolusi spasial 30 meter harus < 15 meter (Eastman, 1997). Nilai kesalahan pada koreksi geometris nilainya kurang dari 0,5 piksel agar penyimpangannya tidak lebih dari 0,045 Ha. Nilai kesalahan RMSE selalu bervariasi untuk setiap proses koreksi geometris dan registrasi, hal didasarkan pada ketepatan titik-titik kontrol atau titik-titik acuan yang digunakan.

2. Pemotongan Data Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan setelah proses koreksi geometrik dilakukan. Semua data yang tercakup dalam *scene* yang tidak dibutuhkan dipotong sampai pada daerah penelitian yaitu Kabupaten Sinjai. Pemotongan citra dilakukan agar analisis data terpusat pada objek dan daerah yang diteliti. Hasil pemotongan daerah penelitian mempunyai ukuran 310 kali 522 piksel.



Gambar 6 . Pemotongan Citra Landsat-ETM- Tahun 2002, Kabupaten Sinjai

Karakteristik Kenampakan Obvek pada Citra Landsat-ETM+

1. Pemilihan Kanal Spektral

Mengidentifikasi vegetasi mangrove melalui penginderaan jauh dapat didasarkan atas dua sifat penting dari vegetasi mangrove yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di daerah pesisir. Kedua hal ini akan menjadi pertimbangan penting di dalam mendeteksi hutan mangrove

melalui satelit, sifat optik klorofil sangat khas karena klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah. Klorofil fitoplankton yang berada di air laut dapat dibedakan dari klorofil mangrove karena sifat air yang kuat menyerap spektrum infra merah. Tanah, pasir, dan batuan juga memantulkan tetapi tidak menyerap spektrum sinar merah sehingga tanah dan mangrove secara optik juga dapat dibedakan.

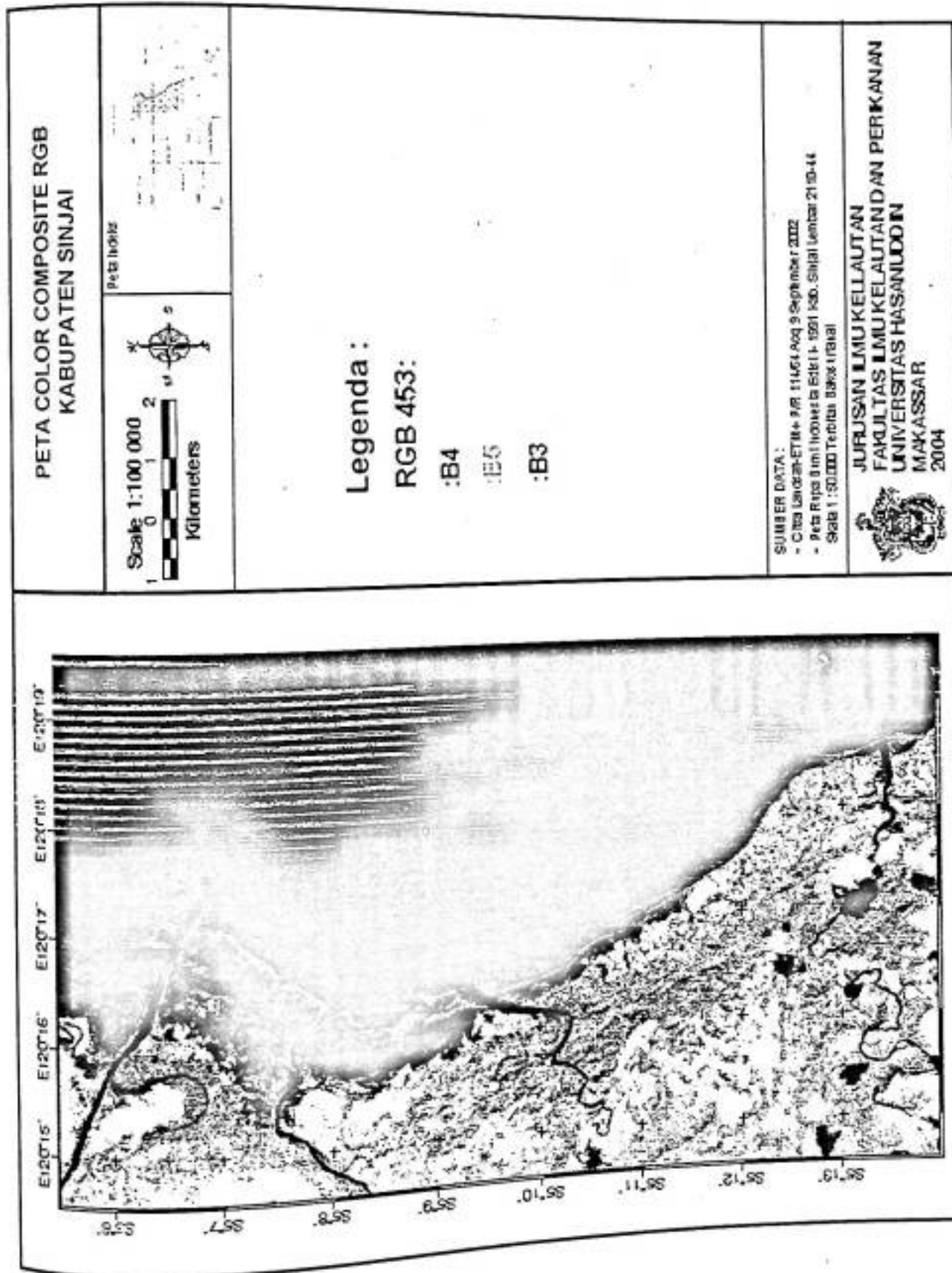
Vegetasi mangrove dan vegetasi terrestrial yang lain memang mempunyai sifat optik yang hampir sama dan sulit dibedakan tetapi mengingat mangrove hidup di pinggir pantai (dekat dengan air laut) vegetasi non mangrove, maka biasanya antara keduanya dapat dipisahkan dengan memperhitungkan jarak pengaruh air laut. Areal Mangrove di Kabupaten Sinjai menjadi batas luar areal tambak dan batas antara perairan. Dengan pertimbangan tersebut maka pengamatan luasan mangrove di Kabupaten Sinjai dapat dipantau lewat satelit.

Kanal 3 ($0.63 - 0.69 \mu\text{m}$) pada spektrum merah dalam komposit 453 diberi warna biru (*Blue*) merupakan kanal penyerap klorofil dan memperkuat kontras antara penampakan vegetasi dan bukan vegetasi. Pada kanal 3 pantulan nilai air cukup tinggi dibandingkan nilai pada kanal 4 dan kanal 5. Karena kanal 3 menyerap klorofil maka nilai pantulan vegetasi cukup rendah. Air merupakan obyek yang banyak menyerap gelombang elektromagnetik yang datang, sehingga penampakan air cenderung gelap. Demikian pula untuk vegetasi, klorofil cenderung untuk menyerap cahaya. Mangrove merupakan vegetasi yang berada dilahan basah, karena itu

penampakan mangrove terlihat lebih gelap bila dibandingkan dengan vegetasi-vegetasi lainnya yang berada di lahan kering.

Kanal 4 ($0,76 - 0,90 \mu\text{m}$) pada spektrum inframerah dekat dalam komposit 453 diberi warna merah (*Red*) diperuntukkan dalam penonjolan vegetasi karena pada kisaran kanal 4 vegetasi akan merefleksikan radiasi gelombang elektromagnetik paling besar yaitu berkisar 50 % - 60%. Pada kombinasi 453, vegetasi mempunyai penampakan berwarna merah cerah sampai merah gelap, sedangkan untuk obyek lain ditampilkan warna beraneka ragam. Karena kanal 4 memantulkan gelombang elektromagnetik sehingga obyek yang dinampakan berwarna cerah atau terang.

Kanal 5 ($1,55 - 1,75 \mu\text{m}$) pada spektrum inframerah tengah dalam komposit 453 diberi warna hijau (*Green*). Pada kisaran panjang gelombang tersebut tanah dengan penampakan berwarna hijau terang karena tanah merefleksikan radiasi gelombang elektromagnetik yang optimal.



Gambar 8. Citra spesifik Color Composite RGB 453 di Kab. Sinjai Tahun 2002

2. Hasil Visualisasi Obyek pada Citra

Dalam rangkaian pengolahan data citra pada penelitian ini, visualisasi obyek pada citra komposit 453 (RGB) dalam rangka pengenalan dipaparkan sebagai berikut;

a. *Awan*; ditandai dengan rona yang cerah berwarna putih dan selalu disertai bayangan awan yang diwakili oleh rona gelap dan berwarna hitam. Kelas awan yang dimaksudkan dalam bahasan ini adalah awan itu sendiri beserta bayangannya. Hal ini dimaksudkan untuk kesederhanaan perhitungan, sebab pada dasarnya tutupan awan dan bayangannya berimplikasi pada minimnya informasi penggunaan lahan yang dapat diekstraksi.

b. *Lahan Non Vegetasi Mangrove*; meliputi :

- *Hutan*; dengan kenampakan rona terang, berwarna kuning muda. Tckstur kasar dan tidak teratur bentuknya.

- *Kebun Campuran*; rona agak terang dan didominasi oleh warna hijau bercampur warna kuning, tekstur sedikit kasar menyebar diantara sawah dan hutan, terkadang sporadis dan menyela pada pemukiman.

- *Pemukiman*; pada citra terlihat menyebar berupa titik-titik dengan piksel yang cerah dan terletak berbatasan dengan lahan lokasi aktifitas penduduk.

c. *Mangrove*; terlihat dengan rona cerah, dan berwarna merah kegelapan pada semua data citra tahun 1998 dan 2002. Tekstur agak halus dengan asosiasi berada diantara atau dekat dengan perairan dan tambak.

Warna merah merupakan reflektansi vegetasi pada kanal inframerah sedang kegelapan merupakan reflektansi tanah berair pada kanal inframerah. Mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di bagian luar pulau. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah. Klorofil fitoplankton yang berada di laut dapat dibedakan dari klorofil mangrove karena sifat air sangat menyerap spektrum infra merah.

- d. *Perairan*; Perairan dangkal muncul dengan rona biru muda, bertekstur halus. Sedangkan perairan dalam dengan rona gelap, warna biru tua, dan bertekstur halus.
- e. *Tambak*; Untuk tambak yang terlihat dengan rona coklat muda, dengan rona terang dan tekstur halus.

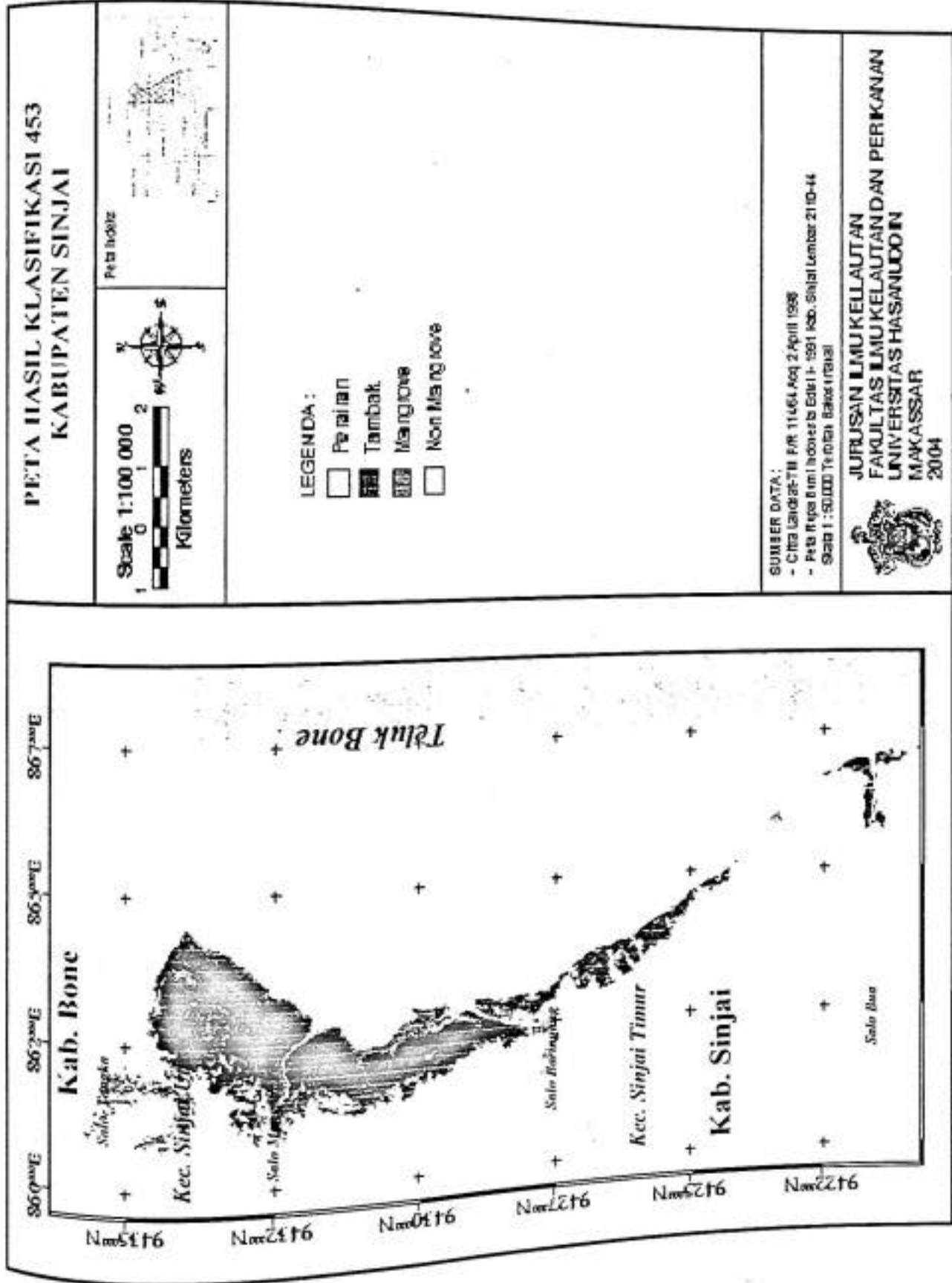
Pengolahan dan Analisis Data Landsat-ETM+

