

Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Allometrik

Priadhitya Ilham Nedhisa dan Indah Trisnawati Tjahjaningrum
Departemen Biologi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: trisnawati@biologi.its.ac.id

Abstrak—Pemanasan global (*global warming*) merupakan peningkatan CO₂ di udara yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang berdampak terhadap peningkatan permukaan air laut. Hutan mangrove memiliki peranan kunci dalam strategi mitigasi karena mampu mengurangi karbon melalui mekanisme “sekuestrasi”, yaitu penyerapan karbon dari atmosfer dan penyimpanannya dalam beberapa kompartemen seperti tumbuhan. Hutan mangrove Wonorejo Surabaya khususnya spesies mangrove *Rhizophora mucronata* diperlukan untuk mengetahui perubahan cadangan karbon dan kemampuan vegetasi dalam menyerap karbon yang merupakan salah satu dari kompartemen. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya sebagai salah satu acuan pengelolaan hutan mangrove dalam mitigasi perubahan iklim. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa nilai biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon tertinggi yaitu di dekat muara khususnya pada habitus pohon sebanyak 32 individu dengan nilai biomassa sebesar 70,07 kg/individu, stok karbon sebesar 0,0350 ton/individu dan sekuestrasi karbon sebesar 0,1285 ton/individu

Kata Kunci—Biomassa, Pemanasan Global, *Rhizophora mucronata*, Sekuestrasi Karbon, Stok Karbon.

I. PENDAHULUAN

PENINGKATAN konsentrasi karbondioksida (CO₂) di atmosfer menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang berdampak terhadap peningkatan permukaan air laut, peningkatan frekuensi dan intensitas kebakaran hutan, kekeringan dan gangguan terhadap berbagai ekosistem yang dapat menyebabkan bencana [1]. Menurut UU Nomor 24 Tahun 2007, mengatakan bahwa pengertian mitigasi dapat didefinisikan sebagai serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana [2]. Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim yang dapat dilakukan adalah dengan mengoptimalkan peran mangrove dalam upaya memanfaatkan CO₂ untuk proses fotosintesis dan menyimpannya dalam stok biomassa dan sedimen [3].

Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian para ahli CIFOR yang menyatakan bahwa mangrove di kawasan pesisir wilayah indo-pacific yang hanya memiliki 0,7% dari luasan hutan, dapat menyimpan sekitar 10% dari semua emisi termasuk karbon [4]. Hutan mangrove dikategorikan sebagai ekosistem lahan basah, mempunyai penyimpanan karbon mencapai 800-1.200 ton per hektar. Pelepasan emisi ke udara pada hutan mangrove lebih kecil dari pada hutan di daratan, hal ini disebabkan karena pembusukan serasah tanaman akuatik tidak melepaskan karbon ke udara [5].

Jumlah biomassa hutan mangrove berperan penting dalam siklus karbon, karena sekitar 50% karbon hutan tersimpan dalam vegetasinya. Hal ini membawa implikasi lain jika terjadi kerusakan hutan maka berkurang pula jumlah CO₂ yang dapat diserap [6]. Estimasi stok karbon mengikuti aturan 46% biomassa adalah karbon [3].

Surabaya merupakan kota metropolitan setelah ibukota Jakarta sekaligus sebagai kota Indamardi (industri, perdagangan, maritim dan pendidikan). Peningkatan suhu udara di Surabaya sebagian besar disebabkan pencemaran udara oleh emisi gas buang, Lebih dari 70% pencemaran udara disebabkan oleh kendaraan bermotor, sedangkan 30% dari kegiatan industri, rumah tangga dan pembakaran sampah [7]. Apabila tidak diiringi dengan arahan tata guna yang jelas, maka akan semakin memperparah kondisi kualitas udara dikota Surabaya.

