

PERUBAHAN LUAS KAWASAN MANGROVE HUTAN LINDUNG PANTAI AIR TELANG KABUPATEN BANYUASIN MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT

THE CHANGES IN VAST MANGROVE AREA OF PANTAI AIR TELANG PROTECTED FOREST BANYUASIN DISTRICT USING LANDSAT IMAGERY DATA TIME SERIES

Vina Fitriana¹, Rujito Agus Suwignyo², dan Siti Fauziah³

¹Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Sriwijaya

²Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

³ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya

¹E-mail : vye_tryana@yahoo.com

Diterima: 15 Agustus 2017; direvisi: 27 Agustus 2017; disetujui: 22 November 2017

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data mengenai perubahan luas dan kerapatan mangrove Hutan Lindung Pantai Air Telang melalui pengolahan data citra Landsat 7 menggunakan *software open source* (Ilwis dan Quantum GIS) tahun 2000 secara berkala dari tahun 2000, 2003, 2006, 2009 dan 2012. Pada tahap awal, dilakukan identifikasi mangrove pada data citra yang telah di-*crop* sesuai lokasi penelitian yaitu pada *path* 124 dan *raw* 62 dengan menggunakan komposit band RGB 543. Kemudian mangrove dan non mangrove dipisahkan menggunakan metode klasifikasi *unsupervised*. Tahap selanjutnya dilakukan analisis kerapatan mangrove dengan menggunakan NDVI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah luas kawasan mangrove selama kurun waktu 12 tahun sebesar 10,72 % dari luas 7.968,54 ha (tahun 2000) menjadi 7.147,12 ha (tahun 2012). Hasil analisis Indeks Vegetasi menunjukkan bahwa meskipun terus mengalami penurunan dari tahun ke tahun, mangrove dengan kerapatan rapat masih mendominasi diikuti dengan peningkatan luas mangrove dengan kerapatan sedang.

Kata kunci: Hutan Lindung Pantai Air Telang, data citra, total luas mangrove, kerapatan

ABSTRACT

This study aimed to obtain data about far-reaching changes on the total area of mangrove at Air Telang Beach Protected Forest through the interpretation of Landsat 7 imagery data using open source software (Ilwis 2000) in years 2000, 2003, 2006, 2009 and 2012. In the first phase, mangrove identification was conducted through cropped imagery data based on the research area which is path 124 raw 62 using RGB543 composite band. Then, mangrove and non-mangrove area are separated using unsupervised classification method. The next phase, mangrove density analysis is directed by applying NDVI formula. The results showed that the total area of mangrove has decreased over a period of 12 years by 10.72 % of total mangrove area on 2000 (7,968.54 ha) with 7,147.12 on 2012. Vegetation Index analysis shows high density mangrove is dominated although it continues to decrease, followed by increasing mangrove area with medium density.

Keywords: Air Telang Beach Protected Forest, imagery data, mangrove total area, density.

PENDAHULUAN

Mangrove mempunyai peran yang sangat penting bagi keberlangsungan ekosistem terutama ekosistem pesisir baik secara fisik, biologi dan juga ekonomi. Senada dengan Lee *et al.* (2014) dimana selama lima tahun belakangan ini diskusi mengenai layanan-layanan ekosistem hutan mangrove berpusat pada perubahan keterikatan (*fixation*) karbon, fungsi perkembangbiakan, perlindungan garis pantai dan daya tampung lahan mangrove. Dengan kata lain,

berbagai manfaat yang dapat diperoleh dari keberadaan kawasan mangrove tidak hanya berupa produk seperti kayu, buah dan biji tetapi juga berupa jasa lingkungan yaitu sebagai habitat satwa langka, mengendalikan intrusi air laut, pelindung terhadap abrasi dan rekreasi. Bahkan, menurut Pratikto *et al.* (2002) dalam Haya *et al.* (2015), hutan mangrove yang kompak dapat memberikan perlindungan bagi pantai dari ancaman tsunami.

Sebagai negara kepulauan, Indonesia

mempunyai keberagaman hutan mangrove dengan luas mencapai 4.251.011,03 ha yang tersebar di hampir semua pulau antara lain 15,46 % berada di Sumatera, 2,35 % di Sulawesi, 2,35 % di Maluku, 9,02 % di Kalimantan, 1,03 % di Jawa, 0,18 % di Bali dan Nusa Tenggara dan sisanya yaitu 69,43 % di Irian Jaya (FAO/UNDP, 1990; Hinim, 1996 dalam Rusdianti dan Sunito, 2012). Dari 15,46 % luas hutan mangrove di Pulau Sumatera, sekitar 195.000 ha tersebar di Sumatera Selatan salah satunya di Hutan Lindung Pantai Air Telang, Kabupaten Banyuasin yaitu seluas ± 13.000 ha (Dishutbun Banyuasin, 2013). Sebagai tambahan, menurut Dinas Kehutanan dan Perkebunan (Dishutbun) Kabupaten Banyuasin (2013), telah terjadi alih fungsi Hutan Lindung Pantai Air Telang untuk beberapa penggunaan lain yaitu perkebunan, tambak, sawah dan pemukiman yang dilakukan secara ilegal oleh masyarakat.

