

Pemetaan Perubahan Tutupan Lahan Hutan Mangrove di Kawasan Balikpapan Barat

Yossy H. Sihaloho^{1*}, Abdunnur², Dewi Embong Bulan²

¹Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perikanan, FPIK Universitas Mulawarman
²Staf Pengajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perikanan, FPIK Universitas Mulawarman

*Email : yossysihaloho@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received : November 11, 2022
Revised : March 13, 2023
Accepted : March 30, 2023

Keywords:

Changes in Mangrove Cover, Distribution, Pattern, Landsat Image

Kata Kunci:

Perubahan Tutupan Mangrove, Sebaran, Pola, Citra Landsat

ABSTRACT

West The existing mangrove ecosystem has continued to change over the last 20 years. This change needs to be mapped in order to determine the location and extent of changes in mangroves in Balikpapan Barat from 2009 to 2015. This study aims to analyzing land cover changes in mangrove forests in the West Balipapan area in the period 1995-2015. This study uses Remote Sensing data, namely Landsat 5 Satellite Imagery, Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper (ETM+) and Landsat 8 Operational Land Imager (OLI). The distribution of mangrove land cover was mapped digitally through the interpretation of Landsat 5, Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper (ETM+) and Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) satellite images using the Supervised Classification method. The results of the interpretation are then mapped (layouted) to provide information to make it easier to read and understand. The results of this classification are then tested for accuracy/field checks to find out where the changes occurred, the pattern of changes and the factors that caused the changes. This study shows that the change in mangrove forest land cover/mangrove forest conversion from 1995 to 2015 into non-mangrove vegetation was 6.97 ha, the conversion of mangrove forest land to open land was 3.44 ha, the conversion of mangrove forest land to settlements was 16, 72 ha and conversion of mangrove forest land into water bodies of 11.40 ha. Mangrove changes that occur have a random pattern (spread unevenly) due to increasing human growth factors and the conversion of land functions into ponds

ABSTRAK

Ekosistem mangrove yang ada terus mengalami perubahan selama 20 tahun terakhir. Perubahan ini perlu dipetakan untuk mengetahui letak dan luasan perubahan mangrove di Balikpapan Barat dari tahun 2009 hingga 2015. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan pada hutan mangrove di kawasan Balikpapan Barat periode 1995-2015. Penelitian ini menggunakan data Penginderaan Jauh yaitu Citra Satelit Landsat 5, Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper* (ETM+) dan Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI). Sebaran tutupan lahan mangrove dipetakan secara digital melalui interpretasi citra satelit Landsat 5, Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper* (ETM+) dan Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) menggunakan metode *Supervised Classification*. Hasil interpretasi tersebut kemudian dipetakan (*layout*) untuk memberikan informasi agar lebih mudah dibaca dan dipahami. Hasil klasifikasi ini kemudian diuji akurasi lapangan untuk mengetahui dimana terjadi perubahan, pola perubahan dan faktor-faktor penyebab perubahan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan hutan mangrove/konversi hutan mangrove dari tahun 1995 ke tahun 2015 menjadi vegetasi non-mangrove sebesar 6,97 ha, konversi lahan hutan mangrove menjadi lahan terbuka sebesar 3,44 ha, konversi lahan Lahan hutan mangrove menjadi pemukiman seluas 16,72 ha dan konversi lahan hutan mangrove menjadi badan air seluas 11,40 ha. Perubahan mangrove yang terjadi memiliki pola acak (penyebaran tidak merata) akibat meningkatnya faktor pertumbuhan manusia dan alih fungsi lahan menjadi tambak.

1. PENDAHULUAN

Tutupan lahan hutan mangrove dari tahun ke tahun semakin bertambah, hal ini dikarenakan terjadinya alih fungsi hutan mangrove. Hal ini sejalan dengan (Basyuni, 2002) yang menyatakan tekanan populasi, pengelolaan yang tidak memperhatikan aspek kelestarian, perkembangan industri dan perkotaan memberikan proporsi yang signifikan terhadap kerusakan hutan mangrove di negara berkembang seperti Indonesia. Dengan meningkatnya populasi, lahan produksi semakin berkurang sehingga hutan mangrove dikonversi menjadi lahan pertanian, pertambakan, permukiman, dan tujuan lainnya.

