

PEER REVIEW

D1

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : MAKALAH SEMINAR (TANPA PROSIDING)

Judul Makalah : Analisis Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap.

Penulis Makalah : 1. Eva Seoulinda Rosani *(nama pengusul dicetak tebal)
 2. **Eming Sudiana**
 3. Erwin Riyanto Ardli

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis ke-2

Identitas Seminar :

- a. Judul Seminar : Seminar Nasional XXII Perhimpunan Biologi Indonesia dengan Tema "Peran Biologi dalam Pendayagunaan Bioresources Indonesia untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa.
- b. Tanggal Pelaksanaan : 31 Agustus dan 1 September 2013.
- c. Tempat Pelaksanaan : Fakultas Biologi Unsoed
- d. Penyelenggara : Fakultas Biologi Unsoed

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : ☐ Seminar Forum Ilmiah Internasional
 (beri v pada kategori yang tepat) ☒ Seminar Forum Ilmiah Nasional

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Makalah		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional	Nasional	
a. Kelengkapan unsur isi paper (10%)	☐	3	0.30
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		10 % X 3 = 0.3	0.86
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		30 % X 3 = 0.9	0.86
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/prosiding		30 % X 3 = 0.9	0.78
Total = (100%)		3	2.79
Nilai Pengusul = (40%*Total)/2		0.6	0.56
Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer:			
1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur	: Lengkap dan sesuai		
2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan	: Baik dan cukup dalam, sangat baik		
3. Kecukupan dan kemutakhiran data serta metodologi	: Baik, mutakhir		
4. Kelengkapan unsur kualitas penerbit	: Baik, lengkap		
5. Indikasi plagiasi	: Tidak ada		
6. Kesesuaian bidang ilmu	: Sesuai		

Purwokerto,

*) wajib diisi

Reviewer 1



Dr. Dwi Nugroho Wibowo, M.S.
 NIP. 196111251986011001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

Reviewer 2



Drs. Edy Yani, M.S.
 NIP. 195811301984031001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi Tumbuhan
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

21

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : MAKALAH SEMINAR (TANPA PROSIDING)

Judul Makalah : Analisis Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap.

Penulis Makalah : 1. Eva Scoulinda Rosani (* nama pengusul dicetak tebal)
 2. **Eming Sudiana**
 3. Erwin Riyanto Ardl

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis ke-2

Identitas Seminar :

- a. Judul Seminar : Seminar Nasional XXII Perhimpunan Biologi dengan Tema "Peran Biologi dalam Pende Bioresources Indonesia untuk Meningkatkan Daya
- b. Tanggal Pelaksanaan : 31 Agustus dan 1 September 2013.
- c. Tempat Pelaksanaan : Fakultas Biologi Unsoed
- d. Penyelenggara : Fakultas Biologi Unsoed

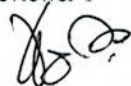
Kategori Publikasi Karya Ilmiah : ☐ Seminar Forum Ilmiah Internasional
 (beri v pada kategori yang tepat) ☐ Seminar Forum Ilmiah Nasional

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Makalah		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional	Nasional	
a. Kelengkapan unsur isi paper (10%)		10 % X 3= 0.3	0,3
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		30 % X 3= 0.9	0,81
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)		30 % X 3= 0.9	0,81
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/prosiding		30 % X 3= 0.9	0,75
Total = (100%)		3	2,67
Nilai Pengusul = (40%*Total)/2		0.6	0,53
Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer:			
1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur	: SURAT TUGAS ?		
2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan	: BAK & DATA CUKUP BANYAK		
3. Kecukupan dan kemutahiran data serta metodologi	: BAK		
4. Kelengkapan unsur kualitas penerbit	:		
5. Indikasi plagiasi	: TIDAK ADA		
6. Kesesuaian bidang ilmu	: RELEVAN		

Purwokerto, 13 Oktober 2020 *) wajib diisi

Reviewer 1



Dr. Dwi Nugroho Wibowo, M.S.
 NIP. 196111251986011001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed



Prof. Dr. Imam Widhiono M.Z., M.S.
 NIP. 195904201985031002
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

D1

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : MAKALAH SEMINAR (TANPA PROSIDING)

Judul Makalah : Analisis Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap.