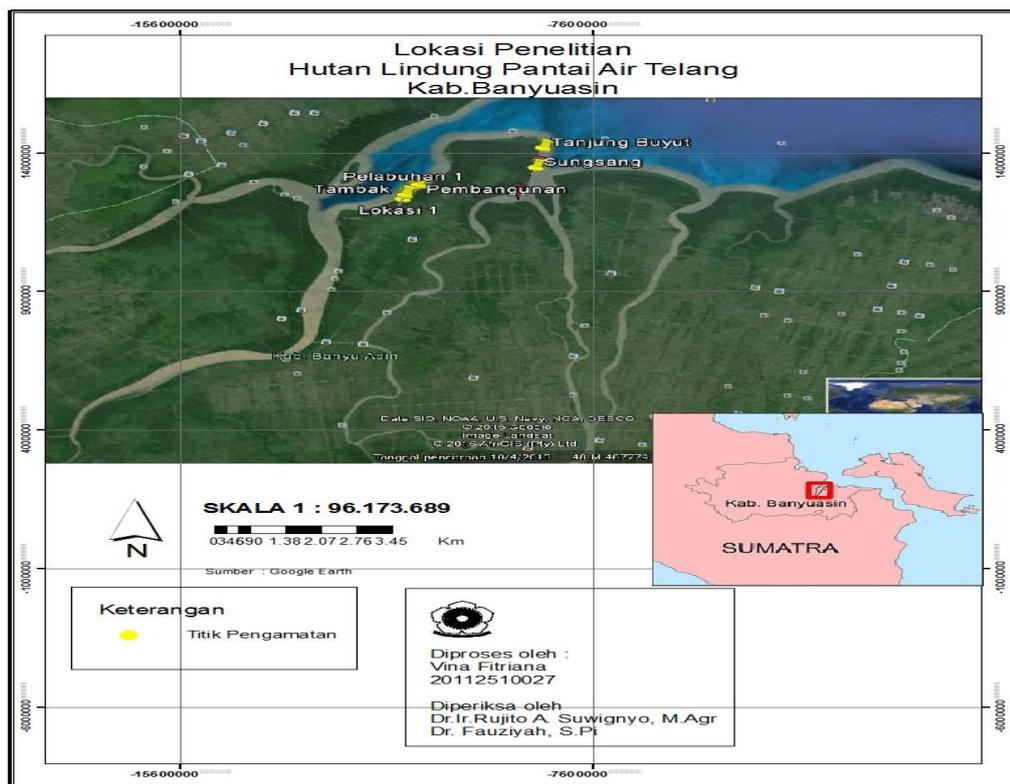
Adapun saat ini kondisi hutan mangrove di Sumatera Selatan khususnya di Kabupaten Banyuasin sangat memprihatinkan. Berdasarkan hasil penelitian

oleh Indica *et al.* (2011), dalam kurun waktu enam tahun (2003-2009), terjadi penyusutan total luasan mangrove di Taman Nasional Sembilang sebesar 8.232,29 ha atau 9,86 %.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan luas dan kerapatan mangrove Hutan Lindung Pantai Air Telang secara berkala dari tahun 2000 sampai tahun 2012. Pada tahun 2008 terjadi alih fungsi hutan mangrove menjadi peruntukkan lain sekitar 600 ha.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Hutan Lindung Pantai Air Telang Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1). Data citra yang digunakan yaitu data citra landsat 7 path 124 raw 62 tahun 2000, 2003, 2006, 2009 dan 2012 yang telah terkoreksi secara geometrik dan radiometrik. Alat yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan yaitu : GPS, Kamera dan Alat Tulis. Software yang digunakan dalam analisis data antara lain : Ilwis, ArcGIS 9.2, Microsof Excell 2007.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi di lapangan dan berkoordinasi dengan berbagai institusi terkait guna memperoleh data

primer maupun sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini.

Adapun data yang dikumpulkan yaitu data citra satelit landsat tahun berkala (2000, 2003, 2006, 2009 dan 2012), data vegetasi, tanah, iklim, topografi, Peta

