



ANALISIS PERUBAHAN LUAS MANGROVE BERDASARKAN CITRA SATELIT IKONOS TAHUN 2004 DAN 2010 DI KECAMATAN MLONGGO, TAHUNAN DAN KEDUNG KABUPATEN JEPARA JAWA TENGAH

Afirman Karyono^{*)}, Rudhi Pribadi, Muhammad Helmi

Progam Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698
Email: karyonoafirman@yahoo.com

ABSTRAK

Mangrove sebagai salah satu ekosistem mempunyai banyak peran bagi keseimbangan ekosistem pesisir, namun keberadaan mangrove saat ini tertekan oleh berbagai hal yang mengakibatkan kerusakan. Hal ini terjadi pula di Kabupaten Jepara, beberapa faktor kerusakan yang terjadi di kabupaten ini diantaranya aktivitas masyarakat berupa konversi hutan mangrove menjadi tambak, pemukiman serta penebangan liar. Saat ini kegiatan rehabilitasi sudah dilakukan di beberapa tempat di Kabupaten Jepara, namun seberapa jauh hasilnya belum diketahui. Maka dari itu, perlu adanya kegiatan untuk mengetahui perubahan luas mangrove yang terjadi. Tujuan penelitian untuk mengetahui perubahan luas mangrove berdasarkan citra Satelit IKONOS tahun 2004 dan 2010 di Kecamatan Mlonggo, Tahunan dan Kedung. Metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan keadaan daerah penelitian dengan membandingkan data lapangan dan proses interpretasi. Citra satelit yang telah terdigitasi di *Overlay* untuk mengetahui perubahan luas mangrove. Data Mangrove menggunakan transek kuadrat dengan plot berukuran 10m x 10m untuk pohon, 5m x 5m *sapling* dan 1m x 1m *seedling*. Hasil penelitian diketahui area luas mangrove bervariasi, mengalami penambahan dan pengurangan selama kurun waktu 2004-2010, namun jika diambil selisih antara luas area yang bertambah (5,959 ha) dan berkurang (5,294 ha), maka didapatkan nilai penambahan luas mangrove sebesar 0.665 ha. Luas total mangrove tahun 2004 yaitu 37,444 ha dan 38,098 ha di tahun 2010. Komposisi mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian terdiri atas 20 spesies, dengan dominasi *Rhizophora* sp.

Kata Kunci : Mangrove; IKONOS; Perubahan Luas.

ABSTRACT

Mangrove as one of coastal ecosystem has plenty of role on coastal stability, but the current condition even though of mangroves ecosystem is Java, including Jepara destructed by many reasons mostly human activities such as. Conversion of mangrove forests to ponds, settlements and illegal logging. Rehabilitation was conducted in some places. therefore, there is a need of review the changes. The purpose of this study to determine the mangrove area changes based on IKONOS satellite imagery of 2004 and 2010 in the District Mlonggo, Tahunan and Kedung, Jepara. Descriptive method is used to describe the state of research areas by comparing the field data and interpretation process. Satellite images have been digitized in overlay to know the changes at mangrove area. Ground check was conducted the field using the quadratic sampling plots of 10m x 10m to for tree, 5m x 5m for sapling and 1m x 1m for seedling. The results were increase that the between period of 2004 to 2010. However, the mangrove area increased 5,959 ha and reduced 5,294 ha and so there was in general 0.665 ha increased. The total area at mangrove in 2004 37,444 ha and in 2010 was variously 38,098 ha. There were at least 20 species in the research area and *Rhizophora* sp was the most dominant species.

Keywords : Mangrove; IKONOS; Area Changes.

^{*)}Penulis penanggung jawab



PENDAHULUAN

Mangrove merupakan suatu komunitas yang hidup di daerah berlumpur yang masih dipengaruhi oleh adanya pasang surut air laut. Komunitas ini banyak dijumpai di sepanjang delta, estuaria, laguna yang terlindung serta ditemukan juga sepanjang tepi sungai. Sering tumbuh dalam tegakan padat dengan sistem perakaran yang kompleks, didominasi tumbuhan berhabitus pohon dan semak (Tomlinson, 1994; Nybakken, 1993; Kitamura *et al.*, 1997).

