

**TINGKAT KERUSAKAN DAN ESTIMASI NILAI KLAIM KERUSAKAN
EKOSISTEM MANGROVE DI TELUK BINTAN, KABUPATEN BINTAN**

***DAMAGE LEVEL AND CLAIMED VALUE ESTIMATION OF DAMAGE MANGROVE
ECOSYSTEM IN BINTAN BAY, BINTAN DISTRICT***

Sigit Winarno^{1*}, Hefni Effendi², dan Ario Damar³

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan (SPL), FPIK IPB

²Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), IPB

³Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan (PKSPL), IPB

*E-mail: nano_thp@yahoo.com

ABSTRACT

Mangrove ecosystem in some regions of the Bintan Bay has suffered damage due to development of human settlements, developing of land transport infrastructure, and also logging by the community. The aim of this study was to assess the level of damage, factors affecting the damage, and to calculate the estimated value of claims for damaged mangrove ecosystem in the Bintan Bay, Bintan District. The results showed that mangrove vegetation in Bintan Bay consists of 16 species. Based on the analysis of standard criteria and guidelines for mangrove destruction KEPMENLH 201, 2004, the quality of mangroves in Bintan Bay was considered in a good criteria (very dense and medium) and damaged criteria (rare). The observation of satellite images from 1990 to 2013 showed that mangrove area decreased by 501.39 hectares or 27.1%. Contributing factor due to the decrease of mangrove trees was to fuel the manufacture of charcoal, construction of infrastructures such as roads, ports of fishing boats and also the establishment of the fish pond. Based on rehabilitation application scenario for 15 years, the total area of compensated mangrove due to its damage was 1091.727 hectares with rehabilitation cost of about Rp 30.372.391.000,00. Meanwhile, for 30 years scenario rehabilitation, the total damage mangrove area that should be compensated was 1743.406 hectares.

Keywords : Bintan Bay, mangrove ecosystem, estimated value damage claims

ABSTRAK

Ekosistem mangrove di Teluk Bintan di beberapa kawasan telah mengalami kerusakan akibat terjadinya pengembangan pemukiman masyarakat, pengembangan infrastruktur transportasi darat, serta pembalakan oleh masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji tingkat kerusakan, faktor penyebab kerusakan dan menghitung estimasi nilai klaim kerusakan ekosistem mangrove di Teluk Bintan, Kabupaten Bintan. Hasil penelitian menunjukkan vegetasi mangrove di Teluk Bintan terdiri dari 16 spesies. Berdasarkan hasil analisis kriteria baku dan pedoman kerusakan mangrove KEPMENLH 201 tahun 2004, mangrove di Teluk Bintan masuk dalam kriteria baik (sangat padat dan sedang) dan kriteria rusak (jarang). Hasil pengamatan citra satelit dari tahun 1990 hingga 2013 luasan mangrove mengalami penurunan sebesar 501,39 hektar atau 27,1%. Faktor penyebabnya karena terjadi penebangan pohon mangrove untuk bahan bakar pembuatan genteng, pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, pelabuhan tangkahan perahu nelayan serta adanya pembuatan tambak. Berdasarkan penerapan skenario rehabilitasi selama 15 tahun maka luas mangrove yang harus dikompensasi akibat kerusakan yang terjadi adalah seluas 1091,73 hektar dengan biaya rehabilitasi sebesar Rp 30.372.391.000,00. Sedangkan skenario rehabilitasi selama 30 tahun maka luas mangrove yang harus dikompensasi seluas 1743,41 hektar.

Kata kunci: Teluk Bintan, ekosistem mangrove, estimasi nilai klaim kerusakan

I. PENDAHULUAN

Perubahan yang terjadi pada wilayah pesisir dan laut pada umumnya dipengaruhi oleh aktifitas manusia yang ada di sekitarnya. Tekanan tersebut muncul dari aktivitas pembangunan seperti pembangunan permukiman dan aktivitas perdagangan karena wilayah pesisir paling rentan terhadap perubahan baik secara alami ataupun fisik sehingga terjadi penurunan kualitas lingkungan, salah satunya adalah ekosistem mangrove (Huda, 2008). Ekosistem mangrove di pulau-pulau kecil seringkali mendapat berbagai tantangan, antara lain dampak dari aktivitas manusia yang melakukan pemanfaatan destruktif di sekitar ekosistem mangrove dan faktor alam seperti pemanasan global serta bencana alam. Pengurangan luasan dan menurunnya kualitas perairan ekosistem mangrove adalah ancaman yang serius terhadap suatu kawasan yang penduduknya sangat bergantung terhadap sumberdaya yang ada di ekosistem mangrove (Schaduw *et al.*, 2011).

Mangrove memiliki jasa ekosistem yang beragam (misalnya penyerapan karbon dan siklus nutrisi) (Duke *et al.*, 2007; Dorenbosch *et al.*, 2004) serta memberikan manfaat ekonomi langsung dan tidak langsung misalnya hampir 80% dari tangkapan ikan yang berada di daerah pesisir umumnya tergantung pada ekosistem mangrove (Ellison, 2008). Selain nilai internal dan keindahan mangrove, ekosistem mangrove menyediakan jasa: (i) Bertindak sebagai penyerap CO₂ di atmosfer; (ii) Dukungan perikanan; (iii) Zona Penyangga untuk padang lamun dan terumbu karang terhadap dampak beban sedimentasi dari sungai; (iv) Melindungi masyarakat pesisir dari peningkatan permukaan laut, badai, dan tsunami; (v) Menyediakan makanan pokok, serat, kayu, bahan kimia, dan obat-obatan bagi masyarakat yang tinggal di dekat ekosistem mangrove (Hijbeek *et al.*, 2013); (vi) Perlindungan pesisir terhadap gelombang (Barbier *et al.*, 2008); (vii) Penyimpanan karbon (Donato *et al.*, 2011). Mengingat manfaat ekologi dan ekonomi yang besar, pe-

ngurangan luasan hutan mangrove akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim menjadi perhatian utama (Pollidoro *et al.*, 2010).