Hutan mangrove Wonorejo adalah salah satu hutan mangrove yang berada di Pantai Timur Surabaya yang telah direncanakan pada tahun 2005 didalam RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Surabaya. Keberadaan RTH dapat membantu mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor maupun kegiatan industri, rumah tangga dan pembakaran sampah karena vegetasi dapat menyerap gas buang maupun debu yang ada diudara [7]. Hutan mangrove Wonorejo memiliki peranan penting terhadap keseimbangan ekosistem di kawasan Surabaya. Pada hakikatnya mangrove berfungsi untuk melindungi daratan dari gelombang laut dan mengurangi abrasi atau pengikisan tanah oleh air laut. Selain itu. Mangrove berperan sebagai penyerap karbon dari atmosfer yang efektif dengan jumlah produksi bersih yang dihasilkan oleh hutan mangrove; biomassa (62,9-398,8 ton/ha) dan guguran serasah (5,8 – 25,8 ton/ha/th) [8].

Jenis vegetasi mangrove di Wonorejo Pantai Timur Surabaya pada tahun 2002 adalah *Avicennia marina*, *Malvacea*, *Exoecaria*, *Xylocarpus*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia* [9]. Mangrove jenis *Rhizophora sp.* memiliki kemampuan adaptasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. *Rhizophora sp* dapat tumbuh pada salinitas 32-34 ppt [10]. salah satu genus *Rhizophora sp* yang mempunyai toleransi terhadap substrat yang lebih keras atau pasir adalah *Rhizophora mucronata* [11]. Sehingga *Rhizophora mucronata* adalah salah satu jenis mangrove yang mudah dan bisa dibudidayakan sebagai upaya konservasi hutan mangrove Wonorejo Surabaya, mengingat menurut Prasetya keanekaragaman mangrove yang terdapat di daerah Wonorejo tergolong sangat rendah [9].

Oleh karena itu, inventarisasi biomassa di hutan mangrove Wonorejo Surabaya khususnya spesies mangrove *Rhizophora mucronata* sangat diperlukan untuk mengetahui perubahan cadangan karbon dan kemampuan vegetasi dalam

menyerap karbon yang merupakan salah satu komponen lingkungan yang sangat penting dalam upaya mitigasi terhadap perubahan iklim. Selain itu, data biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon di hutan mangrove Wonorejo Surabaya penting dimiliki untuk manajemen konservasi hutan mangrove. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove Wonorejo Surabaya dengan persamaan allometrik.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan mangrove wonorejo melalui tiga tipe titik sampling yaitu Bozem, Tambak dan dekat muara yang dianggap mewakili di lahan mangrove Pantai Timur Surabaya dan analisa data dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penelitian dilaksanakan selama bulan September 2017– Desember 2018.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian di lahan mangrove wonorejo Pantai Timur Surabaya skala peta 1 : 4,79 Km (Sumber: Google earth, 2018).

Keterangan:

- Titik GPS dekat muara :7°18'22.01"S 112°50'36.63"E
- Titik GPS Bozem :7°18'44.07"S 112°49'25.32"E
- Titik GPS Tambak :7°19'0.58"S 112°49'51.18"E

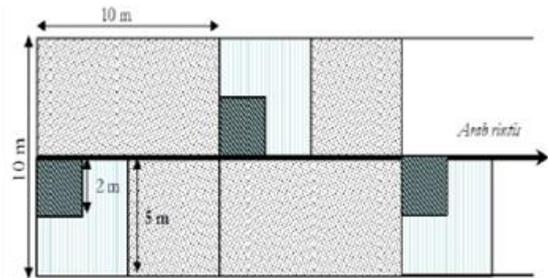
B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian meliputi GPS untuk menentukan titik koordinat. Tali rafia dan rol 30 meter digunakan untuk membuat line dan kuadaran transek pada sampling lapangan. Meteran jahit digunakan pengukuran keliling batang setinggi dada (*Girt at Breast Height*). Jangka sorong (*caliper*) digunakan untuk mengukur diameter setinggi dada (DBH) secara langsung. Buku identifikasi mangrove digunakan untuk mengidentifikasi jenis mangrove. Kamera digital digunakan untuk dokumentasi

C. Sampel dan Cara Pengambilan Sampel Estimasi Biomassa

Sampel penelitian ini adalah mangrove jenis *Rizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya yang mewakili populasi hutan mangrove di lokasi penelitian.