1. Penutup Lahan berdasarkan Hasil Klasifikasi

Dengan kenampakan visual kombinasi kanal 453 (RGB) dan nilai reflektansinya selanjutnya dilakukan analisis digital citra Landsat-ETM+ tahun 1998 dan 2002, maka Kabupaten Sinjai dapat diklasifikasikan kedalam 12 kelas sub kategori hingga pengklasifikasian kedalam 5 (lima) kategori utama. Dimana sub kategori itu adalah 9 untuk daerah daratan, 2 (dua) untuk daerah perairan (laut) dan 1 (satu) untuk daerah berawan. Klasifikasi wilayah darat terdiri dari 3 (tiga) kelas

mangrove, 2 (dua) kelas tambak, dan 4 (empat) untuk vegetasi lain, pemukiman, kebun campuran, dan lahan terbuka. (Non Vegetasi Mangrove). Klasifikasi terbimbing yang digunakan diawali dengan data latih (*training sample*).

Dari hasil klasifikasi citra Landsat-ETM+ tahun 1998 dan 2002, secara umum terdiri dari 5 kategori utama yaitu mangrove yang diperlihatkan dengan warna hijau, tambak diperlihatkan dengan warna biru tua, non vegetasi mangrove diperlihatkan dengan warna kuning, perairan/laut diperlihatkan dengan tampilan biru muda dan awan diperlihatkan dengan warna putih. Distribusi penutup lahan masing-masing tahun dapat diperlihatkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Peta Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (Maximum Likelihood Classification) Kab. Sinjai Tahun 1998

**PETA HASIL KLASIFIKASI 453
KABUPATEN SINJAI**

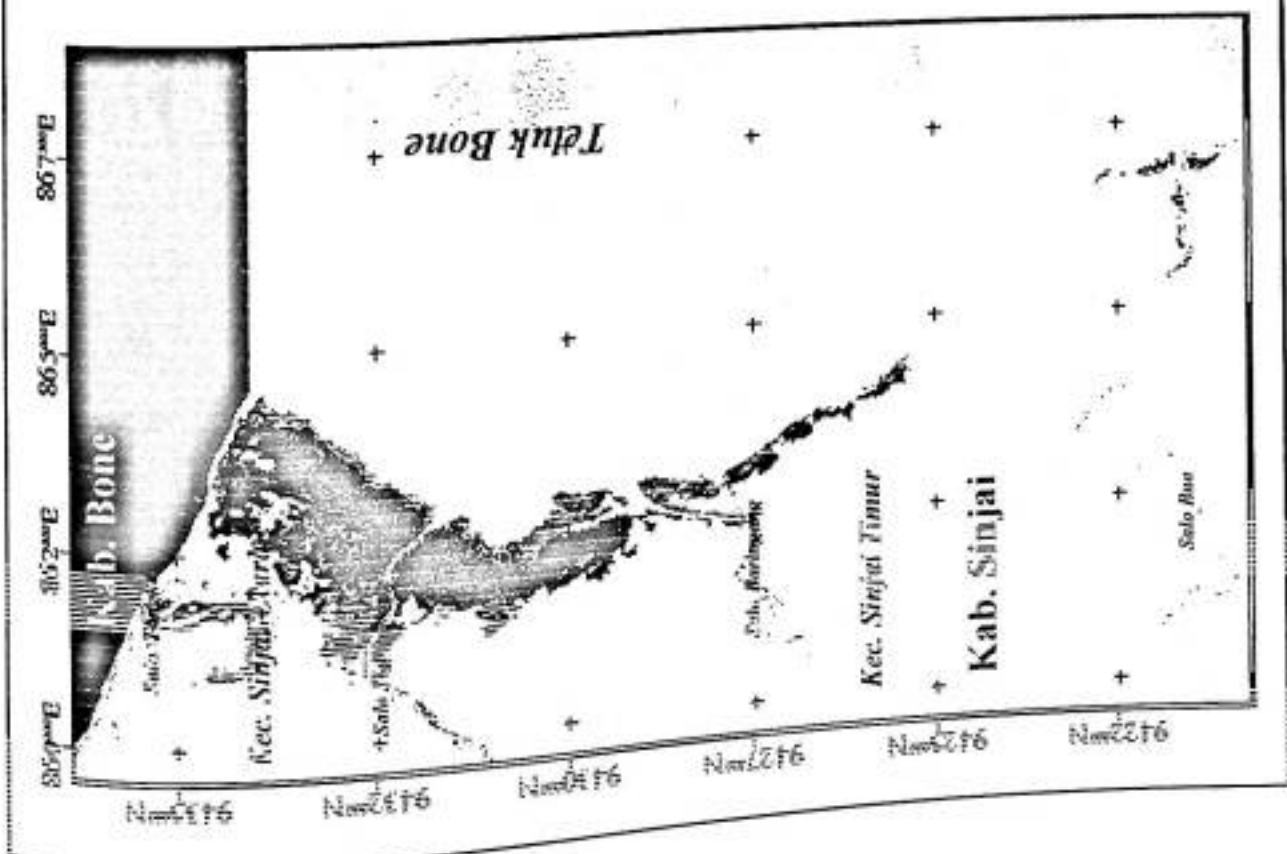
Scale 1:100 000
Kilometers

Peta Indeks

- LEGENDA :
- Perairan
 - Tambak
 - Mangrove
 - Non Mangrove
 - Awan

SUMBER DATA :
 - Citra Landsat-ETM+ PR 11464,000 9 September 2002
 - Peta Rupa Bumi Indonesia Edisi 1: 2501 Kab. Sinjai Lembar 21 10-44
 Skala 1 : 50.000 Terbitan Bulap 1/1993

**JURUSAN LUKELAUTAN
FAKULTAS LUKELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2004**



da: Gambar 10. Peta Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (*Maksimum Likelihood Classification*) Kab. Sinjai Tahun 2002.

2. Ketelitian Hasil Klasifikasi

Ketelitian hasil klasifikasi dihitung dengan cara membandingkan citra hasil klasifikasi dengan data referensi (Kushardono, 1998 dalam Suparjo, 1999), dimana hasil pengecekan lapangan disajikan pada Lampiran 1.

Distribusi nilai ketelitian klasifikasi keseluruhan hasil interpretasi citra dengan menggunakan tabel kontingensi dari *Daels* dan *Antrop*. Berdasarkan hasil uji ketelitian klasifikasi (Tabel 7) dengan menggunakan data titik pengecekan lapangan sebanyak 20 sub klas terlihat bahwa nilai ketelitian klasifikasi keseluruhan adalah 95%. Non vegetasi mangrove berubah menjadi tambak 1 stasiun. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil klasifikasi berdasarkan kenampakan citra kebenarannya dapat diterima karena memiliki ketelitian > 85%.

Tabel 7. Matriks Hasil Uji Ketelitian

No	Uji Lapangan Interpretasi	Hasil Pengujian Lapangan				Total Interpretasi	Total Benar	Total Salah
		Mgr	Tbk	Pr	Non	Jumlah	Jumlah	Jumlah
1.	Mangrove (Mgr)	14	-	-	-	14	14	-
2.	Tambak (Tbk)	-	2	-	-	2	2	-
3.	Perairan/Laut (Pr)	-	-	2	-	2	1	1
4.	Non veg Mangrove (Non)	-	1	-	1	2	1	1
Jumlah Total					20	19	1	
%					100%	95%	5%	

Sumber : Klasifikasi Terbimbing Citra Landsat Thn. 1998 dan 2002 dan *ground truth*

2. Penutup Lahan berdasarkan Analisis Indeks Vegetasi

Pengklasifikasian dengan menggunakan pendekatan indeks vegetasi didasarkan atas prinsip pemantulan oleh daun atau pigmentasi dan kandungan air pada permukaan daun serta efek dari kandungan air tanah.

Nilai pantulan vegetasi mangrove dibagi dalam 3 kelas kerapatan yaitu mangrove kerapatan jarang, mangrove kerapatan sedang dan mangrove kerapatan lebat. Pembagian kelas kerapatan ini masih bersifat subyektif karena belum ada penelitian yang menerangkan seberapa besar nilai histogram NDVI dua dimensi yang secara pasti mewakili suatu nilai kerapatan tertentu. Selang nilai NDVI untuk berbagai kerapatan tiap daerah berbeda. Namun demikian, dengan ketiga kelas kerapatan tersebut dapat diketahui tingkat kerapatan vegetasi mangrove pada tiap tahun pengamatan.

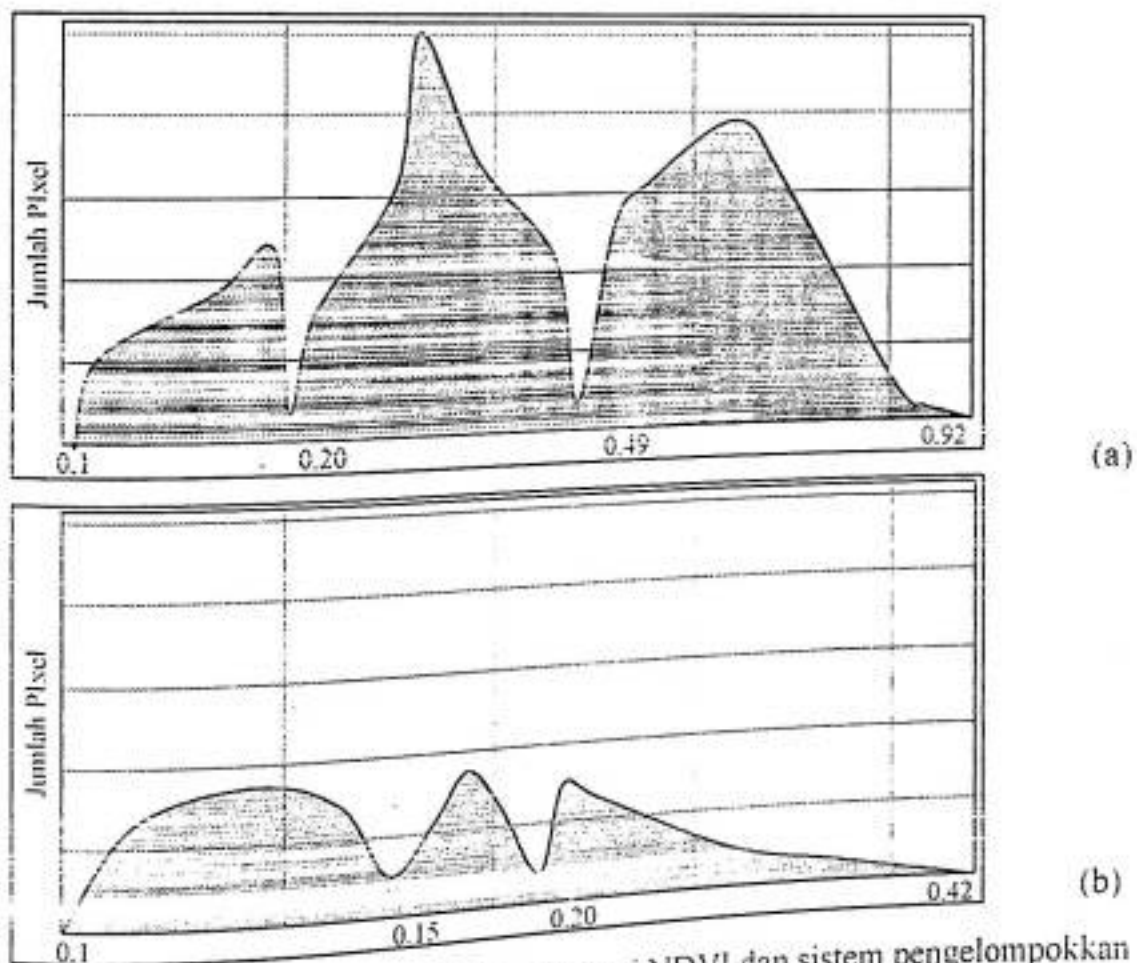
Tahun 1998 tingkat kerapatan vegetasi mangrove antara 0,1 – 0,20 untuk kerapatan jarang (57,2 Ha), kerapatan sedang dan kerapatan lebat masing-masing 0,21 – 0,49 dan 0,50 – 0,92 atau 18,59 Ha dan 136,58 Ha. Kondisi hutan mangrove masih tergolong baik karena rasio kerapatan vegetasi mangrove tahun 1998 yaitu 2,29 lebih besar dari 0,92. Sedangkan tahun 2002 tingkat kerapatan vegetasi mangrove antara 0,1 – 0,15 untuk kerapatan jarang (301,71 Ha), kerapatan sedang dan kerapatan lebat masing-masing yaitu 0,16 – 0,20 dan 0,21 – 0,42 atau 62,67 Ha dan 6,96 Ha. Sedangkan rasio kerapatan vegetasi mangrove tahun 2002 yaitu 0,02 lebih

kecil dari 0,42 ini menunjukkan bahwa kondisi hutan mangrove sudah tergolong kritis.

