

Pengaruh sampah terhadap kandungan klorofil daun dan regenerasi hutan mangrove di Kawasan Hutan Lindung Angke Kapuk, Jakarta

The effect of waste on chlorophyll content of leaves and regeneration of mangrove forest at Angke Kapuk Protection Forest, Jakarta

FARIDAH LESTARI, CECEP KUSMANA

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor 16680, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 10 Februari 2015. Revisi disetujui: 7 Agustus 2015.

Abstract. Lestari F, Kusmana C. 2015. *The effect of waste on chlorophyll content of leaves and regeneration of mangrove forest at Angke Kapuk Protection Forest, Jakarta. Bonorowo Wetlands 5: 77-84.* Mangrove ecosystem is a transition ecosystem between land and sea. Currently the mangrove forests at Angke Kapuk Protection Forest, North Jakarta have been degraded by a large amount of waste. To manage this situation, the forest research was carried out with the aim to consider the effect of waste existence on the chlorophyll content of tree leaves and the regeneration of mangrove forests in Angke Kapuk Protection Forest. The results showed that the existence of the waste has not affected the chlorophyll content of leaves, but it has a significant impact on the regeneration of mangrove forests. This is shown with a density of mangrove seedlings in the less waste-occupied mangrove area is bigger than that of medium and high waste-occupied mangrove areas.

Keywords: Chlorophyll, forest regeneration, leaves, mangrove ecosystems, waste

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan peralihan antara daratan dan lautan sehingga ekosistem ini memainkan peran penting dalam menjaga kestabilan kondisinya (Kustanti 2011). Namun, luas hutan mangrove di Indonesia terus mengalami penurunan. Penurunan luasan ini salah satunya terjadi akibat kerusakan ekosistem.

Menurut Saenger et al. (1983) dan Kusmana (1993a) dalam Kusmana (1996), tiga sumber utama penyebab kerusakan mangrove, yaitu pencemaran, penebangan yang berlebihan/tidak terkontrol, dan konversi hutan mangrove menjadi bentuk lahan yang berfungsi non-hutan seperti pelabuhan, pemukiman, pertanian dan pertambangan yang kurang mempertimbangkan faktor kelestarian lingkungan.

Pencemaran yang terjadi salah satunya disebabkan oleh adanya sampah pada kawasan mangrove tersebut. Sampah ini terdiri dari sampah organik maupun anorganik dan lebih didominasi oleh jenis sampah anorganik. Sampah anorganik tidak ter-biodegradasi yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme didalam tanah pun akan berkurang. Mandura (1997) menemukan bahwa pembuangan sampah ke habitat mangrove telah mematikan banyak akar pasak yang tumbuh di laut merah. Hilangnya banyak akar pasak tersebut akan menurunkan luasan permukaan respirasi dan permukaan pengambilan unsur hara oleh tanaman yang pada akhirnya menurunkan pertumbuhan pohon.

Kawasan Hutan Lindung Angke Kapuk (HLAK) secara geografis terletak diantara 6°05'-6°10' LS dan 106°43'-

106°48' BT. Hutan Lindung Angke Kapuk memiliki luas 44.76 ha dan merupakan satu-satunya kawasan lindung ekosistem mangrove di wilayah daratan Jakarta (Dinas Kehutanan 1995 dalam Miralka 2006). Kawasan HLAK disusun oleh 15 jenis pohon mangrove, 8 jenis merupakan jenis asli setempat dan sisanya merupakan jenis yang ditanam yang berasal dari kawasan lain. Jenis-jenis pohon mangrove asli kawasan HLAK terbagi atas dua kelompok, yakni (i) mangrove sejati (7 jenis), yaitu *Avicennia officinalis* (Avicenniaceae), *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa* (Rhizophoraceae), *Sonneratia caseolaris* (Sonneratiaceae) yang merupakan komponen mayor/utama, *Excoecaria agallocha* (Euphorbiaceae) dan *Xylocarpus moluccensis* (Meliaceae) yang merupakan komponen minor/tambahan, dan (ii) sisanya sebagai asosiasi mangrove, yaitu *Terminalia catappa*. Sedangkan 7 jenis pohon mangrove yang merupakan jenis introduksi terdiri atas 1 jenis mangrove sejati, yaitu *Bruguiera gymnorrhiza* (Rhizophoraceae), dan 6 jenis asosiasi mangrove, yakni *Calophyllum inophyllum* (Guttiferae), *Cerbera manghas* (Apocynaceae), *Paraserianthes falcataria*, *Tamarindus indica*, *Acacia mangium*, dan *A. auriculiformis* (Leguminosae). Berdasarkan tingkat pertumbuhannya, *B. gymnorrhiza*, *C. inophyllum* dan *C. manghas* baru sampai pancang, sedangkan *P. falcataria*, *T. indicus*, *A. mangium*, dan *A. auriculiformis* sudah ada yang mencapai tingkat pohon (Onrizal et al. 2005).

