

REGENERASI ALAMI SEMAI MANGROVE DI AREAL TERDEGRADASI TAMAN NASIONAL KUTAI

(Natural Regeneration of Mangrove Seedlings in Degraded Area of Kutai National Park)

Mukhlisi^{1*} dan Wawan Gunawan²

¹Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam (BPTKSDA) Samboja
Jl. Soekarno Hatta Km 38 Po Box 578 Balikpapan 76112 Fax. 0542 (7217665), Kalimantan Timur, Indonesia

²Ditjen Pengendalian Perubahan Iklim (PPI), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Gedung Manggala Wanabakti Blok 7 Lantai 12 Jl. Jenderal Gatot Subroto, Jakarta, Indonesia

*E-mail: mucu_musci@yahoo.co.id

Diterima 4 Januari 2016; revisi terakhir 22 Maret 2016; disetujui 11 Mei 2016

ABSTRAK

Regenerasi semai pada hutan mangrove merupakan salah satu bagian penting dalam proses suksesi sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis regenerasi alami semai pada areal terdegradasi di Taman Nasional Kutai, khususnya di Bontang dan Sangkima. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah inventarisasi semai jenis-jenis mangrove yang tumbuh secara alami dan pengukuran kondisi lingkungan tanah dan air. Inventarisasi vegetasi dilakukan dengan membuat petak tunggal yang diletakkan secara sengaja pada petak tanaman rehabilitasi seluas 0,98 ha (Bontang) dan 1,04 ha (Sangkima). Sampel tanah diambil secara komposit dari lima titik pada petak pengamatan dengan kedalaman 0-30 cm dan 31-60 cm. Sampel air diambil dari setiap lokasi petak pengamatan sebanyak 200 ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kawasan Bontang dan Sangkima tumbuh enam jenis mangrove, berturut-turut di kawasan Bontang terdiri dari jenis *Acrostichum aureum*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Rhizophora apiculata* dan *Ceriops tagal*, sedangkan di Sangkima terdiri dari jenis *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Rhizophora mucronata*. Distribusi semai mangrove untuk kawasan Bontang memiliki korelasi positif yang kuat dengan parameter lingkungan seperti tekstur tanah (*Silt* dan *Clay*), kimia tanah (KTK, N, C, Na, Ca), pasang surut, dan kimia air (salinitas, NO₃, COD). Sedangkan di Sangkima memiliki korelasi positif yang kuat dengan parameter lingkungan seperti tekstur tanah (*sand*) dan kimia air (Mg, Al, pH, COD, BOD, DO, TSS). Untuk meningkatkan keberhasilan restorasi areal terdegradasi hutan mangrove di Taman Nasional Kutai, perlu memperhatikan aspek kesesuaian tumbuh tiap jenis mangrove berdasarkan kondisi lingkungan tiap tapak.

Kata kunci: Taman Nasional Kutai, suksesi sekunder, komposisi mangrove, lingkungan

ABSTRACT

*Natural regeneration of seedlings in mangrove forest is an important part of the secondary succession process. This research aimed to analyze the natural regeneration that occurred in degraded areas of Kutai National Park, particularly in Bontang and Sangkima. Data collected was the presence of natural mangrove seedlings and measurement of environmental parameter i.e. soil and sea water. Vegetation inventory was conducted establishing plots placed intentionally (purposive sampling) at rehabilitation plot area of Bontang (0,98 ha) and Sangkima (1,04 ha). Composite soil samples were taken from five points in the plots at two different soil depths: 0-30 cm and 31-61 cm. Water samples of 200 ml were collected from the plots. The results of this study showed that at both locations six species of mangrove seedling were found. Bontang area consist of *Acrostichum aureum*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Rhizophora apiculata* and also *Ceriops tagal* species. Meanwhile, in Sangkima area species was identified as: *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, and *Rhizophora mucronata*. Distribution of seedlings mangrove at Bontang area has strong positive correlation with environmental parameter of soil texture (silt and clay), soil chemical (CEC, N, C, Na, Ca), tides, and water chemical (salinity, NO₃ and COD). In other hand, seedlings distribution in the Sangkima area have strong positive correlation with environmental parameters of soil texture (sand) and water chemicals (Mg, Al, pH, COD, BOD, DO, and TSS). In order to speed up of the restoration in degraded areas of Kutai National Park mangrove forest, it was need attention to suitability aspects of each species based on the environmental conditions of each site.*

Keywords: Kutai National Park, secondary succesion, mangrove composition, environmental

I. PENDAHULUAN

Taman Nasional Kutai (TNK) merupakan salah satu kawasan konservasi yang memiliki perwakilan tipe ekosistem mangrove seluas 5.277,79 ha atau 2,66% dari luas total kawasan TNK (Wijaya, 2011). Kawasan hutan mangrove tersebut berada di Seksi Pengelolaan Taman Nasional 1 (SPTN I) yang berbatasan langsung dengan selat Makassar. Ekosistem hutan mangrove di TNK memiliki peranan ekologi yang sangat penting karena menjadi habitat berbagai satwa liar dilindungi seperti bekantan (*Nasalis larvatus*) dan buaya muara (*Crocodilus porosus*). Daryono (2011) melaporkan, ekosistem mangrove TNK juga memiliki potensi ekowisata dengan 10 jenis mangrove dan 13 jenis burung kategori menarik untuk dikembangkan sebagai obyek interpretasi.

