

PEMETAAN KERUSAKAN MANGROVE MENGUNAKAN CITRA LANDSAT OLI DI DELTA MAHAKAM, KALIMATAN TIMUR

Ratri Ma'rifatun Nisaa', Nurul Khakhim

Prodi Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi UGM

E-mail: ratri.marifatun@gmail.com

ABSTRAK

Garis pantai Indonesia mengandung potensi sumberdaya alam wilayah pesisir yang jumlahnya cukup besar, salah satunya ekosistem hutan mangrove. Mengingat hutan mangrove memiliki fungsi yang sangat penting, maka diperlukan pengelolaan hutan mangrove yang optimal agar kerusakan dan berkurangnya luas hutan mangrove dapat diminimalisir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kerusakan mangrove di Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Penelitian ini menggunakan citra Landsat OLI yang kemudian dilakukan transformasi indeks vegetasi *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI). Nilai dari transformasi NDVI dikorelasikan dengan hasil pengukuran kerapatan di lapangan untuk mendapatkan nilai kerapatan pada citra. Klasifikasi kerusakan mangrove didasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa mangrove yang kondisinya rusak memiliki luas sebesar 60.220 ha atau 54,97% dari luas Delta Mahakam, sedangkan untuk mangrove yang kondisinya baik memiliki luas sebesar 49.327 ha atau 45,03%.

Kata kunci: kerusakan, mangrove, Delta Mahakam, Landsat OLI

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang tersusun dalam ribuan pulau besar dan kecil. Saat ini pulau yang terdaftar dan berkoordinat berjumlah 13.466 pulau. Selain itu, total panjang garis pantai Indonesia adalah 99.093 kilometer (Badan Informasi Geospasial, 2013). Pada garis pantai sepanjang itu terkandung potensi sumberdaya alam wilayah pesisir yang jumlahnya cukup besar. Salah satu sumberdaya pesisir di Indonesia adalah ekosistem hutan mangrove.

Mangrove merupakan suatu tipe hutan tropik dan subtropik yang khas, tumbuh disepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi air laut. Mangrove banyak dijumpai di wilayah pesisir yang memiliki topografi landai dan terlindung dari terpaan ombak (Dahuri, 2003). Hutan mangrove memiliki berbagai fungsi baik fungsi ekologis berupa pengendalian erosi pantai dan menjaga stabilitas sedimen, dan fungsi ekonomis berupa kawasan ekowisata.

Luas hutan mangrove di seluruh Indonesia diperkirakan sekitar 4,25 juta ha atau 3,98% dari seluruh hutan Indonesia (Nontji, 1987). Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) memperkirakan luas hutan mangrove telah berkurang sebesar 2,15 juta ha sehingga tersisa 2,1 juta ha. Berdasarkan data dari FAO

(2005), luas hutan mangrove di Indonesia dari tahun 1980 hingga 2005 terus mengalami penurunan, yaitu dari 4,2 juta ha menjadi 2,9 juta ha. Diperkirakan laju kerusakan hutan mangrove di Indonesia mencapai 200.000 ha/tahun. Mengingat hutan mangrove memiliki fungsi yang sangat penting, maka diperlukan pengelolaan hutan mangrove yang optimal agar kerusakan dan berkurangnya luas hutan mangrove dapat diminimalisir.

Berkurangnya luas hutan mangrove juga terjadi di Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Delta Mahakam merupakan delta terbesar di Indonesia dengan luas yang diestimasi sebesar 109.000 ha. Delta Mahakam ditutupi oleh jenis mangrove dominan yakni jenis Nipah (*Nypa fruticans*) seluas sekitar 66.000 ha yang merupakan salah satu jenis mangrove terluas di dunia. Hutan mangrove di Delta Mahakam mengalami kerusakan akibat dari konversi mangrove menjadi tambak. Luas hutan mangrove yang berkurang diestimasi 60.000 ha atau sekitar 55% dari total luas Delta Mahakam.