Setiap tanaman memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai untuk tumbuh, berkembang dan beregenerasi. Kemampuan regenerasi merupakan salah satu persyaratan suatu hutan untuk mempertahankan kelestariannya. Oleh karena itu, melalui penelitian ini diharapkan dapat

diketahui sejauh mana sampah mempengaruhi regenerasi dan pertumbuhan pohon mangrove.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah sejauh mana pengaruh sampah terhadap pertumbuhan pohon mangrove dan regenerasi hutan mangrove.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh sampah terhadap kandungan klorofil daun dan regenerasi hutan mangrove.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan pada bulan Maret-Mei 2014 di Kawasan Hutan Lindung Angke Kapuk, Kota Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta.

Pembuatan plot pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengamatan kadar klorofil daun dan regenerasi tumbuhan mangrove dengan tebal sampah yang berbeda. Lokasi penelitian ini dibagi ke dalam tiga kawasan, yaitu : (i) Kawasan tidak ada sampah (KTS): kawasan mangrove yang tidak terdapat sampah; (ii) Kawasan sedikit sampah (KSS): kawasan mangrove yang memiliki tebal sampah 5-30 cm; (iii) Kawasan banyak sampah (KBS): kawasan mangrove yang memiliki tebal sampah ≥ 30 cm (Gambar 3).

Setiap kawasan dibuat lima plot pengamatan berukuran masing-masing 10 m x 10 m yang diletakkan secara acak. Desain plot pengamatan dalam setiap kawasan dapat dilihat pada Gambar 4.

Analisis vegetasi

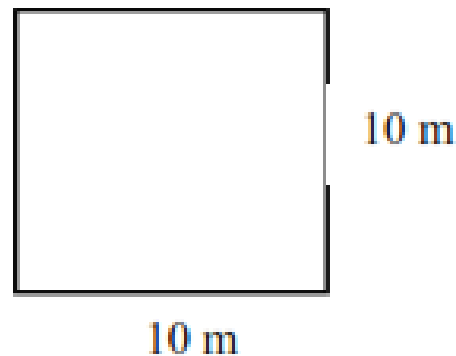
Analisis vegetasi dilakukan pada setiap plot pengamatan yang berukuran 10 m x 10 m dengan melakukan identifikasi jenis dan jumlah individu pada tingkat semai, pancang dan pohon, sedangkan untuk tingkatan pohon dilakukan pengukuran tinggi dan diameter batang pohon.

Pengambilan dan pengujian sampel tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan secara acak sebanyak satu ulangan pada setiap plot pengamatan. Sampel tanah diambil di tengah plot dengan kedalaman ± 30 cm menggunakan metode terusik untuk menguji kandungan kimia tanahnya. Selanjutnya sampel tanah dari masing-masing ulangan pada plot pengamatan dikompositkan berdasarkan ketiga kondisi kawasan (KTS, KSS dan KBS). Pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB.

Pengambilan dan pengujian sampel daun

Pengambilan sampel daun dilakukan pada pukul 06.00 WIB. Sampel daun diambil dari semua pohon yang terdapat pada setiap plot pengamatan dengan komposisi daun bagian atas, tengah dan bawah. Jumlah daun yang diambil dari masing-masing bagian adalah 3 helai. Setelah semua daun terkumpul, daun tersebut dilakukan pengambilan secara acak sebanyak 3 helai untuk dilakukan pengujian kandungan klorofil daunnya. Pengujian sampel daun dilakukan di Laboratorium Balitro, Kementerian Pertanian, Bogor.



Gambar 4. Desain plot pengamatan



Gambar 3. Lokasi penelitian di kawasan Hutan Lindung Angke Kapuk, Jakarta. A. KTS/Kawasan tidak ada sampah, B. KSS/Kawasan sedikit sampah dan C. KBS/Kawasan banyak sampah

Prosedur analisis data

Kandungan klorofil daun

Data perhitungan kandungan klorofil daun yang telah diperoleh pada masing-masing kawasan diolah menggunakan program SPSS 16.0. Data tersebut dilakukan uji beda *independent sampel t-test* antara KTS dengan KSS, KSS dengan KBS dan KTS dengan KBS. Uji beda *independent sampel t-test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara masing-masing kawasan dengan hipotesis sebagai berikut:

H0: tidak ada perbedaan kandungan klorofil daun pohon mangrove antar kawasan

H1: minimal ada satu perbedaan kandungan klorofil daun pohon mangrove antar kawasan.

Apabila $p\text{-value} > 0.05$, maka terima H0, sedangkan apabila $p\text{-value} < 0.05$ maka tolak H0.