Tabel 8. Luas Kerapatan Hutan Mangrove di Kabupaten Sinjai

Kelas Kerapatan Mangrove	1998		2002	
	NDVI	Luas (Ha)	NDVI	Luas (Ha)
Jarang	0,1 - 0,20	57,12	0,1 - 0,15	301,27
Sedang	0,21 - 0,49	18,59	0,16 - 0,20	62,68
Lebat	0,50 - 0,92	136,58	0,21 - 0,42	6,96
Total Luas	0,1 - 0,92	212,29	0,1 - 0,42	371,34

Sumber: Hasil Olah Data Citra Landsat ETM+ Tahun 1998 dan 2002



Gambar 11. Hisogram Dua Dimensi Transformasi NDVI dan sistem pengelompokan tingkat kerapatan Vegetasi Mangrove Citra Tahun 1998 (a) dan Tahun 2002 (b).

3. Penutup Lahan berdasarkan klasifikasi Silang MLC dan NDVI

Kisaran NDVI yang didapatkan untuk masing-masing tingkat kerapatan berbeda pada citra tiap tahun. Untuk wilayah Kabupaten Sinjai yang kebanyakan didominasi oleh jenis *Rhizophora mucronata*, kisaran NDVI untuk kerapatan jarang berkisar 0,1 - 0,20 pada tahun 1998, sedangkan pada tahun 2002 kisaran NDVI 0,1 - 0,15. Untuk kerapatan sedang kisaran NDVI 0,20 - 0,49 pada tahun 1998 sedangkan tahun 2002 berkisar antara 0,15 - 0,20. Sedangkan untuk kerapatan lebat didapatkan kisaran NDVI pada tahun 1998 berkisar antara 0,49 - 0,92 sedangkan pada tahun 2002 mangrove kerapatan lebat berkisar antara 0,20 - 0,42. Hasil penggabungan antara klasifikasi *Maximum Likelihood Maximum* dan indeks vegetasi diperlihatkan pada Gambar 12 a untuk citra 1998 dan 12 b untuk citra 2002.

4. Analisis Perubahan Luas Penutup Lahan

Diperoleh luasan masing-masing kelas penutup lahan seperti pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Luasan Penutup Lahan di Kabupaten Sinjai tahun 1998 dan 2002

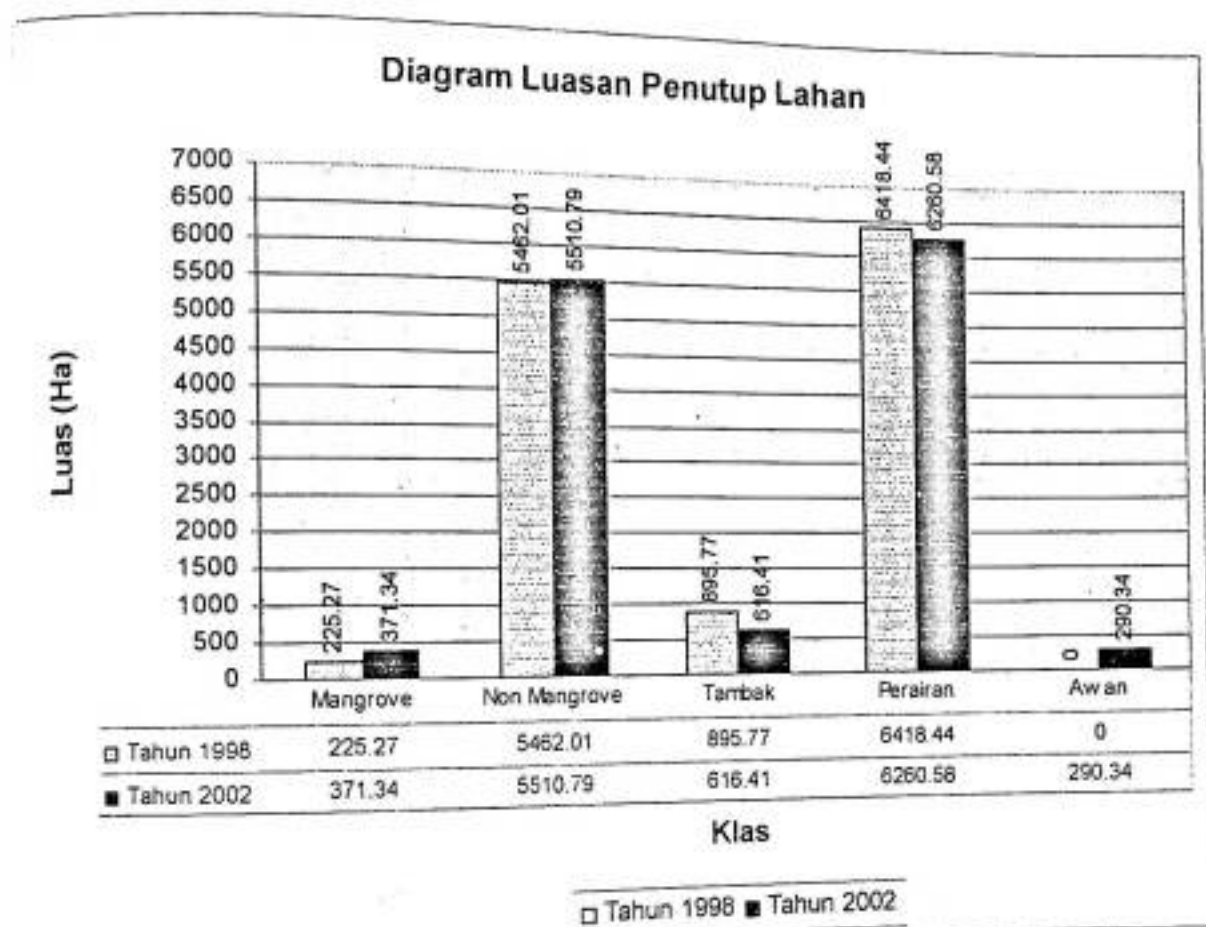
Kelas	1998		2002		Laju perubahan Rata-rata (Ha/th)	Persentase Perubahan Luas per tahun (%)
	Ha	%	Ha	%		
Mangrove	212,29	1,55	371,34	2,55	39,79	20,17
Tambak	882,79	6,15	616,41	4,23	-66,60	38,56
Non veg Mangrove	5449,03	37,50	5510,79	37,84	15,44	6,75
Perairan/Laut	6406,46	54,80	6169,50	53,39	-59,24	34,52
Awan	0	0	282,56	1,99		
Total	12950,6		12950,6			

Sumber : Hasil olah data citra Landsat- ETM+ tahun 1998 dan 2002

Berdasarkan tabel diatas terlihat adanya penambahan luas daerah mangrove, dimana pada tahun 1998 sekitar 1,55 % atau 212,29 Ha menjadi 371,34 Ha pada tahun 2002 atau sekitar 2,55 %. Laju penambahan luas mangrove adalah sebesar 20,17 % dengan rata-rata perubahan sebesar 39,76 Ha setiap tahunnya.

Daerah non mangrove juga mengalami penambahan luasan dimana pada tahun 1998 seluas 5449,03 Ha atau 37,50 % menjadi 5510,790 Ha atau sekitar 37,84 % pada tahun 2002. Laju penambahan luas non vegetasi mangrove adalah sebesar 6,75 % dengan rata-rata perubahan tiap tahun sebesar 15,44 Ha.

Daerah tambak mengalami penurunan luas dimana pada tahun 1998 sekitar 882,79 Ha atau sekitar 6,15 % menjadi 616,410 Ha atau sekitar 4,23 % pada tahun 2002. Penurunan luas tambak disebabkan terjadinya pertumbuhan mangrove secara alami di daerah tambak karena sebagian tambak sudah tidak produktif lagi terbukti menurunnya luas tambak dan pada saat perekaman dilakukan tahun 1998 dan 2002 yaitu Bulan April dan Bulan September, dimana Bulan April merupakan musim hujan sedangkan Bulan September musim kemarau. Pada saat musim hujan sawah di sekitar tambak tergenangi air sehingga pada saat perekaman pada musim kemarau sawah yang ada di sekitar tambak sudah kering sehingga dapat mengurangi jumlah luasan pada saat perekaman tahun 1998. Laju penurunan luas tambak adalah sebesar 38,56 % dengan rata-rata perubahan sebesar 66,60 Ha setiap tahunnya. Perubahan luas areal tambak diikuti dengan bertambahnya areal luasan mangrove dan non vegetasi mangrove (Lampiran 3).



Gambar 12. Diagram Luasan Penutup Lahan Kabupaten Sinjai

Perubahan luasan yang terjadi pada masing-masing kelas penutup lahan dilakukan dengan menggunakan analisis tumpang-susun (*Superimposition Analysis*) antara citra hasil klasifikasi tahun 1998 dan 2002. Pola penggunaan lahan selama kurun waktu empat tahun disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Luas Perubahan Lahan Hasil Tumpang Susun (*Superimposition*)
Citra Tahun 1998 dan 2002

Kategori		1998-2002	
Awal	Menjadi	Ha	%
Mangrove	Mangrove	111,4	0.858
Mangrove	Tambak	47,93	0.379
Mangrove	Non Vegetasi Mangrove	73,67	0.484
Mangrove	Perairan	4,73	0.003
Mangrove	Awan	0	0
		237,73	1.715
Tambak	Mangrove	108,07	0.832
Tambak	Tambak	515,84	3.991
Tambak	Non Vegetasi Mangrove	276,44	2.053
Tambak	Perairan	10,12	0.045
Tambak	Awan	0	0
		910,47	6.921
Non Vegetasi Mangrove	Mangrove	82,78	0.637
Non Vegetasi Mangrove	Tambak	33,26	0.379
Non Vegetasi Mangrove	Non Vegetasi Mangrove	5077,31	39.209
Non Vegetasi Mangrove	Perairan	5,72	0.010
Non Vegetasi Mangrove	Awan	250,9	2.077
		5449,97	42.189
		69,1	0.531
Perairan	Mangrove	19,4	0.149
Perairan	Tambak	83,39	0.559
Perairan	Non Vegetasi Mangrove	6148,94	47.555
Perairan	Perairan	31,66	0.380
Perairan	Awan	6352,49	49.174
		12950,6	100.00
Total			