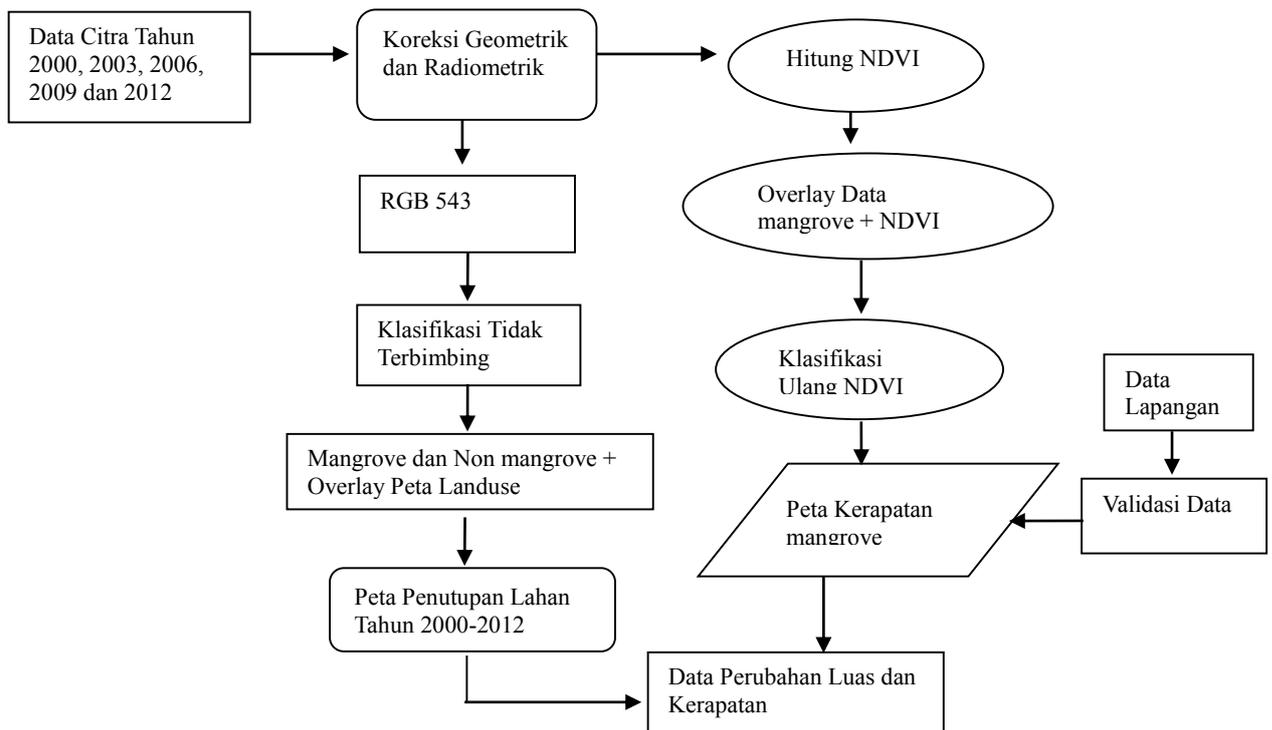
RBI/Topografi Skala 1:25.000, Peta Penunjukan Kawasan Hutan, Peta Penutupan Lahan.

Metode Analisis Data

Data citra yang digunakan berasal dari satelit landsat 7 sehingga proses identifikasi mangrove dilakukan dengan penggabungan band RGB 543. Spesifikasi band Landsat 7 dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Spesifikasi band pada satelit Landsat 7

Band	Spesifikasi
Band 1	Blue, (0.450 – 0.515 μm), 30 m
Band 2	Green, (0.525 – 0.605 μm), 30 m
Band 3	Red, (0.630 – 0.690 μm), 30 m
Band 4	Near-Infrared, (0.775 – 0.900 μm), 30 m
Band 5	SWIR 1, (1.550 – 1.750 μm), 30 m
Band 7	SWIR 2, (2.090 – 2.350 μm), 30 m
Band 8	Pan, (0.520 – 0.900 μm), 15 m
Band 6	LWIR, (10.00– 12.50 μm), 15 m



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan teknik komposit/kombinasi band dalam proses penajaman citra. Adapun kombinasi band yang digunakan yaitu band 4, 5 dan 3 untuk membedakan secara visual hutan mangrove dan hutan darat (Suwargana, 2008). Untuk mempermudah dalam klasifikasi secara visual dilakukan penajaman citra spektral. Proses ini didahului dengan melakukan perentangan kontras atau yang disebut dengan teknik stretching sampai tingkat keabuan 255. Setelah *stretching*, dilakukan penggabungan saluran/band untuk membentuk citra komposit dengan mengkombinasikan band 5, 4, dan 2 untuk kelas penggunaan lahan; dan 4, 5, dan 3 untuk membedakan vegetasi mangrove dengan vegetasi

lainnya.

Klasifikasi secara digital dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) dan menghasilkan 4 kelas penutupan lahan yaitu : mangrove, tambak, lahan terbuka, dan penggunaan lain-lain.

NDVI atau Normalized Difference Vegetation Index digunakan dalam menghitung nilai kerapatan mangrove dengan formula sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{(Infrared-red)}{(nfrared+red)}$$

Infrared adalah kanal 4 dari citra landsat 7 dan red adalah kanal 3 dari citra landsat 7. (Green *et al.*, 2000 dalam Suwargana, 2008). Hasil perhitungan

tersebut menghasilkan nilai kelas NDVI yang kemudian diklasifikasi kembali menjadi empat kelas yaitu kerapatan rendah, kerapatan sedang, kerapatan tinggi dan kerapatan sangat tinggi. Adapun interval kelas kerapatan dihitung dengan rumus : (Strurgess dalam Setiawan, 2013).