Mangrove sebagai salah satu komponen ekosistem pesisir memegang peranan yang penting, beberapa peranan atau fungsi tersebut seperti fungsi fisik, kimia, biologi serta fungsi ekonomi (Kathiresan, 2001; MIC, 2009 *dalam* Kurniawan 2011; Saporinto, 2007).

Kabupaten Jepara sebagai bagian dari Provinsi Jawa Tengah mempunyai wilayah pesisir yang memiliki ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove di Kabupaten ini dibagi menjadi dua, yaitu ekosistem yang berada di daratan utama Pulau Jawa serta yang berada di Kepulauan Karimun Jawa. Sebagaimana kondisi mangrove di Pantai Utara Jawa pada umumnya, kondisi mangrove di Kabupaten ini juga tidak dapat terhindar dari berbagai tekanan yang mengakibatkan kerusakan. Beberapa faktor diantaranya karena aktivitas masyarakat berupa konversi hutan mangrove menjadi tambak dan pemukiman serta penebangan liar.

Upaya rehabilitasi ekosistem mangrove masih terus dilakukan baik oleh pemerintah, swasta, akademisi serta masyarakat secara swadaya. Dengan adanya kegiatan ini, maka perlu dilakukan

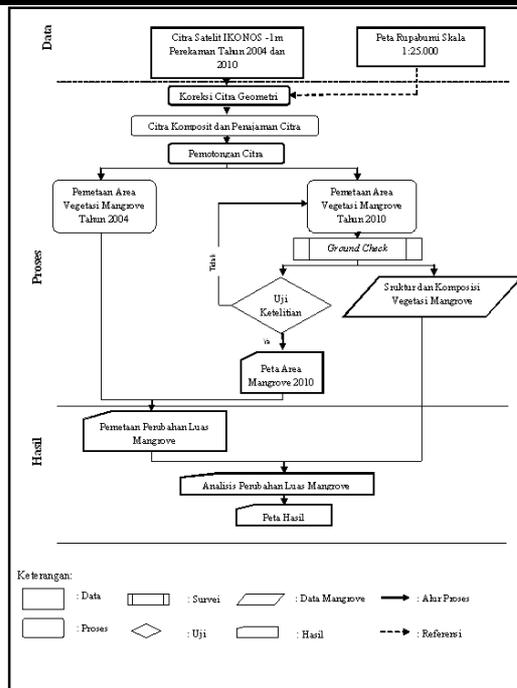
upaya pengelolaan yang sesuai agar dapat diketahui tingkat keberhasilan dari rehabilitasi, serta berapa perubahan luas mangrove yang terjadi, sehingga akan diketahui luas area mangrove yang ada saat ini. Atas dasar tersebut maka bentuk pengelolaan berbasis data spasial sangat dibutuhkan. Hal ini dikarenakan sifat dari data spasial yang kontinu dan berulang sehingga dapat dikoreksi serta dirubah dari waktu ke waktu dengan mudah dan cepat. serta mampu mencangkup wilayah yang luas dengan biaya yang murah.

Atas dasar tersebut, maka perlu dilakukan suatu studi tentang perubahan luas mangrove di Kabupaten Jepara. Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan analisis perubahan luas mangrove yang terjadi di Kecamatan Mlonggo, Tahunan dan Kedung Kabupaten Jepara berdasarkan citra Satelit IKONOS tahun 2004 dan 2010.

MATERI DAN METODE

Materi dalam penelitian ini Data primer yang digunakan yaitu citra Satelit IKONOS tahun 2004 dan 2010 dan data vegetasi mangrove di kawasan Ujung Piring, Teluk Awur dan Tanggul Tlare Kabupaten Jepara tahun 2011. Data pendukung meliputi data vegetasi mangrove Ujung Piring, Teluk Awur dan Tanggul Tlare (DKP Jateng, 2011).

Metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini, dalam Penelitian ini menggambarkan perubahan luas vegetasi mangrove. Tahapan pengolahan data citra satelit dari awal (pengolahan data) hingga menjadi sebuah peta dapat dilihat dalam gambar diagram alir dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengolahan Data Citra

Proses ini dilakukan rektifikasi citra yang belum terkoreksi dengan berpedoman pada Peta Rupabumi Indonesia skala 1:25.000 yang diterbitkan Badan Informasi Geospasial (BIG). Rektifikasi dilakukan dengan membuat 35 titik kontrol acuan koordinat (GPC). Proses ini mendapatkan nilai *RMS error* sebesar 0.041.

2.1.1 Citra Komposit, Penajaman Citra dan Pemotongan Citra

Kegiatan ini dilakukan untuk memberikan kenampakan dan kontras citra yang lebih baik, sedangkan pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian, agar fokus objek terlihat jelas dan memudahkan proses selanjutnya.

2.1.2 Pemetaan Area Mangrove

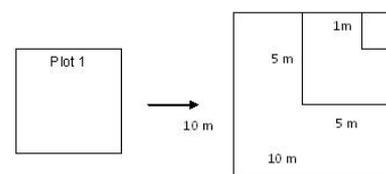
Pemetaan area mangrove dilakukan dengan cara visualisasi digital dari citra satelit berdasarkan kenampakan objek penelitian (mangrove). Proses interpretasi kenampakan objek pada citra satelit menggunakan beberapa kunci interpretasi, antara lain rona/warna, ukuran, bentuk, situs (letak terhadap lingkungan) dan tekstur dari objek.

2.2 Data Lapangan

Ground check dilakukan untuk mengoreksi hasil diidentifikasi citra satelit dengan kondisi sebenarnya. GPS (*Global Positioning System*) digunakan untuk menentukan titik stasiun pengambilan sampling dimana pengambilan titik dilakukan di 3 stasiun.

2.2.1 Analisis Data Vegetasi Mangrove

Pengambilan data vegetasi mangrove meliputi pohon, *sapling* dan *seedling*. Sampel pohon mangrove yang mempunyai diameter batang ≥ 4 cm pada plot 10 m x 10 m. Sampel *sapling* mangrove ($1 \text{ cm} \leq d < 4 \text{ cm}$) serta tingginya > 1 m pada sub plot 5 m x 5 m. Sampel *seedling* mangrove dengan ketinggian < 1 m pada sub plot 1 m x 1 m. Bentuk dan transek tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cara peletakan plot. Keterangan : 10m x 10m untuk kategori pohon; 5m x 5m kategori *sapling*; dan 1m x 1m untuk kategori *seedling* (Pribadi, 1998).



Analisis data vegetasi menggunakan metode yang diberikan oleh Mueller-Dumbois dan Ellenberg (1974) yaitu:

a. Basal Area

Basal area merupakan penutupan areal hutan oleh batang pohon (Cintron dan Novelli, 1984). Diameter batang tiap spesies mangrove tersebut kemudian diubah menjadi nilai Basal area dengan menggunakan rumus:

$$BA = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \text{ cm}^2$$

Dimana, BA : Basal Area;
 π : 3.14
 D : Diameter batang

b. Kerapatan (Densitas)

Kerapatan adalah jumlah individu per unit area (Cintron dan Novelli, 1984). Satuan kerapatan yang digunakan dalam penelitian vegetasi mangrove ini adalah individu/hektar (ind/ha).

$$K = (ni / \text{Luas area transek}) \times 100\%$$

Dimana, K : Kerapatan
 ni : Jumlah individu spesies A

c. Kerapatan Relatif

Kerapatan relatif adalah informasi mengenai hubungan antara individu suatu spesies dengan total individu seluruh spesies dalam seluruh plot transek.

$$KR (\text{spesies } A) = 100\% \times (ni / N)$$

Dimana, KR : Kerapatan Relatif
 ni : Jumlah individu spesies A
 N : Jumlah total individu seluruh spesies

d. Dominansi Relatif

Dominansi relatif suatu spesies dihitung dengan membandingkan total basal area suatu spesies dengan total basal area seluruh spesies. Dominansi relatif suatu spesies dinyatakan dalam rumus:

$$\text{Dominansi relatif (DR) spesies } i = \frac{BA_i}{BA} \times 100\%$$

Dimana,
 DR : Dominansi Relatif
 BA_i : Basal area tiap spesies i
 BA : Jumlah total basal area

e. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai Penting adalah indeks nilai penutupan yang diperoleh dari penjumlahan nilai Kerapatan Relatif (KR) dan Dominansi Relatif (DR), yang berkisar antara 0 dan 200 (Curtis, 1959 dalam Setiawan 2001).