Wilayah pesisir Kota Balikpapan merupakan salah satu wilayah yang memiliki ekosistem mangrove. Kawasan hutan mangrove Kota Balikpapan tersebar di sepanjang Teluk Balikpapan hingga kawasan pesisir timur Balikpapan. Berdasarkan Tata Ruang Wilayah Kota Balikpapan 2005-2015, kawasan mangrove merupakan kawasan non budidaya yang menjadi kawasan suaka alam hayati dan cagar alam. Kawasan hutan mangrove di Kota Balikpapan saat ini mencapai 3.031,95 Ha. Hutan mangrove di sepanjang pesisir Balikpapan yang kondisinya masih baik kurang lebih 2,160 Ha (SLHD Kota Balikpapan, 2015). Penggunaan teknologi SIG dalam metode monitoring lahan merupakan alat penting yang dapat menyatukan data menjadi database yang sangat berguna bagi seorang perencana dalam melakukan evaluasi ataupun monitoring (Lillesand dan Kiefer, 1997).

Citra landsat merupakan data yang paling banyak digunakan untuk memetakan mangrove (Kuenzer *et al.* 2011) dan hingga saat ini penggunaan citra Landsat serta penerapannya untuk mengenali informasi mangrove masih merupakan isi yang menarik untuk di kaji. Meskipun citra Landsat dikategorikan sebagai data penginderaan jauh yang beresolusi medium (Roy *et al.*, 1995). Dengan memperhatikan hal tersebut, maka perlu diadakan penelitian tentang pemetaan tutupan lahan di kawasan Balikpapan Barat dari tahun 2009 hingga 2015.

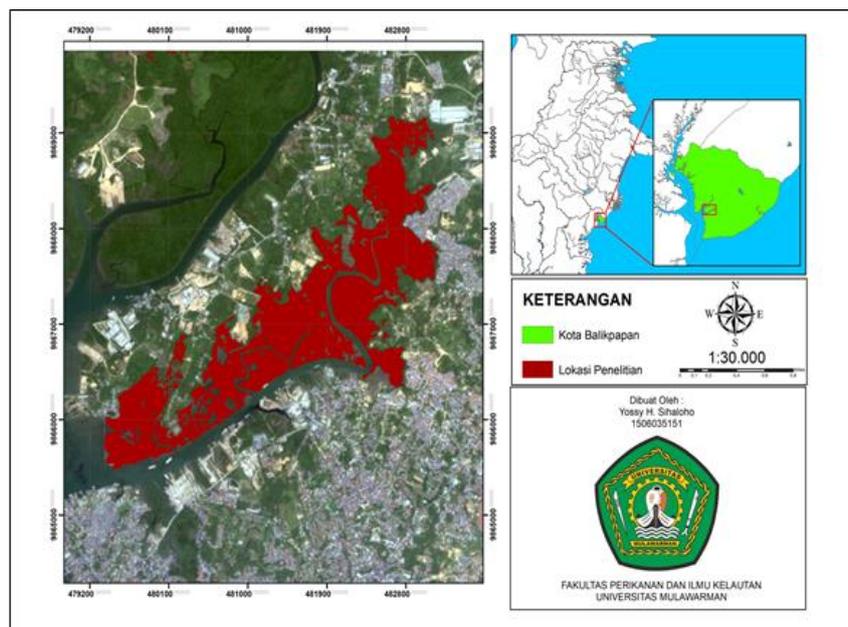
2. METODE

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Agustus – Oktober 2015 yang meliputi observasi *training area*, pengambilan data lapangan, pengolahan data, analisis data dan penyusunan laporan hasil penelitian. Pengambilan data lapangan dilakukan di kawasan Kota Balikpapan Barat, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1).

2.2 Proses Pengambilan Data

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Supervised Classification* (Klasifikasi Terbimbing). Klasifikasi terbimbing merupakan proses pengelompokkan piksel pada citra menjadi beberapa kelas tertentu dengan berdasarkan pada statistik sampel piksel atau region of interest



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Alat dan bahan

No.	Perangkat	Alat	Perangkat lunak
1.	Laptop		<i>Envi 5.3</i>
2.	GPS		<i>ArcGIS 10.3</i>
3.	Kamera (<i>Go Pro</i>)		<i>ImageJ</i>
4.	Alat Tulis		<i>Google Earth Pro</i>
No.	Bahan		
1.	Data Citra Satelit Landsat 5, Landsat 7 <i>Enhanced Thematic Mapper</i> (ETM+) dan Landsat 8		
2.	Data lapangan berupa titik koordinat yang diperoleh dari GPS		

ditentukan oleh pengguna sebagai piksel acuan, yang selanjutnya digunakan oleh komputer sebagai dasar melakukan klasifikasi. Sampel piksel yang baik memiliki rerata keterpisahan yang baik antar tiap kelasnya. Umumnya penentuan training area dilakukan berdasarkan hasil pengamatan lapangan atau berdasarkan penyesuaian dengan peta rupa bumi. Training area yang telah didapatkan tersebut kemudian bisa dijadikan sebagai masukan dalam proses klasifikasi untuk keseluruhan citra (Lillesand dan Kiefer 1986).

