

Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah

Wiwid Andriyani Lestariningsih*, Nirwani Soenardjo, Rudhi Pribadi

*Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275*

Email: wiwid_andriyani_1@student.undip.ac.id

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang berperan dalam mengurangi karbon di udara, dan menyimpan karbon dari udara dalam bentuk biomassa pada bagian tubuh tumbuhan mangrove. Penelitian tentang estimasi cadangan karbon ini sangat diperlukan untuk menunjang perbaikan iklim dunia. Karena saat ini dunia sedang mengalami krisis global yang disebut *climate change*. Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi cadangan karbon yang tersimpan pada tegakan dan substrat mangrove di kawasan mangrove Desa Timbulsloko. Metode yang digunakan yaitu *purposive sampling method* dan eksploratif, dilakukan di tiga stasiun dengan kondisi ekosistem mangrove yang bervariasi. Setiap stasiun penelitian dibagi menjadi tiga plot penelitian untuk menghitung nilai biomassa tegakan digunakan rumus allometrik untuk mengestimasi cadangan karbon pada tegakan mangrove. Data karbon substrat didapat dari kandungan bahan organik substrat yang dianalisis di Laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa cadangan karbon pada tegakan mangrove sebesar 12.370,8 ton/ha, sedangkan estimasi cadangan karbon pada substrat mangrove sebesar 1.307,77 ton/ha. Hasil tersebut menunjukkan bahwa estimasi cadangan karbon pada tegakan mangrove lebih besar dibandingkan dengan estimasi cadangan karbon pada substrat mangrove. Hasil estimasi cadangan karbon pada tegakan mangrove meningkat seiring dengan meningkatnya besarnya biomassa tumbuhan dan kerapatan mangrove. Sedangkan estimasi cadangan karbon pada substrat diduga lebih dipengaruhi oleh bahan organik dan lokasi penelitian.

Kata kunci : Mangrove, Karbon, Biomassa, Timbulsloko, Demak

Abstract

Estimates of Carbon Stock in the Mangrove Area in Timbulsloko Village, Demak, Central Java

Mangrove ecosystem is one of the ecosystem that play a role in reducing carbon in the air. One of the functions of mangrove is to store carbon from the air form of biomass in the body parts of mangrove plants. This research on the estimation of carbon stocks is needed to support the improvement of world climate. Today the world is experiencing a global crisis called climate change. The purpose of this research are estimate of carbon stock on stands and substrate in mangrove area of Timbulsloko Village. This research used purposive sampling and explorative method, conducted in three stations with varying mangrove ecosystem conditions. The research was divided into three research plots per station to calculate the stand biomass value using allometric formula in estimating carbon stocks of mangrove area. Substrate carbon data obtained from the content of substrate organic materials analyzed at Laboratorium. Based on the result of research, it is found that carbon stock in mangrove stands is 12.370,8 ton/ha, while estimation of carbon stock on mangrove substrate is 1.307 ton/ha. These results show that estimates of carbon stocks in mangrove stands are greater than estimates of carbon stocks on mangrove substrates. The estimation of carbon stocks on mangrove stands increases with increasing of plant biomass and mangrove density, while estimates of carbon stocks on the substrate are suspected to be more influenced by organic materials and research sites.

Keywords: Mangrove, Carbon, Biomass, Timbulsloko, Demak

PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) yang terjadi saat ini merupakan dampak dari berbagai

aktivitas masyarakat. Dampak yang terjadi dari *global warming* adalah naiknya permukaan air laut sehingga luas daratan berkurang dan air laut

masuk ke pemukiman akibat kemunduran garis pantai (Wacano *et al.*, 2013). Penyebab utama terjadinya global warming adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca seperti CO₂ di atmosfer yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas masyarakat seperti perindustrian, transportasi, maupun pertanian.

Menurut Duarte *et al.* (2005), lautan mampu menyimpan CO₂ yang ada di bumi sebanyak 93%. Balino *et al.* (2000) menyatakan selain keberadaan fitoplankton di lautan yang mampu menyimpan karbon melalui proses fotosintesis, mangrove dan padang lamun sebagai ekosistem pesisir juga bisa menyimpan karbon. Menurut Overbeek (2014) ekosistem mangrove dan padang lamun dapat menyimpan sejumlah karbon dari atmosfer dalam bentuk sedimen dan tanah. Murdiyarso *et al.* (2010) dan Robinson (2013) menyatakan mangrove menyimpan karbon lebih besar dari tumbuhan ekosistem pada umumnya, bahkan mampu menyimpan karbon sepuluh kali lebih banyak dari ekosistem lainnya.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang hidup di sepanjang pantai dan hidupnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Nontji, 2007). Mangrove mampu menyimpan karbon dari proses fotosintesis dalam bentuk biomassa yang tersebar ke daun, batang, kayu, maupun serasah. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove mampu berperan dalam upaya mitigasi dan perubahan iklim dunia. Faktor yang mempengaruhi hasil karbon pada mangrove diduga karena perbedaan bentuk vegetasi, kerapatan, jenis, dan pasang surut (Hariah dan Rahayu, 2007). Tujuan penelitian adalah mengestimasi cadangan karbon pada tegakan dan