Karakteristik degradasi hutan mangrove TNK cenderung disebabkan oleh kegiatan pembukaan lahan tambak dan perluasan permukiman penduduk. Fenomena ini menyebabkan penurunan luas hutan mangrove dan terjadinya kerusakan vegetasi mangrove di beberapa tempat. Budiarsa dan Rizal (2013) melaporkan, sebaran hutan mangrove yang mengalami kerusakan parah di antaranya berada di sekitar Muara Sangatta, Teluk Lombok, dan Sangkima dengan luas kerusakan diperkirakan sekitar 1.845,85 ha. Dalam perkembangannya, sebagian besar tambak justru sudah tidak lagi beroperasi akibat kegagalan panen dan dibiarkan sebagaimana yang terjadi di Bontang. Dampak positif dari kondisi tersebut menyebabkan sebagian kawasan hutan mangrove yang pernah terdegradasi mengalami pemulihan melalui proses regenerasi alami, khususnya pada tapak yang tidak terganggu oleh aktivitas manusia.

Upaya percepatan pemulihan ekosistem hutan mangrove di TNK telah dilakukan melalui kegiatan rehabilitasi dengan penanaman bibit mangrove. Meskipun demikian, rehabilitasi mangrove di berbagai tempat kerap mengalami kegagalan karena tidak memperhatikan kesesuaian spesies dengan tempat tumbuhnya (Bosire *et al.*, 2008; Primavera dan Esteban, 2008). Lewis dan Brown (2014) melaporkan bahwa keberhasilan rehabilitasi hutan mangrove perlu mempertimbangkan kemampuan regenerasi alami dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan semai mangrove. Pengetahuan dasar tersebut dapat meningkatkan keberhasilan kegiatan restorasi hutan mangrove dalam jangka panjang dengan biaya yang lebih murah.

Studi ekologi regenerasi mangrove dan hubungannya dengan kondisi lingkungan habitat telah banyak dilakukan, seperti di Sinjai, Sulawesi Selatan (Patang, 2013), di Lingayen Gulf, Filipina (Salmo *et al.*, 2013), dan di Delta Cimanuk, Jawa Barat (Sukardjo *et al.*, 2014). Pengamatan pada areal terdegradasi di hutan mangrove, khususnya pada kawasan TNK masih sangat minim dilakukan. Beberapa kawasan mangrove TNK terutama di Bontang dan Sangkima membutuhkan perhatian lebih dalam kaitannya dengan rehabilitasi, karena kerusakan yang cukup parah dengan sumber pencetus dan karakteristik lingkungan yang berbeda. Seiring dengan dinamika ekologi yang terjadi maka mekanisme perbaikan ekosistem hutan mangrove di TNK melalui pengamatan regenerasi alami semai perlu dilakukan dalam menunjang kegiatan restorasi yang tengah dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses regenerasi alami semai mangrove pada dua lokasi kawasan hutan mangrove di TNK yaitu Bontang dan Sangkima serta interaksi yang terjadi dengan faktor abiotik (lingkungan). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam menyusun strategi restorasi pengelolaan ekosistem hutan mangrove khususnya pada kawasan konservasi.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada dua kawasan hutan mangrove yang telah terdegradasi yaitu di Bontang dan Sangkima. Secara administrasi Bontang merupakan kota madya, sedangkan Sangkima merupakan desa di Kecamatan Sangatta Selatan, Kabupaten Kutai Timur. Areal pengamatan regenerasi alami semai di Bontang berupa lahan bekas tambak yang tidak dioperasikan lagi. Sebagian kawasan telah direhabilitasi dengan tanaman jenis *Ceriops tagal* dan *Rhizophora* spp. Permukaan tanah umumnya hampir rata namun masih tersisa parit-parit kecil di mana arus pasang surut dari laut melewati kanal ini. Jarak lokasi pengamatan dengan bibir pantai mencapai 1-1,5 km. Jenis-jenis pohon induk mangrove dominan yang dijumpai di sekitar lokasi pengamatan meliputi *Rhizophora apiculata* (arah depan petak pengamatan menghadap laut), *Ceriops tagal*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Bruguiera parviflora* dan *Xylocarpus granatum* (arah belakang petak

menghadap daratan). Berbeda dengan kondisi di Sangkima, areal mangrove yang terdegradasi terjadi di sini diakibatkan abrasi pantai karena penebangan mangrove untuk permukiman. Kondisi sekitar areal terdegradasi sebagian telah ditanami jenis *Rhizophora mucronata*. Kawasan ini langsung berbatasan dengan laut dan berada pada formasi paling depan yang selalu terpengaruh oleh pasang surut. Jenis pohon mangrove dominan di sekitar petak pengamatan yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*. Pengumpulan data terkait penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus dan November tahun 2014.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pita meter, GPS (*Global Positioning System*), kertas label, alat tulis, *tally sheet*, dan botol sampel.

C. Tahapan Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan mencatat setiap jenis semai mangrove (tinggi < 1,5 m) yang tumbuh secara alami di areal bekas hutan mangrove yang terdegradasi di Bontang dan Sangkima. Pengamatan dilakukan pada petak tanaman rehabilitasi umur 1 tahun: yaitu di Bontang seluas 1,04 ha dan Sangkima seluas 0,98 ha. Teknik sampling vegetasi yang digunakan adalah modifikasi dari metode petak kuadrat dengan pendekatan petak tunggal yang ditempatkan secara sengaja pada lokasi petak tanaman rehabilitasi (Kusmana, 1997). Petak pengamatan berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran luas menyesuaikan dengan luas masing-masing petak tanaman rehabilitasi pada setiap lokasi. Setiap jenis yang ditemukan dicatat jumlah, tinggi, diameter, dan persen hidup untuk selanjutnya ditabulasikan ke dalam jenis, marga, dan suku. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali dengan interval selama 3 bulan. Untuk mengetahui interaksi regenerasi semai dengan kondisi lingkungan maka dilakukan pengambilan sampel tanah dan air pada setiap lokasi penelitian. Sampel tanah diambil dari lima titik petak pengamatan, yaitu di setiap ujung petak dan tengah petak pengamatan dengan kedalaman 0-30 cm dan 31 - 60 cm, selanjutnya setiap sampel dikomposit pada setiap kedalaman. Sampel air diambil dari lokasi petak pengamatan sebanyak 200 ml. Sampel tanah dan air berturut-turut di analisis di Laboratorium

Tanah Pusat Penelitian Hutan Tropis (PPHT) dan Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Mulawarman, Samarinda.