Penulis Makalah : 1. Eva Seoulanda Rosani (* nama pengusul dicetak tebal)
 2. **Eming Sudiana**
 3. Erwin Riyanto Ardli

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis ke-2

Identitas Seminar :
 a. Judul Seminar : Seminar Nasional XXII Perhimpunan Biologi dengan Tema "Peran Biologi dalam Pende Bioresources Indonesia untuk Meningkatkan Daya
 b. Tanggal Pelaksanaan : 31 Agustus dan 1 September 2013.
 c. Tempat Pelaksanaan : Fakultas Biologi Unsoed
 d. Penyelenggara : Fakultas Biologi Unsoed

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : ☐ Seminar Forum Ilmiah Internasional
 (beri v pada kategori yang tepat) ☒ Seminar Forum Ilmiah Nasional

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Makalah		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional	Nasional	
		3	
a. Kelengkapan unsur isi paper (10%)		10 % X 3=	0.3
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		30 % X 3=	0.9
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)		30 % X 3=	0.9
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/prosiding		30 % X 3=	0.9
Total = (100%)		3	2,9
Nilai Pengusul = (40%*Total)/2		0.6	0,58
Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer:			
1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur	: lengkap & sesuai		
2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan	: sangat baik		
3. Kecukupan dan kemutahiran data serta metodologi	: mutakhir		
4. Kelengkapan unsur kualitas penerbit	: lengkap		
5. Indikasi plagiasi	: tidak ada		
6. Kesesuaian bidang ilmu	: sesuai		

Purwokerto, 5-10-2020 *) wajib diisi

Reviewer 2

Drs. Edy Yani, M.S.
 NIP. 195811301984031001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi Tumbuhan
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

Mengetahui :
 Dekan

 Prok. De rer.nat Imam Widhiono M.Z., M.S.
 NIP. 195904201985031002
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed


ARTIKEL



Pertemuan Ilmiah
Perhimpunan Biologi Indonesia
(PBI)



Sertifikat

diberikan kepada

Dr. Eming Sudiana, M.Si.

sebagai

Pemakalah

pada Seminar Nasional XXII Perhimpunan Biologi Indonesia yang diselenggarakan pada tanggal 31 Agustus dan 1 September 2013
di Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto dengan tema

" Peran Biologi dalam Pendayagunaan Bioresources Indonesia untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa "

Ketua Umum PBI

perhimpunan biologi indonesia

Prof. Dr. Rochadi Abdulhadi

Dekan Fakultas Biologi Unsoed



Dra. Yulia Sistina, M.Sc.Stud., Ph.D.



Ketua Panitia

Romanus Edy Prabowo, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Analisis Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap

Eva Seoulinda Rosani¹, Erwin Riyanto Ardli¹ dan Eming Sudiana¹

¹Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman
Kampus Karangwangkal Jl. Dr. Suparno PO Box. 130 Purwokerto 53123



ABSTRAK

Serangkaian aktivitas masyarakat di kawasan hutan mangrove Segara Anakan menyebabkan tumbuhan bawah mangrove seperti *Acanthus ebracteatus*, *Acanthus ilicifolius*, *Acrostichum speciosum*, dan *Derris trifoliata* cukup dominan menutupi sebagian kawasan hutan. Pengkajian terhadap kapasitas fungsi jasa lingkungan yang mampu diperankan oleh tumbuhan bawah mangrove seperti membantu mengurangi emisi CO₂ di atmosfer menjadi penting untuk dilakukan. Hal tersebut dapat diketahui dengan melakukan pendugaan biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah mangrove. Pendugaan terhadap biomassa dan karbon tersimpan khusus untuk tumbuhan bawah mangrove hingga saat ini belum banyak diketahui. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei dengan teknik *cluster sampling* yaitu menentukan lokasi sampling berdasar pada kelompok kondisi habitat. Perhitungan biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah mangrove menggunakan metode *destructive*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah biomassa dan karbon tersimpan tertinggi dihasilkan oleh *Acrostichum speciosum* sejumlah 42,637 g/ind dan 10,984 g/ind, diikuti oleh *Acanthus ilicifolius* (28,205 g/ind dan 6,827 g/ind), *Acanthus ebracteatus* (26,384 g/ind dan 6,072 g/ind), dan *Derris trifoliata* (22,548 g/ind dan 9,186 g/ind). Potensi biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah di kawasan hutan mangrove Segara Anakan sebesar 2,804 ton/ha dan 0,9 ton/ha.