$$KL = ((xt-xr))/k$$

Dimana,

KL = Kelas Interval,

xt = Nilai tertinggi

xr = Nilai terendah

k = Jumlah kelas yang diinginkan

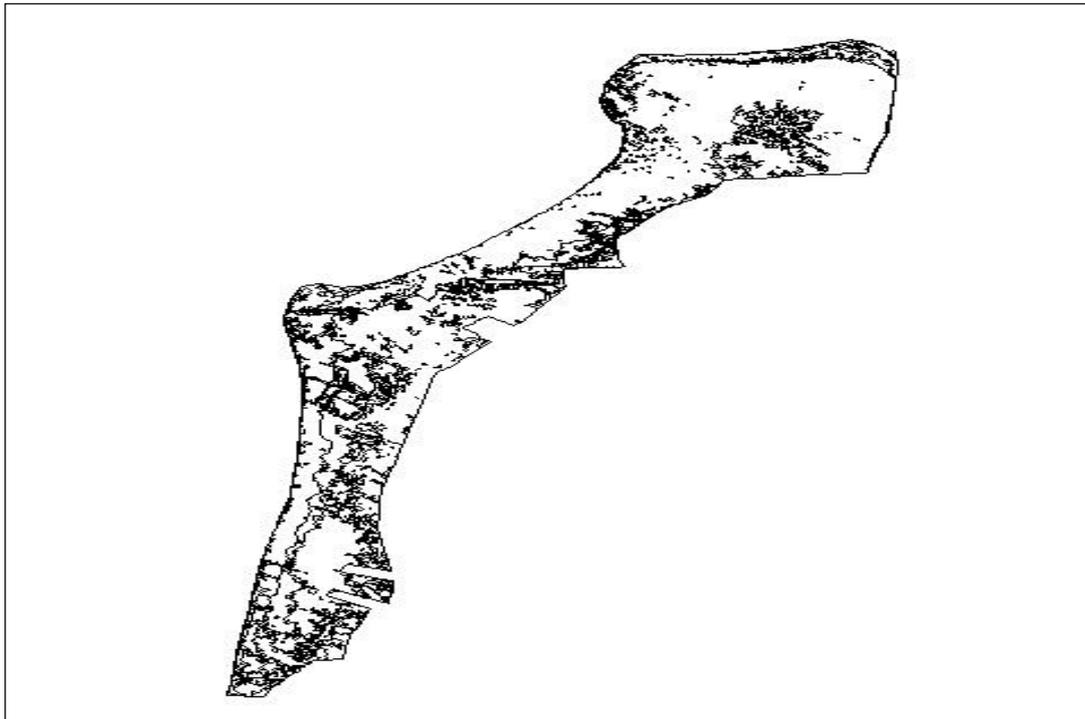
Diagram alir penelitian digambarkan pada Gambar 2

di atas.

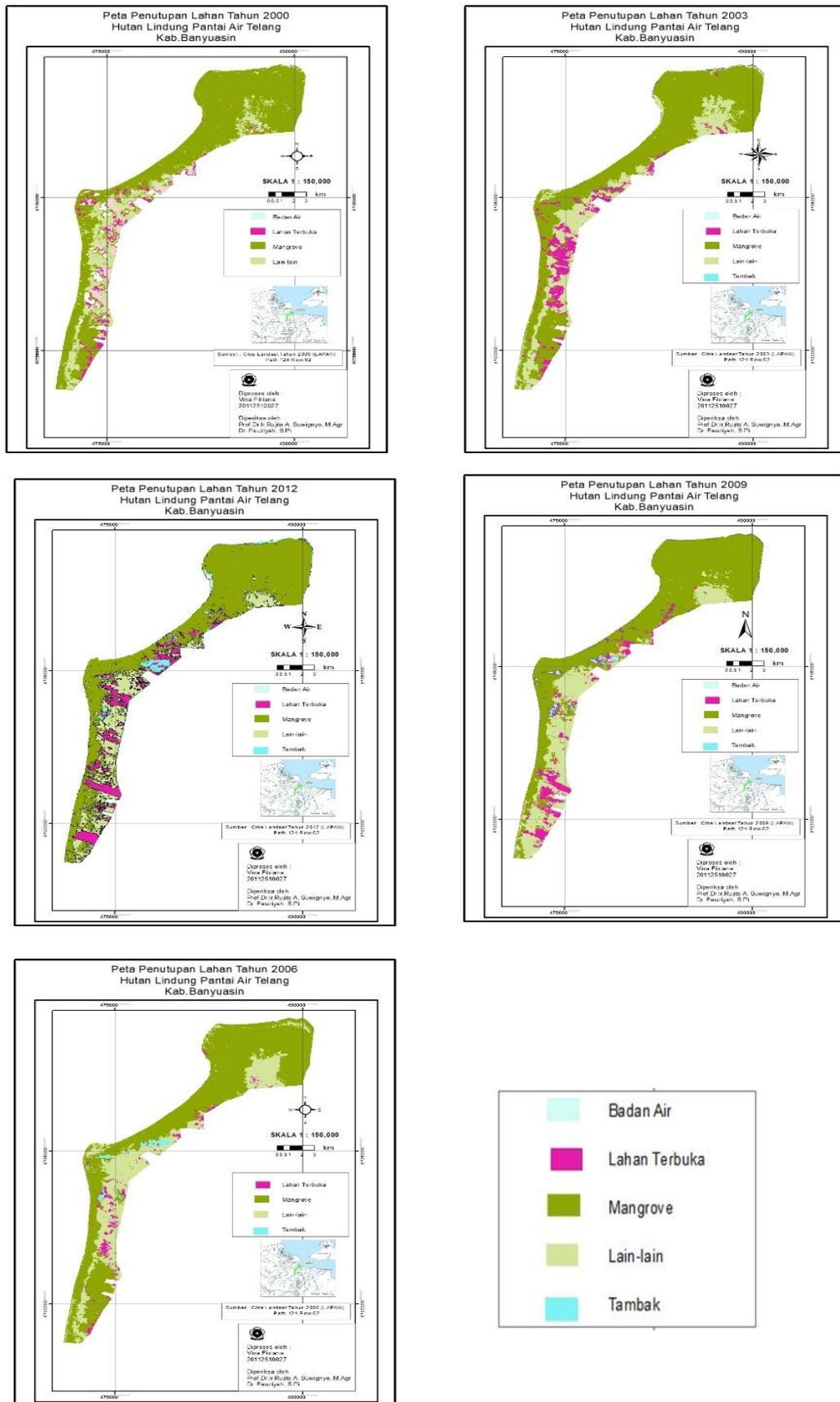
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Data Citra