Mengingat UU RI No. 22 Tahun 1999 tentang otonomi daerah disebutkan bahwa pemerintah disamping memiliki kewenangan daerah, berkewajiban pula untuk menjaga, mengembangkan dan mengelola sumberdaya alam dan daerahnya melalui kegiatan inventarisasi, monitoring, dan pemetaan sumberdaya alam sesuai dengan skala keruangannya. Oleh karena itu, diperlukan data dan informasi yang sesuai tentang kondisi hutan mangrove sebagai upaya konservasi dan rehabilitasi hutan mangrove yang rusak.

Penginderaan jauh sangat efektif dan penting dalam memonitoring tutupan hutan mangrove sehingga dapat diketahui seberapa luas area hutan mangrove yang rusak atau berkurang. Penginderaan jauh memiliki banyak keunggulan jika dibandingkan dengan survei langsung di lapangan. Penggunaan teknologi ini cukup tepat untuk mendapatkan data permukaan bumi yang kompleks dengan wilayah kajian yang cukup luas dengan cepat dan efisien.

Perolehan informasi di Delta Mahakam tidak mudah karena wilayahnya luas. Pengukuran terestrial membutuhkan waktu dan biaya yang cukup banyak. Salah satu data penginderaan jauh yang digunakan dalam kajian hutan mangrove adalah citra Landsat OLI. Landsat OLI memiliki banyak saluran (multispektral) yang mampu membedakan vegetasi mangrove dan bukan mangrove berdasarkan karakteristik spektralnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi kerusakan mangrove di Delta Mahakam.

METODE

Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
2. Citra Landsat OLI *Path/Row* 116/60 perekaman 1 Mei 2015 di-download melalui [website glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov);
3. Citra Landsat OLI *Path/Row* 116/61 perekaman 1 Mei 2015 di-download melalui [website glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov);
4. Peta Rupabumi Peta Rupabumi Lembar 1915-14 Sungai Mariam & Lembar 1915-42 Muarabadak skala 1:50.000;

5. GPS *receiver* merek Garmin tipe 62csx untuk mengplot koordinat titik sampel di lapangan;
6. Peralatan untuk cek sampel mangrove (kamera, meteran, dan *checklist*)
7. Perangkat lunak ENVI 4,5;
8. Perangkat lunak ArcGIS 10.0/QGIS untuk pengolahan peta dan visualisasi.

Lokasi Penelitian

Daerah yang dipilih sebagai lokasi kajian adalah Delta Mahakam yang mencakup tiga kecamatan di Kabupaten Kutai Kartanegara yakni Kecamatan Muara Badak, Kecamatan Anggana dan Kecamatan Muara Jawa. Batas kajian yang digunakan adalah batas fisik dari Delta Mahakam (gambar 1). Alasan pemilihan lokasi karena banyaknya alih fungsi lahan dari hutan mangrove menjadi aktivitas pertambakan udang dan ikan. Pengelolaan mangrove yang mengabaikan aspek kelestarian menyebabkan semakin luasnya lahan mangrove yang rusak.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari tiga bagian yakni tahap pra-lapangan, tahap lapangan, dan tahap pasca-lapangan. Tahap pra-lapangan meliputi pemrosesan citra berupa koreksi radiometrik, masking citra dan transformasi NDVI. Tahap lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi kerapatan mangrove secara aktual di lapangan. Tahap pasca-lapangan dilakukan untuk mengolah data yang sudah terkumpul, pengujian tingkat akurasi dari kerapatan mangrove dan pembuatan peta kerusakan mangrove.

Tahapan Pra Lapangan

Koreksi Radiometrik

Terdapat perbedaan koreksi radiometrik pada tiap tipe data. Koreksi radiometrik citra Landsat OLI menggunakan persamaan (1) dan (2). Pada citra Landsat OLI, koreksi radiometrik dilakukan dengan konversi nilai piksel langsung ke TOA *reflectance*.

$$\rho_{\lambda}' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (1)$$

Di mana:

ρ_{λ}' = hasil pengolahan sebelumnya, tanpa koreksi sudut pengambilan.
 ρ_{λ}' tidak memuat koreksi untuk sudut matahari