$$NP = KR + DR$$

Dimana, NP : Nilai Penting
 KR : Kerapatan Relatif
 DR : Dominansi Relatif

2.3 Uji Ketelitian

Uji ketelitian dalam suatu penelitian perlu dilakukan karena hasil uji ini sangat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data maupun metode analisisnya (Sutanto, 1986). Uji ketelitian menurut Arhatin (2010) dalam Chafid (2012) dilakukan dengan membandingkan jumlah titik yang benar pada training area dengan jumlah titik keseluruhan antara titik benar dan titik ketidaktepatan *sampling* pada baris dan kolom.

$$KP = \frac{\text{Jumlah Titik sampling yang benar}}{\text{Jumlah titik sampling yang benar} + \text{Jumlah Omisi} + \text{Jumlah Komisi}}$$

Dimana:
 KP : Ketelitian Penelitian
 Omisi : Titik *Sampling* salah pada baris
 Komisi: Titik *Sampling* salah pada kolom

2.4 Pemetaan dan Perubahan Luas Mangrove

Tahap ini dilakukan proses *Overlay* atau tumpang susun hasil pemetaan area mangrove menggunakan citra IKONOS tahun 2004 dan citra tahun 2010.



2.5 Analisis Perubahan Luas Mangrove

Proses ini dilakukan dengan menjumlahkan data luas pada setiap area *polygon* yang sudah dibuat. Proses perhitungan menghasilkan data perubahan luas dari tahun 2004 dan 2010. Selanjutnya dilakukan analisis kerapatan tutupan mangrove pada transek di lokasi penelitian berdasarkan interpretasi citra satelit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perubahan Luas Mangrove

Perubahan kondisi luas mangrove di lokasi penelitian mengalami penambahan luas di Kecamatan Tahunan, dan pengurangan terjadi di Kecamatan Kedung dan Mlonggo. Meski terjadi pengurangan luas mangrove di dua kecamatan, namun nilai area mangrove yang hilang lebih kecil dari nilai penambahan yang terjadi di Kecamatan Tahunan. Hal ini dapat dilihat dari nilai selisih antara penambahan luas sebesar 1,671 ha dan pengurangan luas mangrove sebesar 1,006 ha. Secara lengkap data perubahan luas mangrove di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Mangrove tahun 2004 dan 2010

No	Kecamatan	Luas Mangrove (ha)		Keterangan
		2004	2010	
1	Mlonggo	16,845	16,297	Berkurang
2	Tahunan	7,973	9,644	Bertambah
3	Kedung	12,615	12,157	Berkurang
	Jumlah	37,433	38,098	

Perubahan luas terfokus di beberapa titik pada setiap kecamatannya, atas dasar tersebut dilakukan pembahasan per kecamatan pada setiap lokasinya.

a. Kecamatan Mlonggo

Perubahan luas mangrove yang terjadi di Kecamatan ini banyak disebabkan karena kerusakan akibat penebangan serta perubahan fungsi mangrove menjadi tambak yang terjadi di Ujung Piring Kecamatan Mlonggo. Kerusakan ini sesuai dengan pernyataan Dahuri *et al.* (2001) dan Diposaptono *et al.* (2009) bahwa kerusakan mangrove oleh masyarakat merupakan faktor utama kerusakan mangrove.