Data citra yang diperoleh dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) merupakan gambaran daerah Banyuwasin seperti terlihat pada Gambar 3 dimana terletak pada path 124 dan raw 62, adapun daerah penelitian terfokus di Hutan Lindung Pantai Air Telang. Oleh karena itu dilakukan proses pemotongan (*cropping*) data citra sehingga akan dihasilkan citra dengan ruang lingkup yang lebih sfesifik yaitu daerah yang akan diteliti (Gambar3).



Gambar 3. Citra yang telah dipotong



Gambar 4. Peta sebaran penutupan lahan tahun 2000-2012

Pada tahun 2000, warna hijau masih tampak mendominasi terutama di bagian utara hingga ke bagian timur yang menggambarkan luasan mangrove. Kondisi tersebut mengalami perubahan pada tahun 2003 hingga 2012 dengan bertambahnya warna ungu dan biru muda serta hijau muda yang berarti meningkatnya konversi lahan menjadi lahan terbuka, tambak, dan lain-lain.

Kelas Penutupan Lahan Hutan Lindung Pantai Air Telang

Hasil klasifikasi secara digital tersebut di atas kemudian diolah menggunakan software ArcGIS untuk mengoverlaykan peta tentatif hasil analisis data citra dengan peta landuse yang diperoleh dari Badan Planologi Kehutanan tahun 2010. Dari poses tersebut diperoleh luasan untuk empat kelas penutupan lahan yaitu mangrove, tambak, lahan terbuka, dan lain-lain dengan luas seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil klasifikasi penggunaan/pemanfaatan lahan

No.	Tahun	Jenis Pemanfaatan Lahan				Total (ha)
		Mangrove (ha)	Tambak (ha)	Lahan Terbuka (ha)	Lain-lain (ha)	
1	2000	7.968,54	0	923,070	4.479,400	13.371,012
2	2003	7.737,95	41,023	1.633,280	3.958,759	13.371,012
3	2006	7.537,51	130,201	1.551,757	4.151,544	13.371,012
4	2009	7.276,77	212,492	1.392,640	4.489,110	13.371,012
5	2012	7.147,12	318,744	1.559,450	4.345,698	13.371,012

Jenis pemanfaatan lahan berupa mangrove mendominasi luasan Hutan Lindung Air Telang dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2012, meskipun secara jumlah dari tahun ke tahun terus mengalami penurunan. Pemanfaatan lahan untuk tambak di kawasan hutan lindung yang pada tahun 2000 tidak ada (nol) menjadi 318,744 ha pada tahun 2012. Begitupun pemanfaatan lahan menjadi lahan terbuka meningkat 636,38 ha dimana pada tahun 2000 hanya terdapat 923,07 ha menjadi 1.559,45 ha pada tahun 2012, meskipun di tengah periode pengamatan terjadi penurunan luasan lahan terbuka antara tahun 2003 sampai dengan tahun 2009. Perilaku tersebut menunjukkan terjadinya pemanfaatan kawasan hutan lindung oleh manusia atau masuknya manusia ke dalam kawasan untuk melakukan kegiatan eksploitasi mangrove, terlepas apakah kegiatan manusia tersebut berpengaruh langsung atau tidak terhadap penurunan luasan mangrove tersebut.

Perubahan Luasan Kawasan Mangrove

Berdasarkan hasil pengolahan data citra landsat 7 menggunakan aplikasi Ilwis diperoleh luas mangrove yang ada di Hutan Lindung Pantai Air Telang pada tahun 2000 seluas 7.968,54 ha atau sekitar 59,59 %. Pada tahun 2003 luas mangrove menjadi 7.737,95 ha, berkurang 200,44 ha dari tahun 2000.