2.3 Pengolahan Citra

Tahapan pengolahan citra satelit yaitu :

- a. Pada tahap ini setelah citra sudah di download dan data citra masih dalam bentuk rar jadi harus diekstrak terlebih dahulu.
- b. Setelah diekstrak data citra masih dalam bentuk band-band yaitu dari band 1 sampai band 12.
- c. Masukan data citra pada Envi 5.3, tahap pertama adalah mengkalibrasi citra dari nilai DN menjadi nilai reflektan.
- d. Lakukan Komposit Band, hal ini bertujuan untuk menggabungkan band citra yang masih terpisah-pisah.
- e. Lalu mainkan RGB, dalam penelitian ini menggunakan RGB 562
- f. Selanjutnya dilakukan koreksi radiometric dan koreksi atmosferik citra untuk menghilangkan bias pada citra tersebut.
- g. Lakukan pemotongan (*crop*) citra untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan area kita, agar memudahkan kita dalam menganalisis data citra.
- h. Kemudian di lanjutkan dengan analisis tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised classification*).
- i. Jika sudah dibuat klasifikasi maka data citra siap untuk didigitasi dan untuk melakukan

digitasi dalam penelitian ini menggunakan ArcGis 10.3.

- j. Lakukan digitasi pada semua data citra pertahunnya jika semua citra sudah didigitasi maka data siap untuk dianalisis.

Analisis perubahan tutupan lahan dan pembuatan peta :

- a. Masukan data citra yang sudah didigitasi dan dikoreksi dengan pada software ArcGis 10.3.
- b. Jika semua data citra sudah diklasifikasi maka dilakukan pembuatan peta (*layouting*) untuk memberi keterangan agar memudahkan dalam pembacaan dan dipahami.
- c. Klasifikasi dan layouting selesai maka tahap selanjutnya adalah *ground check* untuk membuktikan dan menyesuaikan hasil analisis dengan bentuk lokasi yang *real* di lapangan

Ground check lokasi penelitian :

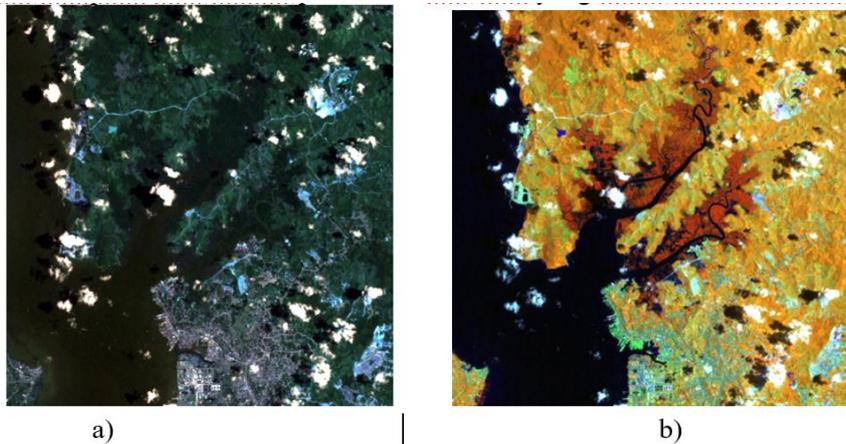
- a. Pada tahap ini dilakukan penetapan titik perubahan tutupan lahan untuk mendapatkan pembuktian data dan mewakili keseluruhan data dilokasi yang ada.
- b. Membuktikan perubahan yang ada di peta pada saat analisis dengan turun kelapangan berdasarkan koordinat yang ada di peta hasil.
- c. Melakukan pemotretan sebagai data lampiran dan dokumentasi penelitian.

2.4 Analisis Data

Hasil dari komposit Citra Landsat pada salah satu citra yang sudah dikoreksi seperti yang terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan tersebut, (a) merupakan gambar citra yang sudah di *crop*/dipotong sehingga sesuai dengan lokasi/batas wilayah penelitian pada Kawasan Mangrove Center Graha Indah Balikpapan. Gambar (b) merupakan citra yang sudah diatur RGB atau komposit band nya terlihat berbeda dari

Tabel 2. Kelas penutupan lahan dan deskripsi

No	Kelas Penutupan Lahan	Deskripsi
1	Badan Air	Semua kenampakan perairan
2	Mangrove	Vegetasi yang tumbuh berkembang pada habitat lahan basah, dengan vegetasi dominan berupa bakau.
3	Vegetasi Bukan Mangrove	Lahan yang di tumbuhi berbagai jenis vegetasi alamiah heterogen dengan tingkat kerapatan jarang hingga rapat.
4	Pemukiman	Lahan yang digunakan manusia sebagai tempat tinggal yang di bangun sarana dan prasarana sebagai pendukung kehidupan.
5	Lahan terbuka	Lahan yang ditutupi air namun memiliki luasan dan berbentuk petakan.