D. Analisis Data

Analisis vegetasi dilakukan dengan menghitung parameter-parameter ekologi meliputi persentase tumbuh pada pengukuran pertama dan kedua, kelimpahan individu/hektare, indeks keseragaman (E'), dan indeks dominansi Simpson (D'). Kesamaan habitat antara dua lokasi pengamatan dilakukan dengan perhitungan indeks *Bray Curtis* menggunakan bantuan perangkat lunak PAST (*Paleontological Statistics Software Package*) versi 2,17. Sedangkan interaksi antara distribusi vegetasi semai mangrove dengan parameter lingkungan dilakukan ordinansi dengan bantuan program CANOCO 4,5 untuk Windows. Metode ordinansi ditentukan berdasarkan panjang gradien (*length of gradient*) hasil DCA (*Detrended Correspondence Analysis*), apabila panjang gradien (*length of gradient*) < 3 maka digunakan metode linear Analisis Komponen Utama/PCA (*Principal Component Analysis*) atau RDA (*Redundancy Analysis*), apabila panjang gradien (*length of gradient*) > 4 digunakan metode unimodal CCA (*Canonical Correspondence Analysis*), CA (*Correspondence Analysis*), atau DCA (*Detrended Canonical Analysis*), namun apabila nilai panjang gradien (*length of gradient*) berkisar 3-4 maka metode linear maupun satu modus (unimodal) dapat digunakan (Leps dan Smilauer, 2003). Hasil analisis kemudian dipakai untuk menggambarkan diagram triplot (petak diagram tiga garis) menggunakan program Canodraw yang sudah terpasang bersama program CANOCO.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi Regenerasi Alami Semai

Berdasarkan identifikasi semai hasil regenerasi alami vegetasi mangrove diketahui komposisi jenis pada dua lokasi pengamatan terdiri dari 6 jenis yang tergabung dalam 5 marga dan 4 suku. Kawasan mangrove terdegradasi di Bontang tumbuh secara alami 4 jenis semai mangrove, sedangkan di Sangkima tumbuh 3 jenis mangrove. Jenis-jenis semai mangrove yang tumbuh secara alami di dua lokasi pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi jenis mangrove di Bontang dan Sangkima
Table 1. Composition of mangrove species at Bontang and Sangkima

No.	Jenis (Species)	Suku (Family)	Kerapatan (Density) (ind/ha)	Persen hidup (Survival rate) (%)
Bontang				
1.	<i>Acrostichum aureum</i>	<i>Pteridaceae</i>	4,95	60
2.	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	<i>Rubiaceae</i>	4,95	100
3.	<i>Ceriops tagal</i>	<i>Rhizophoraceae</i>	8,91	100
4.	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Rhizophoraceae</i>	14,85	100
Sangkima				
1.	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Rhizophoraceae</i>	6,12	100
2.	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Rhizophoraceae</i>	16,33	100
3.	<i>Sonneratia alba</i>	<i>Sonneratiaceae</i>	49,98	68,75

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa regenerasi alami semai mangrove pada dua lokasi penelitian didominasi oleh jenis-jenis mangrove dari suku *Rhizophoraceae*. Jenis *R. apiculata* merupakan jenis yang ditemukan di kedua lokasi pengamatan. Vegetasi semai di Bontang didominasi oleh jenis mangrove sejati (*R. apiculata* dan *R. mucronata*) yang menempati formasi pertengahan dan belakang sedangkan jenis mangrove di Sangkima seluruhnya adalah kelompok mangrove sejati yang menempati formasi mangrove terdepan (*S. alba*, *R. apiculata*, dan *R. mucronata*). Budiarsa dan Rizal (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa komunitas penyusun jenis mangrove di TNK didominasi oleh *R. mucronata*, *R. apiculata*, *R. stylosa*, *Bruguiera sexangula*, *Ceriops decandera*, *C. tagal*, *S. alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Nypa fruticans*, dan *Pandanus tectorius*. Sementara itu, Daryono (2011) melaporkan bahwa komunitas mangrove di TNK, khususnya kawasan Teluk Lombok dari kelompok mangrove sejati dan asosiasi telah teridentifikasi 42 jenis.

Ditinjau dari kelimpahannya, jenis mangrove dengan kelimpahan tertinggi adalah *R. apiculata* (14,85 individu/ha) di Bontang dan *S. alba* (49,98 individu/ha) di Sangkima. Primavera dan Esteban (2008) mengutarakan semai *S. alba* juga kerap teridentifikasi tumbuh secara alami pada areal terdegradasi yang tengah direhabilitasi. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Mangrove, maka kondisi permudaan alami di kedua lokasi belum berjalan secara normal karena masih rendah. Tumbuhnya jenis-jenis semai mangrove pada areal terdegradasi diharapkan dapat mempercepat restorasi meski perlu kajian lebih lanjut dalam rentang

waktu yang lebih lama untuk memastikan keberhasilan pertumbuhan jenis-jenis tersebut.