Cara pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadrat, yakni pada setiap habitat dibuat garis transek dengan jarak antara plot sejauh 60 m yang memotong vegetasi dan mengikuti kontur wilayah. Pada plot 10 x 10 m ini dipakai untuk menganalisa kelas tegakan pohon. Di dalam plot 10 x 10 m dibuat sub plot yang berukuran 5 x 5 m untuk menganalisa tingkat pancang. Metode transek kuadrat yang digunakan untuk sampling estimasi biomassa dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan kategori tegakan serta ukuran kuadrat untuk masing-masing tegakan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Metode transek kuadrat untuk pengambilan sampel estimasi biomassa [12].

Keterangan: Pada plot 10 x 10 m untuk tegakan pohon. Sub plot yang berukuran 5 x 5 m untuk tingkat pancang dan 2 x 2 m untuk tingkat semai.

Tabel 1.

Kategori Tegakan dan Ukuran Kuadrat untuk Sampling Estimasi Biomassa [12]

No	Kategori Tegakan	Diameter (cm)	Tinggi (m)	Ukuran Kuadrat
1	Pohon (<i>Tree</i>)	> 10 cm	> 1,5	10 x 10
2	Pancang (<i>sapling</i>)	< 10 cm	1-1,3	5 x 5

D. Analisis Data

1. Ekstrapolasi Biomassa

Data diameter tegakan yang telah diperoleh selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan allometrik untuk memperoleh nilai total biomassa masing-masing jenis tegakan. Dalam studi biomassa hutan atau pohon, persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan [13]. Persamaan allometrik secara umum sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y : Ukuran yang diprediksi

X : Bagian yang diukur

b : Kemiringan atau koefisien regresi

: Nilai perpotongan dengan sumbu vertikal

Setiap kategori tegakan memiliki persamaan allometrik yang berbeda-beda. Persamaan allometrik yang digunakan untuk masing-masing kategori tegakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

Persamaan Allometrik untuk masing-masing Kategori Tegakan

No	Tegakan	Persamaan Allometrik	Referensi
1.	Pohon	$B = 0.1466DBH^{2.3136}$	[14]
2	Pancang	$B = 0.128 DBH^{2.60}$	[15]

Keterangan: B= Biomassa (kg); DBH= diameter at breast high masing-masing tegakan mangrove.

2. Estimasi Stok Karbon

Nilai biomassa yang telah diketahui dapat digunakan untuk menduga stok karbon yang tersimpan dalam vegetasi karena 45-50% bahan kering (biomassa) tumbuhan terdiri dari kandungan karbon, dimana tumbuhan melalui proses fotosintesis menyerap CO₂ dari atmosfer dan merubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa seperti dalam batang, daun, akar, umbi, buah dan lainnya [16]. Sehingga dari hasil perhitungan biomassa dapat diubah dalam bentuk karbon melalui proses perkalian nilai biomassa dengan faktor konversi sebesar 0,5 (Dharmawan, 2010).

$$C = 0,5 B$$

Keterangan:

C = Jumlah stok karbon (ton/Ha) B = Biomassa (kg)

3. Estimasi Sekuestrasi Karbon

Jenis habitat mempunyai daya serap CO₂ yang berbeda karena adanya perbedaan biomassa dan stok karbon. Nilai karbon tersimpan yang diperoleh dikalikan dengan 3,67 untuk mengetahui besarnya serapan CO₂. Nilai 3,67 merupakan konstanta untuk mengkonversi karbon menjadi bentuk CO₂ [17]. Nilai tersebut berasal dari rumus berikut:

$$\text{Serapan } CO_2 = \frac{Mr \text{ } CO_2}{Ar \text{ } C} \times \text{Kandungan } C$$

Keterangan:

Mr CO₂ = Berat Molekul Senyawa CO₂ (44)

Ar C = Berat Molekul relative atom C (12)

Kandungan C = Jumlah stok karbon (Ton/Ha)

Nilai kandungan C didapatkan hasil dari estimasi stok karbon yang di konversi (Imiliyana *et al.*, 2014).