Kata Kunci : biomassa, karbon tersimpan, tumbuhan bawah mangrove, Segara Anakan

PENDAHULUAN

Meningkatnya pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun menyebabkan luas hutan mangrove khususnya Indonesia telah mengalami degradasi dan deforestasi cukup signifikan. Salah satu hutan mangrove di Indonesia yang mengalami degradasi dan deforestasi adalah hutan mangrove Segara Anakan. Luas hutan mangrove Segara Anakan pada tahun 1978 mencapai 17.090 ha dan tahun 2004 hanya tinggal seluas 9.271,6 ha. Setiap tahun luas hutan mangrove Segara Anakan mengalami degradasi sebesar 192,96 ha. Degradasi tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia, diantaranya penebangan ilegal (14,23 m³/hari), pemanfaatan dan konversi lahan hutan seperti pembuatan areal pertanian (5,4%), tambak (2,5%), pemukiman (1,1%), industri (0,4%), dan pemanfaatan lahan lainnya (1,7%). Aktivitas manusia tersebut terutama terjadi dekat pemukiman di Panikel, Bugel, Cibeureum, Karanganyar, Klaces, dan Motean (Ardli dan Widyastuti, 2001; Widayanto, 2005; Sastranegara *et al.*, 2007; Ardli dan Wolff, 2008).

Aktivitas manusia tersebut menyebabkan tumbuhan bawah cukup dominan menutupi kawasan hutan mangrove Segara Anakan diantaranya adalah *Acanthus ebracteatus* Vahl. dan *Acanthus ilicifolius* Linn. (27,57 ± 36,59%), *Acrostichum aureum* Linn. (0,29 ± 2,38%), dan *Derris trifoliata* Lour. (5,36 ± 18,66%) (Hinrichs *et al.*, 2009). Oleh karena itu, perlu pengkajian terhadap kapasitas jasa lingkungan yang mampu diperankan oleh tumbuhan bawah mangrove terutama dalam mengurangi emisi CO₂ di atmosfer. Potensi ini dapat diketahui dengan melakukan pendugaan terhadap biomassa dan karbon tersimpannya. Saat ini masih belum

terdapat data mengenai pendugaan jumlah biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah mangrove khususnya di Segara Anakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah biomassa dan karbon tersimpan pada setiap *species* tumbuhan bawah mangrove dan mengetahui potensi biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah di kawasan hutan mangrove Segara Anakan. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan strategi konservasi kawasan hutan mangrove Segara Anakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap dengan koordinat $07^{\circ}34'29.42''$ LS – $07^{\circ}47'32.39''$ LS dan $108^{\circ}46'30.12''$ BT – $109^{\circ}03'21.02''$ BT (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian. MB = habitat mangrove yang relatif bagus; ILB = habitat mangrove yang mengalami penebangan secara ilegal (sedimentasi baru); ILL = habitat mangrove yang mengalami penebangan secara ilegal (sedimentasi lama); BT = habitat mangrove bekas tambak

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah tumbuhan bawah kategori semak (*Acanthus ebracteatus* Vahl., *Acanthus ilicifolius* Linn., *Acrostichum speciosum* Willd., dan *Derris trifoliata* Lour.) di hutan mangrove Segara Anakan.

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan menggunakan teknik *cluster sampling* yaitu menentukan lokasi sampling berdasar pada kelompok kondisi habitat (habitat mangrove yang relatif bagus dengan kerapatan vegetasi pohon masih tinggi, habitat mangrove yang mengalami penebangan secara ilegal baik yang merupakan hasil sedimentasi baru maupun lama, dan habitat mangrove bekas tambak dengan kondisi tumbuhan bawah mendominasi area).

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Data Vegetasi
Pengambilan data vegetasi tumbuhan bawah menggunakan plot berukuran (1 x 1)m yang dibuat secara acak (Sutaryo, 2009).
2. Pengambilan Sampel Tumbuhan Bawah
Pengambilan sampel tumbuhan bawah (*Acanthus ebracteatus* Vahl., *Acanthus ilicifolius* Linn., *Acrostichum speciosum* Willd., dan *Derris trifoliata* Lour.) dilakukan dengan metode *destructive*.
3. Penimbangan Sampel Basah
Setiap bagian tumbuhan bawah (daun, stipe, batang, dan akar) ditimbang berat basahanya sehingga diketahui berat basah totalnya untuk menganalisis biomasnya. Sub sampel dari masing-masing bagian diambil sebanyak 2 g untuk dianalisis kadar karbonnya.
4. Pengeringan

Sub sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam untuk pengeringan awal dan pada suhu 105°C selama 16 jam untuk pengeringan akhir guna mengetahui kadar air dan berat keringnya.

