

PERUBAHAN LUAS HUTAN MANGROVE DI WILAYAH PANTAI INDAH KAPUK, JAKARTA UTARA
TAHUN 2010-2015

The Changing Mangrove Area at Pantai Indah Kapuk, North Jakarta in 2010 – 2015

Dwi Mulyaningsih, Ign. Boedi Hendrarto*), Max Rudolf Muskananfolo

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email : mulyaningsihdwi25@gmail.com

ABSTRAK

Pengamatan citra satelit untuk pemetaan mangrove di wilayah Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara pernah dilakukan pada tahun 2012. Sejak itu belum ada lagi informasi terbaru terkait hal tersebut. Oleh karena itu telah dilakukannya penelitian yang sama dengan menggunakan citra Landsat 7 dan citra Landsat 8 untuk mengetahui perubahan luas tutupan vegetasi mangrove di tahun 2010-2015. Metode klasifikasi citra untuk mengidentifikasi mangrove menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) *Maximum Likelihood*, selanjutnya dilakukan uji ketelitian citra dengan menggunakan matriks uji ketelitian yang mengacu pada Short (1982). Hasil penelitian menunjukkan selama kurun waktu tahun 2010-2015 terjadi pengurangan luas 38,79 ha (44%), penambahan 75,69 ha (87%) dan adanya daerah yang tetap 86,94 ha dengan akurasi ketelitian citra 85,71%.

Kata kunci: Perubahan Luas; Citra Landsat; Mangrove

ABSTRACT

Observation using satellite image for mangrove mapping at Pantai Indah Kapuk, North Jakarta had already been conducted in 2012. Since then there had been no further information related to it. Therefore, the same research was done by using Landsat 7 and Landsat 8 to know the change of mangrove vegetation cover area in 2010-2015. Image classification methods for identifying mangrove used the supervised classification Maximum Likelihood, then tested the accuracy images by using a precision test matrix that refers to Short (1982). The results showed that during the period of 2010-2015 there was 38,79 ha (44%) of reduction area, 75,69 ha (87%) of additional area and 86,94 ha of fixed area with 85,71% accuracy.

Keywords: Change of Area; Landsat Image; Mangrove

*) *Penulis penanggungjawab*

1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai hutan mangrove seluas 3.062.300 hektar pada tahun 2005, yang merupakan 19% dari total luas hutan mangrove di seluruh dunia (FAO, 2007). Seiring berjalannya waktu hutan mangrove mengalami perubahan luasan, perubahan luasan yaitu bertambahnya atau berkurangnya luasan hutan mangrove. Bertambahnya luasan hutan mangrove terjadi secara alami oleh mangrove dan lingkungan, maupun buatan hasil campur tangan manusia (Nybakken, 1992). Untuk menjamin kelestarian mangrove, dalam era saat ini dibutuhkan pengumpulan informasi yang efisien dalam inventarisasi mangrove dan monitoring lingkungan. Penginderaan jauh dapat dimanfaatkan dalam pemantauan vegetasi mangrove, hal ini didasarkan atas dua sifat penting yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau (klorofil) dan mangrove tumbuh di pesisir. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan kuat spektrum sinar hijau (Susilo, 2000).

Kawasan mangrove di pesisir utara Jakarta khususnya yang terdapat di Pantai Indah Kapuk merupakan kawasan ekosistem mangrove yang paling dekat dengan pusat pemukiman dan lokasi penelitian serta memiliki aksesibilitas baik dan masih mencerminkan ekosistem mangrove yaitu air payau, terpengaruh pasang surut, keanekaragaman jenis burung cukup tinggi dan terdapatnya populasi monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) (Setiawan, 2015).

Sebelumnya sudah ada penelitian mengenai perubahan luas tutupan vegetasi mangrove dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh di Pantai Indah Kapuk, Jakarta tahun 2001-2006, namun untuk saat ini data terbaru belum tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan luas tutupan vegetasi mangrove tahun 2010 sampai tahun 2015 di wilayah pesisir utara Jakarta khususnya di Pantai Indah Kapuk.