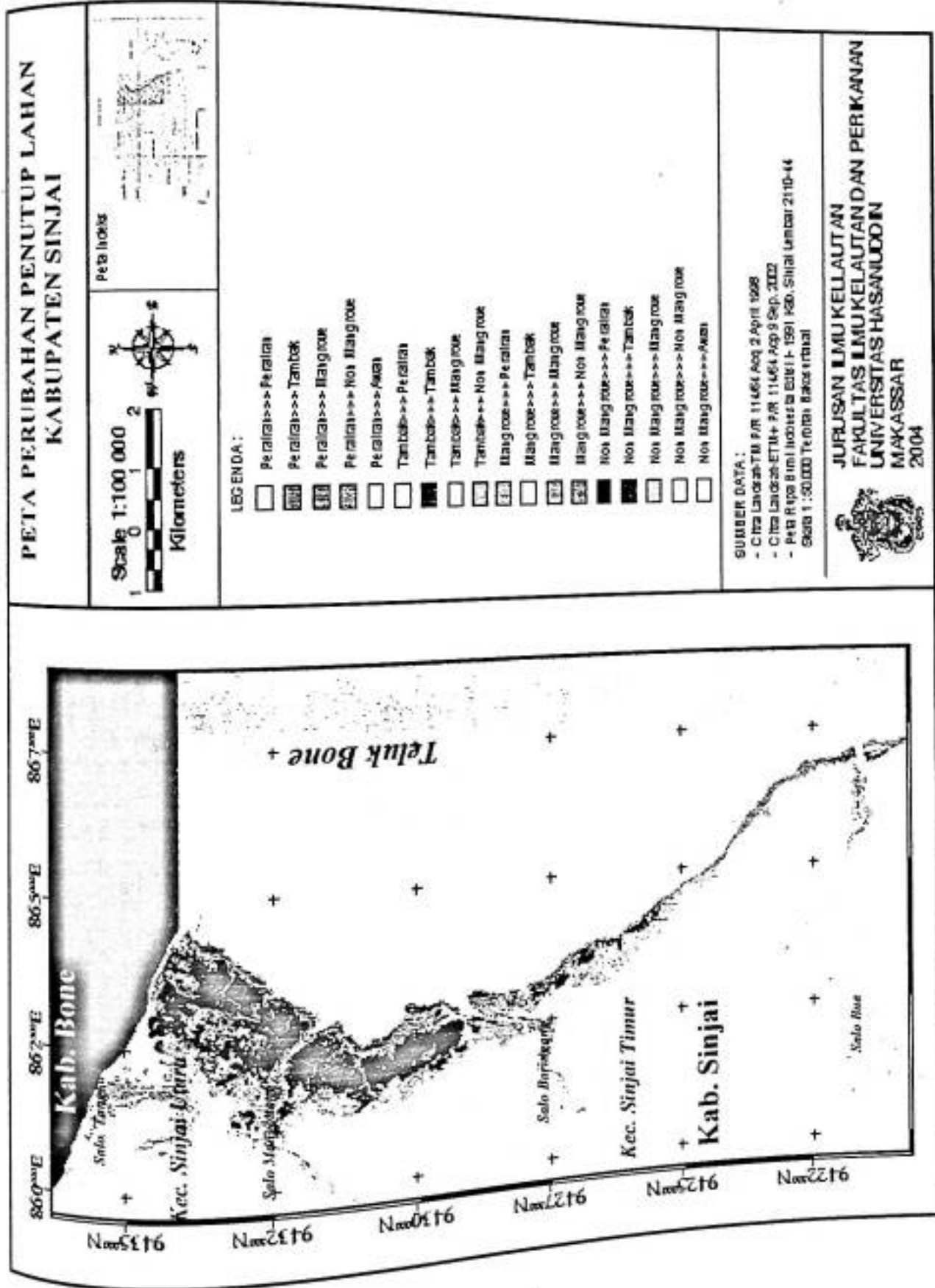
Sumber : Hasil Olah Data Citra Landsat- ETM+ tahun 1998 dan 2002

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa untuk kelas mangrove tahun 1998 yang tetap menjadi kelas mangrove pada tahun 2002 yaitu sebesar 111,4 Ha. Sedangkan yang mengalami perubahan ke bentuk penggunaan lain yaitu sebesar 47,93 Ha menjadi kelas tambak, beralih menjadi kelas non vegetasi mangrove sebesar 73,67 Ha dan menjadi kelas perairan sebesar 4,73 Ha.

Luas kelas tambak pada tahun 1998 yang tetap menjadi tambak pada tahun 2002 sekitar 515,84 Ha, menjadi lahan mangrove sekitar 108,07 Ha, menjadi kategori non vegetasi mangrove sekitar 276,44 Ha, menjadi kategori perairan 10,12 Ha.

Perubahan kategori non vegetasi mangrove yang menjadi mangrove sekitar 82,78 Ha, dan tambak sekitar 33,26 Ha. Sedangkan Kelas non mangrove menjadi Kelas non mangrove sebesar 5077,31 Ha. Kelas non mangrove yang menjadi kelas perairan sebesar 5,72 Ha dan sebesar 250,9 Ha tertutup oleh awan.

Kelas perairan menjadi lahan mangrove sekitar 69,1 Ha. Yang menjadi kelas tambak dan non vegetasi mangrove masing-masing sebesar 19,4 Ha dan 83,39 Ha. Sedangkan Kelas perairan menjadi Kelas Perairan sebesar 6148,94 Ha. Sebagian besar luas kelas perairan tertutupi oleh awan, yaitu sebesar 31,66 Ha. Fenomena ini terjadi karena data citra tahun 2002 yang digunakan terdapat gangguan atmosfer yaitu berupa tutupan awan.



Gambar 13. Peta Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Hutan Mangrove di Kab. Sinjai

2. Analisis Perubahan Luas Kerapatan Mangrove

Tingkat kerapatan dan perbandingan antara mangrove berkerapatan tinggi (lebat) dengan berkerapatan jarang dapat menunjukkan kondisi kualitas mangrove setempat. Dengan pendekatan perbandingan antara kelas mangrove lebat dengan mangrove jarang berarti makin tinggi nilai rasio tersebut makin baik kualitas mangrove setempat..

Hasil pengukuran luasan di setiap zonasi tingkat kerapatan dan rasio mangrove lebat terhadap jarang dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil olah citra Landsat-ETM- tahun 1998 dan analisa data vektor menunjukkan kondisi kerapatan mangrove yang diamati masih cukup lebat dengan ditunjukkan oleh rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang mempunyai nilai lebih besar daripada 0,92, yakni 2,29.

Tabel 11. Luas Hutan Mangrove menurut Tingkat Kerapatan dan Rasio Kerapatan di Kabupaten Sinjai

Kelas Kerapatan Mangrove	Tahun 1998		Tahun 2002		Perubahan Luas (ha)
	Ha	%	Ha	%	
Kerapatan Jarang	57,12	27,27	301,71	81,25	244,59
Kerapatan Sedang	18,59	10,17	62,67	16,88	44,08
Kerapatan Lebat	136,58	62,55	6,96	1,87	-129,62
Rasio Kerapatan	2,29		0,02		
Jumlah	212,29	100,00	371,34	100,00	159,05

Sumber : Hasil Olah Data Citra Landsat- ETM- tahun 1998 dan 2002

Berdasarkan nilai rasio tersebut terlihat bahwa luas hutan mangrove dengan kelas jarang melebihi luas mangrove kelas kerapatan lebat. Hal tersebut secara umum menggambarkan kondisi hutan mangrove di Kabupaten Sinjai dalam keadaan yang kritis pada tahun 2002. adanya perubahan kerapatan lebat di sekitar muara

baringang menjadi kerapatan sedang dan jarang disebabkan oleh adanya aktifitas manusia seperti penebangan mangrove untuk kayu bakar.

Rasio kerapatan mangrove pada tahun 2002 menunjukkan adanya penurunan nilai rasio antara mangrove lebat dengan mangrove jarang yakni menjadi 0,02 rasio kerapatan masih kurang dari 0,42, ini dapat mengindikasikan bahwa mangrove di Kabupaten Sinjai telah mengalami kerusakan dan kondisinya mulai kritis. Untuk kelas mangrove jarang dan mangrove sedang masing-masing bertambah sebesar 244,39 Ha dan 44,08 Ha pada tahun 2002, sementara mangrove lebat berkurang sebesar 129,62 Ha. Kawasan hutan mangrove yang mengalami penurunan luas kelas kerapatan lebat terutama di muara sungai Baringang



**PETA HASIL TRANSFORMASI NDVI
KABUPATEN SINJAI**

Peta detail

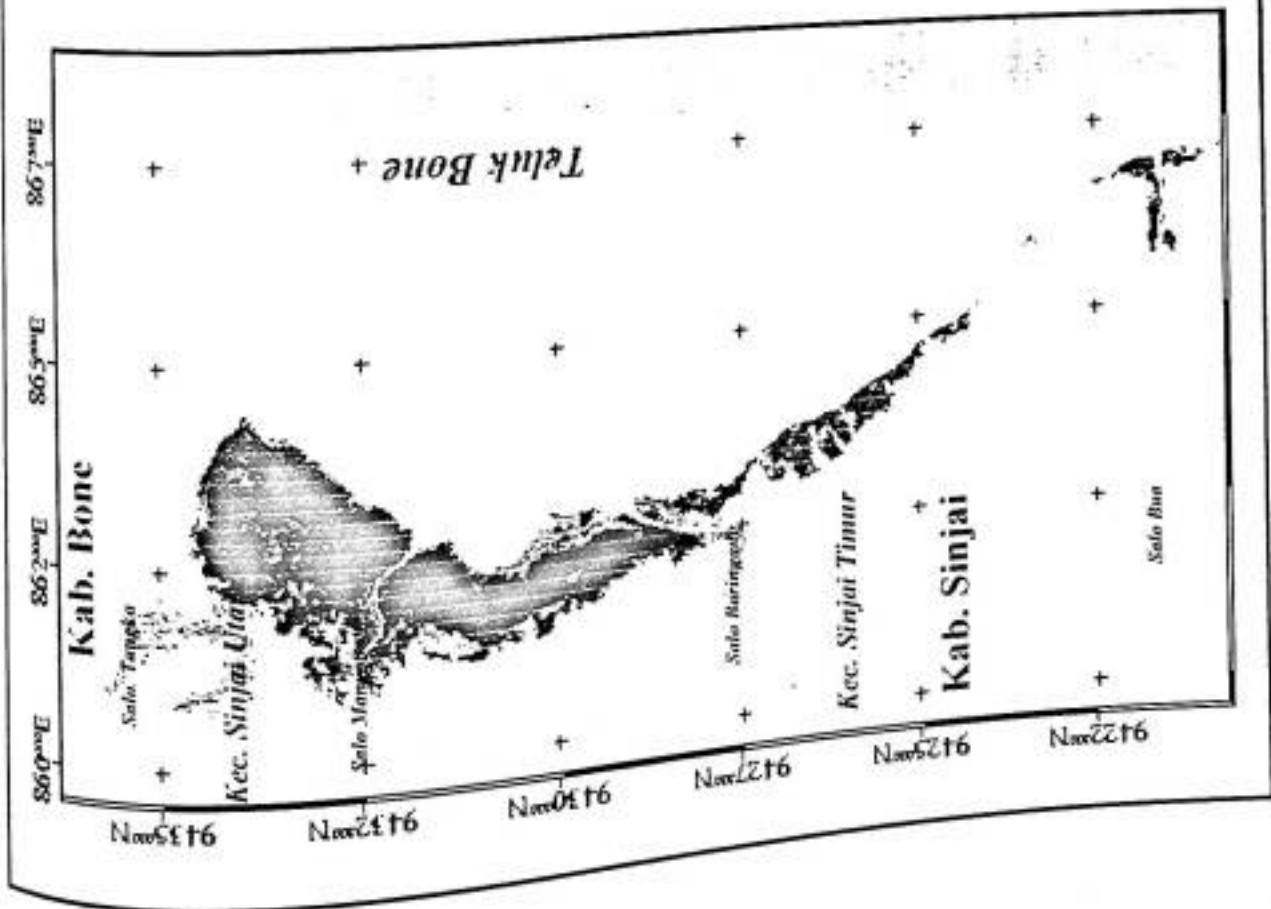
Scale 1:100 000
Kilometers

LEGENDA :