Berdasarkan peta interpretasi (BPDAS dan ITTO, 2013), data menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di Teluk Bintan memiliki luas mangrove sebesar 1.326 hektar. Kondisi mangrove di Teluk Bintan di beberapa kawasan telah mengalami kerusakan sebagai akibat terjadinya pengembangan pemukiman masyarakat, pengembangan infrastruktur transportasi darat, serta pembalakan oleh masyarakat. Kerusakan kawasan mangrove tersebut diperkirakan akan semakin besar pada masa yang akan datang, karena adanya perkembangan masyarakat serta kepentingan pembangunan ekonomi Kabupaten Bintan yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hasil analisis citra satelit yang dilakukan oleh BPDAS dan ITTO (2013), diketahui bahwa laju kerusakan hutan mangrove di Pulau Bintan rata-rata sebesar 0,46 hektar per tahun mulai tahun 1995 hingga 2013 dan tingkat kerusakan tertinggi terjadi di Desa Penaga yang terletak di Kecamatan Teluk Bintan, yakni 2,17 hektar/tahun. Eksploitasi yang berlangsung di sekitar ekosistem mangrove maupun sekitarnya akan menekan keberadaan ekosistem mangrove dan ekosistem lainnya. Daru *et al.* (2013) dan Duke *et al.* (2007) memperkirakan bahwa dunia kehilangan 1-8% dari tutupan hutan mangrove setiap tahun dan bahwa jika kecenderungan ini terus berlanjut, seluruh biomas hutan mangrove dapat hilang dalam 100 tahun ke depan.

Faktor kondisi sosial serta kurangnya pemahaman tentang fungsi dan manfaat mangrove juga berpengaruh terhadap kerusakan ekosistem mangrove. Hal ini secara langsung menimbulkan dampak ekologis yang mengancam kelestarian berbagai biota pesisir yang menjadikan hutan mangrove sebagai habitat. Oleh karena itu, perlindungan terhadap kawasan hutan mangrove perlu untuk terus ditingkatkan sehingga keberadaan dan kelestarian hutan mangrove sebagai kawasan lindung tetap terjaga. Tujuan dari adanya penelitian ini adalah mengidentifikasi kondisi

ekologi ekosistem mangrove, mengkaji tingkat kerusakan dan faktor penyebab kerusakan ekosistem mangrove dan mengestimasi nilai klaim kerusakan mangrove yang terletak di Teluk Bintan, Kabupaten Bintan.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari - Maret 2015 di ekosistem mangrove yang terletak di Teluk Bintan, Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. Pengambilan data dilakukan di 11 stasiun dengan masing-masing 3 transek/stasiun pengamatan. Lokasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2. Metode Pengumpulan Data Primer

2.2.1. Pengumpulan Data Persepsi Masyarakat

Data pandangan/persepsi masyarakat terhadap penyebab kerusakan ekosistem mangrove dikumpulkan melalui data obser-

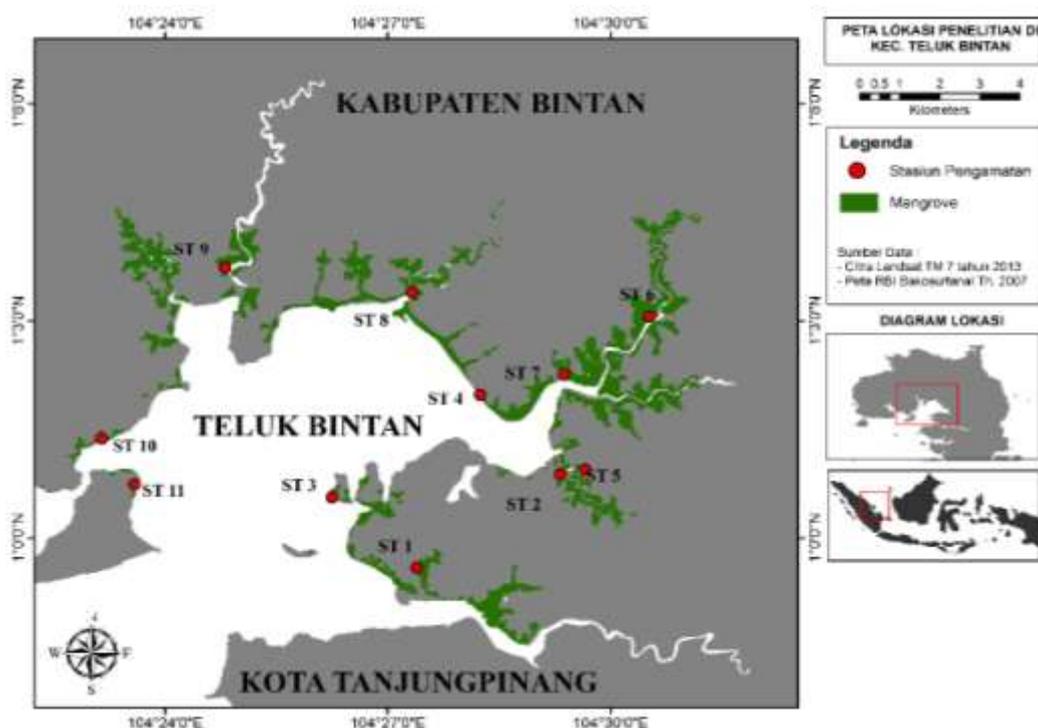
vasi, wawancara terstruktur menggunakan kuisioner.

2.2.2. Pengumpulan Data Citra Satelit

Data citra yang digunakan yaitu citra satelit landsat 7 ETM+ tahun 1990, 2003 dan 2013 dalam format digital, dengan penutupan awan kurang dari 20%, dan peta rupa bumi. Data citra landsat di peroleh dari <http://earthexplorer.usgs.gov>. Tujuan dari analisis citra satelit adalah untuk mengetahui sebaran mangrove dan perubahan luasan mangrove di Teluk Bintan dari tahun 1990 – 2013.

2.2.3. Pengumpulan Data Vegetasi Mangrove

Pengambilan data vegetasi mangrove dan tingkat kerusakan mangrove dengan cara survey langsung di lapangan dengan metode garis berpetak (*purposive random sampling*), yaitu dengan membuat garis transek sepanjang 100 meter dengan lebar 10 m, selanjutnya dibuat plot ukuran 10 x 10 m (pohon), 5 x 5 m (pancang) dan 1 m x 1 m (semai) (Kusmana *et al.*, 2008).



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.3. Metode Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan dari sumber-sumber yang relevan dengan penelitian ini. Data sekunder yang dikumpulkan yaitu: kondisi ekologi mangrove, peta sebaran mangrove, peta RTRW Kabupaten Bintan, kondisi sosial ekonomi masyarakat Teluk Bintan. Sumber data tersebut diperoleh dari Dinas kelautan dan Perikanan Kabupaten Bintan, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bintan, Dinas Kehutanan dan Pertanian Kabupaten Bintan, BAPPEDA Kabupaten Bintan, BPS Kabupaten Bintan, Kecamatan Teluk Bintan, Kantor kelurahan/desa, dan *United States Geological Survey-Digital Elevation Model (USGS-DEM)*

2.4. Analisis Data

2.4.1. Analisis Persepsi Masyarakat

Jumlah responden dalam penelitian ini berjumlah 65 orang yang terdiri dari 60 masyarakat yang terdiri dari 55 nelayan dan 5 tokoh masyarakat serta 5 orang unsur pemerintah. Jawaban responden atas pertanyaan yang terdapat dalam kuisisioner kemudian direkapitulasi untuk ditentukan keputusan atas masing masing item pertanyaan.