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara yang terdiri dari Hutan Lindung Angke Kapuk, Taman Suaka Margasatwa Muara Angke, Ekowisata Mangrove dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa alat dan data. Alat yang digunakan terdiri dari komponen perangkat keras (*hardware*) berupa laptop dengan spesifikasi: merek laptop SAMSUNG n series; perangkat lunak (*software*) *ER Mapper 7.0*, *ArcGIS 10.2*, *Microsoft Office 2010*, *Microsoft Excel 2010*; kamera; dan satu unit *Global Positioning System (GPS) Handheld* Garmin 76. Data yang digunakan terdiri dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25000 dengan nomer lembar 1209-434 dan 1209-443 yang dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG), citra satelit Landsat wilayah Jakarta (*path 122 row 64*) perekaman tahun 2010 dan 2015 hasil unduhan dari <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengolahan awal citra, pengambilan data di lapangan (*ground check*), pengolahan citra digital, analisis perubahan tutupan lahan dan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk mengkaji hasil-hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan di kawasan mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

a. Koreksi geometrik dan koreksi radiometrik

Pada penelitian ini, koreksi geometrik menggunakan metode *Image to Map Rectification* dengan acuan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25000 dengan nomer lembar 1209-434 dan 1209-443 dan banyaknya GCP yang dibuat sebanyak 4 titik, pemilihan GCP berdasarkan titik-titik atau obyek yang tidak mudah berubah dalam jangka waktu lama. Koreksi radiometrik dilakukan dengan cara menghilangkan bias tersebut, yaitu mengurangi keseluruhan nilai spektral pada saluran asli dengan nilai bias masing-masing.

b. Interpretasi visual citra

Interpretasi visual citra dilakukan untuk memberikan gambaran awal dalam survey lapangan, mengidentifikasi pola sebaran, penentuan jumlah kelas tutupan lahan dan macam kelas tutupan lahan yang ada di daerah penelitian. Dalam penelitian ini interpretasi visual citra dilakukan dengan menampilkan citra dalam format RGB (*Red Green Blue*) untuk menghasilkan warna komposit. Komposit warna yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kombinasi band yang mengacu pada standar dari Departemen Kehutanan untuk analisis hutan dan vegetasi, yaitu band 5-4-3 pada citra Landsat 7 tahun 2010 dan kombinasi band 5-6-4 pada citra Landsat 8 tahun 2015

c. *Ground check*

Kegiatan *ground check* dilakukan untuk mendapatkan beberapa informasi, yaitu informasi mengenai keadaan tutupan lahan yang sebenarnya di lapangan dan juga titik-titik koordinat dari tutupan lahan tersebut.

Pengambilan titik-titik koordinat tersebut dilakukan dengan bantuan alat GPS (*Global Positioning System*) dan pemilihan lokasinya berdasarkan keterwakilan lokasi kajian yang sesuai dengan hasil interpretasi citra secara umum. Selain itu juga dilakukan pengambilan gambar tiap-tiap penutupan lahan. Jumlah titik yang diambil sebanyak 70 titik koordinat.

d. Klasifikasi citra

Penelitian ini menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*), dimana analisis perlu membuat area contoh (*training area*) pada masing-masing kelas terlebih dahulu untuk mendapatkan karakteristik piksel masing-masing kelas yang kemudian dikelompokkan berdasarkan karakteristik nilai piksel tersebut. Pengelompokan tutupan lahan didasarkan pada hasil interpretasi visual yang telah direklasifikasi dan cek lapangan. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Kelas klasifikasi terdiri dari 3 kelas yaitu perairan, mangrove dan daratan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis citra digital

Analisis citra dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pra pengolahan data citra, pengambilan data lapangan (*ground check*), pemrosesan inti data citra, dan pemrosesan akhir data citra. Data ketelitian geometrik yang dilakukan seperti tersaji pada Tabel 1:

Tabel 1. Koreksi geometrik

No.	Citra	GCP (Ground Control Point)	RMS (Root Mean Square)	Rata-rata RMS
1.	Landsat 7 tahun 2010	1	0,02	0,03
		2	0,04	
		3	0,01	
		4	0,05	
2.	Landsat 8 tahun 2015	1	0,01	0,02
		2	0,02	
		3	0,02	
		4	0,02	

Hasil uji ketelitian dapat dilihat dalam Tabel 2-3:

Tabel 2. Matriks kesalahan citra tahun 2015

2015	Mangrove	Daratan	Perairan	Σ	<i>Producer's accuracy</i> (%)	<i>User's accuracy</i> (%)
Mangrove	32	2	3	37	91,43	86,49
Daratan	2	18	1	21	85,71	85,71
Perairan	1	1	10	12	71,43	83,33
Σ	35	21	14	70		
<i>Overall accuracy</i>				85,71%		