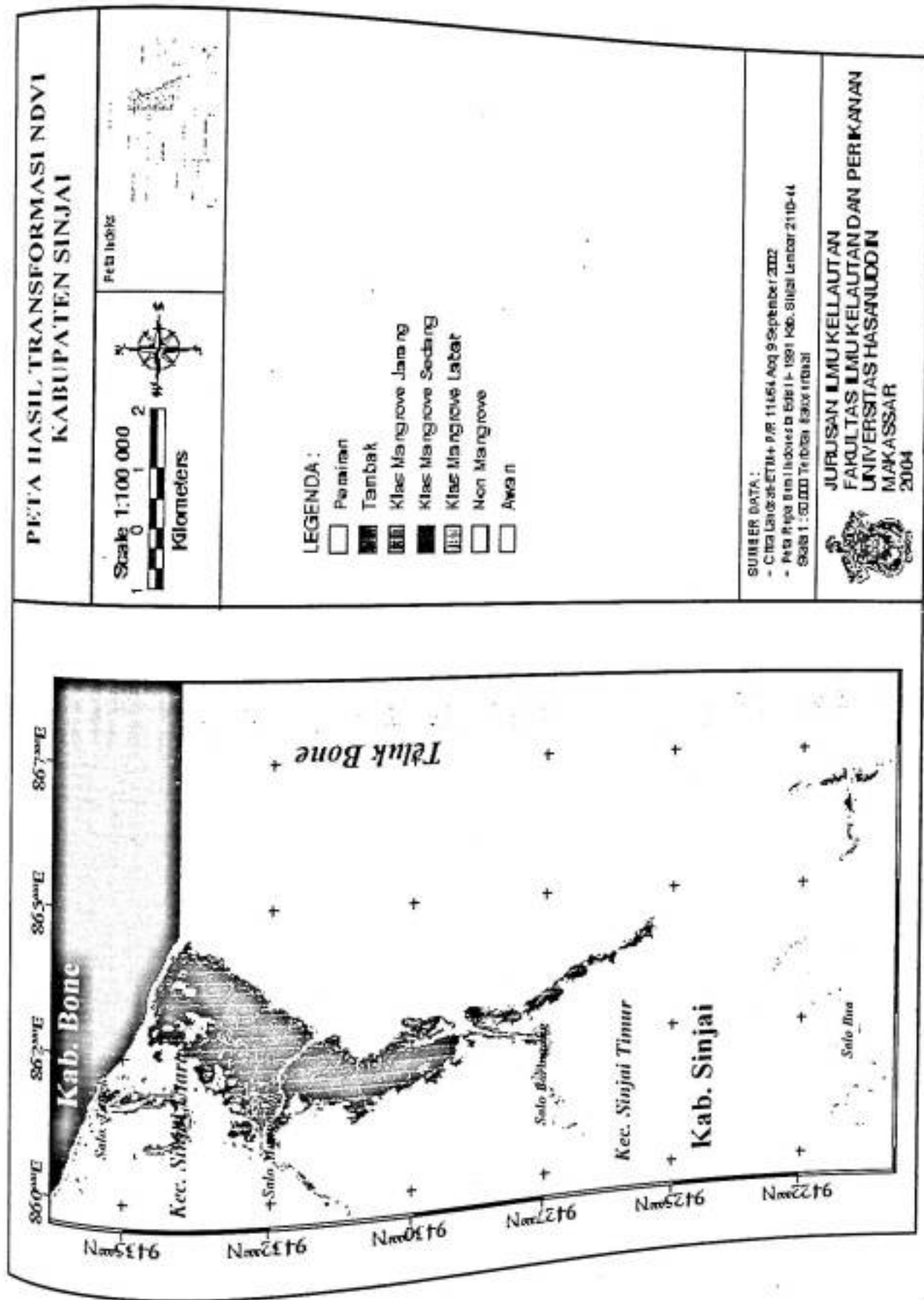
- Perairan
- Tambak
- Klas Mangrove Jaring
- Klas Mangrove Secharing
- Klas Mangrove Labat
- Non Mangrove

SUMBER DATA :
 - Citra Landsat-TM P/R 11464-A00 2 April 1998
 - Peta Rupa Bumi Indonesia 50614-1991 Kab. Sinjai Lembar 2110-44
 Skala 1 : 50.000 Te. Gita Ekoterrasa

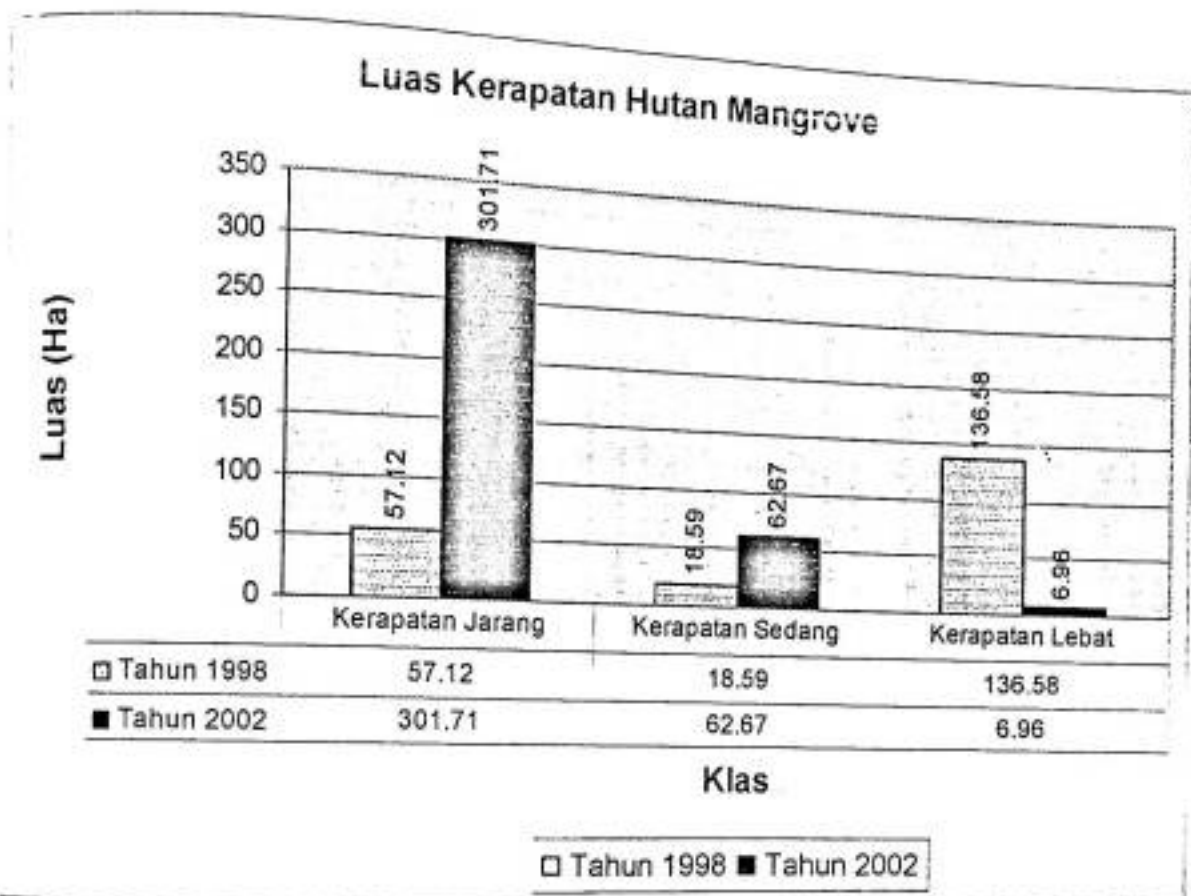
**JURUSAN LUKELAUTAN
 FAKULTAS LUMUKELAUTAN DAN PERIKANAN
 UNIVERSITAS HASANUDDIN
 MAKASSAR
 2004**

Gambar 14. Peta Hasil Transformasi NDVI Kab. Sinjai Tahun 1998



Gambar 15. Peta Hasil Transformasi NDVI Kab. Sinjai Tahun 2002



Gambar 16. Diagram Luas Hutan Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatan

Meskipun secara umum terjadi degradasi kerapatan hutan mangrove di Kabupaten Sinjai, khususnya kelas mangrove lebat dan kelas mangrove jarang, tetapi berdasarkan analisis tumpang-susun yang dilakukan maka didapatkan adanya perubahan luas kerapatan yaitu pengurangan luas kelas mangrove lebat di beberapa lokasi. Ini dapat dilihat pada Tabel 12 dibawah ini.

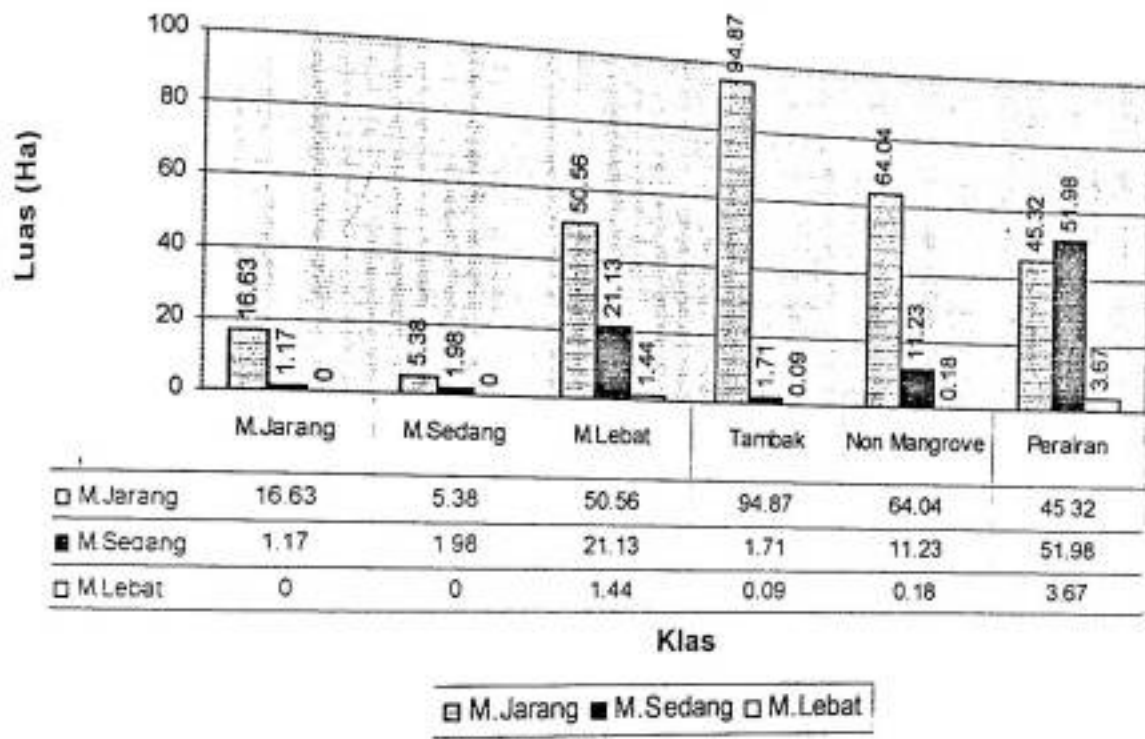
Penurunan luas kerapatan lebat menjadi kerapatan jarang, baik secara alami seperti tumbuhnya mangrove di daerah tambak maupun oleh aktifitas manusia seperti penebangan mangrove dijadikan kayu bakar.

Tabel 12. Luas Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Mangrove Tahun 1998 – 2002

Kategori		1998 – 2002	
Awal	Menjadi	Ha	%
Mangrove Jarang	Mangrove Jarang		
Mangrove Jarang	Mangrove Sedang	16,63	0,150
Mangrove Jarang	Mangrove Lebat	1,17	0,009
Mangrove Jarang	Tambak	0	0
Mangrove Jarang	Non Vegetasi Mangrove	18,99	0,146
Mangrove Jarang	Perairan/Laut	28,8	0,153
Mangrove Jarang	Awan	3,01	0,001
		0	0
		68,6	0,458
Mangrove Sedang	Mangrove Jarang	5,38	0,063
Mangrove Sedang	Mangrove Sedang	1,98	0,015
Mangrove Sedang	Mangrove Lebat	0	0
Mangrove Sedang	Tambak	6,39	0,0499
Mangrove Sedang	Non Vegetasi Mangrove	14,22	0,040
Mangrove Sedang	Perairan/Laut	3,01	0,001
Mangrove Sedang	Awan	0	0
		30,98	0,167
Mangrove Lebat	Mangrove Jarang	50,56	0,412
Mangrove Lebat	Mangrove Sedang	21,13	0,148
Mangrove Lebat	Mangrove Lebat	1,44	0,011
Mangrove Lebat	Tambak	21,51	0,166
Mangrove Lebat	Non Vegetasi Mangrove	46,89	0,293
Mangrove Lebat	Perairan/Laut	3,1	0,001
Mangrove Lebat	Awan	0	0
		144,63	1,068
Tambak	Mangrove Jarang	94,87	0,818
Tambak	Mangrove Sedang	1,71	0,013
Tambak	Mangrove Lebat	0,09	0,001
Tambak	Tambak	515,79	3,991
Tambak	Non Vegetasi Mangrove	274,41	2,053
Tambak	Perairan/Laut	8,68	0,045
Tambak	Awan	0	0
		895,55	6,922
		64,04	0,538
Non Vegetasi Mangrove	Mangrove Jarang	11,23	0,108
Non Vegetasi Mangrove	Mangrove Sedang	0,18	0,001
Non Vegetasi Mangrove	Mangrove Lebat	34,38	0,265
Non Vegetasi Mangrove	Tambak	5075,46	39,210
Non Vegetasi Mangrove	Non Vegetasi Mangrove	4,27	0,010
Non Vegetasi Mangrove	Perairan/Laut	268,49	2,077
Non Vegetasi Mangrove	Awan	5458,05	42,211
		45,32	0,104
		51,98	0,444
Perairan/Laut	Mangrove Jarang	3,67	0,049
Perairan/Laut	Mangrove Sedang	19,35	0,149
Perairan/Laut	Mangrove Lebat	71,01	0,479
Perairan/Laut	Tambak	6147,49	47,555
Perairan/Laut	Non Vegetasi Mangrove	13,61	0,104
Perairan/Laut	Perairan/Laut	6352,43	49,175
Perairan/Laut	Awan	12950,6	100
Total			

Berdasarkan tabel 12 diatas memperlihatkan adanya perubahan kelas kerapatan hutan mangrove yang sangat besar dari tahun 1998 hingga tahun 2002 yang terjadi pada kelas kerapatan lebat menjadi kelas kerapatan jarang. Kelas kerapatan sedang menjadi kelas kerapatan jarang 5,38 Ha dan kelas kerapatan lebat menjadi kelas mangrove kerapatan jarang sekitar 50,56 Ha. Sedangkan kelas penutup lahan yang lain yang mengalami perubahan menjadi kelas kerapatan yaitu kelas tambak sebesar 1,71 Ha menjadi kelas kerapatan sedang. Kelas non vegetasi mangrove yang menjadi kelas kerapatan jarang sebesar 64,04 Ha dan kelas perairan menjadi kelas kerapatan sedang sebesar 51,98 Ha. Perubahan kelas penutup lahan yang menjadi kelas kerapatan mangrove dapat dilihat pada gambar berikut.