Gambar 2. Hasil *cropping* citra sebelum (a) dan sesudah (b) komposit band

citra yang sebelumnya pada *cropping* citra. komposit band akan mempertajam visualisasi vegetasi mangrove dibandingkan dengan vegetasi lainnya. Kenampakan vegetasi mangrove akan lebih kontras berwarna merah dibandingkan vegetasi lainnya. Hal ini didukung oleh (Dewanti *et al.*, 1998 dalam Suwargana, 2008) yang menyatakan hutan mangrove terlihat dengan warna merah kegelapan pada citra FCC. Warna merah merupakan reflektansi vegetasi yang terlihat jelas pada citra band inframerah, sedangkan kegelapan merupakan reflektansi tanah berair yang terlihat jelas pada citra band merah.

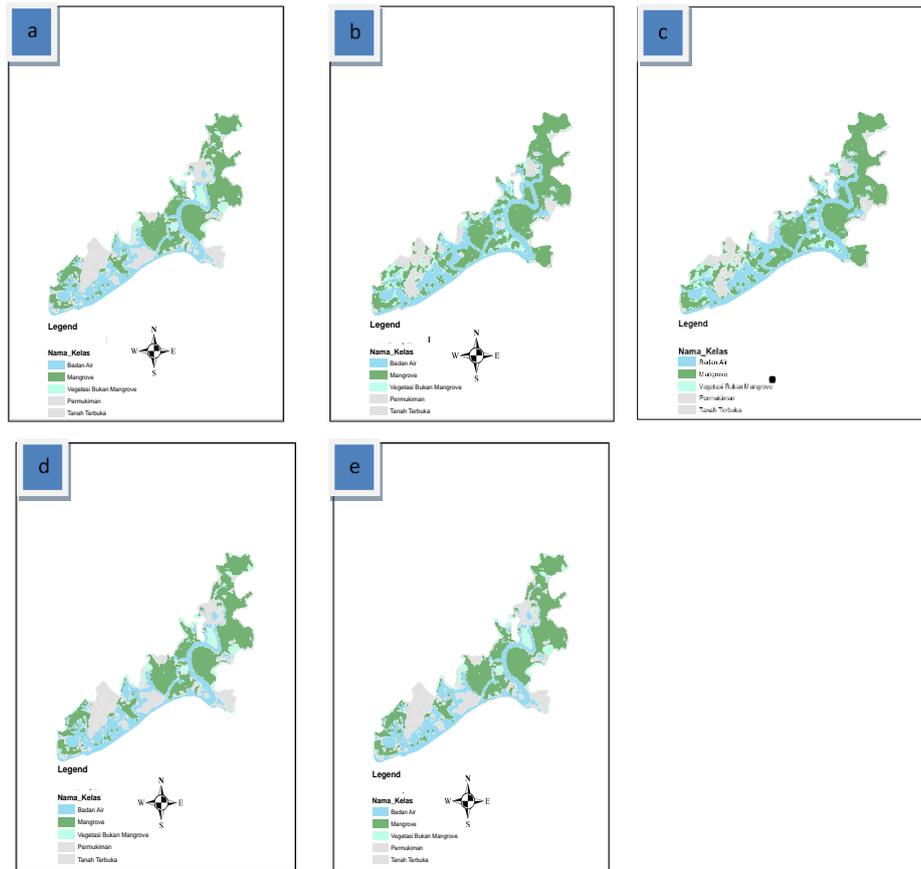
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konversi Mangrove Menjadi Lahan Vegetasi Bukan Mangrove

Daratan berupa pemukiman dan tanah terbuka ditandai dengan warna abu-abu dan badan air warna biru, hutan mangrove warna hijau, lahan vegetasi bukan mangrove warna hijau muda.

Konversi hutan mangrove menjadi lahan vegetasi bukan mangrove paling besar terjadi pada tahun 1995 ke 2005, kemudian menurun di tahun 2005 ke 2015 (Gambar 3).

Tahun 1995 ke 2000 jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi lahan vegetasi bukan mangrove sebanyak 2 lokasi dengan luas min sebesar 0,03 ha dan luas max sebesar 1,80 ha. Total luas konversi secara keseluruhan sebesar 2,02 ha. Kemudian mengalami penurunan jumlah konversi ditahun 2005 ke 2010 dengan jumlah polygon mangrove yang dikonversi menjadi vegetasi bukan mangrove sebanyak 6 lokasi dengan luas min sebesar 0,08 ha dan luas max sebesar 1,44 ha. Total luas secara konversi keseluruhan sebesar 4,53 ha (Tabel 3). Menurut Dikky *et al.* (2015) hal serupa terjadi di Kecamatan Langsa Barat Kota Langsa, hutan mangrove dialih fungsi menjadi semak belukar dan rawa. dimana dalam penelitian ini semak belukar dan rawa termasuk dalam kelas lahan vegetasi bukan mangrove.