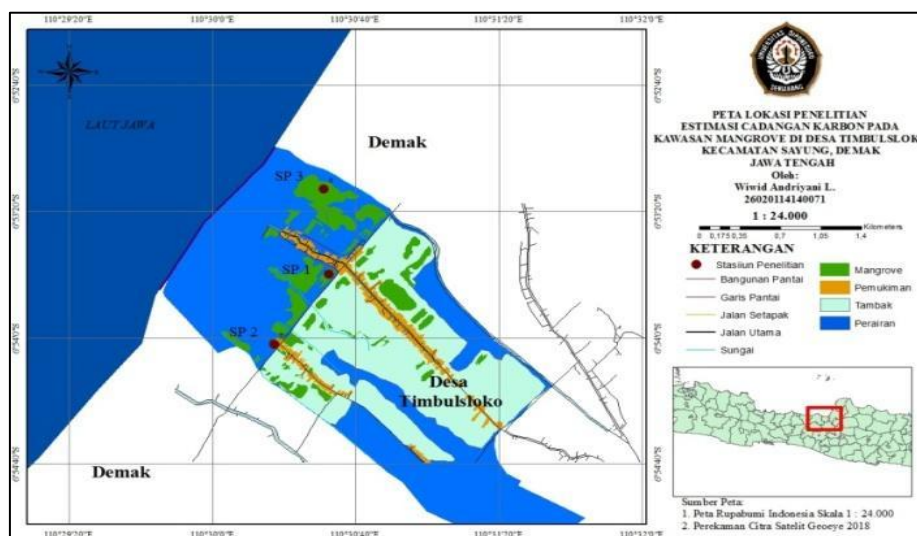
substrat di kawasan mangrove Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. Penelitian ini mampu memberikan pengetahuan tentang fungsi mangrove sebagai penyimpan karbon dan dapat menjadi acuan dan kajian untuk pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

MATERI DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif eksploratif. Menurut Suryana (2010) metode deskriptif adalah metode yang digunakan untuk mencari unsur, ciri, sifat suatu fenomena dengan cara mengumpulkan data, menganalisis data, dan menginterpretasikan. Metode eksploratif menurut Arikunto (2010) yakni bertujuan untuk menggali secara luas tentang sebab akibat atau hal-hal yang mempengaruhi terjadinya sesuatu.

Pengambilan data Struktur dan komposisi ekosistem mangrove dilakukan pada kategori pohon (DBH ≥ 5 cm) di tiap plot penelitian, plot penelitian yang digunakan adalah 10 m x 10 m (Komiya *et al.*, 2005). Pengamatan struktur dan komposisi dilakukan di 3 stasiun, tiap stasiun dilakukan tiga kali pengulangan yaitu dengan total 9 plot penelitian.

Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, terbagi menjadi Bogorame I, Bogorame II, dan Wonorejo yang selanjutnya disebut sebagai Stasiun 1, Stasiun 2, dan Stasiun 3. Setiap stasiun dilakukan tiga kali pengulangan yaitu dengan total sebanyak 9 plot.



Gambar 1. Lokasi Lokasi Stasiun Penelitian Estimasi Cadangan Karbon Tegakan dan Substrat pada Kawasan Mangrove Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah.

Metode Pengambilan Data Diameter

Pengambilan data estimasi cadangan karbon yang dilakukan adalah karbon tegakan mangrove, karena menurut Hariah & Rahayu (2007) karbon dapat disimpan pada tubuh tumbuhan salah satunya pada tegakan. Hal pertama dilakukan adalah mengidentifikasi jenis pohon yang ada pada lokasi (Rusila *et al.*, 1999). Menurut Lugina *et al.* (2011) pengambilan data karbon tegakan dilakukan dengan mengukur diameter batang pohon pada setinggi dada peneliti (1,3 m).

Pengukuran diameter pohon yang diukur pada setiap plot yaitu hanya pohon (diameter ≥ 5 cm) (Komiyama *et al.*, 2005). Hilmi (2003) menyatakan estimasi karbon yang diserap oleh anakan (sapling) dan semai (seedling) belum optimal.

Pengukuran diameter pohon didasarkan pada metode Cintron dan Novelli (1984) (Gambar 2):

- (1) Pohon bercabang dibawah 1,3 m diukur sebagai dua pohon terpisah,
- (2) Pohon bercabang diatas 1,3 m diukur pada setinggi dada (1,3 m),
- (3) Pohon dengan akar udara diukur 30 cm diatas tonjolan akar tertinggi
- (4) Pohon dengan batang mempunyai ketidaknormalan (cabang bengkok) diukur 30 cm diatas/dibawah batas tinggi dada (1,3 m)

Pengambilan Sampel Sedimen Mangrove

Pengambilan sampel dilakukan dengan kedalaman 10 cm dari permukaan substrat di masing-masing plot di tiga stasiun. English *et al.* (1994) menyatakan substrat dengan tekstur pasir, lanau, atau tanah liat dapat dilakukan pengambilan sampel dengan kedalaman 10 cm. Round (1971) menyatakan pengambilan sampel sedimen menggunakan *sediment corer* berdiameter 5 cm dengan panjang 1 m. Alat tersebut terbuat dari pipa PVC yang sudah dimodifikasi sehingga fungsi dan kegunaannya sama seperti sediment corer.