Tumbuhnya jenis-jenis semai alami mangrove memiliki hubungan dengan ketersediaan pohon induk yang telah menyebarkan benih ke areal terdegradasi. Proses regenerasi alami semai mangrove di lokasi pengamatan diuntungkan dengan faktor jarak yang berdekatan dengan pohon induk. Berdasarkan observasi, di sekitar lokasi petak pengamatan Bontang tumbuh jenis *R. apiculata* secara melimpah terutama yang menghadap ke arah pantai. Jenis tersebut diketahui memiliki Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi di Bontang dengan nilai INP sebesar 145,2 (Budiarsa dan Rizal, 2013). Berbeda halnya dengan kawasan Sangkima, pohon induk *S. alba* terlihat melimpah di sepanjang garis pantai terutama yang berdekatan dengan lokasi petak pengamatan. Hal tersebut sesuai dengan pengamatan Wijaya (2011) yang juga melaporkan jika pada kawasan tersebut, jenis *S. alba* termasuk ke dalam pohon dominan ditemukan bersama dengan *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera parviflora*

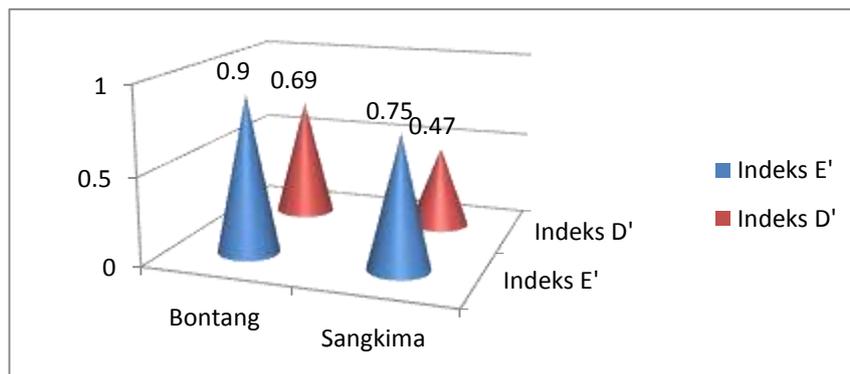
Tingginya kelimpahan jenis *Rhizophora* spp dan *S. alba* dibandingkan jenis lain berkaitan dengan kemampuan adaptasi dari jenis-jenis tersebut. Propagul *Rhizophora* spp mempunyai kemampuan mengapung di air dengan cadangan makanan mencukupi pada kotiledon, sehingga penyebarannya dapat terbawa arus laut ke berbagai tempat. Begitu pula dengan *S. alba*, jenis ini termasuk ke dalam mangrove pionir yang menghasilkan biji dalam jumlah sangat banyak untuk mengkolonisasi habitat baru dalam periode pendek/ tahun (Primavera dan Esteban, 2008; Wang'odu *et al.*, 2013). Jika dibandingkan dengan persentase tumbuh hasil rehabilitasi yang telah dilakukan di Bontang dengan jenis *C. tagal* dan *Rhizophora* spp serta di Sangkima

dengan jenis *R. mucronata*, maka persentase tumbuh dari jenis mangrove melalui regenerasi alami terlihat lebih tinggi. Keadaan ini dapat menjadi salah satu acuan bahwa pengamatan regenerasi alami di sekitar lokasi rehabilitasi diperlukan untuk menentukan kesesuaian jenis yang akan ditanam. Jenis mangrove untuk rehabilitasi dapat diperkaya dengan jenis-jenis yang ditemukan dalam penelitian ini.

Dari interval dua kali pengamatan dengan selisih waktu 3 bulan memperlihatkan bila jenis-jenis mangrove yang tumbuh alami (Tabel 1) mampu terus bertahan untuk tumbuh dengan persentase tumbuh mencapai 100%, kecuali untuk *S. alba* dan *A. aureum*. Hasil pengamatan Balke *et al.* (2013) di Singapura juga mendapatkan hasil serupa, dimana propagul *S. alba* yang menempati zona terdepan memiliki kemampuan tumbuh rendah karena sebagian mati akibat pergerakan sedimen, ombak, dan frekuensi penggenangan bersamaan dengan arus kuat.

Fenomena yang terjadi pada *S. alba* mengindikasikan jika tingginya kelimpahan propagul yang dihasilkan *S. alba* merupakan salah satu bentuk adaptasi pada kondisi lingkungan yang memiliki arus kuat karena tidak seluruh propagul tersebut mampu bertahan hidup. Di lain pihak, kondisi yang terjadi pada *A. aureum* lebih disebabkan karena faktor penggenangan pada sebagian habitat yang ditempati. Pengamatan pertama menjumpai *A. aureum* berada pada bagian tanah gundukan yang tak tergenang, namun pada pengamatan kedua telah tergenang dan dalam kondisi mati. Secara alami *A. aureum* sendiri termasuk suku mangrove berupa pakupakuan yang menempati zona belakang dan tidak toleran terhadap kondisi selalu tergenang.