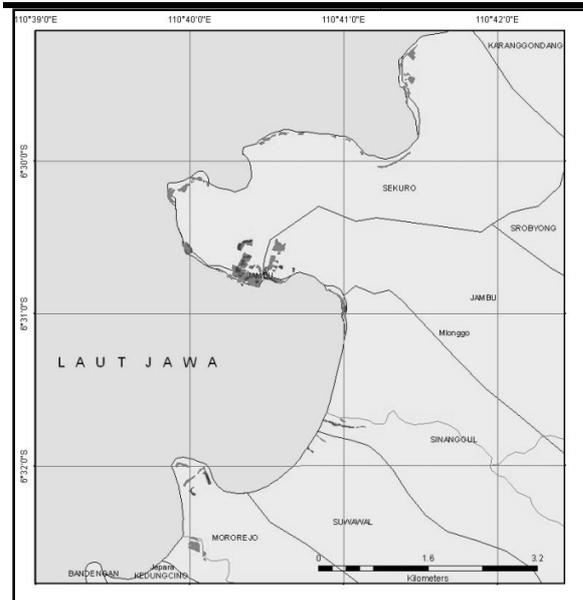
Kerusakan oleh abrasi tidak terlalu dominan. Sedikitnya pengaruh ini dikarenakan masih ditemukan *Sonneratia alba* yang merupakan spesies mangrove pionir di daerah ini. Bentuk daratan berupa teluk juga memberikan perlindungan alami dari abrasi.

Sebaran mangrove di Kecamatan Mlonggo selain ditemukan di Ujung Piring (Desa Sekuro dan Jambu), juga ditemukan di desa lainnya, seperti Desa Sinanggul, Suwawal dan Mororejo, dimana mangrove di desa-desa tersebut hanya terdapat dalam bentuk *spot-spot* yang tersebar (Gambar 3).

b. Kecamatan Tahunan

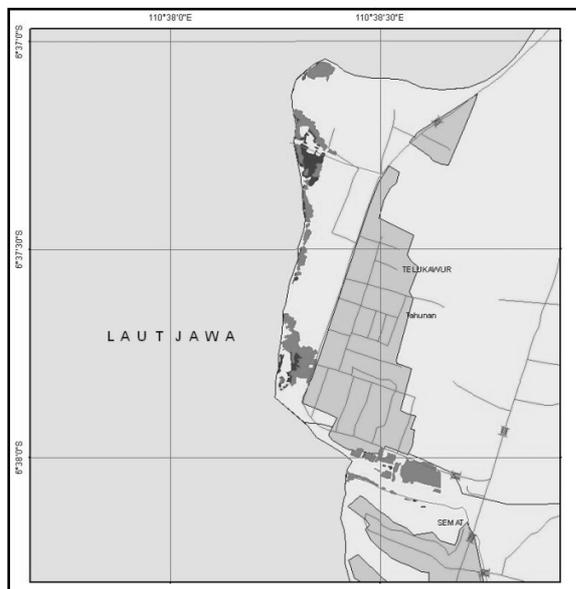
Perubahan luas mangrove di Kecamatan ini lebih banyak dikarenakan adanya upaya perbaikan ekosistem mangrove seperti penanaman dan pembibitan.

Menurut Wijonarko (2013) penanaman mangrove di Teluk Awur sudah dilakukan dari tahun 2003 sampai tahun 2012, sehingga meskipun terjadi kerusakan di



Gambar 3. Peta perubahan luas mangrove Kecamatan Mlonggo tahun 2004-2010

beberapa tempat namun sangat kecil jika dibandingkan dengan penambahan luas yang terjadi (Gambar 4).



Gambar 4. Peta perubahan luas mangrove Kecamatan Tahunan tahun 2004-2010

Dari pengamatan di lapangan, beberapa kerusakan yang terjadi diakibatkan oleh

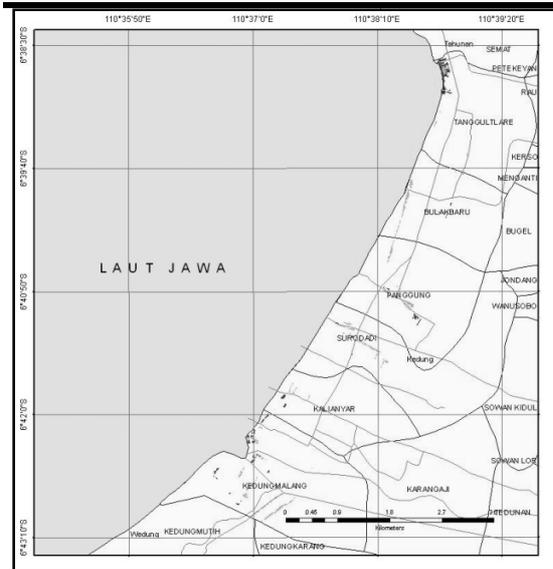
faktor alam seperti abrasi akibat gelombang, serta tidak ditemukannya mangrove zona pionir seperti di daerah ini seperti di Ujung Piring.