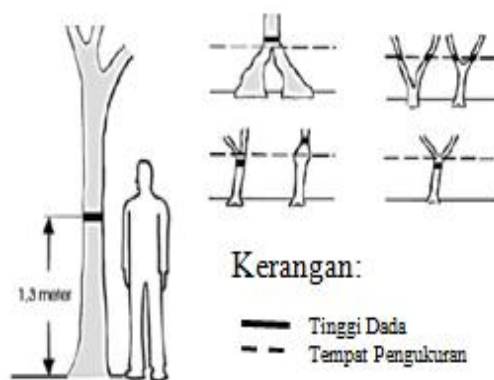
Plot berjumlah 9 dengan mewakili 1 sampel per 1 plot. Sampel sedimen diambil dan dimasukkan kedalam plastik dengan diberi label per sampel, kemudian akan dianalisis di Laboratorium Geologi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang.

Pengambilan Data Tutupan Kanopi Pohon

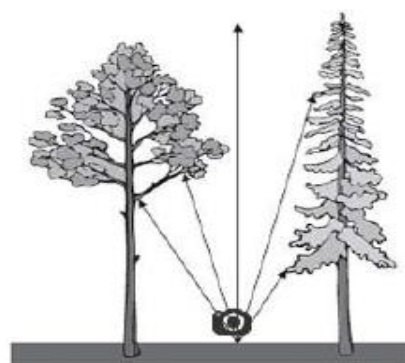
Pengukuran tutupan kanopi pohon dilakukan dengan metode *hemispherical photography* adalah metode yang menggunakan

bantuan foto serta memperhatikan sudut pandang 180 derajat pada titik pengambilan foto (Pramudji & Dharmawan, 2014). Pengamatan dilakukan dengan menggunakan bantuan kamera (Pelc-Mieczkowska, 2014).

Pramudji & Dharmawan (2014) langkah yang dilakukan adalah setiap plot 10 m x 10 m dibagi menjadi 4 plot yang lebih kecil berukuran 5 m x 5 m. Titik pengambilan foto pada pusat plot kecil yang berada pada antara satu pohon dengan pohon lainya serta hindari pemotretan tepat pada samping atau dekat satu pohon. Posisi atau letak kamera disejajarkan pada tinggi dada peneliti serta diposisikan tegak lurus dengan langit. Setiap satu kali foto dicatat dengan menggunakan nomor sehingga mempermudah penelitian dalam melakukan analisis data.



Gambar 2. Posisi Pengukuran Diameter Spesies Mangrove Kategori Pohon Sumber. (Pramudji & Dharmawan, 2014)



Gambar 3. Ilustrasi Metode Hemispherical Photography untuk Mengukur Tutupan Kanopi Mangrove. Sumber. (Korhonen *et al.*, 2006)



Gambar 4. Ilustrasi Titik Pengambilan Gambar Kanopi. Sumber. (Pramudji dan Dharmawan, 2014)

Analisis Data

Struktur Komposisi dan Tutupan Pohon Mangrove

Menurut Pramudji & Dharmawan (2014) persenan tutupan kanopi dihitung menggunakan *software imageJ*. Foto yang didapat dari lapangan adalah dari tiga stasiun (3 kali pengulangan tiap stasiun) dilakukan analisis dengan menggunakan *software imageJ* serta dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Ms. Excel*. Selain itu untuk menentukan Nilai Kerapatan (K), Basal Area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominansi Relatif (DR), dan Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (J') ekosistem mangrove dihitung menggunakan metode Mueller-Dumbois dan Ellenberg (1974)

Analisis Data Estimasi Cadangan Karbon pada Tegakan Mangrove

Nilai karbon yang tersimpan ditentukan dengan perhitungan allometrik (Dharmawan & Siregar, 2008). Biomassa tumbuhan didapat dari berat jenis tumbuhan dikali dengan diameter batang pohon. Cadangan karbon pada tegakan didapat dari 50% dikali dengan biomassa tanaman pada bagian atas permukaan tanah (Komiyama *et al.*, 2008). Atau bisa dikalikan dengan konversi 0,47 dengan diperoleh satuan kg (IPCC, 2006).

Menghitung total jumlah biomassa per plot atau per stasiun, maka diakumulasikan semua hasil biomassa per tegakan yang sudah dihitung dengan persamaan allometrik (Tabel 1)

Tabel 1. Persamaan Allometrik untuk Spesies Mangrove yang Digunakan

No	Spesies	Persamaan Allometrik	Pustaka
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,128(D)^{2,60}$	Fromard <i>et al.</i> , 1998.
2	<i>Avicennia marina</i>	$B = 0,1848 (D)^{2,3624}$	Dharmawan & Siregar, 2008.
3	<i>Avicennia sp.</i>	$B = 0,251 \rho (D)^{2,46}$ $\rho = 0,56$	Komiyama <i>et al.</i> , 2005. Encyclopedia of Life, 2009.

Keterangan: $\rho = \text{Wood Density (g/cm}^2\text{)}$; $B = \text{Biomassa Tumbuhan (kg/m}^2\text{) / (ton/ha)}$; $D = \text{Diameter Pohon Tumbuhan (cm)}$

Kandungan Carbon dihitung menggunakan rumus IPCC (2006). Cadangan karbon per hektar dihitung menurut Badan Standarisasi Nasional (2011).