2.4.2. Analisis Vegetasi Mangrove

Komposisi jenis dan struktur vegetasi dilakukan dengan menganalisis parameter yang mengacu pada Natividad *et al.*, (2015) yaitu:

a. Kerapatan Suatu Jenis (K), dihitung dengan rumus:

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu}}{\text{Luas Contoh}} \dots\dots\dots(1)$$

b. Kerapatan Relatif (KR), dihitung dengan rumus:

$$KR = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan total}} \times 100\% \dots(2)$$

c. Frekuensi (F),

$$F = \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}} \dots\dots\dots(3)$$

d. Frekuensi Relatif, dihitung dengan rumus:

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi total}} \times 100\% \dots (4)$$

e. Dominansi, dihitung dengan rumus:

$$D = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}} \dots\dots\dots (5)$$

f. Dominasi Relatif (DR), dihitung dengan rumus:

$$DR = \frac{D \text{ suatu jenis}}{D \text{ seluruh jenis}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

g. Indeks Nilai Penting:

$$INP = KR + FR + DR \dots\dots\dots (7)$$

2.4.3. Analisis Tingkat Kerusakan Mangrove

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat kerusakan mangrove berpedoman kepada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove dengan kriteria (Tabel 1). Kriteria baku tersebut, di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

a) Penutupan adalah perbandingan antara luas areal penutupan jenis I (Ci) dan Luas total areal penutupan seluruh jenis ($\sum C$), atau :

Tabel 1. Kriteria baku dan pedoman kerusakan mangrove.

No.	Kriteria	Penutupan	Kerapatan Pohon/Ha
1.	Baik (padat)	$\geq 75\%$	≥ 1500 Pohon/Ha
2.	Sedang	$\geq 50\% - 75\%$	$\geq 1000 - < 1500$ Pohon/Ha
3.	Rusak	$\geq 50\%$	≥ 1000 Pohon/Ha

$$RC_i = (C_i / \sum C) \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

$$C_i = \sum BA/A$$

$$BA = \mu DBH^2/4$$

dimana: RC_i = penutupan (%), A = luas total area pengambilan sampel (contoh), BA = basal area, $M= 3,1416$ (konstanta), dan $DBH^2 = CBH/\mu$ (lingkar pohon setinggi dada).

b) Kerapatan Pohon adalah perbandingan antara jumlah tegakan jenis I (n_i) dan jumlah total seluruh tegakan jenis ($\sum n$), atau :

$$Rd_i = (n_i / \sum n) \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

dimana: Rd_i =kerapatan pohon/ha, N_i =jumlah tegakan jenis i , $\sum n$ =jumlah total seluruh jenis tegakan.

2.4.4. Analisis Citra untuk Perubahan Luasan Mangrove

Analisis citra menggunakan software ArcGis 10.1 (Santos *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2013; Nguyen *et al.*, 2013) dengan tahapannya sebagai berikut: (a) pra processing citra satelit, terdiri dari pemotongan citra, koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Koreksi radiometric bertujuan memperbaiki kualitas visul citra dan nilai-nilai pixel yang tidak sesuai. Koreksi geometrik bertujuan meletakkan posisi obyek citra sesuai dengan posisi sebenarnya dilapangan; (b) penajam citra, yaitu melakukan komposit pada citra sehingga didapatkan kenampakkan citra lebih jelas. Komposit yang digunakan adalah RGB 453, karena komposit ini lebih menonjolkan obyek vegetasi mangrove; (c) klasifikasi tutupan lahan untuk mendapatkan peta tutupan lahan. Setelah itu, dilakukan pemisahan untuk obyek mangrove. Pemisahan obyek mangrove dengan tutupan lahan yang lain bertujuan untuk mendapatkan peta sebaran mangrove; (d) *ground truth*, pengamatan lapangan meliputi pengamatan terhadap kecocokan data citra dengan kondisi lapangan; dan (e) klasifikasi terbimbing untuk menentukan luasan mangrove berdasarkan data lapangan.

2.4.5. Analisis Estimasi Klaim Kerusakan Menggunakan *Habitat Equivalency Analysis*

2.4.5.1. Penurunan Luas Ekosistem Mangrove

Perhitungan luas mangrove yang mengalami *injury* dapat diketahui dengan analisis deskriptif dan analisa kuantitatif dari data yang ada. Mengestimasi luas ekosistem mangrove yang harus dikompensasi akibat kerusakan menggunakan software *Habitat Equivalency Analysis 2.61*.

2.4.5.2. Luasan Kompensasi Ekosistem Mangrove

Menurut Kohler dan Dogde (2006), parameter yang dibutuhkan dalam menghitung luasan kompensasi antara lain: (1) Parameter area yang ter- *injury* berupa (a) tingkat jasa ekologi yang dihasilkan pada saat kondisi *baseline*; (b) luasan yang terkena *injury* dan tingkat penurunan jasa ekologi dari kondisi *baseline* pada lokasi yang terkena *injury*; (c) tingkat penambahan jasa ekologi setelah rehabilitasi dan tingkat maksimum jasa ekologi yang akan tercapai; (d) periode waktu pemulihan yang dibutuhkan oleh area yang mengalami *injury*, waktu ketika pemulihan dimulai dan ketika tingkat maksimum jasa ekologi akan tercapai, dan (2) parameter area pengganti seperti (a) tingkat awal dari jasa ekologi yang dihasilkan oleh proyek pengganti. Diukur sebagai persentase dari jasa ekologi *baseline* pada lokasi yang terkena *injury*; (b) tingkat penambahan jasa ekologi dan tingkat jasa maksimum dari jasa ekologi pada lokasi proyek pengganti; (c) periode waktu yang dibutuhkan dalam memulihkan sumberdaya, waktu ketika jasa ekologi mulai meningkat dan ketika tingkat maksimum jasa ekologi akan tercapai; dan (d) pemulihan atau jangka waktu proyek.