Q_{cal} = nilai piksel (DN),

M_p = konstanta rescaling (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, di mana x adalah band yang digunakan)

A_p = konstanta penambah (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, di mana x adalah band yang digunakan)

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\lambda}'}{\cos(\theta_{sz})} = \frac{\rho_{\lambda}'}{\sin(\theta_{se})} \quad (2)$$

Di mana:

ρ_{λ} = TOA planetary reflectance (tanpa unit),

θ_{SE} = Sudut elevasi matahari ketika perekaman (*sun elevation*)

θ_{SZ} = Sudut zenith; $\theta_{SZ} = 90^{\circ} - \theta_{SE}$.

Masking Citra

Citra Landsat OLI yang diperoleh memiliki cakupan area yang sangat luas, untuk itu perlu di-*mask* cakupan areanya yang disesuaikan dengan daerah penelitian. *Mask file* daerah penelitian ini menggunakan data vektor daerah penelitian yakni batas fisik Delta Mahakam.

Transformasi NDVI

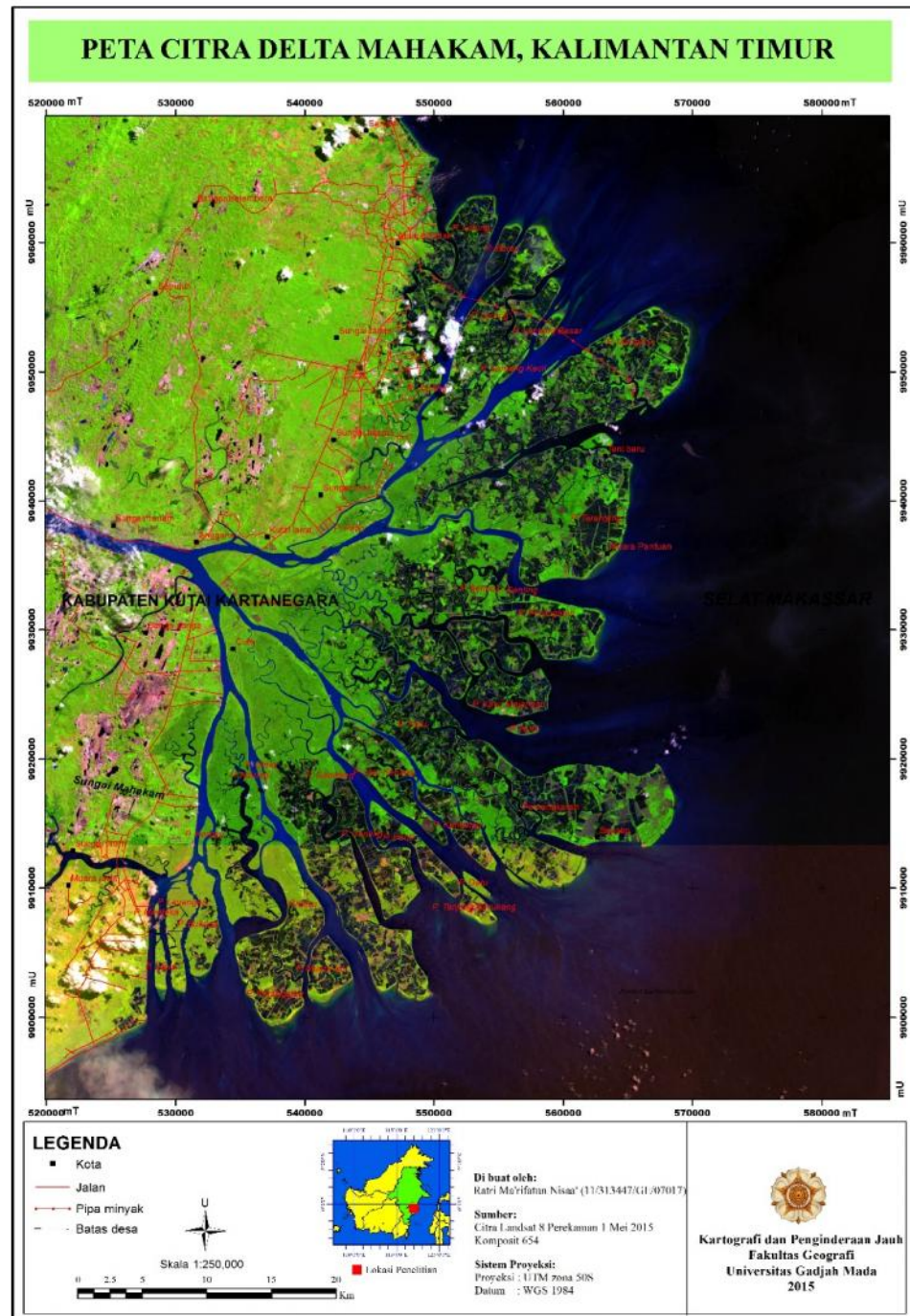
Indeks vegetasi berupa NDVI merupakan transformasi yang sering digunakan untuk identifikasi kondisi pertumbuhan vegetasi berdasarkan nilai spektral (Lee et al., 2009). Transformasi NDVI juga dapat digunakan sebagai pendekatan untuk mengetahui kerapatan vegetasi. Rumus yang digunakan adalah :