Analisis Data Sampel Sedimen Mangrove

Analisis data untuk memperoleh estimasi cadangan karbon pada substrat mangrove dilakukan di Laboratorium Geologi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang. Metode yang digunakan adalah metode pengabuan 550°C selama 4 jam (Agus *et al.*, 2011). Sebelumnya sedimen dikeringkan di bawah terik matahari, kemudian dikeringkan kembali ke dalam oven hingga menjadi berat konstan. Sedimen berat konstan tersebut dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 550°C selama 4 jam, berat awal sampel sebanyak 2 gram. Kandungan karbon sedimen didapat dengan menggunakan konversi 1/1,724. Menurut Agus *et al.* (2011), angka 1/1,724 merupakan angka konversi untuk bahan organik dengan karbon. Menghitung kandungan karbon per luasan menurut (Allen *et al.*, 1974; Chmura *et al.*, 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di Desa Timbulsloko Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Lokasi penelitian terletak pada dua desa yaitu Bogorame dan Wonorejo. Desa Timbulsloko merupakan desa yang terletak dekat dengan perairan pantai, sebagian besar ekosistem mangrove Desa Timbulsloko adalah hasil penanaman. Menurut Lahagu (2017) luas ekosistem mangrove pada tahun 2016 adalah 77,04 ha.

Ekosistem mangrove di Desa Timbulsloko dapat tumbuh dikarenakan terdapat sungai-sungai yang dekat dengan ekosistem mangrove dan telah dilakukan penanaman berkala baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Penelitian dilakukan di tiga stasiun yaitu Stasiun 1, 2, dan 3

yang terletak di Bogorame II, Bogorame I, dan Wonorejo. Setelah dilakukan penelitian lapangan, diperoleh bahwa lokasi tersebut rata-rata memiliki substrat lumpur. Stasiun 1 dan 2 memiliki substrat lumpur di semua plot penelitian, namun di Stasiun 3 yaitu plot 1 dan 2 memiliki substrat lumpur berpasir dan pecahan kerang, sedangkan pada plot 3 memiliki substrat lumpur.

Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu perairan, salinitas, dan pH. Semua stasiun mempunyai pH dan salinitas yang sama yaitu 6 untuk pH dan salinitas berkisar 21-35 ppt, sedangkan suhu berkisar 27-28°C.

Struktur Komposisi dan Tutupan Kanopi Pohon Mangrove

Tabel 2 menunjukkan komposisi ekosistem mangrove yang ada di tiga stasiun penelitian. Semua stasiun penelitian hanya ditemukan 3

spesies yaitu *R. mucronata*, *A.marina*, dan *A. alba*. Spesies yang mendominasi dari semua stasiun adalah spesies *A. marina*. Untuk melihat jenis mangrove yang ditemukan di setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menampilkan spesies mangrove di setiap stasiun pada kategori pohon, famili Avicenniaceae mendominasi pada semua stasiun penelitian. Selengkapnya untuk Nilai Kerapatan (K), Basal Area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominasi Relatif (DR), dan Indeks Nilai Penting (INP) untuk setiap spesies pada kategori pohon dapat dilihat pada Tabel 4.

Nilai keanekaragaman dan keseragaman pada semua stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 5. Semua stasiun memiliki kategori keanekaragaman dan keseragaman rendah, kecuali Stasiun 2 tidak memiliki nilai, karena hanya ditemukan satu spesies. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan yang berbeda.

Tabel 2. Komposisi Spesies Mangrove di Kawasan Mangrove Desa Timbulloko

Famili	No	Spesies Mangrove	Nama Lokal	Kategori(*)
Rhizophoraceae	1	<i>R. mucronata Lam.</i>	Bakau	Mayor
Avicenniaceae	2	<i>A. marina (Forssk.)</i>	Api-Api	Mayor
Avicenniaceae	3	<i>A. alba</i>	Api-Api	Mayor

Keterangan: (*) Pengelompokan berdasarkan Tomlinson (1994)

Tabel 3. Jenis Mangrove Kategori Pohon pada Kawasan Mangrove Desa Timbulloko

Kategori	Famili	Jenis	Keterangan		
			St1	St2	St3
Pohon	Avicenniaceae	<i>A. alba</i>	+	-	+
	Avicenniaceae	<i>A. marina</i>	+	+	+
	Rhizophoraceae	<i>R. mucronata</i>	-	-	+

Keterangan: (+) = ditemukan ; (-) = tidak ditemukan ; St = Stasiun

Tabel 4. Nilai Kerapatan (K), Basal Area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominasi Relatif (DR), dan Indeks Nilai Penting (INP) untuk Setiap Spesies pada Kategori Pohon Kawasan Mangrove di Desa Timbulloko

Lokasi/Spesies	K (Ind.ha)	BA (m ² /ha)	KR (%)	DR (%)	INP (%)
Stasiun 1					
<i>A. Marina</i>	2067	0,33	81,58	78,11	159,69
<i>A. alba</i>	467	0,09	18,42	21,89	40,31
Jumlah	2533	0,42	100	100	200
Stasiun 2					
<i>A. marina</i>	3033	0,58	100	100	100
Jumlah	3033	0,58	100	100	100
Stasiun 3					
<i>A. Marina</i>	1167	0,19	37,23	7,81	75,74
<i>A. alba</i>	1433	0,13	45,74	27,47	73,21
<i>R. mucronata</i>	533	0,17	17,02	34,72	51,74
Jumlah	3133	0,59	100	100	200

Persentase tutupan kanopi per plot setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 5. Stasiun 3 merupakan stasiun yang memiliki persentase tertinggi yakni 76,56 %. Hasil biomassa dan cadangan karbon pada tegakan di 3 stasiun dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan Stasiun 3 memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya.