Regenerasi hutan

Data analisis vegetasi yang telah diperoleh pada tingkat semai, pancang, pohon diolah dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

Indeks keanekaragaman jenis (H') = $-\sum \{ (ni/N) \ln (ni/N) \}$

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas plot}}$$

$$\text{Kerapatan relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{Jumlah LBDS suatu jenis}}{\text{Luas plot}}$$

$$\text{Dominansi relatif (DR)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR} \text{ (pohon)}$$

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} \text{ (Regenerasi hutan)}$$

$$\text{Indeks keanekaragaman jenis (H')} = -\sum \{ (ni/N) \ln (ni/N) \}$$

Dimana : n_i = Jumlah individu jenis ke-n

N = Total jumlah individu

Besaran $H' < 1.5$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong rendah,

$1.5 \leq H' \leq 3.5$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong sedang dan $H' \geq 3.5$ menunjukkan keanekaragaman jenis tergolong tinggi.

$$\text{Indeks kekayaan jenis } (R_1) = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

Dimana : S = Jumlah jenis

N = Total jumlah individu

Besaran $R_1 < 3.5$ menunjukkan kekayaan jenis yang tergolong rendah, $3.5 \leq R_1 \leq 5.0$ menunjukkan kekayaan jenis tergolong sedang dan $R_1 > 5.0$ menunjukkan kekayaan jenis tergolong tinggi jika ≥ 5.0 .

$$\text{Indeks pemerataan jenis (E)} = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dimana :

H' = Indeks keanekaragaman jenis S = Jumlah jenis

Besaran $E' < 0.3$ menunjukkan pemerataan jenis tergolong rendah, $0.3 \leq E' \leq 0.6$ pemerataan jenis tergolong sedang dan $E' \geq 0.6$ maka pemerataan jenis tergolong tinggi.

Data perhitungan kerapatan semai pada setiap kawasan diolah menggunakan SPSS 16.0. Data tersebut dilakukan uji beda *independent sampel t-test* antara KTS dengan KSS, KSS dengan KBS dan KSS dengan KBS. Uji beda *independent sampel t-test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara masing-masing kawasan dengan hipotesis sebagai berikut:

H0: tidak ada perbedaan kerapatan semai antar kawasan

H1: minimal ada satu perbedaan kerapatan semai antar kawasan.

Apabila $p\text{-value} > 0.05$, maka terima H0, sedangkan apabila $p\text{-value} < 0.05$ maka tolak H0.

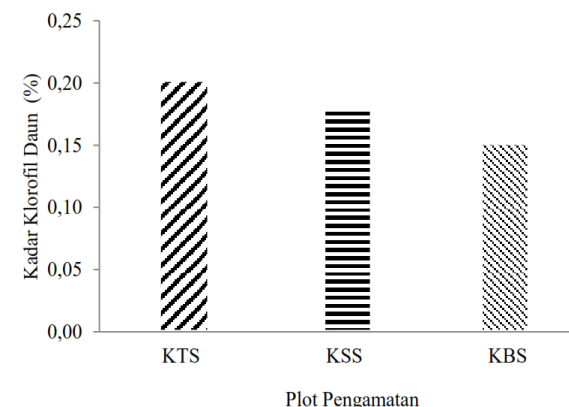
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan klorofil daun

Hasil analisis kandungan klorofil daun pohon mangrove pada masing-masing kawasan penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Data pada Gambar 5 menunjukkan bahwa KTS memiliki rata-rata kandungan klorofil daun lebih tinggi dibandingkan KSS dan KBS. Hal tersebut berarti semakin tebal sampah cenderung kandungan klorofil daun pohon mangrove semakin rendah.

Kondisi tanah

Hasil analisis unsur kimia tanah pada setiap kawasan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 5 Rata-rata kandungan klorofil daun (%) pada masing-masing kawasan penelitian

Tabel 1. Unsur kimia tanah pada masing-masing kawasan penelitian

Kawasan	Nitrogen (%)	Magnesium (me/100g)	Besi (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
KTS	0.25	2.81	75.33	45.10	0.04	6.62
KSS	0.32	2.84	62.34	35.42	0.05	14.07
KBS	0.48	2.84	54.22	45.61	0.26	16.27