2.4.5.3. Nilai Klaim Kerusakan

Biaya rehabilitasi yang diperlukan untuk mengkompensasi *injury* yang terjadi dapat diketahui melalui studi literature dengan melihat biaya proyek rehabilitasi

yang pernah dilakukan oleh BPDAS Tanjungpinang. Biaya yang dibutuhkan dalam skala proyek rehabilitasi per hektar selama 3 tahun adalah Rp 27.820.500. Biaya ini merupakan jumlah total dari biaya tahun berjalan, biaya tahun pertama dan biaya tahun kedua. Rumus yang digunakan untuk mengetahui biaya rehabilitasi total adalah sebagai berikut (Wahyuni, 2010).

$$TBR = BR_0 \times LAR \dots\dots\dots (10)$$

dimana: TBR=total biaya rehabilitasi (Rp), BR₀=biaya rehabilitasi berdasarkan tahun penetapan biaya rehabilitasi (Rp/hektar), LAR=luas area yang akan direhabilitasi (hektar).

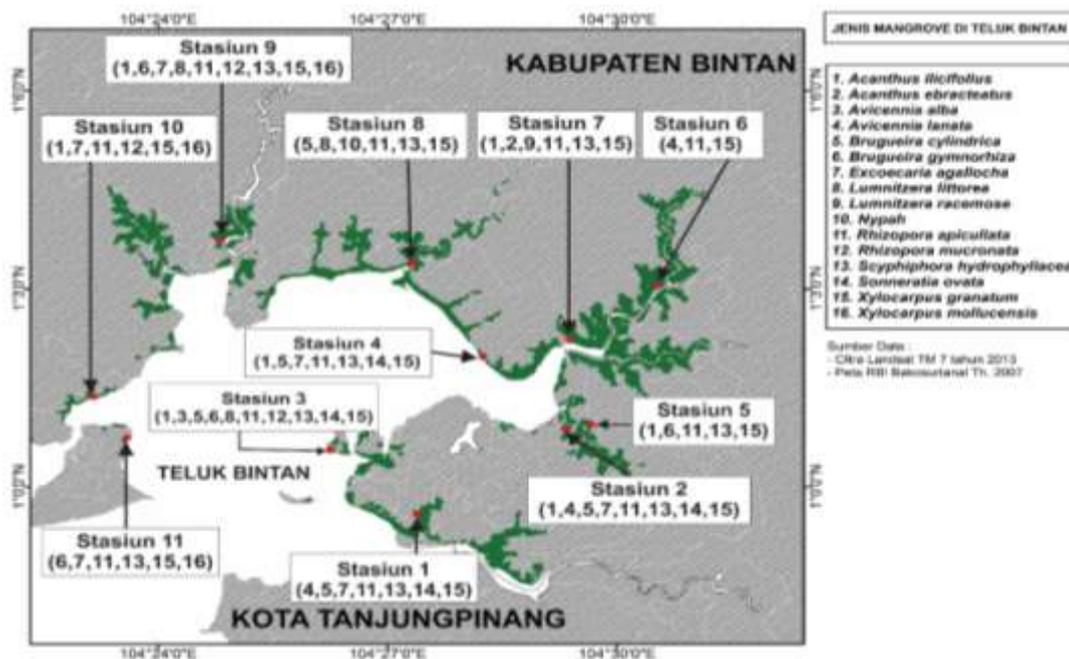
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove dilokasi penelitian merupakan komunitas yang tumbuh secara alami. Berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi mangrove di lokasi penelitian, didapatkan kondisi vegetasi mangrove di Teluk Bintang terdiri dari 16 spesies, yaitu *Acanthus ilicifolius*, *Acanthus ebracteatus*,

Avicennia alba, *Avicennia lanata*, *Brugueira cylindrica*, *Brugueira gymnorhiza*, *Excoecaria agallocha*, *Lumnitzera littorea*, *Lumnitzera racemose*, *Nypah*, *Rhizopora apicullata*, *Rhizopora mucronata*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Sonneratia ovata*, *Xylocarpus granatum* dan *Xylocarpus mollucensis*.

Hasil pengamatan dilokasi penelitian, penyebaran jenis mangrove terlihat lebih bervariasi. Hal ini terlihat dari ditemukannya perbedaan jumlah jenis disetiap stasiun pengamatan. Stasiun 1, 2 dan 11 ditemukan 8 jenis mangrove dengan komposisi yang berbeda. Stasiun 7, 8 dan 10 ditemukan 7 jenis mangrove sedangkan stasiun 3 dan 10 ter-apat 10 jenis mangrove. Stasiun yang sedikit ditemukan jenis mangrove adalah stasiun 6 yaitu hanya di dominasi oleh *Rhizopora* dan *Xylocarpus*. Jenis mangrove yang didominasi oleh famili Rhizophoraceae. Hal ini disebabkan karena sebagian besar substrat pada lokasi penelitian didominasi oleh substrat berlumpur dan lumpur berpasir yang memungkinkan jenis mangrove tersebut tumbuh optimal. Komposisi jenis mangrove yang tersebar pada lokasi penelitian selengkapnya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran jenis mangrove di lokasi penelitian.

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa *Rhizophora apiculata*, *Xylocarpus granatum* dan *Scyphiphora hydrophyllacea* memiliki kerapatan relatif yang paling tinggi. Kerapatan vegetasi mangrove dalam suatu ekosistem memberikan perlindungan terhadap biota yang menempati tempat ini dari faktor alam dan hewan predator. Nilai frekuensi relatif jenis yang paling mendominasi adalah *Rhizophora apiculata*, *Xylocarpus granatum*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Brugueira gymnorhiza* dan *Excoearia agallocha*. Hal ini menunjukkan bahwa jenis-jenis tersebut yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan. Simbala (2007) menyatakan bahwa jenis yang memiliki nilai frekuensi dan nilai kerapatan tertinggi merupakan kategori jenis yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks nilai penting dilokasi penelitian didominasi oleh jenis *Rhizophora apiculata*, *Xylocarpus granatum* dan *Scyphiphora hydrophyllacea* dengan perbedaan nilai setiap stasiun. Pada stasiun IV didominasi oleh jenis *Scyphiphora hydrophyllacea* dengan nilai INP 83,61 %. Mangrove jenis *Xylocarpus granatum* mendominasi pada stasiun I, II, V, VI, IX dan XI, dimana paling tinggi nilai INP distasiun VI yaitu 150,86 % dan paling rendah di stasiun IX dengan 49,92%. Sedangkan pada stasiun III, VII, VIII dan X didominasi oleh jenis *Rhizophora apiculata*, dengan nilai paling tinggi distasiun VIII yaitu 91,17 % dan nilai paling rendah distasiun III yaitu 59,14 %. Menurut (Bengen, 2002), tingkat dominasi (INP) antara 0-300 menunjukkan keterwakilan jenis mangrove yang berperan dalam ekosistem, sehingga jika INP 300 berarti mangrove memiliki peran yang penting dalam lingkungan pesisir. Nfotabong-Atheull and Din (2013), berpendapat bahwa indeks nilai penting dipakai untuk menyatakan tingkat penguasaan suatu jenis terhadap jenis-jenis lain dalam suatu komunitas, ditambahkan oleh Nabi and Rao (2012), bahwa indeks nilai penting digu-