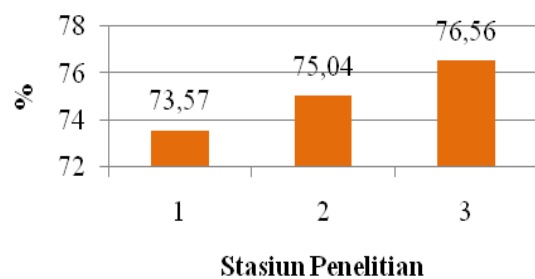
Hasil estimasi cadangan karbon pada substrat per stasiun dapat dilihat di Gambar 7. Hasil dari ketiga stasiun yaitu Stasiun 1 hingga Stasiun 3 mengalami perubahan. Berdasarkan Gambar 7, Stasiun 2 yang terletak di Bogorame I memiliki cadangan karbon tertinggi yaitu 23,009 ton/ha. Stasiun 3 yang terletak di Wonorejo adalah stasiun yang memiliki cadangan karbon terendah dengan total 8,507 ton/ha.

Mengetahui dugaan perbedaan nilai tersebut maka dilakukan analisis yaitu untuk mengetahui hubungan estimasi cadangan karbon pada tegakan dan pada substrat dengan biomassa, persen tutupan kanopi, dan kerapatan ekosistem mangrove dapat dilihat di Gambar 8 dan Gambar 9. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, nilai cadangan karbon tegakan mempunyai nilai yang berbeda dibandingkan cadangan karbon pada substrat. Karbon tidak hanya terdapat pada tegakan, tetapi juga di substrat (Mulyadi, 2017)

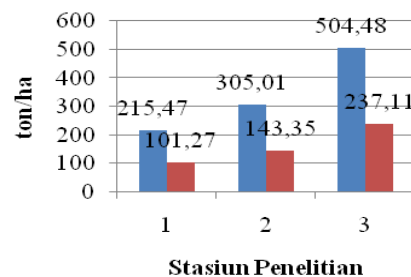
Cadangan karbon pada tegakan diduga dipengaruhi oleh diameter, biomassa, kerapatan, dan tutupan kanopi. Sedangkan cadangan karbon pada substrat diduga lebih dipengaruhi oleh bahan organik, jenis substrat, dan letak stasiun penelitian. Hal ini sesuai Widyastuti *et al.* (2018) bahwa nilai cadangan karbon tegakan dipengaruhi oleh kerapatan mangrove. Li *et al.* (2015) menyatakan cadangan karbon akan meningkat seiring dengan meningkatnya tutupan kanopi dan kerapatan mangrove. Hariah dan Rahayu (2007) ; Adinugroho dan Sidiassa (2006) menyatakan ukuran diameter batang berbanding lurus dengan nilai biomassa, semakin tinggi DBH (*Diameter at Breast Height*) maka mengindikasikan semakin tua pohon tersebut dan mempunyai cadangan karbon yang lebih banyak.

Hasil penelitian cadangan karbon pada tegakan menunjukkan nilai tertinggi pada Stasiun 3 yaitu 237,11 ton/ha. Dari semua stasiun hanya Stasiun 3 yang memiliki jenis *Rhizophora sp.* Hal ini sesuai penelitian Purwiyanto dan Agustriani (2017) ; Suryono *et al.* (2018) bahwa biomassa dan cadangan karbon dari *Rhizophora sp.* lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Hasil penelitian cadangan karbon pada tegakan dan substrat dikuatkan dengan adanya hubungan

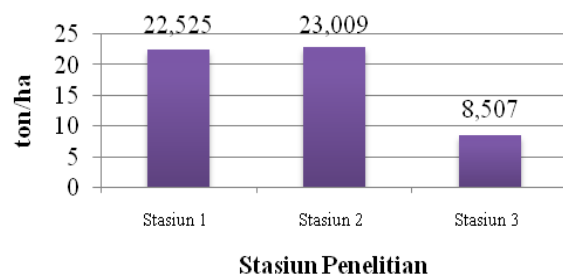
dan keterkaitan dengan beberapa nilai seperti biomassa, kerapatan, dan persen tutupan kanopi dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Keterkaitan nilai cadangan karbon pada tegakan dengan biomassa, kerapatan, dan persen tutupan kanopi diduga dipengaruhi oleh nilai DBH (*Diameter at Breast Height*) dan banyaknya individu pohon. Perhitungan untuk mendapatkan biomassa adalah dengan mengetahui DBH pohon. Hasil penelitian dibandingkan dengan Mulyadi (2017) menunjukkan meningkatnya cadangan karbon tegakan diduga dipengaruhi oleh tingginya kerapatan suatu kawasan mangrove. Hal ini juga sesuai dengan Oktaviona *et al.* (2017) menyatakan kerapatan, biomassa dan cadangan karbon memiliki hubungan yang kuat.



Gambar 5. Persentase Tutupan Kanopi di Desa Timbulsloko, Demak Jawa Tengah.