Diagram Perubahan Klas Penutup Lahan lain menjadi Klas Kerapatan Mangrove



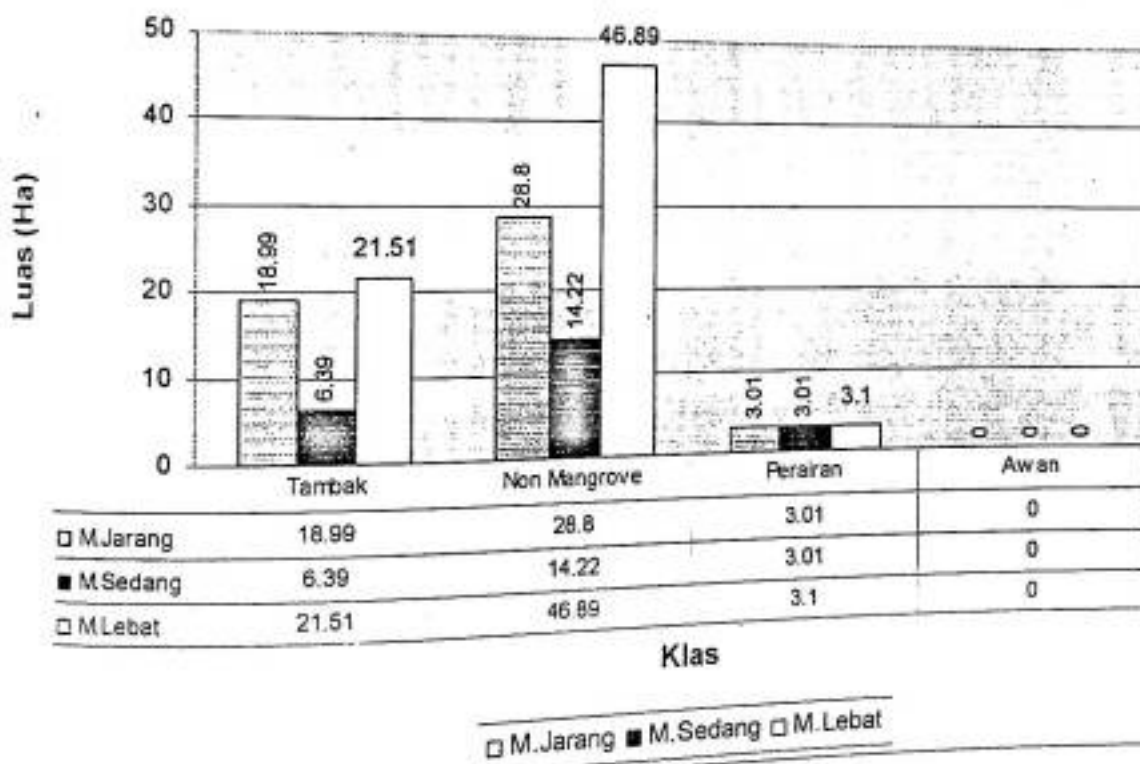
Gambar 17. Diagram Perubahan Kelas Penutup Lahan Menjadi Kelas Kerapatan Mangrove

Perubahan kelas kerapatan tajuk mangrove yang menjadi kelas lahan yang lain dapat dilihat pada Gambar 18, dimana perubahan untuk kelas kerapatan mangrove jarang paling luas beralih menjadi tambak yaitu sebesar 18,99 Ha. Sedangkan kerapatan jarang yang menjadi kelas perairan sebesar 3,01 Ha. Lainnya yaitu menjadi kelas non vegetasi mangrove sebesar 28,8 Ha.

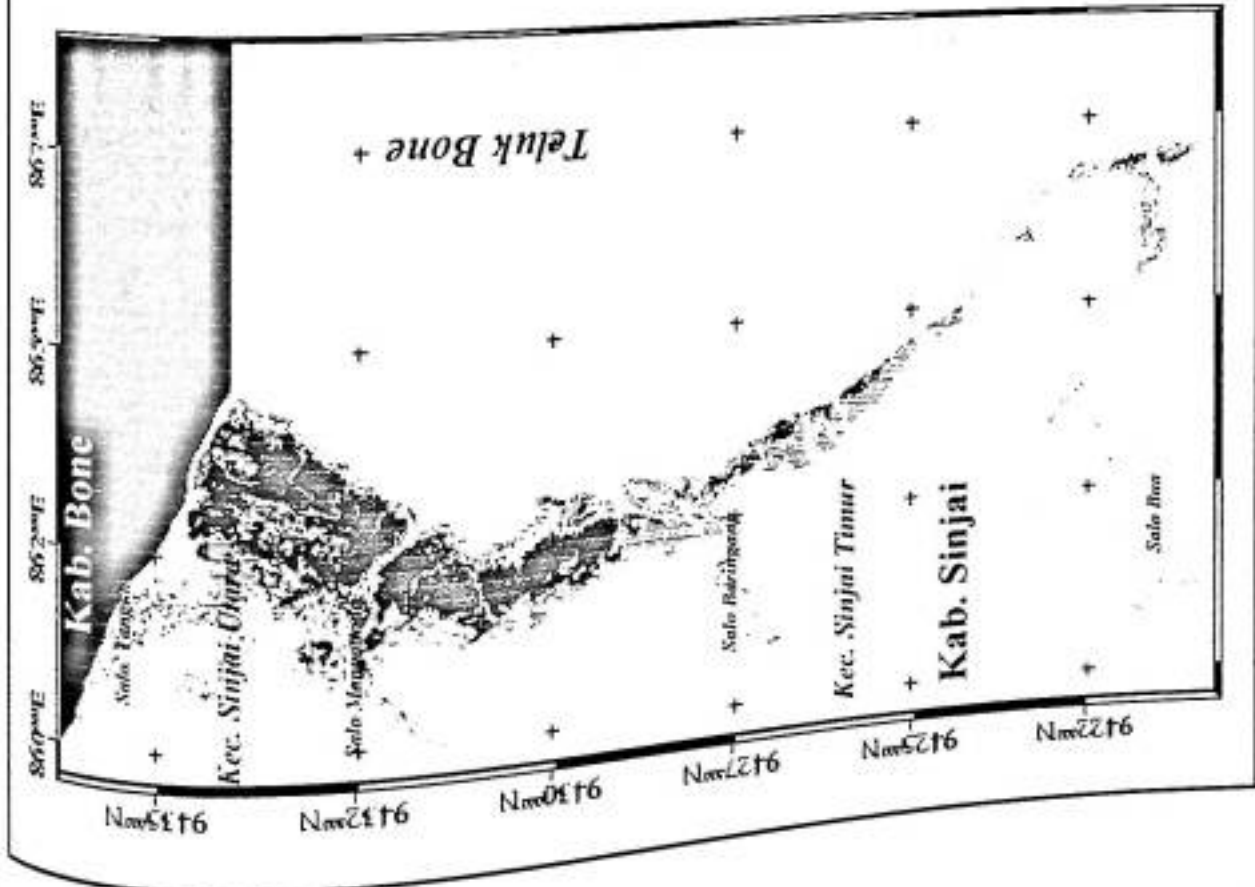
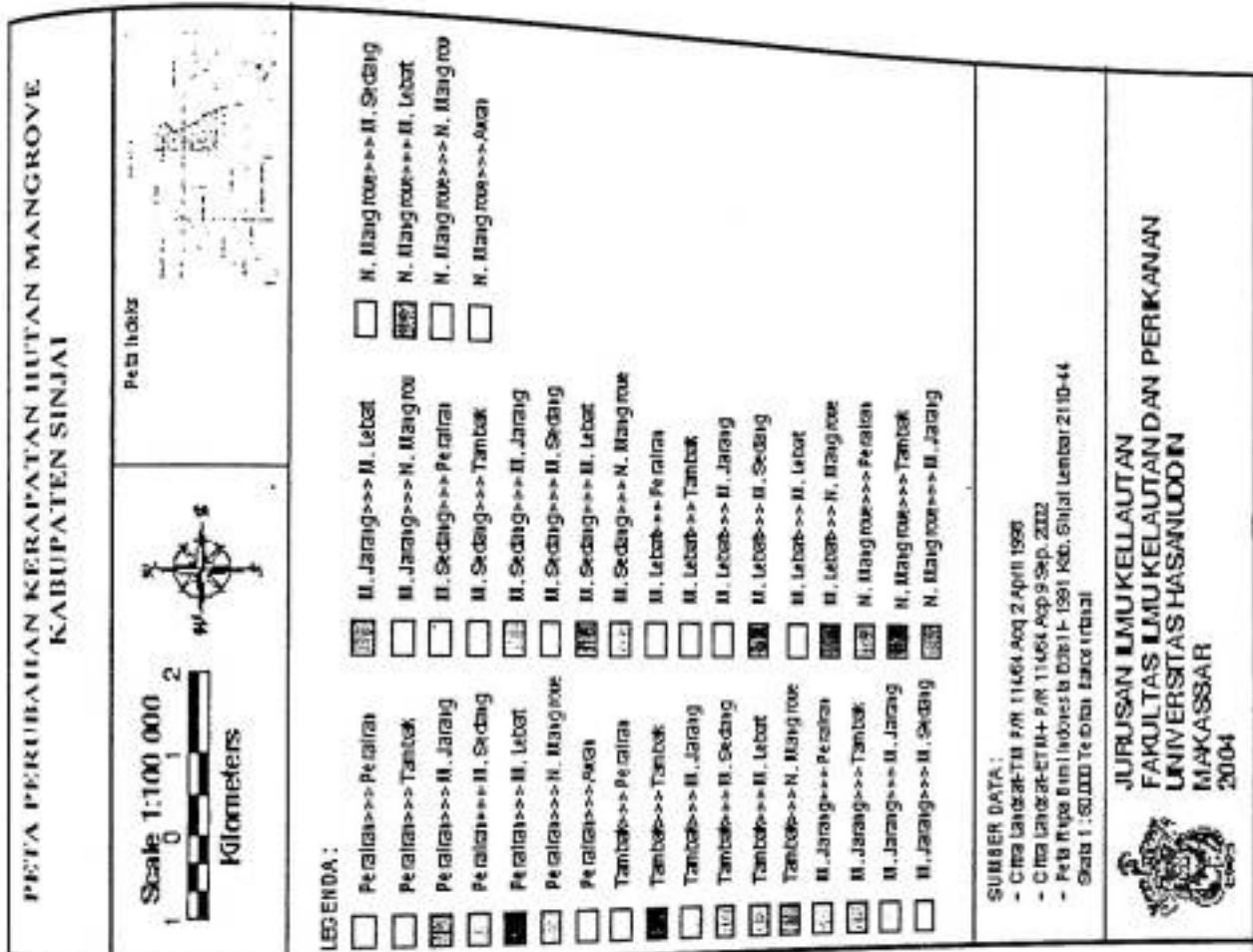
Kelas kerapatan sedang umumnya mengalami perubahan menjadi kelas tambak sebesar 6,39 Ha dan perairan sebesar 3,01 Ha. Lainnya menjadi kelas non vegetasi mangrove sebesar 14,22 Ha.

Perubahan kerapatan mangrove, terjadi pada kelas kerapatan lebat dimana sebesar 21,51 Ha menjadi kelas tambak. Lainnya, menjadi kelas perairan sebesar 3,1 Ha, menjadi kelas non vegetasi mangrove sebesar 46,89 Ha dan kelas mangrove lebat yang tidak mengalami perubahan sebesar 1,44 Ha.