5. Penimbangan Sampel Kering

Sub sampel dari masing-masing bagian tumbuhan yang telah dikeringkan, dilakukan penimbangan sehingga diketahui berat keringnya untuk menganalisis biomasanya.

6. Pengukuran Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang diukur seperti pH tanah, suhu udara, salinitas air, jenis dan tekstur tanah, unsur hara, dan kandungan bahan organik tanah.

7. Pengukuran Karbon Terikat

Sampel hasil pengeringan oven 105°C dikarbonisasi menggunakan *furnace* pada suhu 600°C selama 3 – 4 jam.

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat basah sampel (g)

b = berat kering sampel dengan suhu oven 105°C (g)

$$\text{Kadar abu} = \frac{c-a}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat cawan porselen (g)

b = berat sampel sebelum diabukan ditambah cawan porselen (g)

c = berat sampel setelah diabukan ditambah cawan porselen (g)

Kadar karbon yang terikat pada setiap gram sampel tumbuhan bawah pada masing-masing bagian yaitu daun, stipe (khusus *Acrostichum speciosum*), batang, dan akar menggunakan rumus dari Sutapa (2006) dalam Hardjana (2008) yang dimodifikasi sebagai berikut :

$$\text{Kadar karbon} = 100\% - (\% \text{ Air} + \% \text{ Abu})$$

Analisis Data

1. Perhitungan Biomassa

Perhitungan total berat kering (biomassa) tumbuhan bawah menggunakan rumus dari *Japan International Cooperation Agency/JICA* (2002) sebagai berikut :

$$\text{BKT} = \frac{\text{BKC}}{\text{BBC}} \times \text{BBT}$$

Keterangan :

BKT = berat kering total (g)

BKC = berat kering contoh (g)

BBC = berat basah contoh (g)

BBT = berat basah total (g)

2. Perhitungan Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah

Perhitungan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K = B \times C$$

Keterangan :

K = jumlah karbon tersimpan pada tumbuhan bawah (g)

B = biomassa tumbuhan bawah (g)

C = kadar karbon terikat (%)

Perhitungan potensi biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah di kawasan hutan mangrove Segara Anakan menggunakan data vegetasi yang diperoleh di lokasi penelitian dengan cara menghitung kerapatan setiap *species* tumbuhan bawah. Kerapatan tumbuhan bawah

perlu diketahui terlebih dahulu sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah dalam satuan ton unit per area (ton/ha). Kerapatan mutlak dan kerapatan relatif dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a. Kerapatan mutlak (KM)

$$KM = \frac{\text{Jumlah total individu suatu jenis}}{\text{Luas petak ukur pengamatan}}$$

b. Kerapatan relatif suatu jenis (KR)

$$KR = \frac{K \text{ suatu jenis}}{K \text{ seluruh jenis}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis biomassa dan karbon yang tersimpan pada setiap *species* tumbuhan bawah mangrove per individunya disajikan pada Tabel 1. Analisis menunjukkan bahwa *Acrostichum speciosum* memiliki rata-rata biomassa tertinggi yaitu 42,637 g/individu dan rata-rata karbon tersimpan sebanyak 10,984 g/individu. *Derris trifoliata* memiliki rata-rata biomassa terendah yaitu 22,548 g/individu dan rata-rata karbon yang tersimpan sebanyak 9,186 g/individu. Adapun tumbuhan bawah yang memiliki kadar karbon tertinggi dalam biomasanya adalah *Derris trifoliata* (40,74%) sedangkan tumbuhan bawah yang memiliki kadar karbon terendah dalam biomasanya adalah *Acanthus ebracteatus* (23,01%). Perbedaan jumlah biomassa dan karbon tersimpan pada setiap *species* tumbuhan bawah dapat disebabkan oleh perbedaan senyawa kimia yang terkandung didalamnya (Bandaranayake, 2002; Jiang *et. al.*, 2012).