Gambar 6. Biomassa dan Cadangan Karbon pada Tegakan Mangrove di Tiga Stasiun Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. Ket. ■ = biomassa (ton/ha); ■ = Estimasi Cadangan Karbon Tegakan (ton/ha)

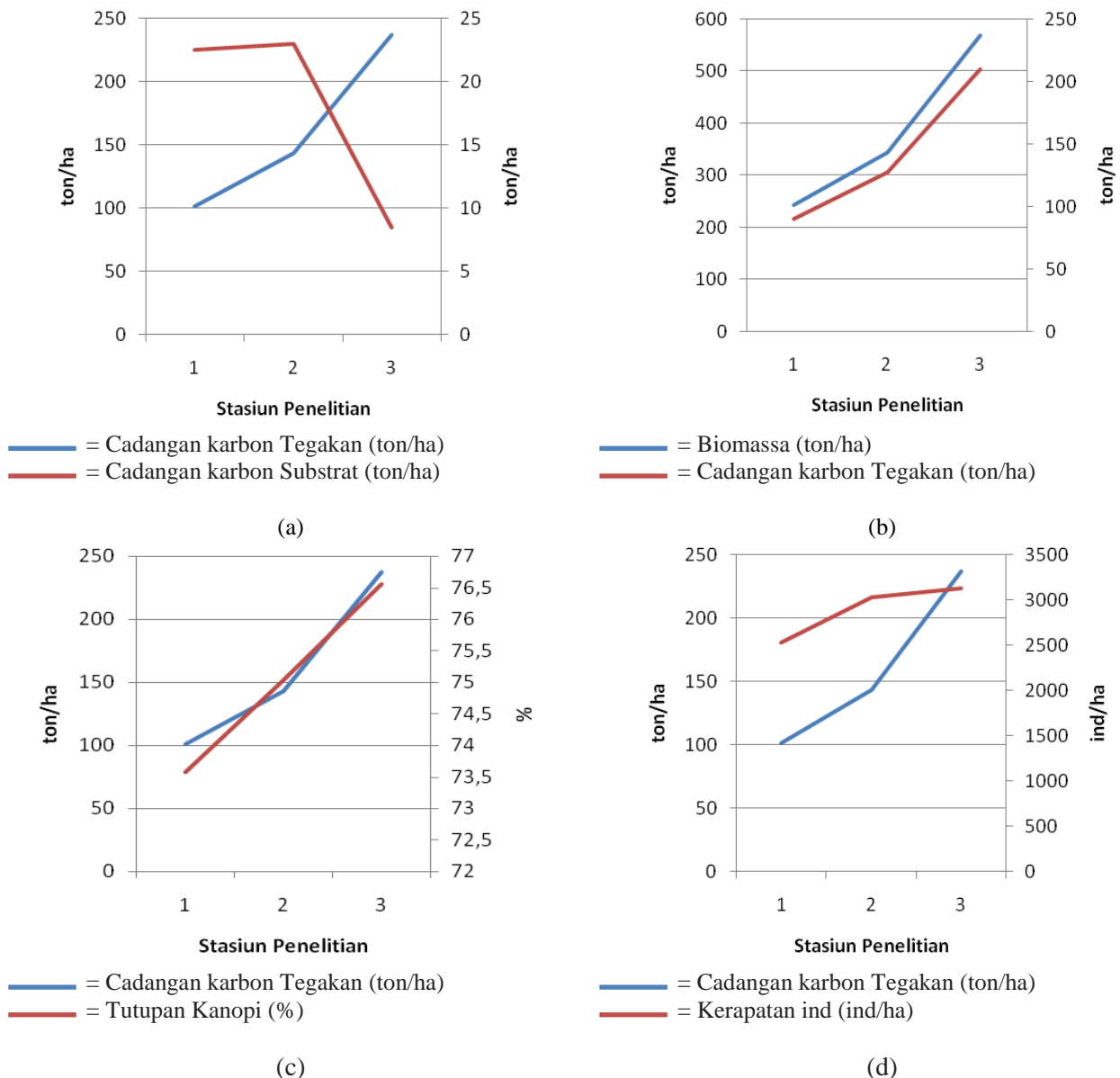


Gambar 7. Estimasi Cadangan Karbon pada Substrat Mangrove di Semua Stasiun Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah.

Tabel 5. Indeks Keaneekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (J') pada Kategori Pohon di Kawasan Mangrove Desa Timbulsloko

Stasiun	Keaneekaragaman		Keseragaman	
	H'	Kategori*	J'	Kategori**
1	0,20	Rendah	0,05	Rendah
2	-	-	-	-
3	0,44	Rendah	0,02	Rendah

Keterangan: (*) Shannon-Wiener; (**) Krebs ; (-) Tidak memiliki nilai

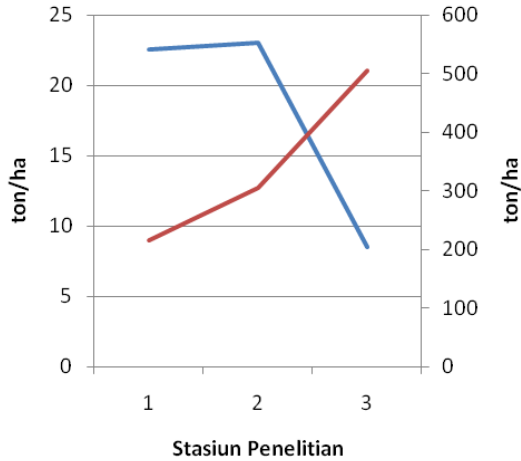


Gambar 8. Hubungan Cadangan Karbon Tegakan dengan Beberapa Nilai Pembanding (a) Hubungan Karbon Tegakan dengan Karbon Substrat ; (b) Hubungan Karbon Tegakan dengan Biomassa ; (c) Hubungan Karbon Tegakan dengan Tutupan Kanopi ; (d) Hubungan Karbon Tegakan dengan Kerapatan.