Gambar 3. Konversi mangrove menjadi lahan vegetasi bukan mangrove. a) tahun 1995-2000, b) tahun 2000-2005, c) tahun 2005-2010, d) tahun 2010-2015 dan e) 1995-2015

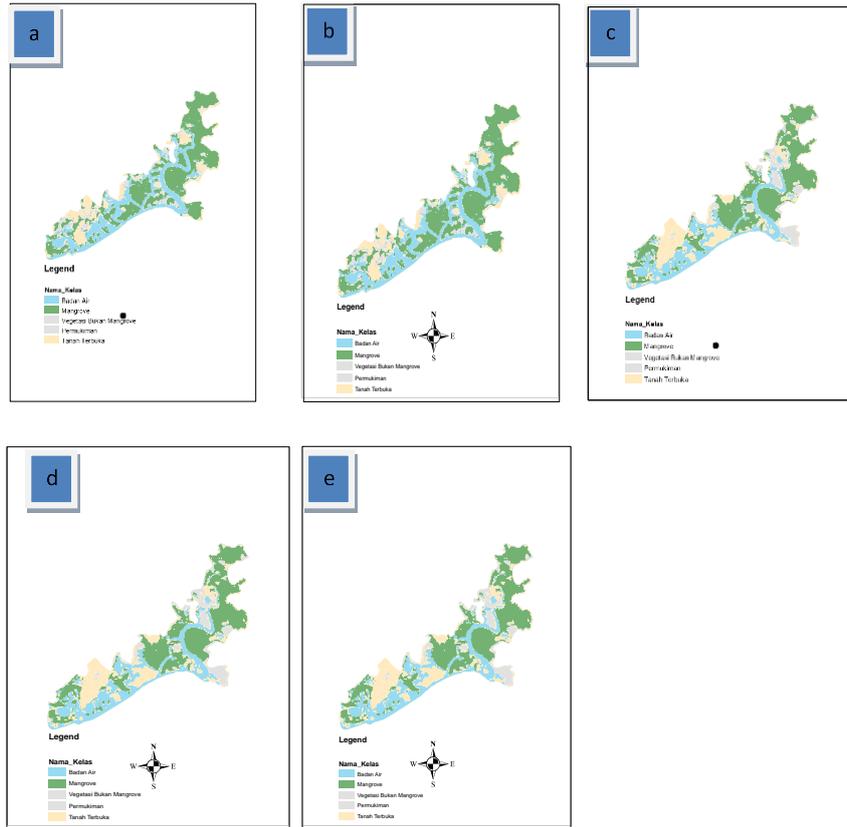
Tabel 3. Konversi mangrove menjadi lahan vegetasi bukan mangrove

Tahun	Konversi vegetasi bukan mangrove			
	Jumlah <i>Polygon</i>	Luas Min (ha)	Luas Max (ha)	Total luas (ha)
1995-2000	2	0,03	1,80	2,02
2000-2005	4	0,03	2,07	3,94
2005-2010	6	0,08	1,44	4,53
2010-2015	9	0,04	1,56	6,97
1995-2015	21	0,18	6,87	17,46

3.2 Konversi Menjadi Lahan Terbuka

Daratan ditandai dengan warna abu-abu dan badan air warna biru, hutan mangrove warna hijau, lahan terbuka warna kuning. Konversi menjadi lahan terbuka paling besar terjadi ditahun 1995 ke 2005 (Gambar 4). Tahun 1995 ke 2000 jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi lahan terbuka sebanyak 4 lokasi dengan luas min sebesar 0,02 ha dan luas max sebesar 0,31 ha. total luas konversi secara keseluruhan

sebesar 0,65 ha. Kemudian mengalami penurunan jumlah konversi ditahun 2000 ke 2005 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi lahan terbuka sebanyak 3 lokasi dengan luas min sebesar 0,07 ha dan luas max sebesar 0,98 ha. ditahun 2005 ke 2010 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi lahan terbuka sebanyak 4 lokasi dengan luas min sebesar 1,47 ha dan luas max sebesar 2,28 ha. ditahun 2010 ke 2015 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi lahan



Gambar 4. Konversi mangrove menjadi lahan terbuka; a) Tahun 1995-2000; b) Tahun 2000-2005; c) Tahun 2005-2010; d) Tahun 2010-2015; dan e) Tahun 1995-2015