$$NDVI = \left(\frac{Band_{Inframerah\ dekat} - Band_{merah}}{Band_{Inframerah\ dekat} + Band_{merah}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Pada citra Landsat OLI, saluran inframerah adalah band 5 dan saluran merah adalah band 4. Nilai yang dihasilkan memiliki rentang -1 hingga +1. Semakin mendekati +1 maka kerapatan vegetasi semakin rapat, sedangkan nilai mendekati 0 makan objek paling dekat dengan lahan kosong atau tanah, sedangkan -1 mendekati air.

Tahap Lapangan

Tahap lapangan merupakan pengambilan data lapangan yang dilaksanakan dengan mengacu pada peta tentatif kerapatan mangrove. Pengambilan data dilakukan dengan *purposive sampling* yakni teknik pengambilan sampel yang didasarkan pada setiap kelas mangrove dengan mempertimbangkan keterjangkauan dan keamanan. Oleh karena itu, sampel yang diambil dapat mewakili variasi nilai NDVI pada citra sebagai ekspresi kerapatan mangrove. Pengamatan persentase kerapatan mangrove dengan membuat petak seluas 30x30 meter.



Gambar 1. Peta citra wilayah kajian

Tahap Pasca-Lapangan Analisis Statistik

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik korelasi-regresi. Analisis korelasi dimaksudkan untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel Y yang berisi data kerapatan hasil pengukuran di

lapangan dengan variabel X yang merupakan transformasi indeks vegetasi. Analisis regresi bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh yang diakibatkan adanya perubahan pada setiap variabel X. Hubungan pengaruh kedua data ditentukan oleh nilai koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (r^2) yang dihasilkan. Persamaan baru hasil korelasi data NDVI dengan data lapangan digunakan pada citra untuk mendapatkan sebaran kerapatan mangrove di daerah kajian.

Uji Akurasi Kerapatan Vegetasi

Uji akurasi kerapatan vegetasi dilakukan untuk mengetahui kebenaran klasifikasi yang menyangkut aspek tepatnya tidaknya kelas kerapatan vegetasi yang diberi label pada suatu koordinat tertentu.

Pembuatan Peta Kerusakan Mangrove

Pembuatan peta kerusakan mangrove didasarkan pada peta kerapatan mangrove yang sudah dilakukan analisis statistik dan uji akurasi. Untuk menentukan kerusakan mangrove, kerapatan mangrove diklasifikasikan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Mangrove menjadi kelas baik dan rusak. Kriterianya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Kriteria baku kerusakan mangrove