Tabel 2 Rekapitulasi analisis vegetasi pada kawasan penelitian

Tingkat partum- buhan	Plot	Jenis	K (ind/ha)	KR (%)	F	FR (%)	D (m ² /ha)	DR (%)	INP (%)
Semai	KTS	<i>Avicennia officinalis</i>	10 000	100	1	100	n.a.	n.a.	200
	KSS	<i>Rhizophora mucronata</i>	420	42	0.6	27.3			69.3
		<i>Nypa fruticans</i>	20	2	0.2	9.1	n.a.	n.a.	11.1
		<i>Excoecaria agallocha</i>	160	16	0.4	18.2	n.a.	n.a.	34.2
		<i>Cerbera manghas</i>	160	16	0.8	36.4	n.a.	n.a.	52.4
		<i>A. officinalis</i>	1 000	24	0.2	9.1	n.a.	n.a.	33.1
		KBS	<i>E. agallocha</i>	100	62.5	0.2	50	n.a.	n.a.
<i>C. manghas</i>	60		37.5	0.2	50	n.a.	n.a.	87.5	
Pancang	KTS	<i>A. officinalis</i>	460	6.7	1	3.3	n.a.	n.a.	160
	KSS	<i>R. mucronata</i>	140	3.3	0.2	6.7	n.a.	n.a.	40
		<i>R. mucronata</i>	960	60.7	1	33.3	n.a.	n.a.	94
		<i>A. officinalis</i>	420	26.6	1	33.3	n.a.	n.a.	59.9
		<i>E. agallocha</i>	180	11.4	0.8	26.7	n.a.	n.a.	38.1
		<i>Hibiscus tiliaceus</i>	20	1.3	0.2	6.7	n.a.	n.a.	8
	KBS	<i>A. officinalis</i>	160	28.6	0.6	37.5	n.a.	n.a.	66.1
		<i>E. agallocha</i>	140	25	0.4	25	n.a.	n.a.	50
		<i>R. mucronata</i>	260	46.4	0.6	37.5	n.a.	n.a.	83.9
Pohon	KTS	<i>A. officinalis</i>	1060	100	1	100	22.86	100	300
	KSS	<i>A. officinalis</i>	840	97.6	1	83.3	28.80	99.40	280.4
	KBS	<i>R. mucronata</i>	20	2.32	0.2	16.6	0.17	0.59	19.5
		<i>A. officinalis</i>	740	100	1	100	20.17	100	300

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), Kekayaan Jenis (dan Kemerataan Jenis (E')) pada setiap tingkat pertumbuhan di kawasan penelitian

Kawasan	Semai			Pancang			Pohon		
	H'	R ₁	E	H'	R ₁	E	H'	R ₁	E
KTS	0	0	0	0.58	0.31	0.83	0	0	0
KSS	1.35	1.02	0.83	0.94	0.69	0.68	0.1	0.26	0.14
KBS	0.65	0.48	0.93	0.99	0.60	0.90	0	0	0

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan nitrogen, magnesium, Cu dan Zn pada KTS lebih rendah dibandingkan KSS dan KBS. Unsur besi pada KTS lebih tinggi dibandingkan pada KSS dan KBS, sedangkan Mn pada KSS lebih rendah daripada kawasan lainnya.

Regenerasi hutan

Hasil analisis vegetasi pada masing-masing kawasan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa KTS memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan KSS dan KBS untuk tingkat pertumbuhan semai dan pohon. Pada tingkat pertumbuhan pancang yang memiliki kerapatan paling tinggi adalah KSS. Pada tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon di KTS yang memiliki INP paling tinggi yaitu *A. officinalis*. Pada KSS yang memiliki nilai INP paling tinggi untuk tingkat pertumbuhan semai dan pancang yaitu jenis *R. mucronata* sedangkan untuk tingkat pertumbuhan pohon yaitu *A. officinalis*. Pada tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon di KBS yang memiliki nilai INP paling tinggi secara

berurutan yaitu *E. agallocha*, *R. mucronata* dan *A. officinalis*.

Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), Kekayaan Jenis (dan Kemerataan Jenis (E'))

Hasil perhitungan besarnya Indeks Keanekaragaman Jenis, Kekayaan Jenis dan Kemerataan Jenis pada setiap kawasan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa KTS, KSS dan KBS memiliki indeks keanekaragaman dan kekayaan jenis yang rendah pada tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon. Indeks kemerataan jenis pada tingkat pertumbuhan semai untuk KTS tergolong rendah, KSS dan KBS tergolong tinggi, sedangkan pada tingkat pertumbuhan pancang tergolong tinggi untuk semua kawasan dan tergolong rendah pada tingkat pertumbuhan pohon.

Pembahasan

Menurut Saenger et al. (1983) dan Kusmana (1993a) dalam Kusmana (1996), tiga sumber utama penyebab kerusakan mangrove, yaitu pencemaran, penebangan yang berlebihan/tidak terkontrol, dan konversi hutan mangrove menjadi bentuk lahan yang berfungsi non-hutan seperti pelabuhan, pemukiman, pertanian, pertambangan yang kurang mempertimbangkan faktor lingkungan. Pencemaran yang terjadi salah satunya disebabkan adanya sampah pada area mangrove tersebut. Sampah ini terdiri dari sampah organik maupun anorganik dan lebih didominasi oleh jenis sampah anorganik.