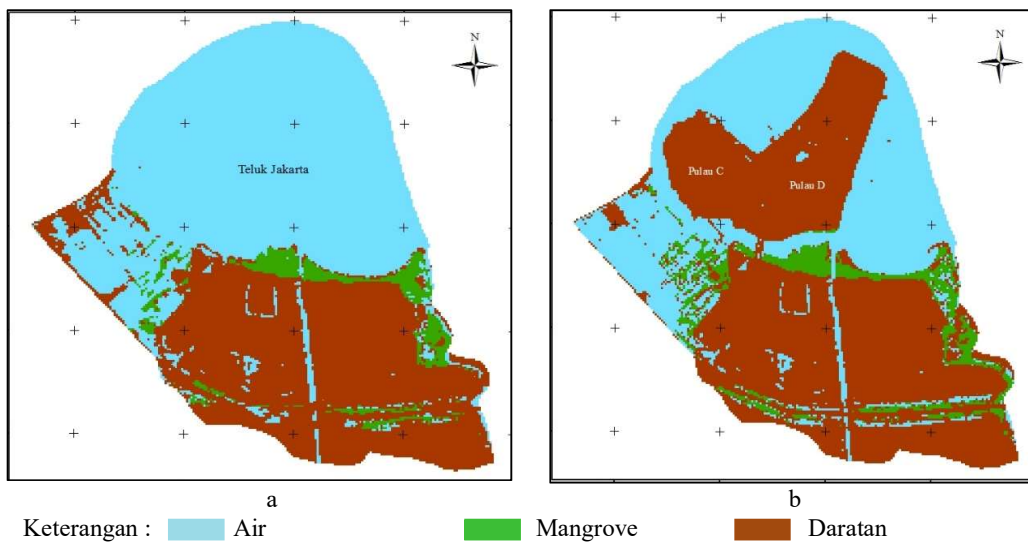
Tabel 3. Matriks kesalahan citra tahun 2010

2010	Mangrove	Daratan	Perairan	Σ	<i>Producer's accuracy</i> (%)	<i>User's accuracy</i> (%)
Mangrove	23	1	2	26	82,14	88,46
Daratan	2	19	1	22	90,47	86,36
Perairan	3	1	18	22	85,71	81,82
Σ	28	21	21	70		
<i>Overall accuracy</i>				85,71%		