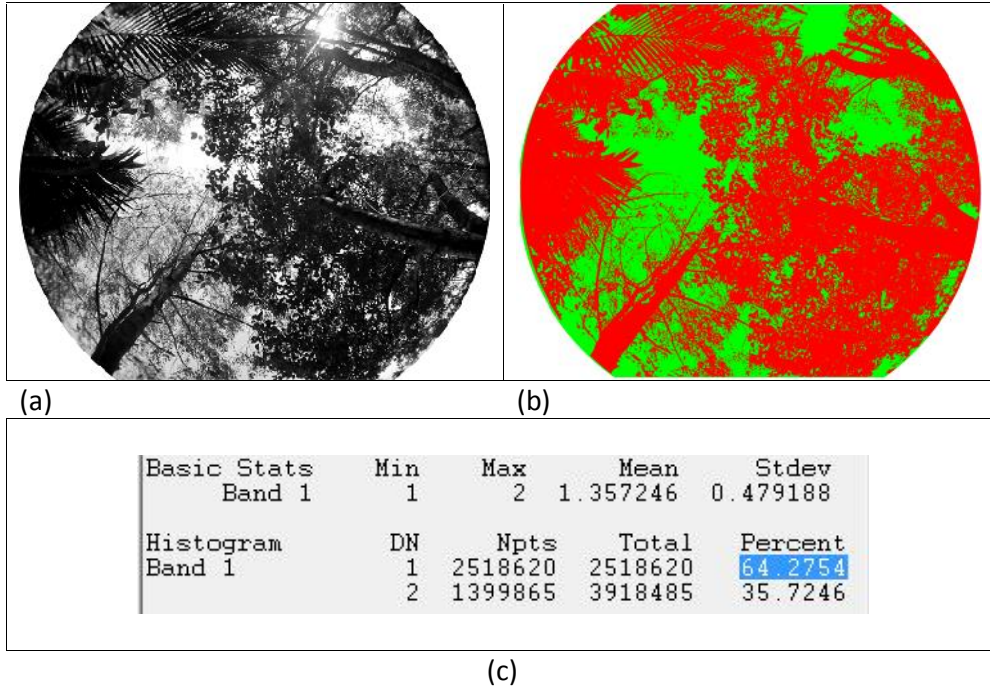
Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	≥ 75	≥ 1500
	Sedang	≥50 - <75	≥1000 - <1500
Rusak	Jarang	<50	<1000

Sumber: Keputusan Menteri LH No. 201 Tahun 2004

HASIL DAN PEMBAHSAN

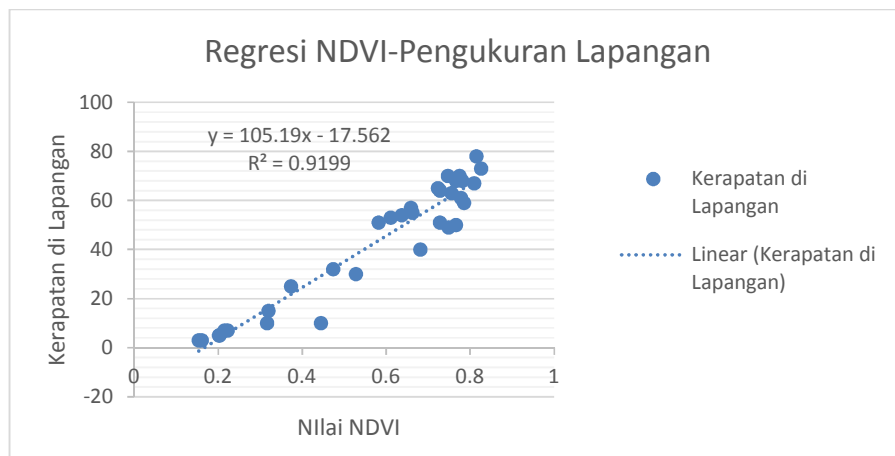
Uji Akurasi Kerapatan Mangrove

Pengukuran kerapatan mangrove di lapangan dilakukan dengan cara pemotretan menggunakan lensa *fish eye*. Kerapatan yang diukur merupakan kerapatan kanopi mangrove. Pemotretan dilakukan sebanyak 3-5 kali setiap 10 meter dalam 1 piksel ukuran 30 x 30 meter. Hal ini disebabkan kondisi medan yang tidak memungkinkan untuk melakukan pemotretan setiap 5 meter. Hasil foto yang sudah diubah menjadi hitam putih, diklasifikasikan menggunakan *software Envi 4.5* menjadi 2 kelas yakni mangrove dan non mangrove (langit). Mangrove dikelaskan dengan warna merah dan non mangrove (langit) dikelaskan dengan warna hijau yang bisa dilihat pada gambar 2. Kemudian, foto tersebut dilakukan *quick stat* sehingga didapatkan hasil statistik berupa persentasi tutupan mangrove dan non mangrove. Kegiatan ini dilakukan sebagai pendekatan dalam menentukan kerapatan mangrove.