Hasil uji beda *independent sampel t-test* antara KTS dengan KSS, KSS dengan KBS dan KTS dengan KBS menunjukkan $p > 0.05$ yang bermakna tidak ada perbedaan

yang signifikan antara kawasan tersebut. Nilai *p-value* dari masing-masing kawasan secara berurutan yaitu 0.396, 0.216 dan 0.100. Artinya, sampah tidak memberi pengaruh terhadap kandungan klorofil daun pohon mangrove yang tumbuh di kawasan. Hendriyani dan Setiari (2009) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan klorofil diantaranya faktor pembawa, sinar matahari, Oksigen, Karbohidrat, Nitrogen, Magnesium, Besi, unsur Mn, Cu, Zn, air dan temperatur.

Hasil analisis kandungan unsur kimia tanah pada masing-masing kawasan yang terdapat pada Tabel 1, jika dilihat dengan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang terdapat pada Tabel 4, menunjukkan ketersediaan unsur nitrogen pada masing-masing kawasan tergolong sedang karena berada pada 0.21-0.50%. Pada kawasan tidak ada sampah memiliki ketersediaan unsur N yang lebih rendah dibandingkan kawasan sedikit sampah dan banyak sampah yaitu sebesar 0.25%. Hal ini diduga karena unsur tersebut digunakan atau diambil oleh akar untuk pertumbuhan, sesuai dengan pernyataan Izumi (1986) yang menyatakan bahwa penurunan kandungan nitrogen sebanding dengan kelimpahan akar mangrove. Hal tersebut sesuai dengan pengamatan yang menunjukkan ketersediaan unsur N yang lebih rendah pada kawasan tidak ada sampah tetapi perakaran pada tanaman baik (Gambar 6).

Unsur Magnesium (Mg) yang tersedia pada masing-masing kawasan tergolong tinggi. Pada kawasan tidak ada sampah menunjukkan ketersediaan unsur Mg yang lebih rendah dibandingkan plot pengamatan lainnya yaitu sebesar 2.81 (me/100g).

Pada kondisi tidak ada sampah unsur Besi (Fe) yang tersedia lebih tinggi dibandingkan kondisi banyak sampah. Secara berurutan unsur besi yang tersedia pada kondisi tidak ada sampah, sedikit sampah dan banyak sampah yaitu 75.33 ppm, 62.34 ppm, 54.22 ppm. Menurut Sakya dan Rahayu (2010), besi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dalam jumlah sedikit. Tanaman membutuhkan Fe dalam tanah maksimum 100 ppm (Suharyono dan Menry 2005).

Unsur Mn, Cu, dan Zn meskipun jumlah yang dibutuhkan hanya sedikit dalam pembentukan klorofil. Namun, jika tidak ada unsur tersebut maka tanaman akan mengalami klorosis.

Pada tanaman, Mangan (Mn) diperlukan untuk pembentukan zat protein, vitamin (terutama vitamin C) dan

untuk dapat mempertahankan keadaan klorofil pada daun (terutama daun tua). Mn termasuk dalam salah satu logam berat mikro esensial yang mana diperlukan oleh tanaman tapi dalam jumlah yang relatif sedikit maksimal 50 ppm. Menurut Lusiana et al. (2000) dalam Hikmah et al. (2013) kelebihan Mn dapat menyebabkan penghambatan pada pertumbuhan tanaman. Mn yang terdapat pada kawasan tidak ada sampah, sedikit sampah dan banyak sampah secara berurut yaitu 45.10 ppm, 35.42 ppm, 45.61 ppm. Pada masing-masing kondisi tersebut menunjukkan bahwa Mn berada dalam jumlah yang relatif yaitu kurang dari 50 ppm, sehingga tidak menyebabkan penghambatan pada pertumbuhan tanaman.

Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang terdapat pada perairan alami dan merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan, tetapi akan bersifat racun terhadap semua tumbuhan pada konsentrasi larutan diatas 0.1 ppm Pada perairan alami, kadar tembaga biasanya 0.02 mg/L (Palar 1994). Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan tembaga pada kawasan banyak sampah bersifat racun terhadap tumbuhan karena memiliki konsentrasi larutan diatas 0.1 ppm, yaitu sebesar 0.26 ppm.

Unsur Zn berperan dalam pertumbuhan hormon pengontrol, transformasi karbohidrat, mengelola konsumsi gula, dan membantu sintesis protein. Darmono (1995) dalam Suharyono dan Menry (2005) menyebutkan konsentrasi Zn dalam tanah berkisar antara 10 sampai 300 ppm dengan rata-rata 50 ppm. Pada masing-masing kawasan menunjukkan konsentrasi Zn dalam tanah masih kurang dari 50 ppm, yaitu sebesar 6.62 ppm pada kondisi tidak ada sampah, 14.07 pada kondisi sedikit sampah dan pada kondisi banyak sampah sebesar 16.27 ppm. Konsentrasi Zn ini masih tergolong rendah dibandingkan dengan konsentrasi Zn yang dibutuhkan tanaman, tetapi hal ini tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena Zn termasuk hara mikro dalam tanah yang hanya sedikit diperlukan tanaman (Suharyono dan Menry 2005).