Keterkaitan cadangan karbon pada substrat diduga dipengaruhi oleh bahan organik, jenis substrat dan letak stasiun penelitian. Stasiun yang

dekat dengan garis pantai dan mempunyai nilai terkecil dibandingkan dengan stasiun lainnya. Diduga bahan organik yang ada pada stasiun

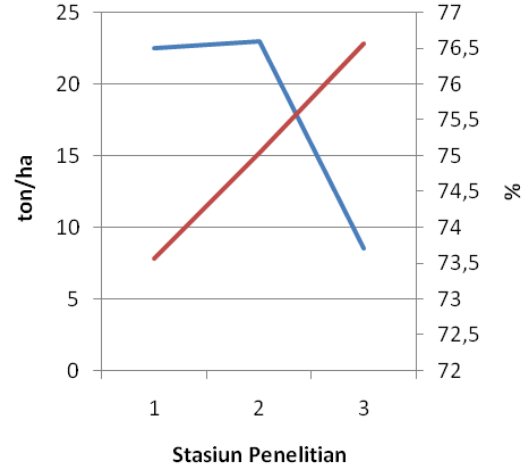
tersebut terbawa oleh arus laut lepas. Hal ini



— = Cadangan karbon Substrat (ton/ha)
 — = Biomassa(ton/ha)

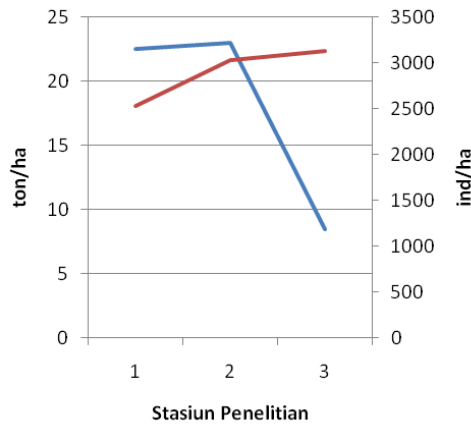
(a)

didukung oleh Nybakken (1992) partikel gerakan



— = Cadangan karbon Substrat (ton/ha)
 — = Tutupan Kanopi (%)

(b)



— = Cadangan karbon Substrat (ton/ha)
 — = Kerapatan ind (ind/ha)

(c)

Gambar 9. Hubungan Cadangan Karbon Tegakan dengan Beberapa Nilai Pemanding (a) Hubungan Karbon Substrat dengan Biomassa ; (b) Hubungan Karbon Substrat dengan Tutupan Kanopi ; (c) Hubungan Karbon Substrat dengan Kerapatan.

air yang kecil mempengaruhi terendahnya bahan organik pada dasar perairan.

Selain itu diduga jenis substrat pasir cenderung memiliki bahan organik lebih kecil dibandingkan substrat lumpur sehingga nilai cadangan karbon substrat jauh dari garis pantai memiliki nilai lebih besar. Hal ini didukung oleh English *et al.* (1994) sedimen dengan struktur lumpur memiliki kandungan karbon organik lebih banyak dibandingkan dengan substrat pasir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa estimasi cadangan karbon pada

tegakan di ekosistem mangrove Desa Timbulsloko sebesar 12.370,8 ton/ha. Estimasi cadangan karbon pada substrat di ekosistem mangrove Desa Timbulsloko sebesar 1.307,77 ton/ha. Estimasi cadangan karbon di ekosistem dilokasi penelitian termasuk tinggi

DAFTAR PUSTAKA

Adinugroho, W.C. & Sidiyasa, K. 2006. Model Pendugaan Biomassa Pohon Mahoni (*Swietenia Macrophylla* King) di atas Permukaan Tanah. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam.* 3(1):103-117.