Perhitungan terhadap beberapa parameter indeks ekologi memperlihatkan lokasi pengamatan di Bontang selalu memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan Sangkima (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil analisis indeks keseragaman (E') dan indeks Dominansi Simpson (D')
Figure 1. Result of evenness indices analyses (E') and Simpson dominance indices (D')

Indeks keseragaman (E') pada lokasi pengamatan di Bontang memiliki nilai mendekati 1 (0,9) sedangkan Sangkima masih berada pada posisi 0,75. Lebih rendahnya nilai indeks keseragaman di Sangkima menunjukkan distribusi semai mangrove terjadi secara tidak merata atau seragam. Dalam pengertian lain, terdapat jenis mangrove yang memiliki dominansi tinggi pada habitat tersebut. Pada kondisi komunitas yang stabil maka nilai indeks E' akan cenderung tinggi mendekati 1 sedangkan indeks D' menjadi rendah (Morris *et al.*, 2014). Hasil analisis Bray Curtis untuk melihat kesamaan antara kedua lokasi pengamatan didapatkan nilai $< 0,2$ atau $< 20\%$. Perbedaan kesamaan habitat di antaranya disebabkan

oleh perbedaan riwayat penggunaan habitat mangrove serta karakteristik habitat yang ditempati. Lokasi terdegradasi di Bontang terbentuk dari pembukaan lahan tambak sedangkan di Sangkima akibat abrasi pantai yang disebabkan penebangan mangrove untuk perluasan permukiman.

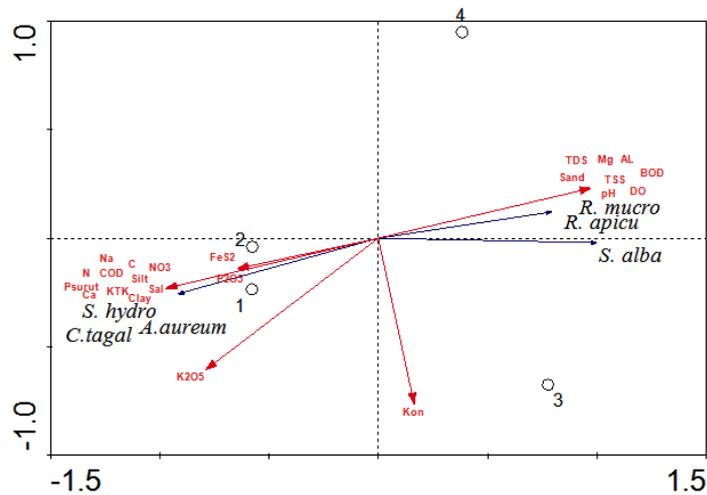
B. Hubungan Regenerasi Alami Semai dengan Kondisi Lingkungan

Hasil penjabaran analisis terhadap panjang gradien (*length of gradient*) berdasarkan DCA diperoleh nilai 2,5. Dengan demikian, metode ordinansi yang dapat digunakan adalah linear dengan pilihan pendekatan analisis PCA (Leps dan Smilauer, 2003). Hasil analisis PCA korelasi 23

parameter lingkungan (air dan tanah) dengan distribusi jenis-jenis semai mangrove alami di Bontang dan Sangkima menunjukkan terdapat 8 parameter dominan berkorelasi positif dengan tumbuhnya jenis semai mangrove *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *S. alba* di lokasi Sangkima. Sementara itu, untuk lokasi penelitian di Bontang terdapat 14 parameter lingkungan dominan berkorelasi positif dengan jenis semai mangrove *A. aureum*, *S. hydrophyllacea*, dan *C. tagal*. Hasil analisis PCA secara lengkap disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil analisis PCA pada Gambar 2 terlihat jelas bahwa beberapa jenis mangrove saling mengelompok dengan dicirikan oleh parameter-parameter lingkungan yang hampir sama pada setiap lokasi penelitian. Dari 23 parameter lingkungan yang diuji (Lampiran 1) tampak

jika hampir seluruh parameter lingkungan memiliki korelasi positif yang kuat terhadap regenerasi mangrove, kecuali parameter FeS_2 , K_2O_5 , dan P_2O_5 yang memiliki korelasi lebih rendah. Parameter lingkungan konduktivitas perairan memiliki korelasi paling rendah dengan regenerasi alami semai mangrove pada kedua lokasi pengamatan, dengan ditunjukkan oleh sudut yang terbentuk paling lebar/tegak lurus. Hasil penelitian pada habitat berbeda seperti delta Cimanuk, regenerasi mangrove pada kawasan tersebut memiliki korelasi positif terhadap parameter lingkungan tanah berupa konsentrasi P tersedia, salinitas, C/N rasio, pH, serta komposisi liat/lempung (Sukardjo *et al.*, 2014). Patang (2013) menemukan pH dan tekstur tanah menjadi parameter lingkungan paling berpengaruh terhadap kehadiran mangrove di Sinjai.



Gambar 2. Hasil ordinasi PCA (*Principle Component Analysis*), angka 1 dan 2 menunjukkan lokasi penelitian di Bontang sedangkan angka 3 dan 4 menunjukkan lokasi di Sangkima
Figure 2. Result of PCA (*Principle Component Analysis*) ordination, number 1 and 2 show research location in Bontang whereas number 3 and 4 show research location in Sangkima

Gambar 2 menjelaskan bahwa panjang panah menunjukkan kekuatan korelasi antar variabel. Variabel dengan arah panah sama memiliki arti bahwa antar variabel berkorelasi positif, arah panah berlawanan berkorelasi negatif, dan arah panah tegak lurus tidak memiliki korelasi. Sementara itu, nilai sudut antar dua panah menggambarkan kekuatan korelasi kedua variabel karena makin sempit sudut yang terbentuk antar dua variabel maka makin positif tinggi korelasinya (Leps dan Smilaeur, 2003).