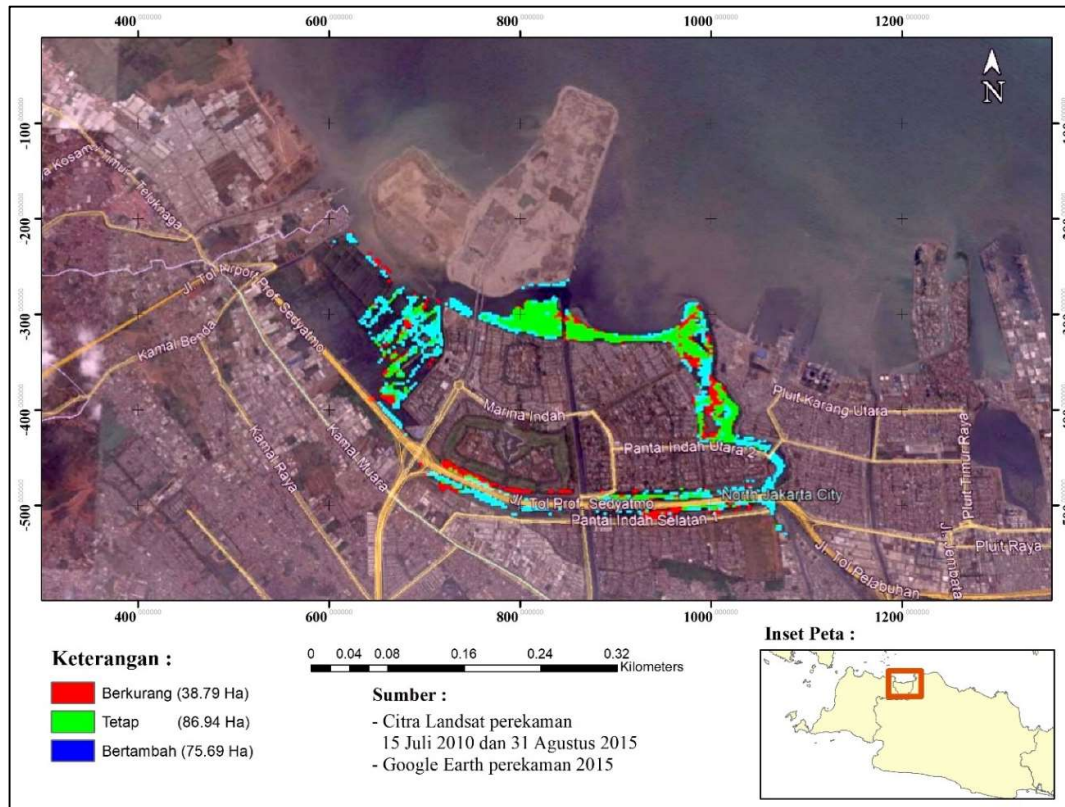
Producer's accuracy menggambarkan homogenitas dan ketepatan kisaran area contoh (*training area*) yang diambil untuk mewakili kategori pada masing-masing kelas klasifikasi penggunaan lahan. *User's accuracy* menggambarkan ketepatan antara area contoh (*training area*) yang diberi kategori kelas tertentu dengan kelas sebenarnya di lapangan. Nilai *producer's accuracy* yang didapatkan untuk tahun 2015 pada kelas mangrove sebesar 91.43% dan untuk tahun 2010 sebesar 82,14%, hal ini berarti adanya kesalahan terlalu melebar atau terlalu menyempitnya beberapa piksel yang dikategorikan sebagai kelas mangrove tidak terlalu besar. Nilai *user's accuracy* yang didapatkan untuk tahun 2015 pada kelas mangrove sebesar 86,49% dan untuk tahun 2010 sebesar 88,46%, hal ini berarti hasil klasifikasi kelas mangrove dengan kelas sebenarnya di lapangan memiliki kecocokan tertinggi dibandingkan dengan kelas lainnya. Nilai ketelitian keseluruhan klasifikasi (*overall accuracy*) untuk kedua citra didapatkan nilai 85,71%. Berdasarkan hasil dari nilai-nilai yang didapatkan tersebut menggambarkan kelas mangrove yang terklasifikasi pada citra yang diuji dapat diterima. Pengelompokan menggunakan klasifikasi terbimbing dengan metode *maximum likelihood* dan pemberian 3 kelas yaitu mangrove, daratan, dan perairan.

Analisa mangrove dengan Citra Landsat

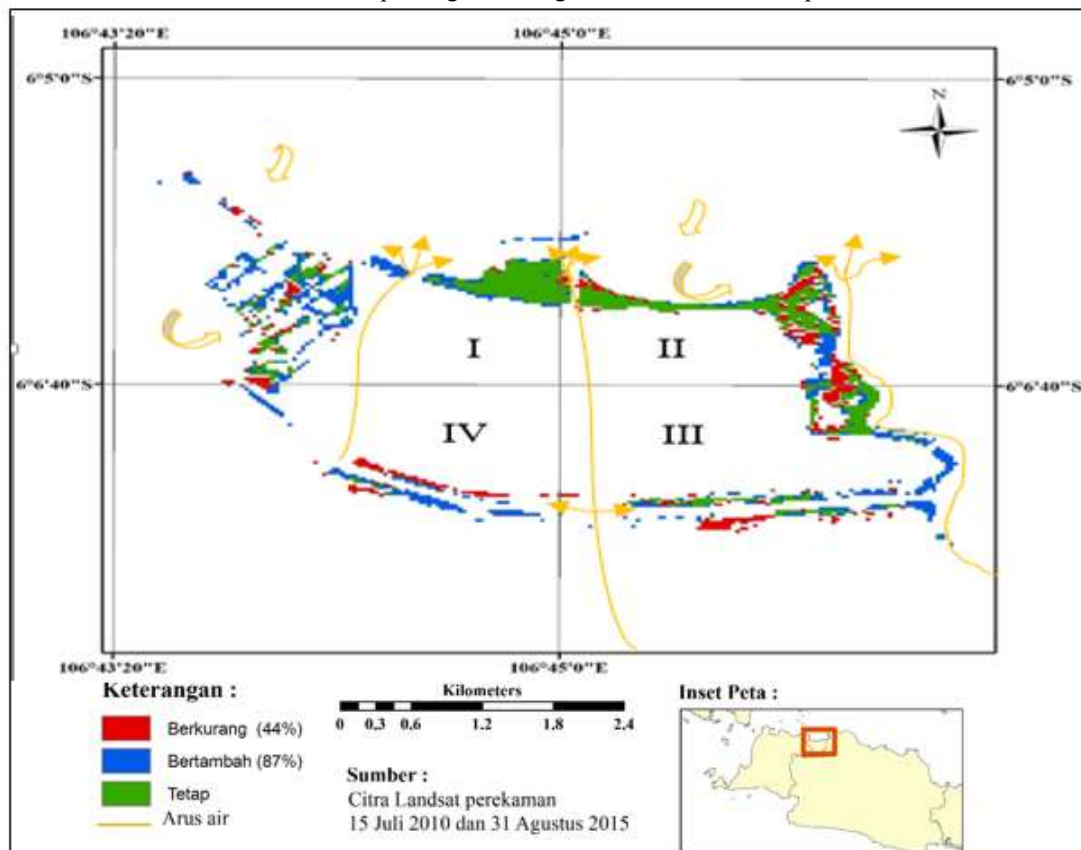
Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui pengamatan analisa citra Landsat tahun 2010 dan tahun 2015 dapat terlihat perubahan penutupan lahan hutan mangrove di wilayah penelitian. Adapun hasil tersebut dapat terlihat pada Gambar 1-3:



Gambar 1. Hasil klasifikasi Landsat tahun 2010 (a) dan tahun 2015 (b)



Gambar 2. Perubahan luas tutupan vegetasi mangrove di Pantai Indah Kapuk Tahun 2010-2015



Gambar 3. Persentase perubahan luas tutupan vegetasi mangrove di Pantai Indah Kapuk Tahun 2010-2015

Pada Gambar 2-3 dapat terlihat terjadi penambahan dan pengurangan jumlah luasan tutupan vegetasi mangrove yang salah satunya disebabkan oleh alih fungsi lahan yang semula lahan pertambakan dirubah menjadi lahan mangrove. Pengalih fungsian lahan dapat berdampak positif dan negatif bagi lingkungan, dimana dampak positif tersebut dapat terjadi karena adanya penataan ruang yang baik dan tepat. Perubahan lahan tambak menjadi lahan mangrove yang berada tepat di garis pantai merupakan suatu langkah positif untuk dapat melindungi daratan dari abrasi, disamping itu mangrove merupakan salah satu sumberdaya alam yang berperan sebagai sabuk hijau dan berpengaruh dalam menciptakan keseimbangan biologis lingkungan pesisir. Seperti yang tertuang dalam PERMEN Kehutanan No. P. 03/MENHUT-V/2004 menyebutkan bahwa, hutan mangrove merupakan jalur hijau daerah pantai yang mempunyai fungsi ekologis dan sosial ekonomis.

Berdasarkan Gambar 2-3 dapat terlihat pada bagian I penambahan tutupan vegetasi mangrove terlihat lebih mendominasi, hal ini dimungkinkan karena letaknya yang berhadapan dengan laut sehingga terjadi pergantian air laut secara berkala yang berpengaruh juga terhadap kandungan unsur hara yang dibawanya. Pada bagian II terlihat adanya penambahan, pengurangan dan penambalan tutupan vegetasi mangrove yang hampir dapat dikatakan seimbang karena pengurangan tutupan vegetasi yang ada dibarengi dengan penambahan tutupan vegetasi, dapat diperkirakan salah satu penyebab pengurangan tutupan vegetasi tersebut sebagai salah satu upaya pembukaan lahan jalan setapak untuk para wisatawan mengingat lokasi tersebut merupakan salah satu destinasi wisata alam yang ada di Jakarta. Pada bagian III terlihat adanya penambahan tutupan vegetasi (sisi sungai kamal), hal ini diduga bahwa pada lokasi tersebut memiliki tipe tanah dan suplai air yang cukup baik untuk pertumbuhan mangrove, disamping itu juga sungai kamal merupakan salah satu muara sungai besar yang ada di Jakarta. Mangrove mampu tumbuh dengan baik pada muara sungai besar atau delta melalui proses sedimentasi sehingga membantu kolonisasi mangrove baru (Hogart, 2015). Pada bagian IV terlihat adanya penambahan dan pengurangan tutupan vegetasi yang lebih mendominasi, dimana penambahan dan pengurangan tutupan vegetasi tersebut berada di sisi tol sedyatmo, dapat diperkirakan pengurangan tutupan vegetasi mangrove yang terlihat akibat bukaan lahan untuk jalan dimana pada titik tersebut berdekatan dengan pemukiman dan pada titik yang terlihat adanya penambahan tutupan vegetasi mangrove itu merupakan lokasi budidaya bibit mangrove. Menurut Matthijs *et al.* (1999), terbentuknya zonasi mangrove dapat disebabkan oleh faktor substrat seperti kandungan sulfida dan tingkat salinitas. Perbedaan kandungan sulfida dan salinitas dapat disebabkan oleh frekuensi penggenangan dan banyaknya kandungan zat organik yang terdapat di suatu lokasi. Selain itu menurut Santoso (2012), zonasi mangrove dapat dipengaruhi oleh tingginya sedimentasi dan perubahan habitat. Sedimentasi berkaitan dengan proses reproduksi mangrove yang memerlukan kondisi lingkungan yang cocok untuk penyebaran propagul.