Tabel 4. Konversi mangrove menjadi lahan terbuka

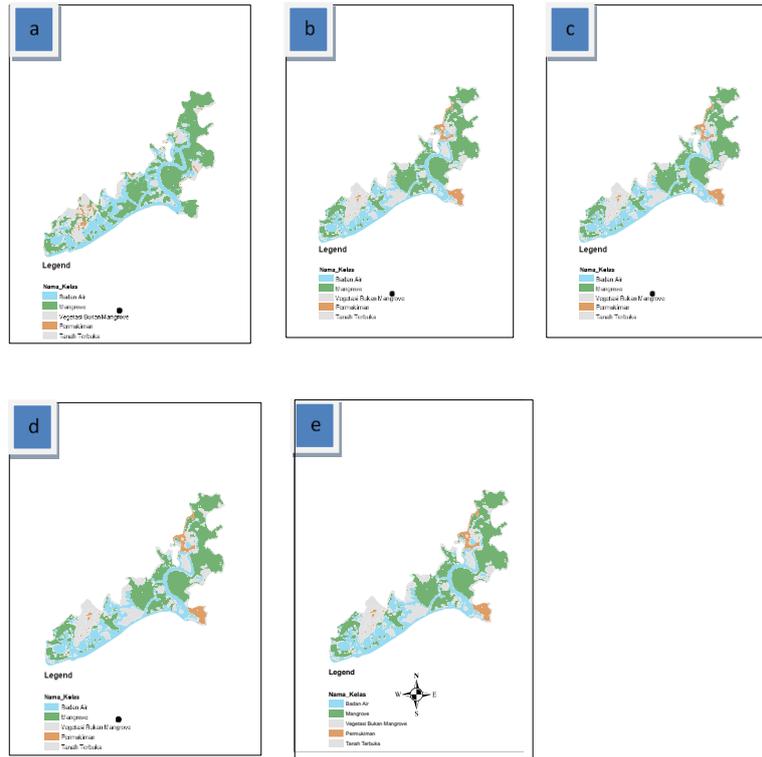
Tahun	Konversi Vegetasi Lahan Terbuka			
	Jumlah <i>Polygon</i>	Luas Min (ha)	Luas Max (ha)	Total luas (ha)
1995-2000	4	0,02	0,31	0,65
2000-2005	3	0,07	0,98	1,49
2005-2010	4	0,03	1,47	2,28
2010-2015	4	0,04	1,58	3,21
1995-2015	15	0,16	4,34	7,67

terbuka sebanyak 4 lokasi dengan luas min sebesar 0,04 ha dan luas max sebesar 1,58 ha. Total luas konversi secara keseluruhan sebesar 3,21 ha (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh pembukaan lahan terbuka ikan, tambak hudang dan tambak rumput laut. Kemudian menurun ditahun 2005 ke 2015 karena pembukaan lahan terbuka meluas (Mulyadi *et al.*, 2009) mengatakan bahwa kawasan mangrove sering

dialihkan fungsinya missal dijadikan tambak, lahan pertanian, atau dijadikan daerah pemukiman.

3.3 Konversi Menjadi Lahan Permkiman

Daratan ditandai dengan warna abu-abu dan badan air warna biru, hutan mangrove warna



Gambar 5. Konversi mangrove menjadi pemukiman; a) Tahun 1995-2000; b) Tahun 2000-2005; c) Tahun 2005-2010; d) Tahun 2010-2015; dan e) Tahun 1995-2015

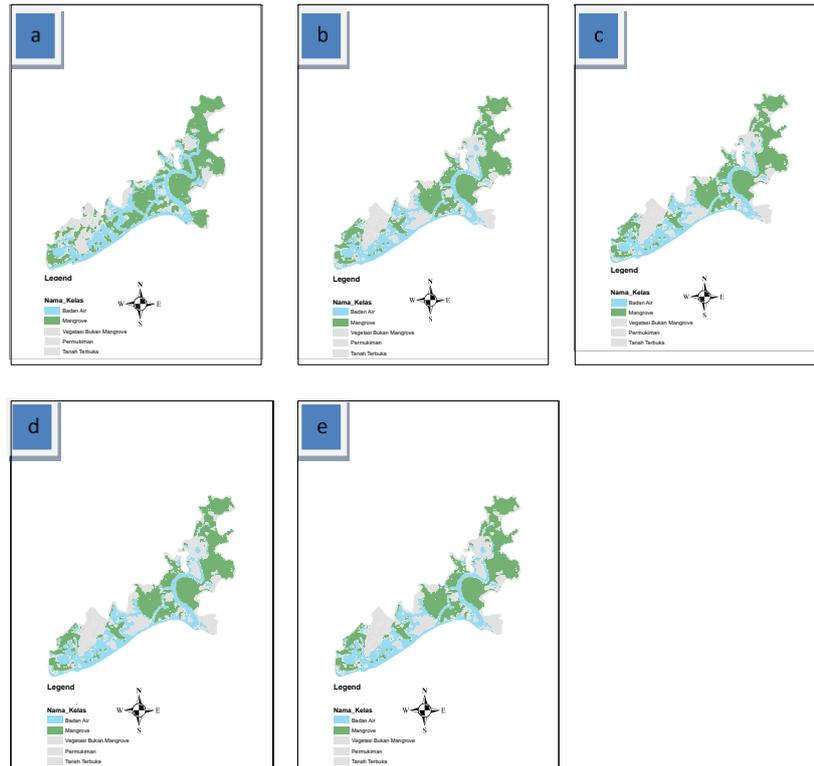
Tabel 5. Konversi Mangrove Menjadi Pemukiman