R. apiculata, *R. mucronata*, dan *S. alba* termasuk dalam kelompok mangrove sejati yang mampu tumbuh pada zona yang selalu

dipengaruhi oleh pasang surut dan toleran terhadap kadar salinitas lebih tinggi (Wang *et al.*, 2011). Dalam formasi hutan mangrove di Taman Nasional Kutai, *S. alba* dan *R. mucronata* kerap ditemukan berada pada zona terdepan yang langsung berhadapan dengan laut, sedangkan *R. apiculata* berada pada zona tepat di belakang *S. alba* dan *R. mucronata*. Korelasi kuat antara parameter substrat pasir (*sandy*) dengan komposisi jenis semai mangrove seperti terjadi di Sangkima, sesuai dengan pendapat Al Fajar *et al.* (2013) dalam studinya di Konawe Selatan yang melaporkan kesesuaian tumbuh rehabilitasi mangrove pada zona terdepan di kawasan tersebut

menempati tipe tanah dengan substrat yang didominasi lempung berpasir. Hal ini seperti yang dilaporkan oleh Halidah dan Kamma (2013) pada penelitiannya di Minahasa Utara bahwa *S. alba* mampu tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada substrat pasir yang miskin hara. Komposisi substrat pasir di lokasi penelitian terlihat cenderung tinggi yaitu berkisar antara 58,40 - 96,20%. Tingginya substrat pasir dapat disebabkan oleh proses sedimentasi pada saat pasang surut berlangsung (Longhitano *et al.*, 2012). Perakaran jenis *Rhizophora* spp pada formasi terdepan yang berbentuk tunjang dan rapat mampu menghalangi pergerakan partikel pasir dari arah laut menuju zona belakang pada saat air pasang, kemudian tertahan dan mengendap di zona depan saat surut (Besperi, 2011; Adi dan Murtiono, 2015).

Parameter lingkungan perairan berupa pH, COD, BOD dan TSS yang memiliki korelasi positif dengan jenis semai alami *R. apiculata*, *R. mucronata* dan *S. alba* berada pada kategori baik atau masih di ambang batas seperti dicantumkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, khususnya untuk biota perairan. Hanya parameter DO yang bernilai cukup rendah yaitu 3,98 - 4,02. Rendahnya parameter DO ini sama dengan kajian Budiarsa dan Rizal (2013) di TNK dan Ulqodry *et al.* (2010) di ekosistem mangrove Tanjung Api-Api yang juga menghasilkan nilai DO rendah yaitu 4,36 - 5,35. Fenomena ini disebabkan proses dekomposisi pada ekosistem mangrove berlangsung aktif dan membutuhkan oksigen dalam prosesnya sehingga nilai DO menjadi lebih rendah. Eksistensi mineral tanah berupa Mg dan kejenuhan Al juga memiliki korelasi kuat dalam pertumbuhan dan distribusi semai *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *S. alba*. Kondisi Mg berada pada kategori tinggi sedangkan kejenuhan Al sangat rendah. Secara alami Mg adalah unsur hara sekunder yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk mengangkut fosfat ke daun dan berperan penting dalam sintesis klorofil (Ai dan Banyo, 2011). Di lain pihak, kejenuhan Al bila terlalu tinggi juga dapat berpotensi menyebabkan toksik atau racun bagi mangrove meskipun beberapa peneliti melaporkan jika mangrove memiliki toleransi lebar (Oxmann *et al.*, 2010).

Hasil analisis PCA memperlihatkan, distribusi dan proses regenerasi semai alami jenis *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *S. alba* di areal TNK, khususnya di Bontang dan

Sangkima, lebih dicirikan dengan parameter lingkungan perairan dibandingkan dengan parameter lingkungan tanah. Dengan demikian, kondisi ini mengindikasikan bila ketiganya cenderung beradaptasi pada kondisi perairan laut dengan kualitas yang baik, meskipun kondisi kesuburan tanah yang kurang. Lebih lanjut, Budiarsa dan Rizal (2013) juga mengutarakan jika vegetasi mangrove di TNK didominasi oleh *R. mucronata* dan *R. apiculata* yang tumbuh pada kondisi kualitas perairan baik. Rendahnya kesuburan tanah di sekitar habitat mangrove pada zona depan di disebabkan oleh frekuensi pasang surut dan penggenangan yang lebih tinggi, sehingga mengakibatkan terjadinya pencucian unsur-unsur hara yang lebih sering terjadi secara berulang-ulang. Tren peningkatan kesuburan tanah baru akan terlihat pada pengamatan di areal rehabilitasi dalam rentang waktu lama. Salmo III *et al.* (2013) menguraikan pada areal rehabilitasi *R. mucronata* umur 6 sd 50 tahun menunjukkan tren peningkatan kesuburan tanah terutama bahan organik, total N dan potensial redoks tanah seiring peningkatan umur tanaman dan akan stabil mulai umur 11 tahun.

Distribusi *S. hydrophyllacea*, *C. tagal* dan *A. aureum* dikelompokkan dengan ciri karakteristik lingkungan yang berkorelasi positif kuat dengan parameter lingkungan tanah berupa *silt, clay*, KTK, N, C, Na, Ca serta parameter lingkungan perairan berupa pasang surut, salinitas, NO₃ dan COD. Pencirian ini berkebalikan dengan *R. apiculata*, *R. mucronata* dan *S. alba* yang justru lebih banyak berkorelasi dengan parameter lingkungan air. Seperti diketahui, *S. hydrophyllacea*, *C. tagal* dan *A. aureum* di alam selalu menempati habitat pada formasi mangrove pada zona pertengahan hingga belakang. Menurut Wang *et al.* (2011), *C. tagal* dan *S. hydrophyllacea* masih dikelompokkan dalam mangrove sejati, sedangkan *A. aureum* termasuk dalam kelompok asosiasi mangrove yang kurang toleran terhadap salinitas dan tumbuh pada tepian terluar habitat ekosistem mangrove. Zonasi kesesuaian habitat ini diduga yang menyebabkan ketiga jenis mangrove tersebut lebih berkorelasi dengan kondisi lingkungan tanah dibanding air.