Pada tahun 2006 luas mangrove terus berkurang hingga tahun 2012 seperti dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Luas mangrove tahun 2000-2012

No	Tahun	Luas (hektar)	Perubahan (%)
1.	2000	7.968,54	
2.	2003	7.737,95	2,89
3.	2006	7.537,51	2,59
4.	2009	7.276,77	3,46
5.	2012	7.147,12	1,78

Hasil analisis yang disajikan dalam bentuk Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa luas mangrove selama periode 12 tahun mengalami perubahan berupa penurunan luasan sebesar 10,72 % atau 0,89 % per tahunnya. Penurunan luas tersebut disertai munculnya penggunaan lahan tambak serta meningkatnya luas lahan terbuka dan penggunaan lain-lain pada tahun 2003. Adapun pada tahun 2000, hanya ada tiga jenis penggunaan lahan di Hutan Lindung Pantai Air Telang yaitu mangrove, lahan

terbuka dan penggunaan lain-lain. Tetapi penggunaan lahan ini bertambah menjadi 4 jenis di tahun 2003 sampai dengan 2012 dengan adanya tambak. Penambahan tersebut menyebabkan berkurangnya luasan mangrove. Menurut Kusmana (1995) dalam Wicaksono (2006), ada beberapa faktor yang menyebabkan berkurangnya lahan hutan mangrove salah satunya yaitu konversi hutan mangrove menjadi bentuk lahan penggunaan lain seperti tambak, pemukiman, industri, pertambangan, dan lain-lain.

Sebagai tambahan, pada tahun 2008 terjadi peralihan fungsi hutan mangrove dengan dibangunnya kawasan pelabuhan Tanjung Api-api. Hal ini merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan luas mangrove mengalami penurunan seluas 3,46 % di tahun 2009. Menurut Rosianti (2010) dalam Kunarso (2013), pada tahun 2008 seluas 70 ha hutan mangrove dibuka untuk pembangunan jalan dan pelabuhan. Terbukanya akses jalan tersebut telah mendorong masyarakat yang berasal dari berbagai daerah lain untuk bermukim di dalam dan di sekitar kawasan Hutan Lindung Pantai Air Telang. Oleh karenanya perlu ada tindakan dari instansi terkait baik dalam hal pencegahan maupun pengawasan serta sosialisasi mengenai keberadaan Hutan Lindung Pantai Air Telang dan manfaat kelestariannya.

Kerapatan Mangrove

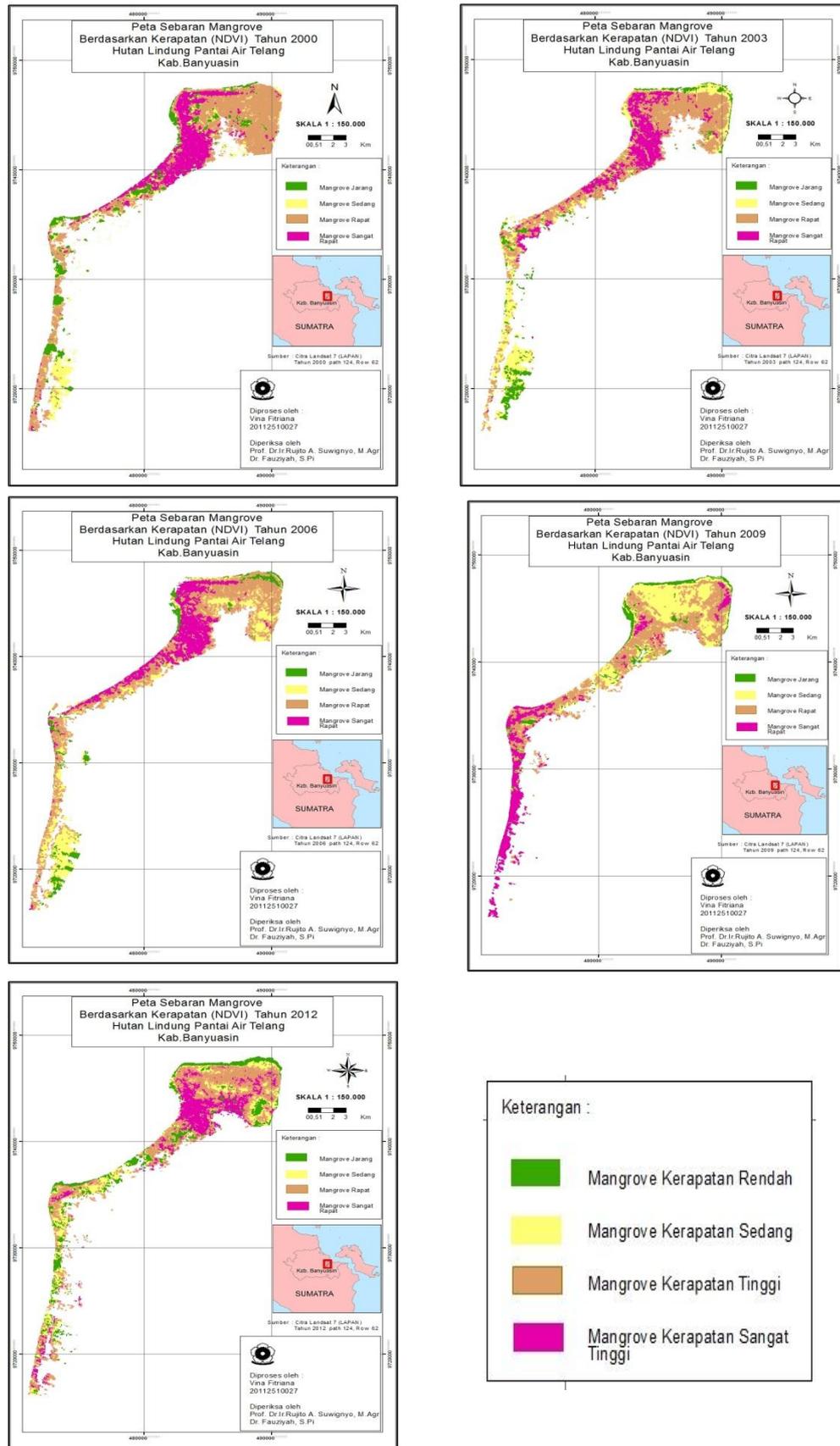
Menurut Lillesand dan Kiefer (1997) dalam Purwanto *et al.* (2014), Indeks Vegetasi yang merupakan kombinasi band red dan band NIR, telah lama digunakan untuk menganalisis tentang vegetasi baik keberadaan maupun kondisinya. Dari peta sebaran mangrove yang dioverlaykan dengan nilai NDVI, diperoleh peta kerapatan tahun 2000 sampai dengan 2012. Terdapat empat kelas kerapatan yaitu kerapatan rendah, kerapatan sedang, kerapatan tinggi dan sangat tinggi. Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa dalam kurun waktu 10 tahun mangrove dengan tingkat kerapatan tinggi masih mendominasi (dengan luas 3.078,00 ha atau 43,07 % dari seluruh luasan mangrove) yang ditunjukkan dengan warna ungu tua yang tersebar hampir merata dari utara hingga ke selatan.