Penambahan luasan tutupan vegetasi mangrove salahsatunya dapat diduga karena mangrove dapat mengikat sedimen sehingga terjadi penambahan daratan pada sekitar daerah tersebut, hal ini diperkuat dengan pernyataan Nontji (2005), yang menyatakan bahwa akar-akar mangrove dapat menahan lumpur hingga lahan mangrove bisa tumbuh ke luar dan mempercepat terbentuknya tanah timbul. Selain itu, penambahan luasan tutupan vegetasi mangrove disebabkan karena berhasilnya *propagul* yang hidup menjadi pohon mangrove. Selanjutnya Noor *et al.* (2012), menyatakan bahwa kemampuan mangrove untuk mengembangkan wilayahnya ke arah laut merupakan salah satu peran penting mangrove dalam pembentukan lahan baru. Akar mangrove mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur, pohonnya mampu mengurangi energi gelombang dan memperlambat arus, sementara vegetasi secara keseluruhan dapat merangkap sedimen. Secara umum mangrove dapat memperbaiki kondisinya secara alami jika kondisi normal hidrologi tidak terganggu dan ketersediaan biji dan bibit serta jaraknya tidak terganggu atau terhalangi (Lewis dan Streever, 2007). Terdapat tiga parameter lingkungan yang dapat menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan mangrove, yaitu: (1) suplai air tawar dan salinitas, dimana ketersediaan air tawar dan konsentrasi kadar garam (salinitas) mengendalikan efisiensi metabolisme dari ekosistem hutan mangrove. Ketersediaan air tawar tergantung pada frekuensi dan volume air pertukaran pasang surut, dan tingkat evaporasi ke atmosfer. (2) Pasokan nutrient: pasokan nutrient bagi ekosistem mangrove ditentukan oleh berbagai proses yang saling terkait, meliputi ion-ion mineral an organik dan bahan organik serta pendaurulangan nutrient (Dahuri *et al.*, 1996).

Jenis mangrove

Jenis mangrove di Pantai Indah Kapuk, Jakarta terdiri dari beberapa lokasi utama sebagai daerah kajian, yaitu: Suaka Margasatwa Muara Angke, Hutan Lindung, Kawasan Ekowisata Mangrove dan Taman Wisata Alam (TWA) Angke Kapuk. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian dan Kehutanan DKI Jakarta setra Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA) DKI Jakarta tahun 2013 tercatat beragam jenis mangrove di lokasi penelitian diantaranya:

TWA Angke Kapuk:

1. *Sonneratia caseolaris*;
2. *Rhizophora mucronata*;
3. *R. apiculata*;
4. *R. stylosa*;
5. *Avicennia marina*;
6. *A. alba*;
7. *Bruguiera gymnorrhiza*; dan
8. *Xylocarpus granatum*.

Hutan Lindung:

1. *Avicennia marina*;
2. *A. officinalis*;
3. *Bruguiera gymnorrhiza*;
4. *Cerbera manghas*;
5. *Rhizophora apiculata*;
6. *R. mucronata*;
7. *R. stylosa*;
8. *Sonneratia caseolaris*; dan
9. *Xylocarpus moluccensis*;

Suaka Margasatwa Muara Angke:

1. *Avicennia marina*;
2. *Sonneratia caseolaris*;
3. *Rhizophora mucronata*;
4. *Nypa fruticans*;
5. *Excoecaria agallocha*;
6. *Terminalia cattapa*; dan
7. *Hibiscus tiliaceus*.