Formasi mangrove *S. hydrophyllacea*, *C. tagal* dan *A. aureum* yang menempati zona belakang hingga pertengahan beradaptasi pada kondisi lingkungan dengan salinitas dan pengaruh pasang surut lebih rendah dibandingkan dengan zona bagian depan.

Kondisi tingkat kesuburan tanah lebih tinggi bila dibandingkan zona depan. Hal ini dibuktikan dengan perbandingan hasil pengukuran parameter lingkungan tanah, dimana lokasi Bontang cenderung lebih subur dibandingkan dengan lokasi Sangkima yang berhadapan langsung dengan laut lepas (Lampiran 1). Berdasarkan kriteria penilaian sifat tanah yang diterbitkan Balai Penelitian Tanah, parameter KTK di Bontang berada pada rentang sedang - tinggi, C pada rentang rendah dan tinggi, N rendah dan sedang, Na sangat tinggi dan Ca rendah - tinggi (Eviati dan Sulaiman, 2009). Lebih tingginya kesuburan tanah hutan mangrove pada formasi tepian habitat, selain dari berasal guguran seresah, juga dipengaruhi oleh pasokan unsur-unsur hara yang terbawa dari berbagai sungai yang bermuara ke pesisir TNK, kemudian mengendap di sekitar habitat mangrove. Selain itu, tingginya KTK juga mampu memberikan keuntungan kemampuan dalam menyerap unsur hara dalam tanah yang lebih baik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Regenerasi alami semai mangrove di Taman Nasional Kutai di Bontang teridentifikasi terdiri dari 4 jenis sedangkan di Sangkima terdiri dari 3 jenis. Pola regenerasi pada kedua lokasi penelitian menunjukkan, spesies mangrove terpisah menjadi 2 kelompok besar berdasarkan ciri lingkungan tanah dan perairannya. Formasi bagian depan yaitu *Rhizophora apiculata* (bakau minyak), *Rhizophora mucronata* (bakau hitam), dan *Sonneratia alba* (perepat), dicirikan dengan korelasi parameter lingkungan perairan yang lebih banyak dibandingkan dengan parameter lingkungan tanah, dengan kesuburan tanah rendah namun kualitas perairan dalam kondisi baik. Kelompok mangrove bagian pertengahan dan belakang didominasi jenis *Acrostichum aureum* (paku laut), *Scyphiphora hydrophyllacea* (duduk rambat) dan *Ceriops tagal* (tingi) dicirikan dengan pola regenerasi yang dipengaruhi lebih banyak parameter kondisi tanah dibandingkan parameter kualitas air, namun kondisi kesuburan tanah cenderung lebih tinggi bila dibandingkan formasi depan.

B. Saran

Dalam upaya mendukung kegiatan restorasi ekosistem hutan mangrove di Taman Nasional Kutai maka perlu memperhatikan kesesuaian tumbuh jenis-jenis alami di

sekitarnya. Penanaman jenis mangrove di Bontang, selain menggunakan *Ceriops tagal* (tingi) dan *Rhizophora* spp (bakau) yang sudah ditanam dapat diperkaya dengan jenis *Scyphiphora hydrophyllacea* (duduk rambat). Untuk penanaman di Sangkima perlu menambahkan jenis *Sonneratia alba* (perepat) sebagai jenis pionir pada zona terdepan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan staf Balai Taman Nasional Kutai yang telah memberikan izin dan bantuan kepada penulis untuk melakukan penelitian di lokasi pengelolaan Taman Nasional Kutai, terutama kepala balai bapak Erly Sukrismanto beserta staf Ating Sutrisman dan Dadang. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada teknisi BPTKSDA Samboja bapak Warsidi, Suhardi, dan ketua kelompok mangrove Sangkima bapak Usman yang telah membantu proses pengamatan selama kegiatan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R.N., dan Murtiono. (2015). Peran mangrove dalam penjeratan sedimen untuk pencegahan abrasi pantai di Kabupaten Demak. *Prosiding Seminar Nasional Innovation In enviromental Management Diponegoro University and Queensland University, tanggal 20 Mei 2015*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ai, N.S., dan Y. Banyo. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Imiah Sains, 11*(2), 166-173.
- Al Fajar., D. Oetama., dan A. Afu. (2013). Studi kesesuaian jenis untuk perencanaan rehabilitasi ekosistem mangrove di Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia, 3*(12), 164-176.
- Balke, T., E.L. Webb., E.V.D. Elzen., D. Galli., P.M.J. Herman., and T.J. Bouma. (2013). Seedling establishment in a dynamic sedimentary environment: a conceptual framework using mangroves. *Journal of Applied Ecology, 50*(3), 740-747.
- Besperri. (2011). Pengaruh hutan bakau terhadap sedimentasi. *Jurnal Teknik Sipil Inersia, 3*(1), 33-38.
- Bosire, J.O., F.D. Guebas., M. Walton., B.I. Crona., R.R. Lewis III., C. Field., J.G. Kairo., and N. Koedam. (2008). Functionality of Restored Mangroves: A review. *Aquatic Botany, 89*, (2) 251-259.