Tahun	Konversi Vegetasi Permukiman			
	Jumlah <i>Polygon</i>	Luas Min (ha)	Luas Max (ha)	Total luas (ha)
1995-2000	4	0,10	2,72	5,45
2000-2005	9	0,10	6,88	8,66
2005-2010	9	0,34	1,14	6,72
2010-2015	13	0,12	4,32	10,99
1995-2015	35	0,56	20,32	31,82

hijau, dan Konversi mangrove menjadi pemukiman ditandai dengan warna coklat. Konversi menjadi pemukiman semakin besar setiap tahun, yang paling terbesar terjadi ditahun 2005 ke 2010 (Gambar 5).

Tahun 1995 ke 2000 jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi permukiman sebanyak 4 lokasi dengan luas min sebesar 0,10 ha dan luas max sebesar 2,72 ha, total luas konversi secara keseluruhan sebesar 5,45 ha. Kemudian mengalami penurunan jumlah konversi

ditahun 2000 ke 2005 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi permukiman sebanyak 9 lokasi dengan luas min sebesar 0,10 ha dan luas max sebesar 6,88 ha. ditahun 2005 ke 2010 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi permukiman sebanyak 9 lokasi dengan luas min sebesar 0,34 ha dan luas max sebesar 1,14 ha. ditahun 2010 ke 2015 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi permukiman sebanyak 13 lokasi dengan luas min



Gambar 6. Konversi badan air; a) Tahun 1995-2005; b) Tahun 2005-2015; c) Tahun 1995-2015; dan d) Legenda

Tabel 6. Konversi mangrove menjadi badan air

Tahun	Konversi vegetasi Badan Air			
	Jumlah Polygon	Luas Min (ha)	Luas Max (ha)	Total luas (ha)
1995-2000	8	0,08	3,72	5,95
2000-2005	9	0,05	2,66	5,62
2005-2010	10	0,20	2,16	5,72
2010-2015	8	0,04	1,58	6,72
1995-2015	35	0,37	10.12	24.01

sebesar 0,12 ha dan luas max sebesar 4,32 ha. Total luas konversi secara keseluruhan sebesar 10,99 ha (Tabel 5).

Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan manusia yang semakin meningkat setiap tahunnya, dengan pertumbuhan yang semakin meningkat maka kebutuhan laha sebagai kawasan pemukiman akan semakin besar. Hal serupa terjadi di Kabupaten Seram Bagian Barat Maluku dimana hutan mangrove dieksploitasi oleh

masyarakat setempat untuk perluasan pemukiman (Debby, 2005).

3.4 Konvesi Badan Air

Daratan ditandai dengan warna abu-abu dan badan air warna biru, hutan mangrove warna hijau. Konversi menjadi badan air semakin besar setiap tahunnya, yang paling terbesar terjadi ditahun 2005 ke 2010 (Gambar 6).

Tahun 1995 ke 2000 jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi badan air sebanyak 8 lokasi dengan luas min sebesar 0,08

ha dan luas max sebesar 3,72 ha, total luas konversi secara keseluruhan sebesar 5,95 ha. Kemudian mengalami kenaikan jumlah konversi ditahun 2000 ke 2005 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi badan air sebanyak 9 lokasi dengan luas min sebesar 0,05 ha dan luas max sebesar 2,66 ha. ditahun 2005 ke 2010 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi badan air sebanyak 10 lokasi dengan luas min sebesar 0,2 ha dan luas max sebesar 8,16 ha. ditahun 2010 ke 2015 dengan jumlah polygon hutan mangrove yang dikonversi menjadi badan air sebanyak 8 lokasi dengan luas min sebesar 0,24 ha dan luas max sebesar 1,58 ha. Total luas konversi secara keseluruhan sebesar 6,72ha (Tabel 6). Hal ini di sebabkan oleh penebangan pohon mangrove di sepanjang perairan guna pembuatan tanggul tambak. Hal ini diperkuat oleh (Pariwono, 1999) yang mengatakan tanggul ditepi pantai akan rusak dan mengakibatkan air laut masuk kea rah daratan.