Serapan CO₂ (Ton/Ha)

4. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan penelitian deskripsi kuantitatif. Penelitian ini untuk mengestimasi biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove dengan pengumpulan data kuantitatif secara langsung dan dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus estimasi masing-masing variabel

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Estimasi Biomassa

Data hasil estimasi biomassa atas permukaan tanah di lahan mangrove Wonorejo Surabaya disajikan pada tabel 3 dan grafik perbandingan nilai estimasi biomassa yang dianggap mewakili di lahan Mangrove Wonorejo Surabaya disajikan pada Gambar 3.

Tabel 3.

Estimasi biomassa atas permukaan tanah di lahan mangrove Wonorejo Surabaya

Titik Lokasi	Biomassa ± Standart Deviasi (kg)	
	Pohon	Pancang
Bozem	59,66 ± 10,3 (n= 14)	16,47 ± 6,61 (n=27)
Tambak	56,83 ± 10,4 (n=6)	15,99 ± 8,14 (n=16)
Dekat Muara	70,07 ± 16,1 (n=32)	17,97 ± 7,89 (n=17)

Keterangan : n (jumlah tegakan)

Tabel 4.

Hasil Analisis Kerapatan Mangrove *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya

Analisis Vegetasi		Bozem	Tambak	Dekat Muara
Pohon	N	14	6	32
Pancang	N	27	16	17
Pohon	K	0,14	0,06	0,32
Pancang	K	1,08	0,64	0,68
Jumlah	N	41	22	49
	K	1,22	0,7	1,00

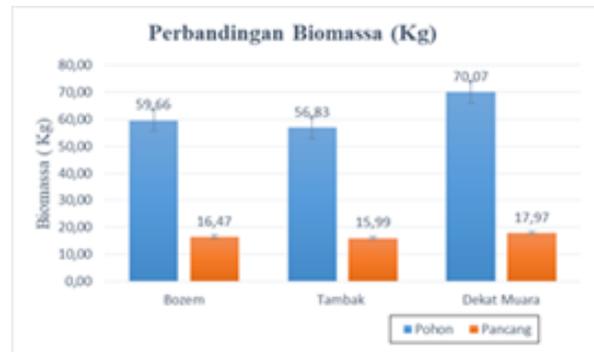
Keterangan

N : Jumlah Individu

K : Kerapatan

Dari Tabel 3, estimasi biomassa di mangrove Wonorejo Surabaya dan Gambar 3, grafik perbandingan biomassa di mangrove Wonorejo Surabaya tersebut maka dapat diketahui bahwa area pengambilan sampel mangrove *Rhizophora*

mucronata yang mempunyai nilai biomassa yang paling tinggi adalah di dekat muara, khususnya pada habitus pohon dengan jumlah 32 individu yang memiliki nilai rata-rata biomassa sebesar 70,07 Kg/Individu. Sedangkan area yang mempunyai nilai biomassa terendah adalah di area Tambak pada habitus pancang dengan jumlah 16 individu yang memiliki nilai rata-rata biomassa 15,99 Kg/Individu. Perbedaan biomassa di masing-masing lokasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor tersebut meliputi jumlah dan kerapatan pohon, jenis pohon, fisiologis tumbuhan dan faktor lingkungan yang meliputi penyinaran matahari, kadar air, suhu dan kesuburan tanah [18].



Gambar 3. Grafik perbandingan estimasi biomassa di lahan mangrove Wonorejo Surabaya.

Kemudian pada tabel 4. Hasil analisis kerapatan mangrove *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dapat diketahui bahwa area yang memiliki nilai tingkat kerapatan yang tertinggi yaitu di area bozem yang memiliki nilai kerapatan 1,22 ind/m² sedangkan area yang memiliki nilai kerapatan terendah yaitu tambak yang memiliki nilai kerapatan 0,7 ind/m². Hal ini sesuai yang diungkapkan [19] yang menjelaskan bahwa kerapatan yang tinggi akan menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya dan dapat menghambat pertumbuhan diameter maupun biomassa pada tumbuhan, karena hara, air, cahaya dan CO₂ yang diperoleh masing-masing individu berkurang.