- Budiarsa, AA., dan S. Rizal. (2013). Pemetaan dan analisis tingkat kerusakan hutan mangrove di Taman Nasional Kutai berdasarkan data satelit landsat etm dan kerapatan vegetasi. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 19(1), 54-61.
- Daryono, Z.N.A. (2011). *Potensi ekosistem mangrove untuk menunjang keberadaan ekowisata di kawasan Teluk Lombok, Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur* (Thesis). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Eviati dan Sulaiman. (2009). *Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. (Edisi 2)*. Bogor: Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian.
- Halidah dan H. Kamma. (2013). Penyebaran alami *Avicenia marina* (forsk) vierh dan *Sonneratia alba* Smith pada substrat pasir. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, 1(1), 51-58.
- Leps, J., and P. Smilauer. (2003). *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Lewis III, R.R., and B. Brown. (2014). *Ecological mangrove rehabilitation. A field manual for practitioners*. Restoring coastal livelihoods program. www.rcl.or.id. Diakses: 24 Desember 2015.
- Kusmana, C. (1997). *Metode survey vegetasi*. Bogor: IPB Press.
- Longhitano, S.G., M. Donatella., R.J. Steel., and R. B. Ainsworth. (2012). Tidal depositional systems in the rock record: A review and new insights. *Sedimentary Geology*, 279, 2-22.
- Morris, E.K., T. Caruso, F. Buscot., M. Fischer., C. Hancock, T.S. Maier., T.Meiners., C. Müller., E. Obermaier., D. Prati, S. A.Socher., I. Sonnemann., N.Wäschke., T.Wubet, S.Wurst., and Matthias C Rillig. (2014). Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology Evolution Journal*, 4(18), 3514-3524.
- Oxmann, J.F., Q. H. Pham., L. Schwendenmann., J. M. Stellman., and R.J.Lara. (2010). Mangrove reforestation in Vietnam: the effect of sediment physicochemical properties on nutrient cycling. *Plant Soil*, 326, (1), 225-241
- Ulqodry, T.Z., D. Bengen., and R.F. Kaswadji. (2010). Karakteristik perairan mangrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan berdasarkan sebaran parameter lingkungan perairan dengan menggunakan analisis komponen utama (PCA). *Maspari Journal*, 1, (1), 16-21.
- Patang. (2013). Pengaruh sifat fisik dan kimia tanah terhadap komunitas hutan mangrove (kasus di kabupaten sinjai). *Jurnal Galung Tropika*, 2(3), 136-141.
- Primavera, J. H., and J. M. A. Esteban. (2008). A review of mangrove rehabilitation in the Philippines: successes, failures and future prospects. *Wetland Ecology Management*, 16 (5), 345-358
- Salmo III, S.G., C. Lovelock., and N.C. Duke. (2013). Vegetation and soil characteristics as indicators of restoration trajectories in restored mangroves. *Hydrobiologia*, 720(1), 1-18.
- Sukardjo., Sukristijono., D. Alongi. and Y. Ulumuddin. (2014). Mangrove community structure and regeneration potential on a rapidly expanding river delta in Java. *Trees*, 28 (4), 1105-1113.
- Wang, L., M. Mu., X. Li., P. Lin., and W. Wang. (2011). Differentiation between true mangroves and mangrove associates based on leaf traits and salt contents. *Journal of Plant Ecology*, 4(4), 292-301.
- Wang'ondu, V.W., J.G. Kairo., J.I. Kinyamario., F. B. Mwaura., J.O. Bosire., F.D. Guebas., and N. Koedam. (2013). Vegetative and reproductive phenological traits of *Rhizophora mucronata* Lamk. and *Sonneratia alba* Sm. *Flora*, 208(8), 522- 531
- Wijaya, N.I. (2011). *Pengelolaan zona pemanfaatan ekosistem mangrove melalui optimasi pemanfaatan sumberdaya kepiting bakau (*Scylla serrata*) di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur* (Disertasi). Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Lampiran 1. Hasil analisis tanah dan air
Appendix 1. Result of soil and water analyses

No	Parameter (parameter)	Satuan (unit)	Hasil (result)			
			0-30 cm	31-60 cm	0-30 cm	31-60 cm
			Bontang	Bontang	Sangkima	Sangkima
Tanah (soil)						
1	pH H ₂ O (1 : 2.5)	-	4,46	3,87	7,48	7,80
2	Ca ⁺⁺	meq/100gr	14,27	14,99	15,58	12,60
3	Mg ⁺⁺	meq/100gr	16,19	19,13	8,99	4,39
4	Na ⁺	meq/100gr	25,68	45,21	18,18	3,54
5	KTK	meq/100gr	58,76	82,73	43,91	21,28
6	N. Total	%	0,29	0,29	0,10	0,07
7	C. Organik	%	6,85	6,89	2,02	1,32
8	P ₂ O ₅ Tersedia (Bray 1)	ppm	0,95	2,64	0,76	0,60
9	K ₂ O Tersedia (Bray 1)	ppm	381,17	383,09	274,14	173,19
10	Al ⁺⁺⁺	meq/100gr	0,00	0,83	0,00	0,00
11	Pyrite (FeS ₂)	%	0,90	2,88	0,67	0,48
12	Silt	%	19,30	16,60	13,30	3,70
13	Clay	%	16,20	25,00	0,20	0,10
14	sand	%	64,50	58,40	86,50	96,20

Air (water)						
No	Parameter (parameter)	Satuan (unit)	Hasil (result)			
			Bontang	Sangkima		
1	Residu terlarut (TDS)	mg/L	23950	30989		
2	Residu tersuspensi (TSS)	mg/L	6	11		
3	Konduktivitas air	mS/cm	38,8	35,9		
4	BOD	mg/L	1,24	1,25		
5	COD	mg/L	14,09	13,12		
6	DO	mg/L	3,98	4,02		
7	NO ₃	mg/L	6,54	5,24		
8	Salinitas	ppt	30	29		
9	Pasang surut	m	2,2	1,4		

Sumber: Sampel dianalisis di laboratorium tanah dan kualitas air, Universitas Mulawarman

Source: Samples was analyses at soil and water quality laboratory, Mulawarman University