4. KESIMPULAN

Luas hutan mangrove pada tahun 1995 sebesar 208,53 ha, pada tahun 2000 sebesar 205,28 ha, tahun 2005 sebesar 151,05 ha, tahun 2010 sebesar 183,50 ha dan tahun 2015 sebesar 180,64 ha. Penurunan luas mangrove ditahun 1995 ke tahun 2000 sebesar 3,25 ha, tahun 2000 ke tahun 2005 sebesar 54,23 ha dan penambahan hutan mangrove ditahun 2005 ke 2010 sebesar 32,45 ha, kembali turun di tahun 2010 ke tahun 2015 sebesar 2,86 ha. Perubahan tutupan lahan hutan mangrove dan konversi hutan mangrove dari tahun 1995 sampai 2015 menjadi vegetasi bukan mangrove sebesar 6,97 ha, konversi lahan hutan mangrove menjadi tanah terbuka sebesar 3,21 ha, konversi lahan hutan mangrove menjadi pemukiman sebesar 10,99 ha dan konversi lahan hutan mangrove menjadi badan air sebesar 6,72 ha. Jadi dalam kurun waktu 20 tahun yaitu dari tahun 1995 sampai 2015 hutan mangrove mengalami penurunan sebesar 27,89 ha.

DAFTAR PUSTAKA

Adisasmita dan Raharjo. 2006. *Pembangunan Kelautan dan Kewilayahan*. Graha Ilmu. Yogyakarta

Ahmad U. 2005. *Pengelolaan Citra Digital dan Teknik Pemograman*. Jakarta (ID). Graha Ilmu

Andarzian., Bannayan, M., Steduto, P., Mazraeh,

H., Barati, M. E., dan Rahnama, A. 2011. Validasi dan pengujian aquacrop dibawah produksi gandum beririgasi penuh dan defisit di iran. *Agricultural Water Management*. 100(1). 1-8.

Deby, P.V. 2005. Analisis perubahan penutupan lahan mangrove di Kabupaten Seram Bagian Barat Maluku. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 1(1). 23-28.

Jaya, I.N.S. 2005. *Analisis Citra Digital : Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Laboratorium Inventarisasi Hutan. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

LAPAN. 2015. *Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8*. Jakarta: PUSFATJA.

Mulyadi, E., Fitriani, N. 2011. Konservasi Hutan Mangrove Sebagai Ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(1): 11-18.

Onrizal dan Cecep, K. 2008. *Studi Ekologi Hutan Mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara Biodiversitas*. 9 (1) : 25-29

Opa ET. 2010. Analisis Perubahan Luas Lahan Mangrove Di Kabupaten Pohuwato Propinsi Gorontalo dengan Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 6(2): 79-82.

Pamungkas, A. 2014. *Pemantauan Perubahan Penutup Lahan Wilayah Pesisir Pantai Banten*. Bogor: Universitas Pakuan.

Prahasta. 2008. *Remote Sensing: Praktis penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital dengan Perangkat Lunak ER Mapper*. Bandung (ID): Informatika Bandung.

Prameswari, AASR., Hariyanto, T., Sidik, F. 2015. *Analisis Indeks Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Satelit Alos Avnir-2 (Studi Kasus: Estuari Perancak, Bali)*. *Geoid*. 11(1): 40-45.

Pramudji. 2004. Penanganan Hutan Mangrove Di Kawasan Pesisir Indonesia Suatu Program Yang Sangat Mendesak. *Oseana*. 29(1): 19-26.

Putra, E. H. 2010. *Penginderaan Jauh Dengan ErMapper*. Manado, Graha Ilmu

Raharjo, P., Setiady, D., Zallesa, S. dan Putri, E. 2015. Identifikasi kerusakan pesisir akibat konversi hutan bakau (mangrove) menjadi lahan tambak di kawasan pesisir kabupaten Cirebon. *Jurnal Geologi Kelautan*. 13 (1): 9-23.

- Ramayanti, L. A., Yuwono, B.D. dan Awaluddin, M. 2015. Pemetaan tingkat lahan kritis dengan menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografi (studi kasus kabupaten blora). *Jurnal Geodesi Undip.* 4 (2): 200-207
- Somantri, L. 2008. Pemanfaatan teknik penginderaan jauh untuk mengidentifikasi kerentanan dan resiko banjir. *Jurnal Gea* 8: 20
- Spalding, M., Kainuma, M., Collins, L., 2010. *World Atlas of Mangroves*. Earthscan. London.