Faktor kelestarian mangrove di Teluk Awur adalah ekosistem mangrove di daerah ini sudah dikelola secara baik sebagai laboratorium alam dengan nama Mangrove Education Centre of KeSEMaT (MECoK).

c. Kecamatan Kedung

Kecamatan yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Demak ini mempunyai 6 desa pesisir. Desa-desa tersebut antara lain Desa Tanggul Tlare, Bulak Baru, Panggung, Surodadi, Kaliayar dan Kedung Malang. Dari keenam desa di atas Desa Tanggul Tlare merupakan desa dengan keberadaan mangrove terluas, serta yang mengalami kerusakan terparah.

Kerusakan mangrove di kawasan ini cenderung diakibatkan oleh faktor alam, seperti abrasi, yang erat kaitannya dengan pola arus dan gelombang. Keterangan tersebut juga didukung dari hasil interpretasi citra dan *ground check* dimana mangrove yang hilang merupakan vegetasi yang berbatasan langsung dengan laut. Kondisi mangrove desa pesisir lain di Kecamatan ini tidak ditemukan lagi dalam area yang luas, hal ini erat hubungannya dengan banyaknya terdapat tambak garam di daerah ini. Mangrove ditemukan pada pematang tambak dan beberapa terdapat pada aliran sungai dan muara (Gambar 5).



Gambar 5. Peta perubahan luas mangrove Kecamatan Kedung tahun 2004-2010

Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove

Hasil identifikasi berdasarkan Kitamura *et al.* (1997) di lokasi penelitian ditemukan 20 spesies mangrove. Spesies tersebut termasuk dalam 14 famili, 5 famili komponen mayor (*Avicenniaceae*, *Rhizophoraceae*, *Sonneratiaceae*, *Combretaceae* dan *Palmae*), 4 famili komponen minor (*Myrsinaceae*, *Euphobiaceae*, *Lythraceae* dan *Pteridaceae*), 5 famili mangrove asosiasi (*Acanthaceae*, *Pandanaceae*, *Malvaceae*, *Combretaceae* dan *Verbenaceae*).

Spesies dari Famili *Rhizophoraceae* mendominasi di kawasan mangrove Kabupaten Jepara, spesies seperti *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* ditemukan pada katagori Pohon, Sapling dan Seedling. Kategori pohon didominasi oleh spesies *Rhizophora mucronata* di Ujung Piring (NP=85,15) dan Teluk Awur (NP=126,58), sedangkan di Tanggul Tlare *Rhizophora apiculata*

mendominasi (NP=109,91). Kategori sapling didominasi *Rhizophora apiculata* di semua lokasi penelitian. Adapun kategori seedling hanya ditemukan *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kurniani (2008) yang mengatakan bahwa *Rhizophora sp.* mendominasi di Jepara

Nilai kerapatan kategori pohon Ujung Piring (1125 ind/ha), Teluk Awur (900 ind/ha) dan Tanggul Tlare (700 ind/ha). Kerapatan kategori sapling Ujung Piring (4.000 ind/ha), Teluk Awur (3.800 ind/ha) dan Tanggul Tlare (2.100 ind/ha), tingginya nilai kerapatan sapling di Ujung Piring dikarenakan ekosistem mangrove di daerah ini masih alami, sehingga proses jatuhnya propagul yang tumbuh dapat maksimal. Berbeda halnya dengan Teluk Awur, pertumbuhan mangrove yang seragam disebabkan proses penanaman. Pernyataan ini didukung dengan nilai kerapatan kategori seedling di Teluk Awur yaitu 7.500 ind/ha dan lebih besar dari daerah lainnya. Tanggul Tlare (5.000 ind/ha) dan Ujung Piring (2.500 ind/ha).