Tabel 1. Rata-rata Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah

Tumbuhan Bawah	Rata-rata Biomassa (g/ind)	Rata-rata Karbon yang Tersimpan (g/ind)	Kadar Karbon dalam Biomassa (%)
<i>Acanthus ebracteatus</i>	26,384	6,072	23,01
<i>Acanthus ilicifolius</i>	28,205	6,827	24,21
<i>Acrostichum speciosum</i>	42,637	10,984	25,76
<i>Derris trifoliata</i>	22,548	9,186	40,74

Tabel 1 juga menjelaskan bahwa jumlah karbon yang tersimpan pada tumbuhan bawah berkaitan erat dengan biomasanya. Biomassa tumbuhan bawah pada dasarnya merupakan hasil fotosintesis yang berupa alkaloid, karbohidrat, flavonoid, asam lemak, hidrokarbon, lipid, polisakarida, protein, saponin, steroid, tanin, triterpenoid, sulfur, garam anorganik, dan rotenon (Bandaranayake, 2002; Jiang *et. al.*, 2012). Dengan demikian, proses fotosintesis yang terjadi di dalam tumbuhan bawah juga berpengaruh terhadap akumulasi biomasanya. Hairiah dan Rahayu (2007) menjelaskan bahwa melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tumbuhan dan diubah menjadi karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari. Selanjutnya, karbohidrat ditranslokasikan ke seluruh bagian tumbuhan dan disimpan dalam bentuk daun, batang, buah, dan bunga. Akumulasi biomassa pada tumbuhan juga dipengaruhi oleh umur, tinggi tumbuhan, ketersediaan hara, tanah, dan iklim setempat (Brown, 1997 dan Kusmana *et al.*, 1992).

Hairiah *et al.* (2001) menjelaskan bahwa jumlah karbon yang tersimpan pada tumbuhan berpengaruh terhadap perkembangan tumbuhan tersebut. Kegunaan karbon bagi tumbuhan tidak hanya sebagai bahan penyusun struktur tubuh tumbuhan tetapi juga sebagai sumber energi metabolisme yang digunakan untuk mensintesis biomassa tumbuhan. Tingginya produksi biomassa memberikan indikasi bahwa tumbuhan tersebut memiliki potensi yang baik untuk menyerap karbon.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh dan disajikan pada Tabel 2, *Acanthus ilicifolius* mempunyai potensi biomassa tertinggi yaitu 1,611 ton/ha sedangkan *Acrostichum speciosum* mempunyai potensi biomassa terendah yaitu 0,039 ton/ha. Potensi biomassa dari seluruh tumbuhan bawah yang diamati, paling tinggi (3,814 ton/ha) pada habitat mangrove yang

terjadi *illegal logging* yang terbagi atas wilayah mangrove yang merupakan hasil sedimentasi baru (51% dari total habitat) dan sedimentasi lama (17% dari total habitat) (Tabel 2). Habitat mangrove yang relatif bagus memiliki biomassa tumbuhan bawah terendah yaitu 0,515 ton/ha. Secara keseluruhan, potensi biomassa tumbuhan bawah di kawasan hutan mangrove Segara Anakan adalah 2,804 ton/ha.

Tabel 2. Potensi Biomassa pada Tumbuhan Bawah Mangrove di Tiap Habitat

MB = habitat mangrove yang relatif bagus; IL = habitat mangrove yang mengalami penebangan secara ilegal (SB : sedimentasi baru dan SL : sedimentasi lama); BT = habitat mangrove bekas tambak

Tumbuhan Bawah	MB (ton/ha)	IL (ton/ha)		BT (ton/ha)	Rata-rata Total Biomassa Tiap <i>Species</i> (ton/ha)
		SB	SL		
<i>Acanthus ebracteatus</i>	0	0,197	0,115	0,115	0,107
<i>Acanthus ilicifolius</i>	0,073	5,010	0,437	0,922	1,611
<i>Acrostichum speciosum</i>	0	0	0,158	0	0,039
<i>Derris trifoliata</i>	0,442	0,536	1,174	2,036	1,047
Total Biomassa	0,515	5,743	1,884	3,073	2,804
Tiap Habitat		3,814			

Perbedaan potensi biomassa tumbuhan bawah dapat dipengaruhi oleh kualitas tempat tumbuh dan kerapatan tumbuhan bawah. Kualitas tempat tumbuh berkaitan dengan sifat tanah yang baik seperti fisika tanah, kimia tanah, dan biologi tanahnya. Beberapa faktor yang memiliki perbedaan cukup signifikan di tiap habitat mangrove yang diteliti adalah salinitas air, N total, P₂O₅ total, dan bahan organik tanah (Tabel 3). Faktor tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan bawah. Adapun untuk kerapatan, semakin rapat vegetasi tumbuhan bawah, potensi biomasannya semakin tinggi. Hal ini seperti yang terjadi pada habitat mangrove yang terjadi *illegal logging*. Habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* memiliki kerapatan tumbuhan bawah yang tinggi sehingga mampu menghasilkan biomassa yang tinggi pula.