Korelasi yang signifikan antara diameter dan biomassa ini diduga berhubungan dengan laju penyerapan karbon dan proses fisiologis tumbuhan yaitu fotosintesis [20]. Pada proses fotosintesis, CO₂ di atmosfer difiksasi oleh tumbuhan. Karbon tersebut tidak hanya berfungsi sebagai energi kimiawi pada tumbuhan, tetapi juga menyediakan kerangka karbon untuk molekul organik yang membentuk struktur tumbuhan. Secara umum, karbon, hidrogen, dan oksigen yang diasimilasi menjadi molekul organik melalui proses fotosintesis membentuk 96% dari total biomassa tumbuhan [20]. Semakin besar biomassa yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan, baik pertumbuhan primer maupun sekunder

Selain karena kemampuan menyerap CO₂ yang cukup baik, tingginya nilai biomassa di dekat muara khususnya habitus pohon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya dipengaruhi oleh kesuburan tanah, tinggi rendahnya biomassa suatu ekosistem mangrove disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah [14]. Lokasi lahan yang berada dekat dengan muara diduga mendapat suplai partikel-partikel organik yang terbawa dari daerah hulu maupun pengaruh pasang surut yang menransportasi nutrient yang dapat meningkatnya kesuburan tanah, hal yang sama juga dikemukakan oleh [17] bahwa habitat mangrove di sekitar muara atau estuari dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti pasang air

laut, suhu, salinitas, cahaya dan keadaan tanah. Bahan partikel organik berasal dari timbunan sisa-sisa tumbuhan maupun dari hewan yang berasosiasi dengan mangrove yang jatuh ke substrat, sehingga daerah tersebut menjadi subur [21]. Penyumbang bahan organik di mangrove sebagian besar berasal dari daun, ranting dan batang mangrove. Aktivitas antropogenik juga diketahui meningkatkan masukan nutrisi anorganik dan karbon organik ke dalam estuari maupun perairan pesisir [22]. Komponen – komponen tersebut akan dikembalikan lagi ke tumbuhan dalam bentuk unsur hara yang seperti diketahui akan diuraikan oleh mikroorganisme pengurai, sehingga penambahan biomassa ini akan semakin meningkat atau semakin tinggi seiring dengan penambahan kandungan bahan organik [23].

B. Hasil Estimasi Stok Karbon

Data hasil estimasi stok karbon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya disajikan pada Tabel 5 dan grafik perbandingan nilai estimasi stok karbon yang dianggap mewakili di lahan Mangrove Wonorejo Surabaya disajikan pada Gambar 4.

Tabel 5. Estimasi stok karbon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya

Titik Lokasi	Stok Karbon ± Standart Deviasi (Kg)		Stok Karbon ± Standart Deviasi (Ton/Individu)	
	Pohon	Pancang	Pohon	Pancang
Bozem	29,83 ± 7,42 (n= 14)	8,23 ± 13,7 (n=27)	0,0298 ± 7,42 (n= 14)	0,0082 ± 13,7 (n=27)
Tambak	24,81 ± 13,1 (n=6)	7,99 ± 1,89 (n=16)	0,0284 ± 13,1 (n=6)	0,0080 ± 1,89 (n=16)
Dekat Muara	35,03 ± 4,91 (n=32)	8,98 ± 1,97 (n=17)	0,0350 ± 4,91 (n=32)	0,0090 ± 1,97 (n=17)

Keterangan: n (jumlah tegakan)



Gambar 4. Grafik perbandingan estimasi stok karbon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya.