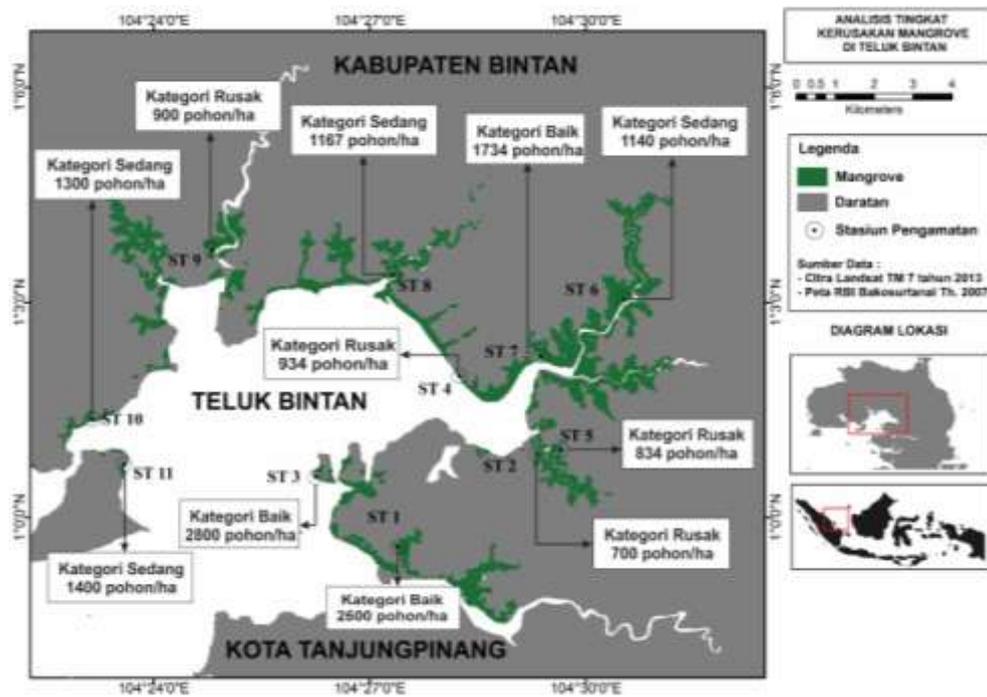
nakan untuk mengungkapkan dominasi dan keberhasilan ekologisnya dalam suatu ekosistem.

3.2. Tingkat Kerusakan Perubahan Luasan Ekosistem Mangrove di Teluk Bintan

Berdasarkan hasil analisis kriteria baku dan pedoman kerusakan mangrove KEPMENLH 201 tahun 2004, mangrove di Teluk Bintan masuk dalam kriteria baik (sangat padat dan sedang) dan kriteria rusak (jarang). Hal ini didasarkan oleh jumlah kerapatan pohon/hektar hasil pengamatan di setiap stasiun pengamatan. Hasil kerapatan mangrove di lokasi penelitian tersaji pada Gambar 3.

Jumlah fase pohon yang banyak pada stasiun yang kategori baik (stasiun 1, 3, 7) dan stasiun kategori sedang (stasiun 6, 8, 10, 11) disebabkan karena tingkat eksploitasi oleh masyarakat sekitar masih sedikit dan karena lokasinya yang tidak berdekatan langsung dengan pemukiman penduduk sekitarnya, mengakibatkan penduduk lebih memilih untuk memanfaatkan mangrove yang berada lebih dekat dengan pemukimannya. Selain itu, pada stasiun tersebut kondisi lingkungan dalam kondisi yang ideal untuk tumbuh dan berkembangnya mangrove sehingga kerapatan pohon padat. Stasiun penelitian yang masuk dalam kategori rusak (jarang) terdapat pada stasiun 2, 5, 4, dan 9. Berdasarkan hasil wawancara dengan responden, berkurangnya jumlah pohon pada stasiun tersebut karena sebagian besar masyarakat pada umumnya lebih cenderung memanfaatkan mangrove pada lokasi ini untuk diambil kayunya sebagai kayu bakar/kayu untuk bangunan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingginya tingkat kerapatan vegetasi mangrove pada fase anakan dan fase semai, hal ini merupakan sumberdaya yang cukup potensial untuk menutupi rendahnya tingkat kerapatan vegetasi mangrove pada fase pohon di beberapa lokasi penelitian. Banyaknya jumlah anakan dan semai yang ditemukan menunjukkan bahwa substrat yang ada pada setiap



Gambar 3. Hasil kerapatan mangrove di lokasi penelitian.

stasiun masih cukup subur dan daerahnya secara alami masih terlindungi, sehingga kemampuan mangrove untuk tumbuh kembali cukup tinggi dapat dilihat dari jumlah anak-anak dan semaian. Jenis mangrove yang paling tinggi individunya adalah jenis *Rhizophora apiculate*, *Scyphiphora hydrophyllacea* dan *Xylocarpus granatum*, karena pada lokasi penelitian, umumnya didominasi oleh jenis substrat pasir berlumpur. Sehingga kedua jenis mangrove ini mempunyai kemampuan yang tinggi untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Tingginya tingkat kerapatan vegetasi mangrove pada fase anakan dan fase semai berpengaruh terhadap fungsi ekologis (fungsi fisik dan biologi) vegetasi mangrove sehingga pengelolaan vegetasi mangrove fase anakan dan fase semai dengan baik dalam jangka waktu tertentu, akan berdampak kepada tingginya tingkat kerapatan fase pohon di ekosistem Teluk Bintan.

Analisis perubahan tutupan mangrove pada penelitian ini dilakukan pada tiga tahun pengamatan, yaitu tahun 1990, 2003, dan 2013. Informasi luas dan perubahan luasan

mangrove terdapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Kerusakan ekosistem mangrove berpengaruh terhadap luasan mangrove saat ini. Hasil analisis luasan mangrove dari tahun 1990 hingga tahun 2013 luasan mangrove berkurang sekitar 501,39 hektar. Berdasarkan hasil wawancara dengan responden, penyebab berkurangnya vegetasi mangrove karena terjadi penebangan pohon mangrove untuk bahan bakar pembuatan genteng dan pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, pelabuhan tangkahan untuk nelayan serta adanya pembuatan tambak. Kecamatan Teluk Bintan merupakan wilayah pesisir barat Kabupaten Bintan yang pada tahun 2011 telah dilakukannya pembangunan jalan raya dan jembatan untuk menghubungkan ke wilayah Kecamatan Tanjung Uban. Dampak dari pembangunan tersebut adalah berkurangnya pohon mangrove terutama di lokasi yang terdapat sungainya seperti sungai Kangboy, sungai Bintan, sungai Tanah Merah, sungai Ekan Anculai. Selain itu, di beberapa lokasi seperti kampung Beloreng, Bengko, Gun

Tabel 2. Perubahan luasan mangrove di Teluk Bintan.