Uji Ketelitian dan Interpretasi citra

Hasil uji ketelitian keseluruhan penelitian ini menunjukkan nilai 93%, jika berpedoman kepada Sutanto (1986) yang menyatakan bahwa uji ketelitian dengan nilai antara 85 % - 100 % merupakan hasil penelitian yang layak uji, maka penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penelitian yang layak uji.

Proses interpretasi citra menghasilkan data kerapatan yang tidak terlalu jauh dengan data lapangan, hal ini dikarenakan jarak antara data citra (tahun 2010) dengan *ground check* (tahun 2011) tidak terlalu lama. Diketahui pula bahwa *Rhizophora sp.* merupakan spesies yang mendominasi. *Rhizophora sp.* merupakan



jenis mangrove dengan warna hijau yang khas pada daunnya, sehingga jenis ini dapat teridentifikasi dengan mudah oleh citra satelit.

KESIMPULAN

Perubahan luas mangrove di tiga kecamatan Kabupaten Jepara mengalami penambahan sebesar 0,665 ha, yang didapat dari selisih luas di tahun 2004 dan 2010. Dimana pada tahun 2004 luas mangrove di Kecamatan Mlonggo, Tahunan dan Kedung sebesar 37,433 ha, sedangkan pada tahun 2010 sebesar 38,098 ha.

Komposisi vegetasi mangrove di kawasan pesisir Kabupaten Jepara terdiri dari 20 Spesies, yang terdiri dari 14 famili, 5 famili komponen mayor, 4 famili minor, 5 famili mangrove asosiasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang membantu untuk pembuatan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Chafid. M. A. 2012. *Kajian Perubahan Luas Lahan Mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Menggunakan Citra Satelit Ikonos Tahun 2004 Dan 2009*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 109 hlm.

Cintrón G, Y. Schaeffer-Novelli. 1984. *Methods For Studying Mangrove Structure*. In: *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. Snedaker, S.C. and Snedaker, J.G. (eds). UNESCO, Paris, France, 91-113.

Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah. 2011. *Identifikasi Kerusakan dan Perencanaan Rehabilitasi Pantura Jawa Tengah*. Semarang.

Kathiresan, K. and Bingham B.L. 2001. *Biology of Mangrove and Mangrove Ecosystems*. Advances in Marine Biology, Journal of Marine Sciences., 40: 81-251.

Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A. dan Baba, S. 1997. *Handbook of mangrove in Indonesia: Bali & Lombok*. International Society for Mangrove Ecosystem, Denpasar, 119 hlm.

Kurniani, I. 2008. *Kajian Pengelolaan Potensi Ekowisata sebagai Alternatif Konservasi Ekosistem Mangrove di Kabupaten Jepara*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 84 hlm.

Kurniawan, E. 2009. *Studi Perkembangan Vegetasi Mangrove di Pulau Ajkwa, Timika, Papua*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 153 hlm.

Muller-Dumbois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and Method of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York, 547 p.

Nybakken, J.W.1988. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi*. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta, 562hlm.

Pribadi, R. 1998. *The Ecology of Mangrove Vegetation in Bintuny Bay, Irian Jaya, Indonesia*. [Tesis]. University of Stirling, Scotland, 103 hlm.

Saparinto, C. 2007. *Pemberdayaan Ekosistem Mangrove*. Dahara Prize, Semarang, 236 hlm.

Setiawan, A. 2001. *Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove di*



- Pulau Ajkwa dan Kamora, Kab. Mimika, Papua.* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 62 hlm.
- Susanto. 1986. *Pengindraan Jauh; Jilid 1.* Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 252 hlm.
- Tomlinson, P.B. 1994. *The Botany of Mangrove.* Cambridge University Press, New -York, 419 hlm.
- Wijonarko, T.G.P. 2013. *Tingkat Keberhasilan Program Rehabilitasi Mangrove di Kabupaten Brebes dan Jepara, Jawa Tengah.* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 97 hlm.