Ekowisata Mangrove:

1. *Sonneratia alba*;
2. *Bruguiera cylindrical*;
3. *Xylocarpus granatum*;
4. *Rhizophora mangle*; dan
5. *Nypa fruticans*.

Jenis mangrove yang ada di wilayah Pantai Indah Kapuk, Jakarta tidak jauh berbeda dengan jenis mangrove yang ada di wilayah Tapak, Semarang. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Martuti (2013) jenis mangrove yang ada di wilayah Tapak, Semarang terdiri dari *Avicennia alba*, *A. marina*, *Bruguiera cylindrical*, *B. gymnorrhiza*, *Ceriops decandra*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Xylocarpus mollucensis*. Jika dibandingkan dengan komposisi jenis mangrove pada ke dua wilayah tersebut, maka jenis mangrove yang berada di lokasi studi termasuk cukup beragam. Vegetasi mangrove cenderung tumbuh dalam zona-zona tertentu dan berkaitan erat dengan tipe tanah dan keadaan pasang surut yaitu untuk daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat berpasir sering ditumbuhi oleh *Avicennia* sp. pada zona ini biasa berasosiasi *Sonneratia* sp. yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik. Lebih ke arah darat hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora* sp. dan dapat pula dijumpai jenis *Bruguiera* sp. dan *Xylocarpus* sp., zona berikutnya didominasi *Bruguiera* sp. dan pada zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan daratan rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa fruticans* dan beberapa spesies palem lainnya. Zona tersebut akan berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya tergantung dari keadaan tempatnya (Bengen, 2002). Kartawinata dan Waluyo (1977), menyatakan bahwa faktor utama yang menyebabkan adanya zonasi di hutan mangrove adalah sifat-sifat tanah bukan hanya faktor salinitas.

Keanekaragaman jenis dan pertumbuhan mangrove diantaranya dipengaruhi oleh suplai air tawar dari sungai yang bermuara ke laut serta kesesuaian habitat setiap jenis terhadap iklim dan kondisi geografis pesisir (Duke *et al.*, 1998). Kondisi hutan mangrove di wilayah Pantai Indah Kapuk, Jakarta berada di kawasan pesisir yang memungkinkan tersedianya air tawar dan air asin yang cukup baik di wilayah tersebut. Suplai air tawar berasal dari saluran banjir kanal barat, cengkareng drain, waduk, kali kamal dan suplai air asin berasal dari laut jawa yang berada di sebelah utara lokasi studi. Keanekaragaman jenis mangrove yang tumbuh di Pantai Indah Kapuk, Jakarta cukup tinggi, hal ini menandakan bahwa ekosistem mangrove yang berada di lokasi tersebut tidak mengalami tekanan lingkungan, seperti dijelaskan oleh Suwondo *et al.* (2006), yang menyatakan bahwa rendahnya keanekaragaman menandakan ekosistem mengalami tekanan atau kondisinya mengalami penurunan.

Pengaruh adanya pulau reklamasi terhadap pertumbuhan mangrove

Adanya pulau reklamasi di bagian depan hutan mangrove yang berhadapan langsung dengan laut tidak akan mengganggu atau bahkan merusak ekosistem mangrove yang telah ada, jika keberadaan pulau reklamasi tersebut tidak menghalangi masuknya pasokan air laut menuju area mangrove. Dengan desain pulau reklamasi yang ramah lingkungan khususnya untuk pertumbuhan mangrove maka hal tersebut tidak akan menggagu pertumbuhan mangrove, disamping itu akan menimbulkan hal positif yang mana mangrove akan dengan sendirinya tumbuh disepanjang sisi pulau reklamasi. Kedepannya dengan adanya mangrove yang tumbuh disepanjang sisi pulau reklamasi maka akan menguntungkan para nelayan, karena akan ada banyaknya ikan dan crustacean di lokasi sekitar mangrove tumbuh.

Secara umum mangrove dapat memperbaiki kondisinya secara alami jika kondisi normal hidrologi tidak terganggu dan ketersediaan biji dan bibit serta jarak tidak terganggu atau terhalangi (Kusmana, 2005). Hutan mangrove terbentuk karena adanya perlindungan dari ombak, masukan air tawar dan sungai, sedimentasi dan aliran air pasang surut (Setyawan dan Winarno, 2006).