Diagram Perubahan Klas Kerapatan Mangrove menjadi Klas Penutup Lahan lain



Gambar 18. Diagram Perubahan kelas kerapatan mangrove menjadi kelas penutup lahan lain



Gambar 19. Peta Perubahan Kerapatan Hutan Mangrove di Kabupaten Sinjai

3. Crostablasi

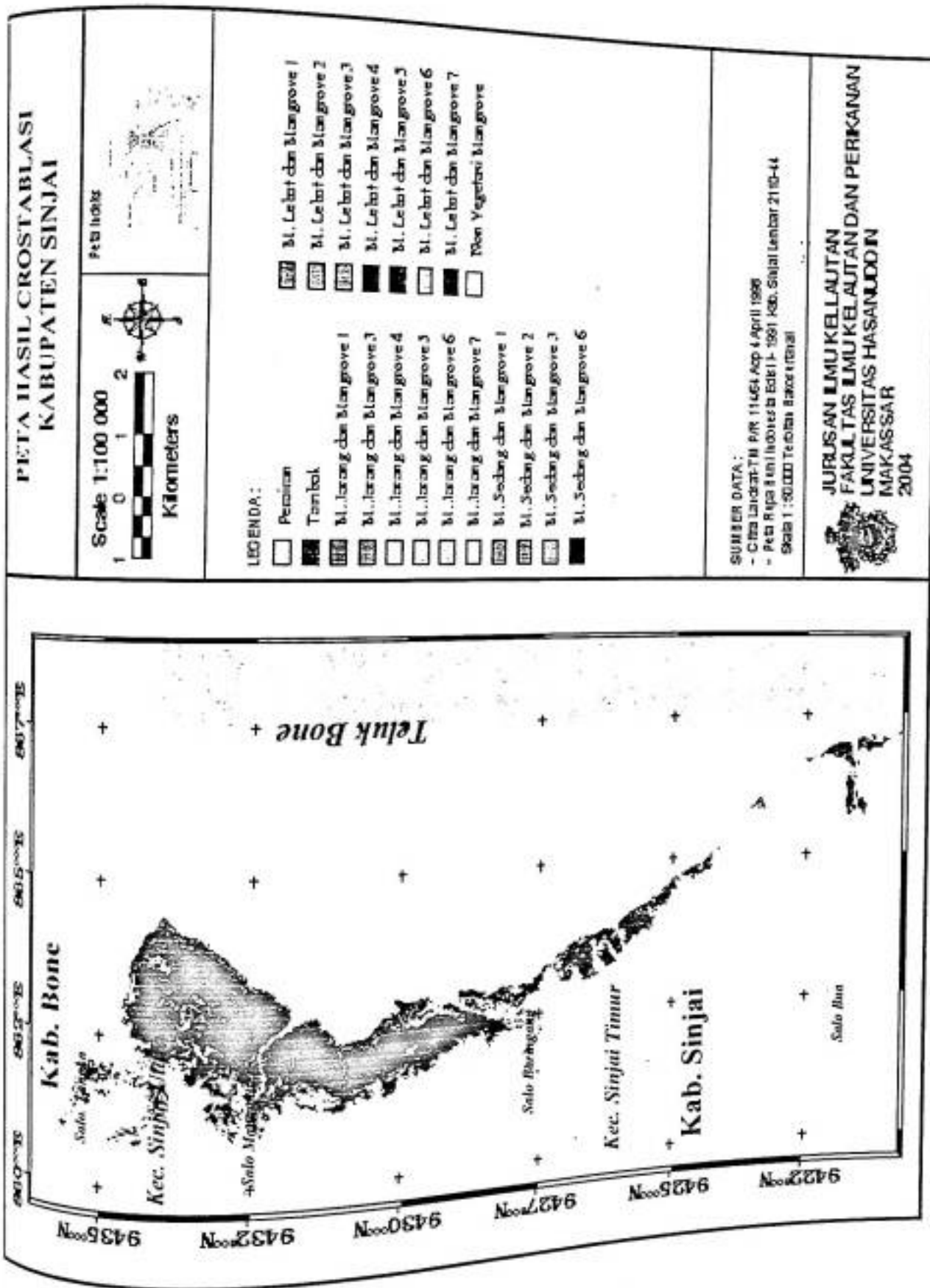
Hasil Crostablasi antara citra klasifikasi composit 453 dengan citra hasil transformasi NDVI dapat disajikan pada tabel 13 berikut ini :

Tabel 13. Crostablasi antara hasil klasifikasi multispektral dengan hasil transformasi kerapatan NDVI vegetasi mangrove di Kabupaten Sinjai tahun 1998 dan 2002

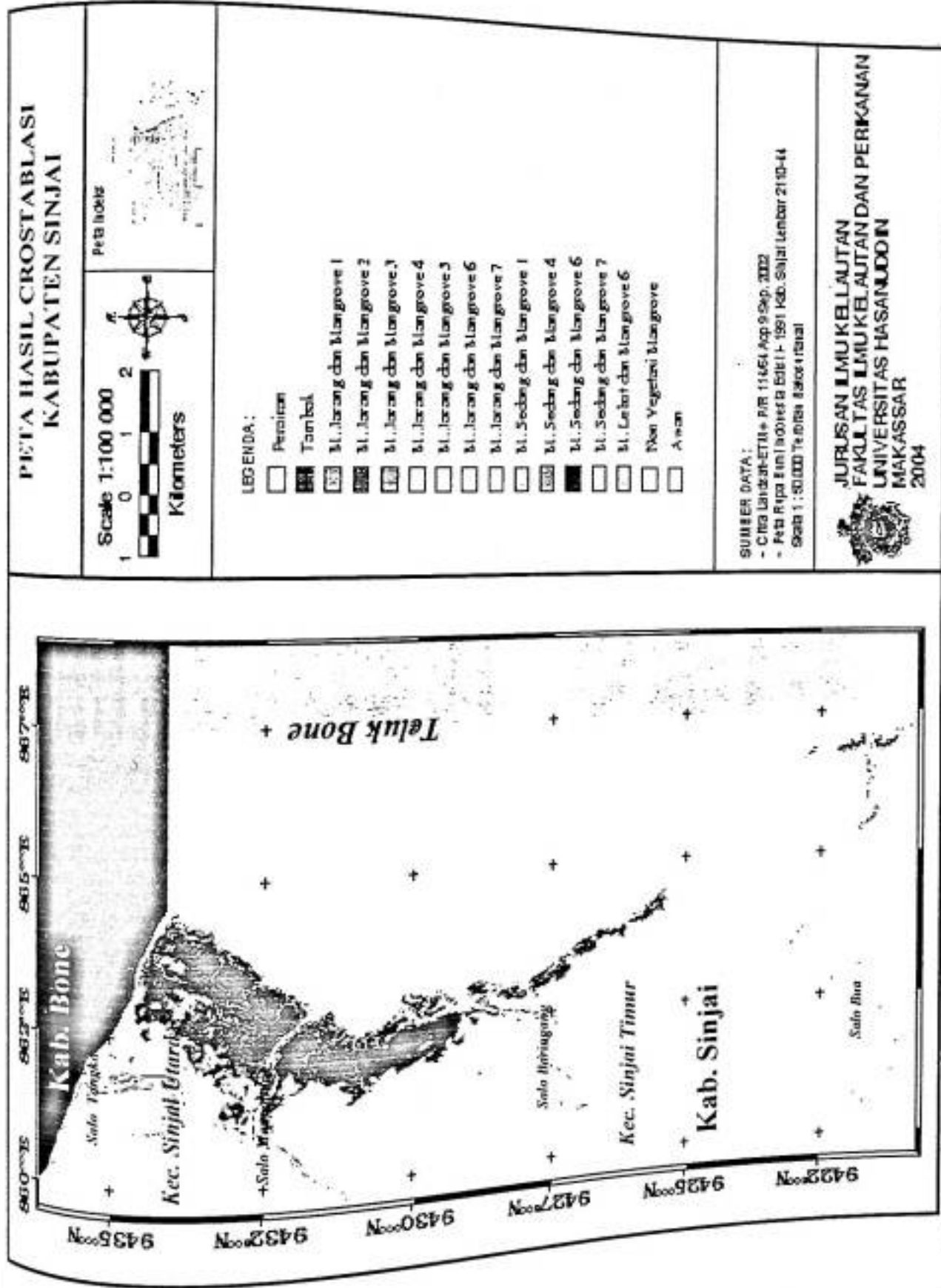
Klas	Klas Mangrove	Klas NDVI	Kerapatan Pohon (ind/m ²)	Kategori Tutupan Kanopi	Luas (Ha)	
					Thn 1998	Thn 2002
1	Mangrove 1	NDVI 1	0.930	Jarang	3.51	91.17
	Mangrove 2	NDVI 1	1.793	Jarang	-	55.71
	Mangrove 3	NDVI 1	1.200	Jarang	0.81	39.69
	Mangrove 4	NDVI 1	0.875	Jarang	1.35	38.88
	Mangrove 5	NDVI 1	1.350	Jarang	0.18	41.49
	Mangrove 6	NDVI 1	4.065	Jarang	0.18	0.72
	Mangrove 7	NDVI 1	0.765	Jarang	0.36	34.56
2	Mangrove 1	NDVI 2	0.930	Sedang	14.22	2.97
	Mangrove 2	NDVI 2	1.793	Sedang	1.26	-
	Mangrove 3	NDVI 2	1.200	Sedang	0.45	-
	Mangrove 4	NDVI 2	0.875	Sedang	-	3.33
	Mangrove 5	NDVI 2	1.350	Sedang	-	-
	Mangrove 6	NDVI 2	4.065	Sedang	0.09	31.5
	Mangrove 7	NDVI 2	0.765	Sedang	-	24.48
3	Mangrove 1	NDVI 3	0.930	Lebat	15.21	-
	Mangrove 2	NDVI 3	1.793	Lebat	29.34	-
	Mangrove 3	NDVI 3	1.200	Lebat	28.53	-
	Mangrove 4	NDVI 3	0.875	Lebat	31.5	-
	Mangrove 5	NDVI 3	1.350	Lebat	26.1	-
	Mangrove 6	NDVI 3	4.065	Lebat	38.43	6.84
	Mangrove 7	NDVI 3	0.765	Lebat	33.66	-

Hasil dari crosstabulasi antara hasil klasifikasi multispektral dengan klas NDVI didapatkan bahwa kategori klas vegetasi mangrove jarang terdiri dari klas 1 sampai klas 7 dengan nilai rata-rata kerapatan individu antara 1.198 ind/m², dengan luas tahun 1998 yaitu 6,39 H, berubah menjadi 330,22 H pada tahun 2002. Untuk kategori klas vegetasi mangrove sedang terdiri dari klas 8 sampai klas 14 dengan rata-rata kerapatan individu antara 2.498 ind/m², dengan luas perubahan tahun 1998 yaitu 16,02 H, berubah menjadi 62,28 H pada tahun 2002.

Kategori klas vegetasi mangrove lebat terdiri dari klas 15 sampai klas 21 dengan rata-rata kerapatan individu antara 6,84 ind/m², dengan luas tahun 1998 sekitar 172.77 H, berubah menjadi 6,84 H pada tahun 2002 (Lampiran 4).



70 Gambar 20. Peta Hasil Crostablasi antara Hasil Transformasi NDVI dengan Hasi Klasifikasi 435 Citra Landsat-ETM Tahun 1998



Gambar 21. Peta Hasil Crostablasi antara Hasil Transformasi NDVI dengan Hasi Klasifikasi 435 Citra Landsat-ETM Tahun 2002

Keterbatasan dalam Penelitian

Aplikasi sistem informasi geografis dan penginderaan jauh khususnya penggunaan data Landsat ETM+ dalam berbagai aplikasi pengelolaan wilayah pesisir merupakan pemanfaatan teknologi yang progresif dan prospektif, namun terdapat beberapa keterbatasan dalam penggunaannya terutama dalam penelitian ini, antara lain: keterbatasan dalam melakukan proses klasifikasi citra dimana terdapat gangguan atmosfer berupa tutupan awan pada citra yang mengurangi keakuratan dalam menganalisis perubahan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jenis mangrove yang ditemukan di Kabupaten Sinjai yaitu *Rhizophora mucronata*, *Nipa fruticans*, *Avicennia alba*, *Ceriops decandra*, dan *Acanthus ilicifolius*. Jenis mangrove yang dominan yang terdapat hampir di semua stasiun adalah *Rhizophora mucronata*. Kondisi pantai Kabupaten Sinjai yang berlumpur memungkinkan *Rhizophora mucronata* melakukan adaptasi yang baik sehingga mampu untuk tumbuh secara luas di Kabupaten Sinjai.
2. Kondisi kerapatan hutan mangrove pada tahun 1998 masih baik yang ditunjukkan oleh rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang sebesar 2,29, sedangkan pada tahun 2002 rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang menjadi 0,02 ini mengindikasikan bahwa mangrove di kabupaten Sinjai telah mengalami kerusakan dengan adanya penurunan kerapatan vegetasi mangrove.
3. Luas hutan mangrove di Kabupaten Sinjai berdasarkan hasil analisis citra Landsat-ETM+, adalah sebesar 212,29 ha atau 1,55% dari total tutupan lahan pada tahun 1998 menjadi sebesar 371,34 ha atau 2,55% pada tahun 2002 atau terjadi penambahan luasan sebesar 159,05 ha selama kurun waktu 4 (empat) tahun. Laju penambahan luas mangrove adalah sebesar 20,17 % dengan rata-rata perubahan sebesar 39,79 ha setiap tahunnya
4. Perubahan tutupan lahan kelas mangrove lebat menjadi kelas mangrove jarang sebesar 50,56 atau 0,41%.