Perubahan selalu terjadi dalam ekosistem hutan diantaranya yaitu adanya pohon yang mati secara alami karena faktor umur atau faktor alam lainnya. Pohon yang mati tersebut dapat digantikan oleh jenis pohon yang sama atau tergantung pada benih yang siap untuk tumbuh, sehingga proses regenerasi dapat berlangsung.

Tabel 4 Kriteria penilaian sifat-sifat kimia tanah

No	Sifat tanah	Satuan	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
1	C-organik	%	<1.00	1.00-2.00	2.01-3.00	3.01-5.00	>5.00
2	N-Total	%	<0.10	0.10-0.20	0.21-0.50	0.51-0.75	>0.75
3	P-Bray	ppm	<10	10-15	16-25	26-35	>35
4	KTK	me/100g	<5	5-16	17-24	25-40	>40
5	K	me/100g	<0.1	0.1-0.2	0.3-0.5	0.6-1.0	>1.0
6	Na	me/100g	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.7	0.8-1.0	>1.0
7	Mg	me/100g	<0.4	0.4-1.0	1.1-2.0	2.1-8.0	>8.0
8	Ca	me/100g	<2	2-5	6-10	11-20	>20

Sumber: Pusat Penelitian Tanah (1983)



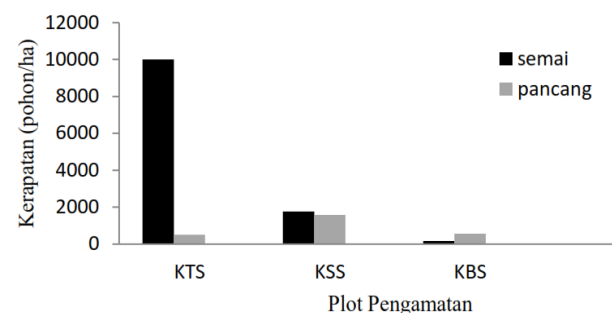
Gambar 6 Kondisi perakaran pada masing-masing kawasan penelitian; A. Tidak ada sampah, B. Sedikit sampah dan C. Banyak sampah

Regenerasi merupakan suatu proses peremajaan tumbuhan hutan secara alami atau atas buatan manusia serta usaha yang mutlak dilakukan untuk keberlanjutan hutan di masa datang. Indriyanto (2005) menyatakan bahwa berjalan atau tidaknya proses regenerasi tegakan hutan dicerminkan oleh kondisi anakan pohon yang ada dalam kawasan hutan, begitu pun menurut Barik et al. (1996), keberhasilan regenerasi pohon hutan ditentukan oleh kesuksesan menyelesaikan beberapa kejadian dalam siklus hidupnya, seperti produksi biji dan dispersal pada tempat yang sesuai, perkecambahan serta pertumbuhan ke depan. Regenerasi mangrove secara alami menggunakan biji dan propagul alami (*wildlings*) sebagai sumber bibit. Kemampuan mangrove menyebar dan tumbuh dengan sendirinya tergantung pada kondisi hutan, arus pasang surut dan stabilitas tanah Setyawan et al. (2003)). Menurut Sigiuro (2013), kerapatan vegetasi tingkat semai lebih tinggi dibandingkan kerapatan tingkat pancang mengindikasikan bahwa proses regenerasi pada areal hutan tersebut berjalan dengan baik.

Hasil uji beda *independent sampel t-test* antara KTS dengan KSS, KSS dengan KBS dan KTS dengan KBS untuk kerapatan anakan pohon (semai) menunjukkan $p < 0.05$, yang bermakna ada perbedaan signifikan antara kawasan tersebut. Nilai *p-value* dari masing-masing uji beda secara berurutan yaitu 0.003,

0.034 dan 0.002. Artinya, sampah memberi pengaruh terhadap kerapatan anakan pohon (semai). Tabel 2 menunjukkan kondisi anakan pohon (semai) pada kawasan tidak ada sampah lebih besar dibandingkan kawasan sedikit sampah dan banyak sampah. Pada kawasan tidak ada sampah dan sedikit sampah menunjukkan kerapatan vegetasi tingkat semai yang lebih tinggi dibandingkan tingkat pancang, berbeda dengan kawasan banyak sampah (Gambar 7).

Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kawasan tidak ada sampah proses regenerasi dapat berjalan lebih baik dibandingkan dengan kawasan yang sedikit sampah dan banyak sampah. Hal tersebut disebabkan karena pada kawasan yang banyak sampah, ketika buah jatuh tidak langsung jatuh ke permukaan tanah melainkan jatuh ke permukaan sampah (Gambar 8), sehingga buah yang terjatuh tidak dapat berkecambah. Menurut Rahmasyahraini (2008), kondisi fisik dari tanah yang digunakan untuk perkecambahan benih sangat mempengaruhi perkembangan kecambah menjadi tanaman dewasa. Benih akan terhambat perkecambahannya pada tanah yang padat, karena benih harus berusaha keras untuk menembus permukaan tanah. Pada kawasan banyak sampah, kemungkinan benih untuk menembus permukaan tanah sangat sulit karena tebalnya sampah dan didominasi sampah anorganik sehingga menghambat perkecambahan benih tersebut.



Gambar 7 Rata-rata kerapatan pada tingkat semai dan pancang di masing-masing kawasan penelitian



Gambar 8. Buah mangrove yang jatuh; A. Permukaan tanah (tumbuh); B. Permukaan sampah styrofoam (mengering)

Nilai INP menunjukkan kemampuan suatu jenis untuk bersaing dan beradaptasi dengan lingkungannya. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai INP pada setiap kawasan dapat dilihat pada Tabel 2. Secara keseluruhan, untuk kawasan tidak ada sampah baik pada tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon, jenis *Avicennia officinalis* (api-api) lebih mampu untuk bersaing dan beradaptasi dengan lingkungannya. Pada kawasan sedikit sampah, *Rhizophora mucronata* (bakau) dan *A. officinalis* masih mampu bersaing dan beradaptasi dengan lingkungannya, sedangkan pada kawasan banyak sampah pada tingkat semai jenis *Excoecaria agallocha* (buta-buta) yang lebih mampu bersaing dan beradaptasi dengan lingkungannya dibandingkan jenis lain yang lebih utama pada mangrove. Pada tingkat pohon di kawasan banyak sampah memang jenis *A. officinalis* masih mampu beradaptasi dengan lingkungannya tetapi kondisi dari pohon tersebut sudah tidak baik, seperti pohon yang sudah tidak berdiri tegak dan gerowong pada batangnya.

Keanekaragaman merupakan suatu keragaman diantara anggota suatu komunitas (Supriatno 2001). Keanekaragaman dibedakan atas tiga ukuran meliputi kekayaan jenis, keanekaragaman jenis dan kemerataan jenis. Menurut Krebs dan Davies (1978) menyatakan bahwa ada enam faktor yang saling berkaitan yang menentukan naik turunnya keanekaragaman jenis suatu komunitas yaitu, waktu, heterogenitas, ruang, persaingan, pemangsaan, kestabilan lingkungan dan produktivitas.

Tabel 3 menunjukkan besarnya indeks keanekaragaman jenis pada tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon tergolong rendah untuk semua kawasan karena nilai indeks keanekaragaman jenis kurang dari 1.5. Menurut Ariyati (2007), nilai indeks keanekaragaman rendah menunjukkan bahwa terdapat tekanan ekologi tinggi, baik yang berasal dari faktor biotik (persaingan antar individu tumbuhan untuk setiap tingkatan) atau faktor abiotik. Tekanan ekologi yang tinggi tersebut menyebabkan tidak semua jenis tumbuhan dapat bertahan hidup di suatu lingkungan.

Nilai kekayaan jenis merupakan suatu kajian ekologis yang digunakan untuk menghitung banyak atau tidaknya jenis, serta perimbangan jumlah individu yang diwakili yang ditemukan pada lokasi pengamatan

(Cappenberg 2011). Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa Indeks Kekayaan Jenis pada tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon tergolong rendah untuk semua kawasan karena besaran $R_1 < 3.5$.

Tabel 3 menunjukkan Indeks Kemerataan Jenis (E') pada tingkat pertumbuhan semai untuk kawasan tidak ada sampah tergolong rendah sedangkan kawasan sedikit sampah dan banyak sampah tergolong tinggi. Besaran E' pada tingkat pertumbuhan pancang tergolong tinggi untuk semua kawasan. Adapun pada tingkat pertumbuhan pohon besaran $E' < 0.3$ untuk semua kawasan sehingga tergolong rendah.

Secara keseluruhan, indeks keanekaragaman, kekayaan dan kemerataan jenis di semua kawasan tergolong rendah pada setiap tingkat pertumbuhannya. Keragaman dan kemerataan jenis yang rendah menyebabkan jumlah individu tiap jenis serta kestabilan komunitas berada dalam kondisi yang rendah dan tertekan (Cappenberg 2011). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan sampah di pinggiran bibir pantai ini memberi tekanan ekologi yang tinggi, karena kestabilan lingkungan merupakan salah satu yang mempengaruhi keanekaragaman jenis pada suatu komunitas.