Tabel 3. Faktor Lingkungan di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan

MB = habitat mangrove yang relatif bagus; IL = habitat mangrove yang mengalami penebangan secara ilegal (SB : sedimentasi baru dan SL : sedimentasi lama); BT = habitat mangrove bekas tambak

Faktor Lingkungan	MB	IL-SB	IL-SL	BT
pH Tanah	6,78	6,67	6,76	6,64
Suhu Udara (°C)	27,90	27,45	27,74	28,78
Salinitas Air (ppt)	26,40	27,15	20,06	23,00
Tekstur Tanah	Liat	Liat berdebu	Liat berdebu	Liat
N total (%)	0,20	0,19	0,62	0,28
P ₂ O ₅ total (%)	0,09	0,17	0,10	0,18
Bahan Organik Tanah (%)	15,50	19,54	22,79	19,68

Potensi biomassa tumbuhan bawah mangrove (2,804 ton/ha) lebih kecil dibandingkan dengan biomassa tumbuhan bawah terestrial (34,993 ton/ha) (Windusari *et al.*, 2012). Selain itu, besarnya potensi biomassa tumbuhan bawah mangrove dilihat dari potensi biomassa pohon mangrove hasil penelitian Azizah (2013) yang sebesar 30,187 ton/ha adalah 9,29%. Meskipun potensi biomassa tumbuhan bawah mangrove ini kecil, keberadaan tumbuhan bawah mangrove sangat mempengaruhi total biomassa seluruh vegetasi di hutan mangrove per hektar dan pembentukan unsur hara tanah. Kerapatan tumbuhan bawah secara keseluruhan cukup besar (99.750 ind/ha) jika dibandingkan dengan kerapatan pohon mangrove yang sebesar 1.707 ind/ha (Azizah, 2013). Oleh karena itu, keberadaan tumbuhan bawah di hutan mangrove Segara Anakan tidak dapat diabaikan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh dan disajikan pada Tabel 4, *Derris trifoliata* mempunyai potensi simpanan karbon tertinggi yaitu 0,441 ton/ha sedangkan *Acrostichum speciosum* memiliki simpanan karbon terendah yaitu 0,01 ton/ha. Tingginya simpanan karbon tersebut karena dipengaruhi oleh kerapatan dari masing-masing tumbuhan bawah. *Derris trifoliata* memiliki kerapatan yang tinggi terutama pada habitat mangrove bekas tambak yaitu 82.440 ind/ha. Kerapatan *Acanthus ilicifolius* paling tinggi jika dibandingkan dengan jenis tumbuhan bawah lainnya yaitu 102.780 ind/ha pada habitat mangrove yang merupakan hasil sedimentasi baru dan terjadi *illegal logging*. Kadar karbon yang tersimpan pada *Acanthus ilicifolius* pada tiap individunya lebih rendah jika dibandingkan *Derris trifoliata*. Oleh karena itu, *Derris trifoliata* memiliki simpanan karbon yang paling tinggi di hutan mangrove Segara Anakan.

Tabel 4. Potensi Karbon Tersimpan pada Tumbuhan Bawah Mangrove di Tiap Habitat
MB = habitat mangrove yang relatif bagus; IL = habitat mangrove yang mengalami penebangan secara ilegal (SB : sedimentasi baru dan SL : sedimentasi lama); BT = habitat mangrove bekas tambak

Tumbuhan Bawah	MB (ton/ha)	IL (ton/ha)		BT (ton/ha)	Rata-rata Total Karbon Tersimpan Tiap Species (ton/ha)
		SB	SL		
<i>Acanthus ebracteatus</i>	0	0,042	0,026	0,028	0,024
<i>Acanthus ilicifolius</i>	0,019	1,377	0,096	0,209	0,425
<i>Acrostichum speciosum</i>	0	0	0,040	0	0,010
<i>Derris trifoliata</i>	0,190	0,275	0,473	0,826	0,441
Total Karbon Tersimpan Tiap Habitat	0,209	1,694	0,635	1,063	0,900
		1,165			

Potensi simpanan karbon tumbuhan bawah yang paling tinggi pada habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* yaitu 1,165 ton/ha (Tabel 4) yang terbagi atas wilayah mangrove yang merupakan hasil sedimentasi baru (47% dari total habitat) dan sedimentasi lama (18% dari total habitat). Habitat mangrove yang relatif bagus memiliki simpanan karbon tumbuhan bawah terendah yaitu 0,209 ton/ha (6% dari total habitat) (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh kerapatan tumbuhan bawah di habitat mangrove yang relatif bagus (22.400 ind/ha) lebih rendah dibandingkan kerapatan tumbuhan bawah di habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* (sedimentasi baru sejumlah 148.890 ind/ha dan sedimentasi lama sejumlah 88.220 ind/ha). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hilmi (2003) yang menjelaskan bahwa simpanan karbon tumbuhan dipengaruhi oleh kerapatannya.