Saran

Vegetasi hutan mangrove Kabupaten Sinjai mengalami kerusakan dengan adanya penurunan kerapatan vegetasi mangrove yang disebabkan oleh aktifitas manusia, sehingga perlu adanya pemantauan secara rutin dan rehabilitasi dengan cara penyulaman dengan tujuan menambah kerapatan vegetasi hutan mangrove yang ada di sekitar pesisir Kabupaten Sinjai.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, M.A., 1999. **Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Mangrove pada Citra Digital Landsat TM: Studi Kasus di Kawasan Hutan Mangrove Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan.** Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Asriadi, 2003. **Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Kabupaten Barru Melalui Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis.** Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bengen, G.Dietrich. 2000. **Pedoman Teknis Pengenalan Ekosistem Mangrove.** Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB, Bogor.
- Butler, M.J. A., Mochot, M. C., Berack, V., and LeBlanc, C. 1988. **The Application of Remote Technology to Marine Fisheries. An Introduction Manual.** FAO. Fisheries Technical Paper.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., Sitepu, M.J. 2001. **Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu.** Pradnya Paramita. Jakarta.
- Departemen Kehutanan Republik Indonesia. 1978. **Surat Keputusan Direktorat Jenderal Kehutanan No 60/Kpts/DJ/I/1978.** Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta
- Faisal, A. 2001. **Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Penyusunan Tata Ruang Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Tanakeke Sulawesi Selatan.** Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Hakim, D. Muhally, 1996. **Peta dan Peta Digital.** Pusat Komputer PIKSI. ITB. Bandung.
- Imran, Nur. A., 2002. **Sistem Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Wilayah Pesisir Dan Kepulauan.** Makalah. Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Istomo, 1992. **Tinjauan Ekologi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Indonesia.** Laboratorium Ekologi Hutan, Jurusan MNRT, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

- Kusmana, C. 1996. **Pengelolaan Hutan Mangrove Secara Lestari**. Makalah Pembahas Terhadap Draft *National Strategy For Mangrove Forest Management in Indonesia*. Bogor.
- Kusumawidagdo, M., 1999. **Perkembangan IPTEK Penginderaan Jauh dan Pemanfaatannya di Indonesia**. Materi Pelatihan Penginderaan Jauh dan SIG untuk Mahasiswa/Masyarakat/Pegawai Dinas dalam Pengelolaan SDA dan Lingkungan Hidup. Kedepatian Penginderaan Jauh, LAPAN. Bogor.
- LAPAN. 1999. **Kondisi Hutan Mangrove di Kalimantan Timur, Sumatera, Jawa, Bali dan Maluku**. Majalah LAPAN edisi Penginderaan Jauh. Bogor.
- Lillesand, T. J. M. and Kiefer. R. W. 1979. **Remote Sensing and Image Interpretation**. John Willey and Sons. New York.
- LOFI, 2003. **Study Sedimentasi Muara Sungai Tangka Hingga Muara Sungai Manggottong**. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Lugo A. E. M., and S. C. Suedaker, 1973. **Mangrove Ecosystem Analysis**. University of Florida.
- Massom, R., 1990. **Satelite Remote Sensing of Polar Region**. Application Limitation and Data Availability. Belharen Press. London.
- Muiz, Abd., 1999. **Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Penggunaan Lahan Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar**. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Nontji, A., 1986. **Laut Nusantara**. Djambatan. Jakarta.
- Nurkin, B. 1994. **Hutan Mangrove Rakyat di Sinjai Timur**. Pusat Studi Lingkungan (PSL) Universitas Hasanuddin, Makassar
- Ponto, R., 2000. **Pemantauan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Data Landsat -TM di Kecamatan Sinjai Utara dan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai**. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Purwadhi, S.,H., F. 2001. **Intrepretasi Citra Digital**. PT. Gramedia. Jakarta.
- Rusila Noor, Y., M. Khazali, I N.N. Suryadiputra. 1999. **Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia**. PKA/WI-IP. Bogor.
- Sutanto. 1994. **Penginderaan Jauh**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Lampiran 1. Data hasil Pengecekan Lapangan.

No.	Klas	Stasiun	Posisi (GPS)	Penutup Lahan	Jenis	Jumlah Tegakan Pohon
1	1	1	0196807 LS	Mangrove	<i>Nypa fruticans</i>	89
			9435422 BT			
		2	0201379 LS	Mangrove	<i>Nypa fruticans</i>	97
			9421564 BT			
2	2	1	0198618 LS	Mangrove	<i>Nypa fruticans</i>	40
			9434466 BT		<i>Rhizophora mucronata</i>	151
		2	0198166 BT	Mangrove	<i>Nypa fruticans</i>	36
			9427836 BT		<i>Rhizophora mucronata</i>	132
3	3	1	0199472 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	130
			9434026 BT			
		2	0199430 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	110
			9434010 BT			
4	4	1	0199075 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	88
			9433278 BT			
		2	0198141 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	87
			9428996 BT			
5	5	1	0198840 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	138
			9433278 BT			
		2	0198040 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	132
			9428586 BT			
6	6	1	0198015 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	580
			9431856 BT			
		2	0197705 LS	Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	130
			9429958 BT			

No.	Klas	Stasiun	Posisi (GPS)	Penutup Lahan	Jenis	Jumlah Tegakan Pohon
7	7	1	0197872 LS	Mangrove	<i>Ceriops decandra</i>	6
			9428968 BT		<i>Acanthus ilicifolius</i>	23
		2	0201437 LS		<i>Avicennia alba</i>	32
			9421624 BT		<i>Nypa fruticans</i>	17
8	8	1	0198015 LS	Tambak	-	-
			9432218 BT		-	-
9	9	1	0198826 LS	Tambak	-	-
			9430132 BT		-	-
10	10	1	0198123 LS	Non Vegetasi Mangrove	-	-
			9429100 BT		-	-
11	11	1	0197720 LS	Non Vegetasi Mangrove	-	-
			9411037 BT		-	-
12	12	1	0198170 LS	Perairan	-	-
			9427830 BT		-	-
13	13	1	0198849 LS	Perairan	-	-
			9433281 BT		-	-

Lampiran 2. Data GPC Citra Yang Digunakan Dalam Proses Rektifikasi/Registrasi Citra.

No	Cell X	Cell Y	TO Easting	TO Northing	RMS
1	3467.22	862.53	117140.97	9438630.61	0.15
2	4230.94	2802.94	140155.53	9380403.76	0.06
3	2933.35	1122.46	101104.29	9430851.03	0.09
4	2766.89	2168.51	961440.17	9399482.37	0.04
5	6077.69	2398.13	195623.55	9392487.7	0.07
6	6109.64	932.51	196525.32	9436441.77	0.08

Lampiran 3. Data Curah Hujan Kec. Sinjai Utara dan Kec. Sinjai Timur, Kab. Sinjai Pada Tahun 1998 dan 2002.

No	Tanggal	Sinjai Utara		Sinjai Timur	
		April 1998	Sep. 2002	April 1998	Sep. 2002
1	1	26	-	25	-
2	2	25	-	22	-
3	3	21	-	31	-
4	4	24	-	37	-
5	5	42	-	54	-
6	6	27	-	25	-
7	7	15	-	12	-
8	8	26	-	24	-
9	9	-	-	-	-
10	10	21	-	17	-
11	11	-	-	-	-
12	12	-	-	-	-
13	13	220	-	200	-
14	14	-	16	-	12
15	15	150	-	140	-
16	16	250	-	220	-
17	17	123	-	110	-
18	18	124	-	114	-
19	19	-	-	-	-
20	20	-	-	-	-
21	21	20	-	15	-
22	22	-	-	-	-
23	23	-	-	-	-
24	24	-	-	-	-
25	25	58	-	38	-
26	26	61	-	65	-
27	27	90	-	80	-
28	28	-	-	-	-
29	29	25	11	20	15
30	30	75	-	70	-

Ket. - : Tidak ada hujan

0 : Curah hujan < 0,5 mm

Sumber : Stasiun Klimatologi Kelas I Panakukang Maros

Lampiran 4. Data Jumlah Pohon dan Jenis pada Tiap-tiap Klas.

Klas	Stasiun	Jenis	Jumlah Tegakan Pohon	Kerapatan Pohon (ind/m ²)	Kerapatan Dalam Stasiun (ind/m ²)	Kerapatan Dalam Klas (ind/m ²)
Mangrove 1	MI1	<i>Nypa fruticans</i>	89	0.89	0.89	0.445
	MI2	<i>Nypa fruticans</i>	97	0.97		
Mangrove 2	MII1	<i>Rhizophora mucronata</i>	151	1.51	1.91	1.795
		<i>Nypa fruticans</i>	40	0.4		
	MII2	<i>Nypa fruticans</i>	36	0.36	1.68	
		<i>Rhizophora mucronata</i>	132	1.32		
Mangrove 3	MIII1	<i>Rhizophora mucronata</i>	130	1.3	1.3	0.65
	MIII2	<i>Rhizophora mucronata</i>	110	1.1		
Mangrove 4	MIV1	<i>Rhizophora mucronata</i>	88	0.88	0.88	0.44
	MIV2	<i>Rhizophora mucronata</i>	87	0.87		
Mangrove 5	MV1	<i>Rhizophora mucronata</i>	138	1.38	1.38	0.69
	MV2	<i>Rhizophora mucronata</i>	132	1.32		
Mangrove 6	MVI1	<i>Rhizophora mucronata</i>	580	5.8	5.8	2.9
	MVI2	<i>Rhizophora mucronata</i>	233	2.33		
Mangrove 7	MVII1	<i>Ceriops decandra</i>	6	0.06	0.78	0.765
		<i>Acanthus ilicifolius</i>	23	0.23		
		<i>Avicennia alba</i>	32	0.32		
		<i>Nypa fruticans</i>	17	0.17		
	MVII2	<i>Ceriops decandra</i>	10	0.1	0.75	
		<i>Acanthus ilicifolius</i>	14	0.14		
		<i>Avicennia alba</i>	26	0.26		
		<i>Nypa fruticans</i>	25	0.25		

RIWAYAT PENULIS

Dilahirkan di Watampone, Kab. Bone Sulawesi Selatan pada tanggal 20 Desember 1981, Anchu merupakan anak Ketujuh pasangan H. A. Marsuki, L dengan Hj. A. Bunayya. Setelah menyelesaikan pendidikan SLTA di Mare pada tahun 1999, pada tahun akademik 1999/2000 melalui jalur PMDK, diterima di Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar. Penulis akhirnya menyandang gelar Sarjana Kelautan pada September tahun 2004.

Selama menjalani dunia kemahasiswaan penulis memperoleh tambahan wawasan melalui kegiatan-kegiatan intra maupun ekstra kampus antara lain sebagai pengurus Senat Mahasiswa Ilmu dan Teknologi Kelautan periode 2001/2002, Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Ilmu dan Teknologi Kelautan periode 2001/2002, dan menjadi pengurus Latenritatta periode 2000/2001

Keinginan yang besar untuk dapat menikmati keindahan alam bawah laut membawa penulis untuk bergabung dalam Klub Selam Marine Science Diving Club (MSDC) Universitas Hasanuddin hingga kemudian diamanahkan untuk menjadi pengurus MSDC periode 2001/2002. Dengan keahlian selam yang dimilikinya penulis telah menyelami beberapa daerah atau spot-spot penyelaman di beberapa pulau dalam wilayah kepulauan Spermonde. Saat ini penulis mengantongi sertifikat jenjang selam One Star Scuba Diver Possi – CMAA. Juga Menjadi Anggota Search and Rescue (SAR) UNHAS.

Penulis juga termotivasi untuk mengembangkan keilmuan di bidang kelautan dengan mengikuti Praktek Kerja Lapang di Dinas Pertambangan dan Energi Sulawesi Selatan tahun 2003 selama tiga bulan di Makassar. Penulis dipercaya untuk menjadi Asisten pada mata kuliah Penginderaan Jarak Jauh tahun 2003/ 2004 oleh staf pengajar jurusan Ilmu Kelautan. Selain itu, penulis aktif mengikuti beberapa even seminar antara lain Seminar Nasional Kelautan dan Diskusi Panel.

Kajian Monitoring Luasan dan Kerapatan Hutan Mangrove dengan menggunakan Citra Landsat-ETM+ di Kabupaten Sinjai menjadi judul penelitian akhir yang penulis teliti. Dalam penelitian ini penulis telah mengerahkan segala kemampuan yang dimiliki untuk menyelesaikan skripsi tersebut.