- Agus, F., Hariah, K. & Mulyani, A. 2011. Measuring Carbon Stock in Peat Soil: Practical Guidelines. World Agroforestry Centre (ICRAF) and Indonesian Soil Research Institute. Bogor, 154 hlm.
- Allen, J.R.L. 1973. Physical Processes of Sedimentation. Earth Science Series 1. George Allen and Unwin Ltd. London, pp248
- Arikunto. 2010. Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek (Edisi Revisi). PT Pemuda Cipta. Jakarta, 172 hlm.
- Badan Standadisasi Nasional. 2011. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon-Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting) SNI 7724: 2011.
- Balino, B. M., Michael, J.R., Fasham, & Margaret, C.B. 2000. Biogeokimia Laut dan Perubahan Global. International Gheosphere dan Biosphere Programm. Swedia (Diterjemahkan oleh Agus Setiawan), 32 hlm.
- Chmura, G.L., Anisfield, S.C., Cahoon, D.R. & Lynch, J.C. 2003. Global Carbon Sequestration in Tidal, Saline Wetland Soils. *Global Biogeochemical Cycles*. 17(4):1111
- Cintron, G., & Novelli, Y.C. 1984. Methods for Studying Mangrove Structure in Snedakar, S. C and Snedaker, C. G. The Mangrove Ecosystem Research Method. UNESCO. United Kingdom, pp 92–113.
- Dharmawan, I.W.E. & Siregar, C.A. 2008. Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina*. (Forsk) Vierth. Ciasem Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(4):317-328.
- Duarte, C. M., J. J. Middelburg dan N. Caracao. 2005. Major Role of Marine Vegetation on The Oceanic Carbon Cycle. *Biogeoscience*, 2:1-8.
- Encyclopedia of Life. 2009. Eol. Orh / pages / 5389369 / overview (31 Desember 2017).
- English, S., Wilkinson, C. & Baker, V. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science, 390 hlm.
- Fromard, F., Puig, H., Peltier, A., Betoulle, J.L., Mougin, E. & Marty, G. 1996. Structural properties and above-ground biomass of the French Guiana Mangrove Forest. *Bol. Mus. Paranense. Emilio Goeldi, Ser. Cienc. Terra*. 8:5-29.
- Hariah, K., & Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre ICRAF. Bogor, 21 hlm.
- Hidayanto, W., Heru, A. & Yosita. 2004. Analisa Tanah Tambak sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Jurnal Pengkajian*. 7(2):180-186.
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES. Jepang, 1 (4).
- Komiyama, A., J. E. Ong dan S. Pongpam. 2008. Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forest: a Review. *Aquatic Botany* 89(2): 128-137.
- Komiyama, A., Pongpam, S. & Karto, S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating The Tree Weight of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology*. 21(4).
- Korhonen, L., Korhonen, K.T., Rautiainen, M. & Stenberg, P. 2006. Estimation of Forest Canopy Cover: a Comparison of Field Measurement Techniques. *Silva Fennica* 40(4): 577–588.
- Lahagu, H.Z.F. Kajian Perubahan Luasan Hutan Mangrove di Desa Timbulsloko Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. [SKRIPSI]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Li, N., Chen, P & Qin, C. 2015. Density Stronge and Distribution of Carbon in Mangrove Ecosystem in Guangdong's Coastal Areas. *Asian Agricultural Research*. 7 (2):62-65.
- Lugina, M., Kirsfianti, L.G., Ari, W., Afiefah, B. & Tian, P. 2011. Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Pengukuran Stok Karbon di Kawasan Konservasi. International Tropical Timber Organization (ITTO). Bogor.
- Mueller-Dumbois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Willey. London, 547 hlm.
- Mulyadi., Astiani, D. & Manurung, T.F. 2017. Potensi Karbon pada Tegakan Hutan Mangrove di Desa Sebatuan Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*. 5(3):592-598.
- Murdiyarso, D., Daniel, D., Boone, J.K., Sofyan, K., Melanie, S. & Markku, K. 2010. Carbon Strong in Mangrove and Peatland Ecosystems. CIFOR, Bogor Indonesia.
- Nontji, A. 2007. Laut Nusantara. Djembatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis. PT Garem dia Jakarta. 459 hlm.

- Oktaivona, S., Binal, A. & Musrifin G. 2017. Estimasi Stock Tersimpan pada Ekosistem Hutan Mangrove di Jorong Ujuang Labuang Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Universitas Riau. Riau.
- Overbeek, W. 2014. Blue Carbon and Blue Redd Transforming Coastal Ecosystem, Into Merchandise. Misereor (Jerman) dan Swedish Society for Nature Conservation (SSNC).
- Pelc-Mieczkowska, R. 2014. Primary Results of Using Hemispherical Photography for Advanced GPS Mission Planning. The 9th International Conference “Environmental Engineering”. Selected Papers. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Department of Land Surveying and Geomatics.
- Pramudji., & Dharmawan, I.W.E. 2014. Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove. COREMAP-CTI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Purwiyanto, A.I.S & Agustriani., F. 2017. Estimation of Mangrove Carbon Stock (Aboveground) in Tanjung Api-Api South Sumatera. *J. Ilmu Teknol. Kel. Trop.* 9(2):761-770.
- Robinson, S. 2013. Sink and Source Awesome Mangroves. WWF.
- Round, F.C. 1971. Benthic Marine Diatoms. Department of Botany. The University of Bristol. England.
- Rusila N.Y., M.Khazali dan I.N.N Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetlands International. Ditjen. PKA. Bogor
- Suryana. 2010. Metode Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Bandung : UPI.
- Suryono., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., & Rozy, E.F. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jemberan Provinsi Bali. *Bul. Oseano. Mar.* 7(1):1-8.
- Wacano, D., Achmad, A.R., Ani, Y., Ratna, W.D. & Marfai, M.A. 2013. Adaptasi Masyarakat Pesisir Kabupaten Demak dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Bencana Wilayah Kepesisiran. Percetakan Kanisius Yogyakarta September 2013.
- Widyastuti, A., Yani, E., Nasution, E.K. & Rochmatino. 2018. Diversity of Mangrove Vegetation and Carbon Sink Estimation of Segara Anakan Mangrove Forest Cilacap Central Java Indonesia. *J. Biodiver.* 19(1):246-252.