Gambar 2. (a) Foto hitam putih kenampakan mangrove, (b) foto hasil klasifikasi kenampakan mangrove non mangrove, (c) hasil statistik persentase kerapatan mangrove

Uji akurasi kerapatan mangrove didapatkan dari perbandingan antara kerapatan di citra dengan kenampakan di lapangan. Untuk mengetahui nilai kerapatan pada citra, dilakukan analisis statistik untuk mendapatkan persamaan regresi. Persamaan regresi tersebut didapatkan dari nilai NDVI yang dikorelasikan dengan hasil lapangan dimana x adalah nilai NDVI dan y adalah hasil lapangan. Persamaan regresi yang didapatkan adalah $y=105,19x-17,562$ (gambar 3) dengan besarnya hubungan adalah 0.9199. Persamaan tersebut dimasukkan pada nilai piksel NDVI pada citra dengan bantuan dari *band match* pada *software* ENVI.



Gambar 3. Grafik regresi antara nilai NDVI dengan kerapatan di lapangan

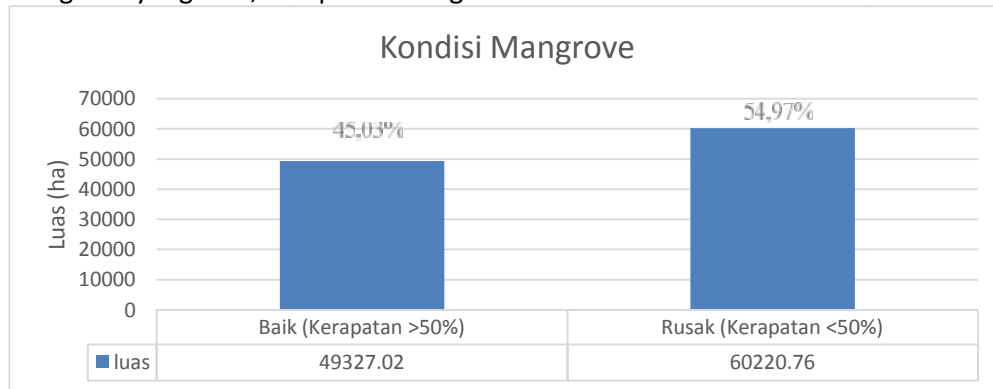
Persentase akurasi didapatkan dari perbandingan antara nilai kerapatan di lapangan dengan nilai kerapatan pada citra. Hasil uji akurasi rata-rata kerapatan mangrove adalah 80,66% (dapat dilihat pada tabel 2) yang artinya hasil pengolahan citra Landsat OLI dapat mempresentasikan kerapatan mangrove sebenarnya di lapangan.