Kerapatan tumbuhan bawah yang tinggi pada habitat mangrove *illegal logging* menjadi indikator bahwa tumbuhan bawah cocok tumbuh pada habitat tersebut. Odum (1993) juga menjelaskan bahwa keberadaan tumbuhan yang dominan pada suatu habitat mengindikasikan habitat tersebut memiliki kondisi yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Kondisi area pada habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* lebih terbuka dibandingkan dengan habitat mangrove yang relatif bagus. Penutupan kanopi pohon pada habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* tidak terlalu rapat sehingga cahaya matahari yang menembus lantai hutan lebih besar dibandingkan dengan habitat mangrove yang relatif bagus yang penutupan kanopinya lebih rapat. Tumbuhan bawah sangat membutuhkan cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis. Jika tumbuhan kurang mendapatkan cahaya, maka proses fotosintesis dalam tubuh tumbuhan menjadi terhambat sehingga produk fotosintesis yang dihasilkan juga rendah (Lakitan, 1993). Kondisi ini menyebabkan tumbuhan bawah terhambat untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan. Dengan demikian, tumbuhan bawah mangrove sedikit sekali atau tidak ditemukan di habitat mangrove relatif bagus sehingga potensi karbon tersimpannya lebih rendah dibandingkan dengan habitat mangrove yang terjadi *illegal logging*.

Perbedaan simpanan karbon tumbuhan bawah tersebut juga dipengaruhi oleh jenis tumbuhan bawah dan faktor lingkungan seperti bahan organik tanah yang mempengaruhi laju fotosintesis. Bahan organik tanah pada habitat mangrove yang relatif bagus (15,50%) lebih rendah jika dibandingkan dengan habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* (sedimentasi baru 19,54% dan sedimentasi lama 22,79%) dan mangrove bekas tambak (19,68%). Jatuhnya serasah pohon karena penebangan di habitat mangrove baik yang merupakan sedimentasi baru maupun sedimentasi lama mengakibatkan siklus hara pada habitat tersebut menjadi lebih cepat. Demikian juga pada habitat mangrove bekas tambak yang didominasi oleh tumbuhan bawah. Tumbuhan bawah mampu tumbuh dan berkembang dengan cepat serta memiliki siklus hidup yang pendek sehingga siklus haranya lebih cepat dibandingkan dengan pohon. Selain itu, habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* juga mendapatkan suplai bahan organik tanah dari Sungai Citanduy dan beberapa anak sungai kecil seperti Sungai Cibeureum, Kayu Mati, dan Cikujang yang berada disekitarnya. Oleh karena itu, bahan organik tanah pada habitat mangrove yang terjadi *illegal logging* dan mangrove bekas tambak lebih tinggi dibandingkan pada habitat mangrove yang relatif bagus.

Berdasarkan analisis terhadap potensi simpanan karbon yang telah dilakukan terhadap keempat jenis tumbuhan bawah dapat diketahui bahwa tumbuhan bawah mangrove cukup membantu dalam mengurangi dampak emisi karbon terutama *Derris trifoliata*. *D. trifoliata* memiliki potensi simpanan karbon yang lebih baik dibandingkan dengan jenis tumbuhan bawah lainnya. Dengan demikian, *D. trifoliata* dapat dijadikan pertimbangan sebagai tumbuhan yang dapat dipertahankan berada di kawasan hutan mangrove Segara Anakan.

Secara umum, potensi karbon tersimpan pada tumbuhan bawah mangrove (0,9 ton/ha) lebih kecil jika dibandingkan dengan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah terestrial 17,496 ton/ha (Windusari *et al.*, 2012). Selain itu, besarnya potensi karbon tersimpan pada tumbuhan bawah mangrove dilihat dari potensi karbon tersimpan pada pohon mangrove hasil penelitian Azizah (2013) yang sebesar 13,873 ton/ha adalah 6,49%. Dengan kata lain, tumbuhan bawah mangrove membantu mengurangi emisi karbon sebesar 6,49% dari potensi simpanan karbon pada pohon mangrove. Demikian juga saat karbon tersebut terlepas di ekosistem mangrove. Karbon tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi oleh biota air di ekosistem mangrove. Guguran serasahnya yang jatuh ke dalam air akan menjadi substrat yang baik bagi mikroorganisme seperti bakteri (Kristensen *et al.*, 2008). Bakteri tersebut juga membantu proses penguraian serasah menjadi detritus. Selanjutnya detritus menjadi bahan makanan bagi hewan seperti cacing, udang-udang kecil, dan akhirnya hewan ini akan menjadi makanan bagi larva ikan, udang, kepiting, dan hewan lainnya di ekosistem mangrove.