Tahun	Luasan (hektar)	Persentase Luasan Mangrove (%)	Luasan Berkurang (Tahun)	Luasan (hektar)	Persentase Luasan Berkurang (%)
1990	1847,43	100	1990- 2003	291,33	15,8
2003	1556,10	84,2	2003- 2013	210,06	11,3
2013	1346,04	72,9	1990- 2013	501,39	27,1

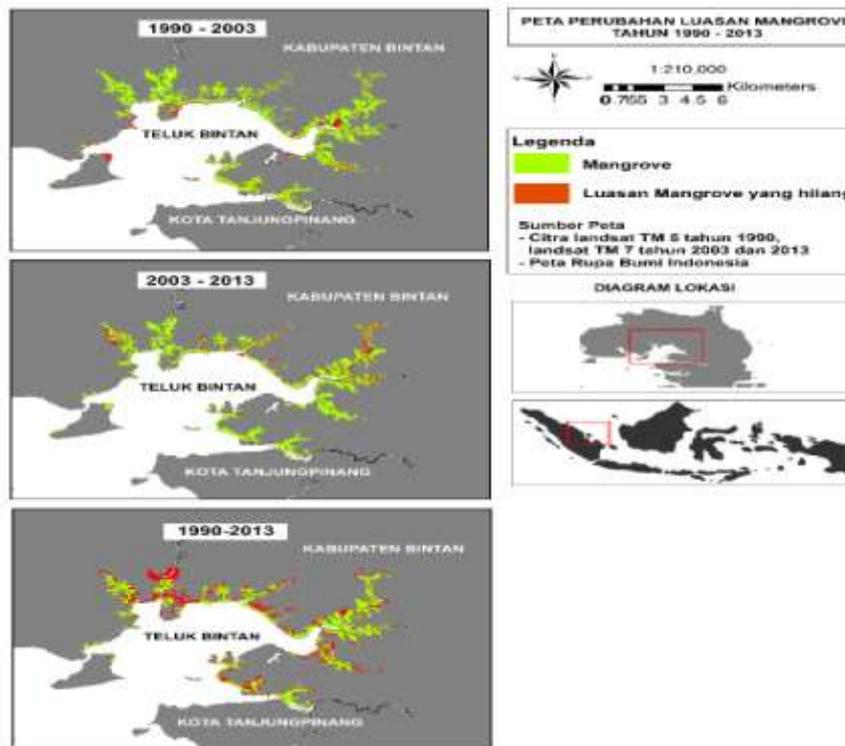
tung, Keter Tengah dan Pulau Ladi dibangun pelabuhan tangkahan nelayan, yang pembangunannya di aliran sungai kecil tempat mangrove tumbuh. Walaupun tidak signifikan tetapi pembangunan tersebut menjadi faktor pengurangan luasan mangrove. Sesuai dengan pendapat Hossain *et al.* (2009); Polidoro *et al.* (2010); Spalding *et al.* (2010) bahwa ancaman utama untuk semua jenis mangrove adalah kerusakan habitat dan pengalihan daerah mangrove untuk pertanian, pembangunan infrastruktur perkotaan dan pesisir. Penebangan kayu mangrove juga masih terjadi, kayu mangrove yang diambil adalah jenis *Rhizophora sp.* dan *Xylocarpus sp.* Kayu jenis ini digunakan untuk bahan bakar pembuatan genteng yang di wilayah Kabupaten Bintan. Pembuatan tambak di Desa Tanah Merah yang tidak memperhatikan konsep *silvofishery* berperan terhadap pengurangan luasan mangrove. Kegiatan pembangunan tambak udang memicu terjadinya laju degradasi hutan mangrove yang mengakibatkan terjadinya perubahan fungsi hutan mangrove. (Duke *et al.* (2007); Giri *et al.* (2007); Guimaraes *et al.* (2010); Nfotabong-Atheull *et al.* (2013), menyatakan bahwa laju kerusakan hutan mangrove yang tinggi di negara berkembang tidak hanya karena bencana alam, tetapi juga konversi menjadi tambak udang dan pemanenan produk kayu. Gambar 4 berikut ini menunjukkan perubahan luasan mangrove di Teluk Bintan disetiap tahun pengamatan.

3.3. Kompensasi Kerusakan dan Biaya Rehabilitasi Ekosistem Mangrove

Perhitungan besarnya luas ekosistem mangrove yang harus dikompensasi dalam penelitian ini akan dilakukan dengan 2 skenario,

yaitu pertama menggunakan waktu rehabilitasi selama 15 tahun (3 tahun dengan penanaman dan 12 tahun mangrove tumbuh secara alami). Hal ini berdasarkan PERMEN HUT P.9/Menhut-II/2013, bahwa rehabilitasi hutan mangrove dilakukan melalui tahapan: tahun pertama penanaman, tahun kedua pemeliharaan I dan tahun ketiga pemeliharaan II. Skenario kedua, waktu rehabilitasi 30 tahun, dimana mangrove tumbuh secara alami, dengan asumsi secara langsung tidak membutuhkan biaya rehabilitasi. Lewis (2010), berpendapat bahwa hutan mangrove dapat memulihkan diri sendiri tanpa upaya penanaman yaitu melalui suksesi sekunder/secara alami pada periode 15 hingga 30 tahun. Nilai keseluruhan yang harus dikompensasi dan biaya rehabilitasi dengan penerapan skenario dilihat pada Tabel 3.

Luas ekosistem yang menurun harus dikompensasi dengan penanaman mangrove agar kembali mendekati kondisi *baseline* besarnya dipengaruhi oleh skenario yang telah dibuat sebelumnya. Berdasarkan data dari *injury* yang terjadi di Teluk Bintan kurun waktu 1990-2013 yaitu sebesar 501,39 hektar dari kondisi *baseline* (awal) 1847.43 hektar. Hasil perhitungan menggunakan software *Habitat Equivalency Analysis 2.61* bahwa keseluruhan luas yang harus di kompensasi dengan penerapan skenario memperlihatkan nilai yang berbeda. Jika suku bunga 7,5% dan waktu yang dibutuhkan untuk rehabilitasi selama 15 tahun maka luas mangrove yang harus dikompensasi seluas 1.091,727 hektar. Rehabilitasi selama 15 tahun maka luas mangrove yang harus dikompensasi seluas 1.743,406 hektar. Viehman *et al.* (2009) menyatakan bahwa cepat dan efektifnya rehabilitasi dimaksudkan untuk mengu-



Gambar 4. Perubahan luasan mangrove di Teluk Bintan tahun 1990-2013.