Tabel 2. Hasil uji akurasi estimasi kerapatan mangrove

No Sampel	Koordinat		Nilai NDVI	Kerapatan di Lapangan (%)	Kerapatan Pada Citra (%)	Persentase Akurasi (%)
	X (mT)	Y (mU)				
1	536121	9935577	0.766	68	63	92.65
2	539531	9936122	0.662	55	52	94.55
3	540810	9934841	0.778	61	64	95.31
4	541998	9935559	0.611	53	47	88.68
5	542888	9936006	0.766	50	63	79.37
6	544528	9936800	0.775	70	64	91.43
7	548352	9937845	0.728	64	59	92.19
8	549939	9938427	0.749	49	61	80.33
9	552874	9937689	0.215	7	5	71.43
10	554617	9937157	0.781	68	65	95.59
11	555968	9936888	0.444	10	34.5	28.99
12	556980	9936218	0.637	54	61.5	87.80
13	557615	9932619	0.659	57	52	91.23
14	557865	9933805	0.222	7	5.86	83.71
15	558488	9933837	0.728	51	59	86.44
16	558518	9934932	0.755	63	63	100.00
17	562245	9936205	0.153	3	1	33.33
18	563249	9935773	0.316	10	16	62.50
19	563596	9936606	0.528	30	38	78.95
20	563505	9938115	0.474	32	14	43.75
21	563655	9939475	0.202	5	4	80.00
22	563728	9940898	0.815	78	68	87.18
23	548925	9953095	0.373	25	22	88.00
24	551110	9961297	0.723	65	58.5	90.00
25	539867	9927292	0.747	70	61	87.14
26	543786	9922855	0.681	40	54	74.07
27	545775	9921805	0.161	3	1	33.33
28	548325	9917425	0.320	15	16	93.75
29	549305	9915790	0.826	73	69	94.52
30	552836	9909782	0.785	59	65	90.77
31	553808	9908518	0.203	5	4	80.00
32	553875	9908095	0.582	51	44	86.27
33	554154	9907803	0.809	67	68	98.53
Persentase Akurasi Rata-Rata						80.66

Analisa Kerusakan Mangrove

Kerusakan mangrove di Delta Mahakam didapatkan dari hasil NDVI yang sudah dikorelasikan dengan hasil lapangan. Peta kerapatan mangrove diklasifikasikan menjadi peta kerusakan mangrove dengan menggunakan kriteria baku kerusakan mangrove. Klasifikasi kerusakan mangrove didasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 dimana mangrove yang dianggap rusak memiliki kerapatan kurang dari 50%, sedangkan untuk mangrove yang baik, kerapatan mangrove adalah lebih dari 50%.