Kondisi mangrove pada suatu lokasi dan waktu tertentu dinilai berdasarkan kriteria baku kerusakan hutan mangrove. Kriteria baku kerusakan hutan mangrove merupakan ukuran batas perubahan fisik dan atau hayati mangrove yang dapat ditenggang (KEMENLH 2004). Kriteria baku tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Kriteria baku kerusakan mangrove (KEMENLH 2004) pada Tabel 7, menunjukkan kawasan tidak ada sampah (KTS) berada pada kondisi baik pada tingkat sedang karena memiliki rata-rata kerapatan pohon (pohon/ha) $\geq 1\ 000 - < 1\ 500$ yaitu 1 060 pohon/ha. Kawasan sedikit sampah (KTS) dan banyak sampah (KBS) menunjukkan kondisi yang rusak karena memiliki kerapatan (pohon/ha) $< 1\ 000$. Secara berurutan kerapatan pohon pada kawasan sedikit sampah (KTS) dan banyak sampah (KBS) yaitu masing-masing 860 pohon/ha dan 740 pohon/ha. Dengan demikian, sampah dapat mengakibatkan kerusakan pada mangrove, sehingga mengganggu regenerasi hutan.

Tabel 7. Kriteria baku kerusakan mangrove

Tingkat Kerusakan	Kriteria	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat padat	$\geq 1\ 500$
	Sedang	$\geq 1\ 000 - < 1\ 500$
Rusak	jarang	$< 1\ 000$

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan sampah tidak berpengaruh terhadap kandungan klorofil daun pohon mangrove tetapi berpengaruh terhadap regenerasi hutan mangrove. Hal ini ditunjukkan dengan kerapatan anakan pohon (semai) pada kawasan tidak ada sampah lebih besar dibandingkan kawasan sedikit sampah dan banyak sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyati. 2007. Analisis Kesesuaian Perairan Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan sebagai Lahan Budidaya Rumput Laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. [Tesis]. Universitas Diponegoro, Semarang
- Barik SK, Tripathi RS, Pandey HN, Rao P. 1996. Tree regeneration in a subtropical humid forest: effect of cultural disturbance on seed production, dispersal and germination. *J Appl Ecol* 33: 1551-1560.
- Cappenberg HAW. 2011. Kelimpahan dan Keanekaragaman Megabentos di Perairan Teluk Ambon. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37 (2): 277-294.
- Hendriyani IS, Setiari N. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. FPMIPA. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hikmah N, Halang B, Muchyar. 2013. Kandungan Cd (Cadmium) dan Mn (Mangan) pada daun tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang ditanam dengan penambahan lumpur hasil pengolahan limbah karet. *Jurnal wahana-Bio* 10 (1):1-20.
- Indriyanto. 2005. Ekologi Hutan. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Izumi H. 1086. Soil Nutrient Dynamic. Workshop on the Mangrove Ecosystem. UNDP-UNESCO, Bangkok.
- KEMENLH [Kementerian Lingkungan Hidup]. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Krebs JR, Davies NB. (eds.) 1978. Behavioural Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England,
- Kusmana C. 1996. Nilai Ekologis Ekosistem Hutan Mangrove. *Jurnal Media Konservasi* 5 (1):17-24.
- Kustanti A. 2011. Manajemen Hutan Mangrove. IPB Press. Bogor.
- Kusumastuti W. 2009. Evaluasi Lahan Basah Bervegetasi Mangrove dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan (Studi Kasus di Desa Kepitingan Kabupaten Sidoarjo). [Tesis]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Mandura AS. 1997. A mangrove stand under sewage pollution stress: Red Sea. *Mangroves and Salt Marshes* 1: 255-262.
- Onrizal, Rugayah, Suhardjono. 2005. Flora Mangrove Berhabitus Pohon di Hutan Lindung Angke-Kapuk. *Biodiversitas* 6 (1):34-49.
- Palar H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Rahmasyahraini. 2008. Studi Periode Pengujian Daya berkecambah serta Pengaruh Perlakuan Benih dan Jenis Media Perkecambahan pada Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). [Skripsi]. Bogor. Fakultas Pertanian IPB.
- Sakya AT, Rahayu M. 2010. Pengaruh pemberian unsur mikro besi (Fe) terhadap kualitas Anthurium. *Agrosains* 12 (1):29-33.
- Setyawan AD, Winarno K, Purnama PC. 2003. Ekosistem Mangrove di Jawa: 2. Restorasi. *Biodiversitas* 5 (2):105-118.
- Sigiro ARM. 2013. Struktur Tegakan dan Regenerasi Alami Hutan di Pulau Siberut, Sumatera Barat. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Suhariyono G, Menry Y. 2005. Analisis Karakteristik Unsur-Unsur dalam Tanah di Berbagai Lokasi dengan Menggunakan XRF. Di dalam: Puslitbang
- Supriatno B. 2001. Pengantar Praktek Ekologi Tumbuhan. Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Wanggai F. 2009. Manajemen Hutan. Grasindo. Jakarta.