Tabel 3. Luas yang harus dikompensasi dan biaya rehabilitasi ekosistem mangrove.

Waktu Rehabilitasi (tahun)	Luas Kompensasi (Hektar)	Biaya Rehabilitasi (Rp)
15	1.091,727	30.372.391.000;
30	1.743,406	-

rangi hilangnya sumberdaya alam dan jasa ketika terjadi kerusakan hingga kembali ke kondisi awal.

Luas area yang harus di kompensasi hasil penerapan HEA menunjukkan nilai yang lebih besar dari total luas mangrove yang rusak. Hal ini menunjukkan adanya akumulatif jasa ekologi yang hilang dan dikompensasi yaitu semenjak terjadinya *injury* hingga mampu mendekati kondisi *baseline* (awal). Besarnya luas yang harus dikompensasi menggambarkan jasa ekologi selama terjadinya *injury* tidak dapat dirasakan karena hilang untuk sementara akibat *injury* tersebut. Kohler and Dodge (2006), berpendapat kompensasi menyediakan layanan yang diperoleh hanya sebagian karena terbatas

waktu, oleh karenanya area yang lebih dari kompensasi diperlukan untuk menyeimbangkan hilangnya layanan sumberdaya.

Kompensasi kerusakan dapat dilakukan dengan rehabilitasi, yaitu upaya untuk mengembalikan dan memulihkan fungsi hutan mangrove mendekati kondisi *baseline*. Cacela *et al.* (2005) menyatakan bahwa skala rehabilitasi/restorasi menggunakan HEA memperkirakan pengaruh dari manfaat rehabilitasi tersebut agar setara dengan kerugian akibat degradasi habitat. Ditambahkan oleh Dunford *et al.* (2004) bahwa kompensasi dengan rehabilitasi memberikan keuntungan agar jasa layanan sumberdaya alam yang mengalami degradasi kembali ke kondisi jasa layanan awal sebelum adanya degradasi. Reha-

bilitasi tersebut membutuhkan biaya dalam pelaksanaannya dan tergantung komponen yang terdapat di dalam rehabilitasi tersebut. Biaya yang dibutuhkan dalam skala proyek rehabilitasi per hektar adalah Rp 27.820.500, sehingga dalam upaya rehabilitasi mangrove seluas 1.091,727 biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 30.372.391.000. Skenario rehabilitasi selama 30 tahun diasumsikan secara langsung tidak membutuhkan biaya, karena mangrove dalam jangka waktu tersebut akan kembali ke kondisi awal atau secara alami melakukan suksesi sekunder. Untuk menjaga keberlangsungan proses rehabilitasi peran masyarakat setempat menjadi sangat penting karena secara langsung atau tidak langsung masyarakat akan mendapatkan manfaat dari ekosistem mangrove tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa di beberapa lokasi mangrove di Teluk Bintan telah mengalami kerusakan, oleh karena itu diperlukannya strategi pengelolaan ekosistem mangrove. Rumusan kebijakan yang dibangun harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti ekologi, ekonomi dan sosial budaya. Hal ini disebabkan karena mangrove merupakan komponen utama yang melindungi pesisir tropis serta mempunyai peranan fisik, kimia dan biologi yang sangat penting. Strategi yang bisa diterapkan adalah konservasi dan rehabilitasi kawasan yang rusak. Kegiatan yang bisa dilakukan diantaranya dengan menyusun rencana teknis rehabilitasi kawasan mangrove dan mengembangkan pembibitan mangrove. Selain itu, monitoring dan evaluasi rehabilitasi mangrove diperlukan agar program yang dilakukan dapat berjalan dengan baik untuk kelestarian mangrove. Ngololo *et al.* (2015), menyatakan upaya pemulihan mangrove merupakan solusi parsial, diperlukan perlindungan dan konservasi terhadap ekosistem yang tersisa agar tidak semakin banyak yang hilang.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kriteria baku dan pedoman kerusakan mangrove KEP

MENLH 201 tahun 2004, mangrove di Teluk Bintan masuk dalam kriteria baik (sangat padat dan sedang) dan kriteria rusak (jarang). Faktor penyebab kerusakan mangrove adalah penebangan pohon mangrove untuk bahan bakar pembuatan genteng dan pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, pelabuhan tangkahan perahu untuk nelayan serta adanya pembuatan tambak udang. Rehabilitasi selama 15 tahun maka luas mangrove yang harus dikompensasi seluas 1.091,727 hektar. Rehabilitasi selama 30 tahun maka luas mangrove yang harus dikompensasi seluas 1.743,406. Rehabilitasi selama 15 tahun dengan 3 tahun melakukan penanamam biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 30.372.391.000. Skenario rehabilitasi selama 30 tahun diasumsikan secara langsung tidak membutuhkan biaya, karena mangrove dalam jangka waktu tersebut akan kembali ke kondisi awal atau secara alami melakukan suksesi sekunder. Namun demikian, untuk menjaga keberlangsungan proses rehabilitasi peran masyarakat setempat menjadi sangat penting karena secara langsung atau tidak langsung masyarakat akan mendapatkan manfaat dari ekosistem mangrove tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada para reviewer yang telah banyak memberikan komentar dan masukan untuk memperbaiki kualitas paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbier, E.B., E.W. Koch, B.R. Silliman, S.D. Hacker, E. Wolanski, J. Primavera, E.F. Granek, S. Polasky, S. Aswani, L.A. Cramer, D.M. Stoms, C.J. Kennedy, D. Bael, C.V. Kappel, G.M.E. Perillo, and D.J. Reed. 2008. Coastal ecosystem based management with nonlinear ecological functions and values. *J. Science*, 319:321-323.
- Bengen. 2002. Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove.

- Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 61hlm.
- BPDAS. 2013. Tanjung Pinang dan ITTO-Project. Study on socio-economic community-based mangrove ecosystem management at Bintan Regency Riau Islands Province. Kementerian Kehutanan RI. 87hlm.
- Cacela, D., J. Lipton, D. Beltman, J. Hansen, and R. Wolotira. 2005. Associating ecosystem service losses with indicators of toxicity in habitat equivalency analysis. *Environmental Management*, 35(3):343-351.
- Daru, B.H., K. Yessofo, L.T. Mankga, and T.J. Davies. 2013. A global trend towards the loss of evolutionarily unique species in mangrove ecosystems. *PlosONE*, 8(6): e66686.doi:10.1371/journal.pone.0066686.
- Donato, D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham, and M. Kanninen, 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *J. Nature Geosci*, 4:293-297.
- Duke, N.C., J.O. Meynecke, S. Dittmann, A.M. Ellison, and K. Anger,. 2007. A world without mangroves?. *J. Science*, 317:41-42.
- Dunford, R.W., T.C. Ginn, and W.H. Desvousges. 2004. The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessments. *J. Ecologi Economy*, 48(1):49-70
- Dorenbosch M, M.C. Van Riel, I. Nagelkerken, and G. Van der Velde. 2004. The relationship of reef fish densities to the proximity of mangrove and seagrass nurseries. *J. Estuar. Coast. Shelf. Science.*, 60:37-48.
- Ellison, A.M. 2008. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. *J. Sea Res.*, 59:215.
- Giri, C., B. Pengra, Z. Zhu, A. Singh, and L.L. Tieszen. 2007. Monitoring mangrove forest dynamics of the Sundarbans in Bangladesh and India using multi-temporal satellite data from 1973 to 2000. *J. Estuarine Coastal and Shelf Science*, 73:91-100.
- Guimaraes, A.S., P. Travassos, P.W.M.E.S, Filho, F.D. Goncalves, and F. Costa. 2010. Impact of aquaculture on mangrove areas in the northern Pernambuco Coast (Brazil) using remote sensing and geographic information system. *Aquaculture Research*, 41:828-838.
- Kusmana, C. 2008. Metode survey vegetasi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 26hlm.
- Huda, N. 2011. Strategi kebijakan pengelolaan mangrove berkelanjutan di wilayah pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Timur Jambi. [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro. 109 hlm.
- Hijbeek, R., N. Koedam, M.N.I. Khan, J.G. Kairo, J. Schoukens. 2013. An evaluation of plotless sampling using vegetation simulations and field data from a mangrove forest. *Plos ONE* 8(6): 67201.doi:10.1371/J. Pone.00672 012
- Hossain, M.Z., N.K. Tripathi, and W.G. Gallardo. 2009. Land use dynamics in a marine protected area system in lower Andaman coast of Thailand, 1990-2005. *J. of Coastal Research*, 25:1082-1095.
- Kohler, K.E, R.E. Dodge. 2006. Visual_HEA: Habitat Equivalency Analysis soft-ware to calculate compensatory restoration following natural resource injury. Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium, 1611-1616pp.
- [KLH]. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku mutu dan pedoman penentuan kerusakan mangrove. 11hlm.
- Lewis, R.R. 2010. Mangrove field of dreams: if we build it, will they come? SWS

- Research Brief No. 2009–0005. Madison, WI, USA, Society of Wetland Scientists (available at www.sws.org/researchbrief/brief_pdf_dl.mgi?pdf=Lewis_061209). [Retrieved on 1 June 2015]
- Li, M.S., L.J. Mao, W.J. Shen, S.Q. Liu, and A.S. Wei. 2013. Change and fragmentation trends of Zhanjiang mangrove forests in Southern China using multitemporal landsat imagery (1977–2010). *J. Estuarine Coastal and Shelf Science*, 130:111–120.
- Nabi, A, B.P. Rao. 2012. Analysis of mangrove vegetation of Machili-patnam coastal region, Krishna district, Andhra Pradesh. *International J. Of Environmental Sciences*, 2(3):15–26.
- Natividad, E.M.C, V.S. Hingabay, B. Harold, H.B. Lipae, A. Elani E.A, Requieron, A.J, Abalunan, P.M, Tagaloguin, R.S, Flamiano, J.H, Jumawan, *et al.* 2015. Vegetation analysis and community structure of mangroves in alabel and maasim sarangani province, Philippines. *ARPN J. of Agricultural and Biological Science*, 10(3):97–102.
- Nguyen, H.H, C. McAlpine, D. Pullar, K. Johansen, and N.C. Duke. 2013. The relationship of spatial–temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: case study of kien giang coast, vietnam. *J. Ocean & Coastal Management*, 76:12–22.
- Nfotabong-Atheull, A, N. Din. 2013. Qualitative and quantitative characterization of mangrove vegetation structure and dynamics in a peri-urban setting of Douala (Cameroon): an approach using air-borne imagery. *Estuaries and Coasts*, 36:1181–1192.
- Ngongolo, K, S. Mtoka, A. Mahulu. 2015. Challenges dan opportunities for restoring the threadned mangroves. *J. of Scientific Research & Report*. 5(5): 352–360.
- [PERMENHUT]. Kementerian Kehutanan. 2013. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.9/Menhut-II/2013 tentang tata cara pelaksanaan, kegiatan pendukung dan pemberian intensif kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan. 19hlm.
- Pollidoro, B.A., K.E. Carpenter, L. Collins, N.C. Duke, A.M. Ellison, J.C. Ellison, E.J. Farnsworth, E.S. Fernando, K. Kathiresan, N.E. Koedam, S.R. Livingstone, T. Miyagi, G.E. Moore, V.N. Nam, J.E. Ong, J.H. Primavera, S.G. Salmo, J.C. Sanciangco, S. Sukardjo, Y. Wang, and J.W.H. Yong. 2010. The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoSOne*, 5(4): e10095.
- Santos, L.C.M., H.R. Matos, Y.S. Novelli, M.C. Lignon, M.D. Bitencourt, and N. Koedam, 2014. Anthropogenic activities on mangrove areas (Sao Francisco river estuary, Brazil Northeast): a gis-based analysis of cbers and spot images to aid in local management. *J. Ocean & Coastal Management*, 89: 39–50.
- Simbala, H.E.I. 2007. Keanekaragaman floristik dan pemanfaatannya sebagai tumbuhan obat di Kawasan Konservasi II Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara). [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 256hlm.
- Schaduw, J.N.W., F. Yulianda, D.G Bengen, dan I. Setyobudiandi. 2011. Pengelolaan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil Taman Nasional Bunaken berbasis kerentanan. *J. Agribisnis*, 12(3): 173–181.
- Spalding M, M. Kainuma, L. Collins. 2010. World atlas of mangroves. Okinawa, Japan. The International Society for Mangrove Ecosystems.178p.
- Viehman, S., S.M. Thur, G.A. Piniak. 2009. Coral reef metrics and habitat equivalency analysis. *J. Ocean & Coastal Management*, 35:1–8

Wahyuni, S. 2010. Estimasi nilai klaim kerusakan ekosistem mangrove dengan metode *Habitat Equivalency Analysis*. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. 91hlm.

<i>Diterima</i>	: 2 November 2015
<i>Direview</i>	: 6 April 2016
<i>Disetujui</i>	: 13 Mei 2016