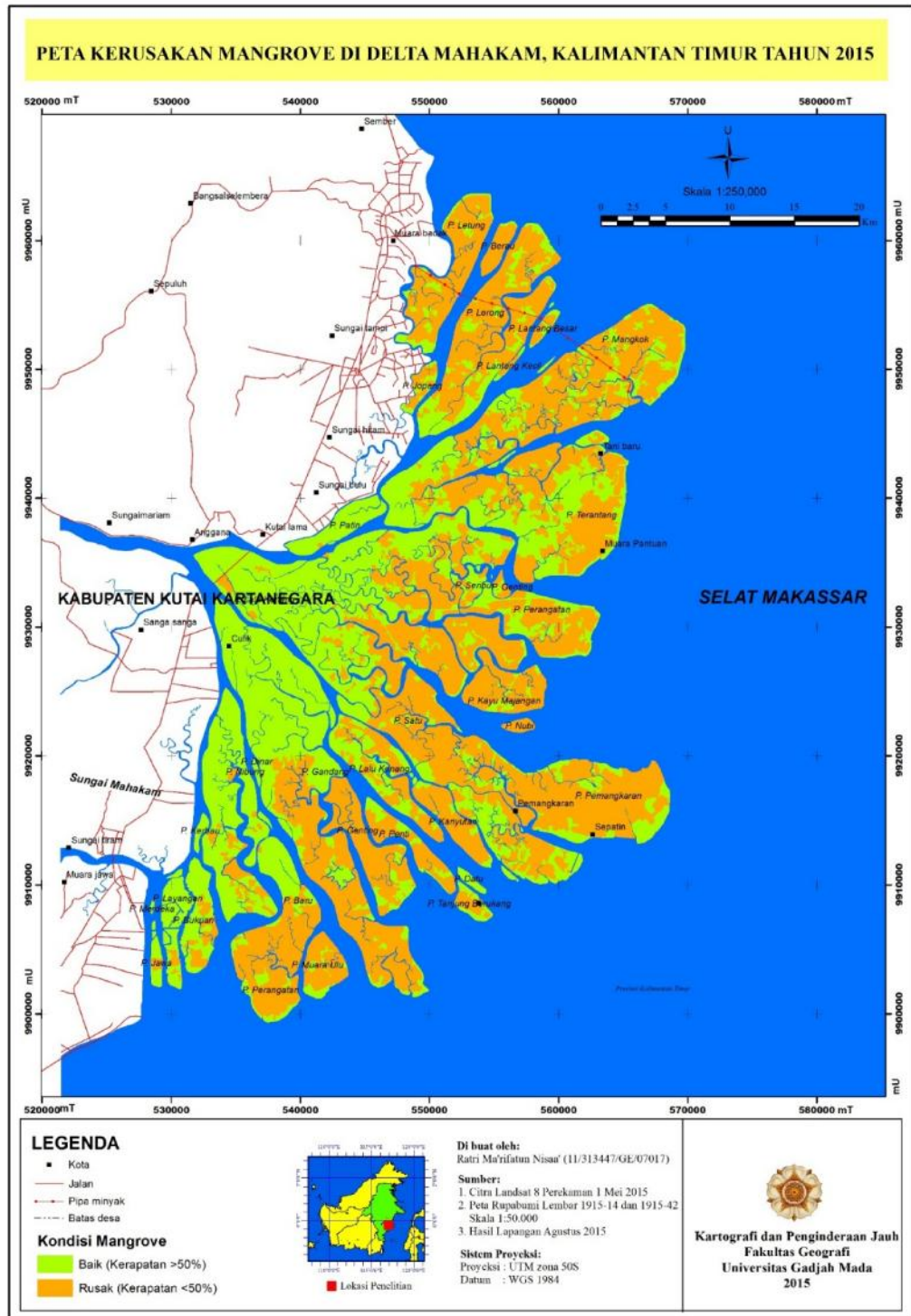


Gambar 4. Grafik luasan kondisi mangrove

Hasil pengolahan data (gambar 4) menunjukkan bahwa mangrove yang kondisinya rusak memiliki luas sebesar 60.220 ha atau 54,97% dari luas Delta Mahakam, sedangkan untuk mangrove yang kondisinya baik memiliki luas sebesar 49.327 ha atau 45,03%. Dari hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa banyak mangrove yang mengalami kerusakan, lebih dari setengah luas Delta Mahakam. Kerusakan mangrove ini diakibatkan oleh campur tangan manusia yang mengubah lahan mangrove menjadi tambak tanpa menggunakan sistem *silvofishery* (tambak tumpang sari). Selain itu, kerusakan mangrove juga diakibatkan oleh pembangunan pipa gas yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan yang berdiri di Delta Mahakam. Kenampakan mangrove yang rusak di lapangan dapat dilihat pada gambar 5 dan peta kerusakan mangrove dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Kondisi mangrove yang rusak



Gambar 6. Peta Kerusakan Mangrove Delta Mahakam Tahun 2015

KESIMPULAN

Citra Landsat OLI mampu memberikan informasi mengenai kerapatan mangrove dengan akurasi kerapatan mangrove sebesar 80,66%. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa mangrove yang kondisinya rusak memiliki luas sebesar 60.220 ha atau 54,97% dari luas Delta Mahakam, sedangkan untuk mangrove yang kondisinya baik memiliki luas sebesar 49.327 ha atau 45,03%. Mangrove yang mengalami kerusakan lebih dari setengah luas Delta Mahakam.

REFERENSI

- Badan Informasi Geospasial, 2013, Indonesia Memiliki 13.466 Pulau yang Terdaftar dan Berkoordinat, Diakses tanggal 24 Februari 2015, dari <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/indonesia-memiliki-13-466-pulau-yang-terdaftar-danberkoordinat/>.
- Dahuri, 2003, Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- FAO, 2005, Global Forest Resources Assessment 2005, Thematic Study on Mangroves Indonesia, Roma, Italia: FAO of the United Nations.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.
- Lee, T.M. & Yeh, H.C., 2009, Applying remote sensing technique to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Dhansui River estuary mangrove communities, Taiwan. *Ecological Engineering*, 35, 487-496.
- Nontji, A, 1987, Laut Nusantara, Jakarta: PT Djambatan.