Meskipun demikian, luas mangrove kerapatan tinggi mengalami penurunan sejak tahun 2000 sampai tahun 2009 seluas 1.034,33 ha. Mangrove kerapatan sangat tinggi juga mengalami penurunan sebesar ±

36,93 % dari 1.585,68 ha pada tahun 2000 menjadi hanya 1.000 ha pada tahun 2012. Mangrove kerapatan sedang mengalami penambahan luas yaitu sebesar 974,49 ha dari 1.346,60 ha di tahun 2000 menjadi 2.321,09 ha di tahun 2012. Data luas mangrove berdasarkan kelas kerapatan dapat dilihat lebih detail pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan sebaran mangrove berdasarkan analisis data citra tahun 2000-2012

No	Tahun	Kelas Kerapatan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	2	3	4	5
1	2000	Rendah	1.119,06	13,71
		Sedang	1.346,60	16,50
		Tinggi	4.112,33	50,37
		Sangat Tinggi	1.585,68	19,42
		Total	8.163,67	100
2	2003	Rendah	800,27	10,12
		Sedang	2.209,95	27,94
		Tinggi	3.635,71	45,96
		Sangat Tinggi	1.264,04	15,98
		Total	7.909,97	100
3	2006	Rendah	711,3	9,47
		Sedang	2.358,23	31,41
		Tinggi	3.162,43	42,12
		Sangat Tinggi	1.275,40	16,99
		Total	7.507,36	100
4	2009	Rendah	653,02	8,97
		Sedang	2.420,95	33,27
		Tinggi	3.121,03	42,89
		Sangat Tinggi	1.081,77	14,87
		Total	7.276,77	100
5	2012	Rendah	748,03	10,47
		Sedang	2.321,09	32,48
		Tinggi	3.078,00	43,07
		Sangat Tinggi	1.000,00	13,99
		Total	7.147,12	100



Gambar 5. Peta sebaran kerapatan mangrove tahun 2000-2012

Berdasarkan hasil pengecekan di lapangan, diketahui bahwa selain terdapat jenis mangrove sejati seperti *Rhizophora* sp., *Bruguiera* sp., *Avicennia* sp., *Xylocarpus granatum* Koen, *Nypa fruticans* Wurm, *Excoecaria agallocha* L, Hutan Lindung Pantai Air Telang juga ditumbuhi oleh jenis *Nypa fruticans* dan Pakis Laut (*Acrostichum* sp.).

Tidak semua jenis mangrove yang telah disebutkan di atas ditemukan di semua lokasi pengamatan. Api-api (*Avicennia* sp.) dan Bakau (*Rhizophora* sp.) merupakan mangrove yang ada di semua lokasi. Menurut De Haan (1968) dalam Bengen (2002), kemampuan bakau untuk dapat tumbuh di daerah tergenang pasang dengan frekuensi 1-2 kali sehari atau 10-19 kali per bulan merupakan alasan utama dominasi jenis mangrove tersebut.