4. KESIMPULAN

Tutupan vegetasi mangrove di kawasan Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara tahun 2010 sampai tahun 2015 mengalami perubahan luasan yang terdiri dari pengurangan sebesar 38,79 Ha (44%); penambahan sebesar 75,69 Ha (87%) dan daerah yang tetap 86,94 Ha dengan akurasi ketelitian citra 85,71%. Terlihat adanya penambahan tutupan vegetasi mangrove di Taman Wisata Alam Angke Kapuk, sungai angke dan ujung Pulau D (salah satu pulau reklamasi) yang letaknya berhadapan dengan Hutan Lindung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G. 2002. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya. PKSPL-IPB, Bogor, 55 p.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Laut Secara Terpadu. Pradnya Paramita, Jakarta, 305 p.
- Duke, N.C., M C. Ball and J.C. Ellison. 1998. Factors Influencing Biodiversity and Distributional Gradients in Mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1): 27-47.
- Food and Agricultural Organization. 2007. The World's Mangroves 1980-2005, A Thematic Study Prepared in The Framework of The Global Forest Resources Assessment 2005. <http://www.fao.org/> (8 Juni 2017).
- Hogart, J. P. 2015. *The Biology of Mangrove and Sea Grass*. 3rded., Oxford University Press, UK, 304 p. <https://books.google.co.id/> (8 Juni 2017).
- Kartawinata, K. dan E. B. Waloyo. 1977. A Preliminary Study of the Mangrove Forest on Pulau Rambutan, Jakarta Bay. *Marine Research in Indonesia*, 18: 119-129.
- Kementerian Kehutanan. 2004. PERMEN Kehutanan No. P. 03/MENHUT-V Tahun 2004 tentang Pedoman Pembuatan Taman Rehabilitasi Hutan Mangrove Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Jakarta.
- Kusmana, C., S. Takeda dan H. Watanabe. 1995. Litter Production of a Mangrove Forest in East Sumatera, Indonesia. *Dalam: Prosiding Seminar V: Ekosistem Mangrove Tanggal 3-6 Agustus 1994*. MAB-LIPI, Jakarta, pp. 247-265.
- Lewis, R. R. dan B. Streever. 2007. Restorasi Mangrove Berwawasan Lingkungan. MAP, Indonesia, 8 hlm. (diterjemahkan oleh T. L. Hakim). <https://cmsdata.iucn.org/> (10 Juni 2017).
- Martuti, M. K. T. 2013. Keanekaragaman Mangrove di Wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang. *Jurnal MIPA*, 36 (2): 123-130.
- Matthijs, S., J. Tack, D. van Speybroeck and N. Koedam. 1999. Mangrove Species Zonation and Soil Redox State, Sulphide Concentration and Salinity in Gazi Bay (Kenya), a Preliminary Study. *Mangroves and Salt Marshes* Kluwer Academic Publisher, 3(1):243-249. <https://www.researchgate.net/> (10 Juni 2017).
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Ed 5, Djambatan, Jakarta, 372 hlm.
- Noor, Y. R., M. Khazali dan I. N. N. Suryadiputra. 2012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Ed. 3, PHKA/WI-IP, Bogor, 220 hlm. <https://www.mangrovesforthefuture.org/> (10 Juni 2017).
- Nybakken, J W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 459 hlm. (diterjemahkan oleh M. Eidman, Koeseobiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo).
- Santoso, N. 2012. *Arahan Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Kawasan Mangrove Berkelanjutan di Muara Angke Daerah Khusus Ibukota Jakarta*. [Disertasi]. Sekolah Pasca Sarjana, Institute Pertanian Bogor, Bogor, 83 hlm. repository.ipb.ac.id/ (25 Mei 2017).
- Setiawan, D. 2015. *Valuasi Ekonomi Kawasan Hutan Mangrove Muara Angke Jakarta: Perbandingan Hasil Penelitian 2002 dan 2012*. <http://www.academia.edu/> (5 Mei 2017).
- Setyawan, A. D. dan K. Winarno. 2006. Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya. *Jurnal Biodiversitas*, 7:282-291.
- Susilo, S.B. 2000. *Penginderaan Jauh Terapan*. IPB Press, Bogor.
- Suwondo, E., Febrita, dan F. Sumanti. 2006. Struktur Komunitas Gastropoda di Hutan Mangrove di Pulau Sipora. *Jurnal Biogenesis*, 2(1):25-291.