SIMPULAN

1. Jumlah biomassa dan karbon tersimpan tertinggi dimiliki oleh *Acrostichum speciosum* (42,637 g/ind dan 10,984 g/ind) diikuti oleh *Acanthus ilicifolius* (28,205 g/ind dan 6,827 g/ind), *Acanthus ebracteatus* (26,384 g/ind dan 6,072 g/ind), dan *Derris trifoliata* (22,548 g/ind dan 9,186 g/ind).
2. Potensi biomassa dan karbon tersimpan pada tumbuhan bawah di kawasan hutan mangrove Segara Anakan sebesar 2,804 ton/ha dan 0,9 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardli E. dan A. Widyastuti. 2001. Application of NDVI Analysis from Landsat TM and SPOT Images for Monitoring and Detection of Mangrove Damages at Segara Anakan Cilacap, Central Java. *DUE-like project*, Biology Faculty, University of Jenderal Soedirman, Purwokerto.

- Ardli, E. R. and M. Wolff. 2008. Quantifying Habitat and Resource Use Changes in the Segara Anakan Lagoon (Cilacap, Indonesia) Over the Past 25 Years (1978 – 2004). *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 5 (4) : 59 – 67.
- Azizah, M. 2013. Analisis Stok Karbon Hutan Mangrove pada Berbagai Tingkat Kerusakan di Segara Anakan, Cilacap. *Tesis*. Program Studi Biologi Program Pascasarjana, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Bandaranayake, W.M. 2002. Bioactivities, Bioactive Compounds and Chemical Constituents of Mangrove Plants. *Wetlands Ecology and Management*, 10 : 421 – 452.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. *FAO Forestry Paper - 134*. Department of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Illinois, Illinois.
- Hairiah, K., S.M. Sitompul, M. van Noordwijk, and C. Palm. 2001. *Carbon Stocks of Tropical Land Use Systems as Part of The Global C Balance : Effects of Forest Conversion and Options for 'Clean Development' Activities*. International for Research in Agroforestry, Bogor.
- Hairiah, K. dan S. Rahayu. 2007. *Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia, Bogor.
- Hardjana, A. K. 2008. Potensi Biomassa dan Karbon pada Hutan Tanaman *Acacia Mangium* di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7 (4) : 237 – 249.
- Hilmi, E. 2003. Model Penduga Kandungan Karbon pada Pohon Kelompok Jenis *Rhizophora* spp. dan *Bruguiera* spp. dalam Tegakan Hutan Mangrove (Studi Kasus di Indragiri Hilir Riau). *Disertasi*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Hinrichs, S., I. Nordhaus, and S. J. Geist. 2008. Status, Diversity, and Distribution Patterns of Mangrove Vegetation in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Reg Environ Change*, 9 : 275 – 289.
- Japan International Cooperation Agency/JICA. 2002. Demonstration Study on Carbon Fixing Forest Management Project. *Progress Report of the Project 2001-2002*.
- Jiang, C., S. Liu, W. He, X. Luo, S. Zhang, Z. Xiao, X. Qiu, and H. Yin. 2012. A New Prenylated Flavanone from *Derris trifoliata* Lour. *Molecules*, 17 : 657 – 663.
- Kristensen, E., S. Bouillon, T. Dittmar, and C. Marchand. 2008. Organic Carbon Dynamics in Mangrove Ecosystems : A Review. *Aquatic Botany*, 89 : 201 – 219.
- Kusmana, C., S. Sabiham, K. Abe, and H. Watanabe. 1992. An Estimation of Above Ground Tree Biomass of a Mangrove Forest in East Sumatera. *Tropics*, 1 (4) : 243 – 257.
- Lakitan, B. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Odum, E. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Terjemahan oleh Tjahjono Samingan dari buku *Fundamentals Ecology*. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Programme, Bogor.
- Windusari, Y., N.A.P. Sari, I. Yustian, dan H. Zulkifli. 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT. Freeport Indonesia. *Biospecies*, 5 (1) : 22 – 28.