Adapun *Bruguiera* sp. hanya ditemukan pada satu lokasi pengamatan yaitu sekitar pelabuhan Tanjung Api-api, hal ini berhubungan dengan lokasi yang dipilih merupakan kawasan mangrove kerapatan sedang dan rapat dengan posisi dekat laut kecuali lokasi pertama yang lebih dekat ke darat. Hal ini sesuai dengan sifat dari *Bruguiera* sp. yang tumbuh baik di daerah genangan pasang naik yang tertinggi. (Watson, 1928 dalam Supriharyono, 2000).

Setelah dilakukan pengecekan diperoleh informasi bahwa dua titik yang merupakan kelas jarang sudah tidak terdapat lagi mangrove, yang ada hanya lokasi yang baru dibuka untuk dijadikan tambak dan ditumbuhi semak serta bagian dari infrastruktur pelabuhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data citra landsat menggunakan aplikasi open source (Ilwis dan Quantum GIS), luas hutan mangrove di Hutan Lindung Pantai Air Telang selama periode 12 tahun mengalami perubahan yaitu terjadi penurunan sekitar 10,72 % dari luas 7.968,54 ha (tahun 2000) menjadi 7.147,12 (tahun 2012) atau rata-rata 68,45 ha per tahunnya.

Mangrove dengan kerapatan tinggi mendominasi selama kurun waktu tahun 2000-2012 dengan luas yang terus menurun (dari 4.112,33 ha pada tahun 2000 dengan dominasi 50,37 % menjadi 3.708,00 ha atau 43,07 % pada tahun 2012). Kondisi ini berbanding lurus dengan luas kerapatan sedang yang luasannya terus mengalami peningkatan dari tahun 2000 dengan luasan 1.346,60 ha hingga 2009 yang mencapai 2.321,09 ha.

SARAN

Data series diperlukan bagi pihak terkait guna menentukan kebijakan terkait pengelolaan Hutan Lindung Pantai Air Telang sehingga kelestarian mangrove dapat terjaga. Pemerintah selaku pihak yang berwenang bertanggung jawab dalam mensosialisasikan kepada masyarakat sekitar Hutan Lindung Pantai Air Telang mengenai fungsi serta kegunaan mangrove bagi kehidupan sehingga tidak terjadi lagi kegiatan perambahan kawasan hutan lindung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Dosen pembimbing, Dinas Kehutanan Kabupaten Banyuasin, Kepala Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Riau, Keluarga serta pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G. (2000). *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir*. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Banyuasin. (2013). Rencana Penggunaan Dana Bagi Hasil Sumber Daya Alam (DBH-SDA) Kehutanan Profesi Sumber Daya Hutan (PSDH) dan dana Reboisasi (DR) Tahun 2013.
- Haya, N., Zamani, N. P., dan D. Soedharma, D. (2015). Analisis struktur ekosistem mangrove di Desa Kukupang Kecamatan Kepulauan Jorong. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan IPB*, 6(1), 79 - 89, dalam <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtpk/article/download/11923/11663>, diakses pada tanggal 7 Januari 2016.
- Indica, M, Zia Ulcodry, T., dan Muhammad Hendri. (2011). Perubahan luasan mangrove dengan menggunakan teknik penginderaan jauh di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Maspari*, 2(1), 77 - 81.
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh - Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C. and Mendelssohn, I. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, 23(7), 726 - 743.
- Kunarso, A., Bastoni, dan Purwanto. (2013). Teknik penanaman mangrove pada delta terdegradasi di Sumatera Selatan. Laporan Hasil Penelitian Pengelolaan Hutan Mangrove dan Ekowisata Pantai tidak diterbitkan. Palembang: Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera Selatan.
- NASA. (2010). Landsat Data Continuity Mission Brochure. <http://www.landsat.gsfc.nasa.gov>, diakses pada tanggal 4 Oktober 2013.
- Purwadi, S. H. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT. Grasindo.

- Purwanto, A. D., Asriningrum, W., Winarso, G., dan Parwati, E. (2014). Analisis sebaran dan kerapatan mangrove menggunakan citra Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh. Bogor. 2014, 232 – 241, dalam http://sinasinderaja.lapan.go.id/wp-content/uploads/014/06/bukuprosiding_232-241.pdf, diakses pada tanggal 4 Oktober 2015.
- Rusdianti, K dan Sunito, S. (2012). Konversi lahan hutan mangrove serta upaya penduduk lokal dalam merehabilitasi ekosistem mangrove. *Jurnal Sosiologi*, 6(1), 1 – 17, dalam (<http://skpm.ipb.ac.id/karyailmiah/index.php/sodality/article/view/222>, diakses pada tanggal 2 Juli 2013).
- Setiawan, H., Sudarsono, B., Awaluddin, M. (2013). Identifikasi daerah prioritas rehabilitasi lahan kritis kawasan hutan dengan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (Studi kasus: Kabupaten Pati). *Jurnal Geodesi Undip*, 2(3), 31 - 41.
- Supriharyono. (2000). *Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Suwargana. N. (2008). Analisis perubahan hutan mangrove menggunakan data penginderaan jauh di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 5, 64 - 75.