Dari Tabel 5, estimasi stok karbon dan gambar 4. grafik perbandingan stok karbon di mangrove Wonorejo tersebut maka dapat diketahui bahwa stok karbon *Rhizophora mucronata* dengan nilai stok karbon yang paling tinggi adalah di dekat muara, khususnya pada habitus pohon dengan jumlah 32 individu yang memiliki nilai rata-rata sebesar 0,0350 Ton/Individu. Sedangkan nilai stok karbon terendah adalah di lokasi tambak pada habitus pancang dengan jumlah 16 individu yang memiliki nilai rata-rata biomassa 0,0080 Ton/Individu. Stok karbon mangrove *Rhizophora mucronata* di kawasan Wonorejo Surabaya ini dikategorikan tinggi dibandingkan dengan stok karbon mangrove *Rhizophora mucronata* di kawasan Ciasem, Purwakarta dengan simpanan karbon sebesar 0,069 ton/pohon [14]. Perbedaan yang terjadi diduga karena perbedaan dari nilai estimasi biomassa hal ini

ini dikarenakan sebagian besar dari biomassa tumbuhan adalah kandungan karbon [20]. 45-50% bahan kering (biomassa) tumbuhan terdiri dari kandungan karbon [24], dimana tumbuhan melalui proses fotosintesis menyerap CO₂ dari atmosfer dan merubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa seperti dalam batang, daun, akar, umbi, buah dan lainnya [16]. Untuk itu semakin tinggi nilai biomassa pada suatu tegakan maka akan semakin tinggi simpanan karbonnya.

C. Hasil Estimasi Sekuestrasi Karbon

Data hasil estimasi sekuestrasi karbon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya disajikan pada Tabel 6 dan grafik perbandingan nilai estimasi sekuestrasi karbon yang dianggap mewakili di lahan Mangrove Wonorejo Surabaya disajikan pada Gambar 5.

Tabel 6. Estimasi sekuestrasi karbon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya

Titik Lokasi	Sekuestrasi karbon ± Standart Deviasi (Kg)		Sekuestrasi karbon ± Standart Deviasi (Ton/ Individu)	
	Pohon	Pancang	Pohon	Pancang
Bozem	109,37 ± 10,2 (n= 14)	30,20 ± 2,69 (n=27)	0,1094 ± 10,2 (n= 14)	0,0302 ± 2,69 (n=27)
Tambak	104,20 ± 16,3 (n=6)	29,31 ± 5,94 (n=16)	0,1042 ± 16,3 (n=6)	0,0293 ± 5,94 (n=16)
Dekat Muara	128,61 ± 26,1 (n=32)	32,95 ± 6,4 (n=17)	0,1285 ± 27,7 (n=32)	0,0330 ± 6,4 (n=17)

Keterangan : n (jumlah tegakan)



Gambar 5. Grafik perbandingan estimasi sekuestrasi karbon di lahan mangrove Wonorejo Surabaya.

Dari Tabel 6, estimasi sekuestrasi karbon dan gambar 5. grafik perbandingan sekuestrasi karbon di mangrove Wonorejo tersebut maka dapat diketahui bahwa *Rhizophora mucronata* dengan nilai sekuestrasi karbon yang paling tinggi adalah di dekat muara, khususnya pada habitus pohon dengan jumlah 32 individu yang memiliki nilai rata-rata sebesar 0,1285 ton/individu. Sedangkan nilai sekuestrasi karbon terendah adalah di lokasi tambak pada habitus pancang dengan jumlah 16 individu yang memiliki nilai rata-rata biomassa 0,0293 ton/individu. Sekuestrasi karbon mangrove *Rhizophora mucronata* di kawasan Wonorejo Surabaya ini dikategorikan tinggi dibandingkan dengan sekuestrasi karbon mangrove *Rhizophora mucronata* di kawasan Ciasem, Purwakarta dengan sekuestrasi karbon sebesar 0,251 ton/pohon [14]. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya nilai stok karbon di kawasan mangrove Wonorejo Surabaya yang akan menyebabkan nilai sekuestrasi karbonnya juga tinggi. Begitu juga di kawasan Ciasem, Purwakarta yang memiliki nilai sekuestrasi karbon lebih rendah, karena nilai stok karbonnya juga rendah. Nilai stok karbon juga bergantung pada nilai biomassa. Nilai akhir sekuestrasi karbon pada lahan

mangrove Wonorejo Surabaya dipengaruhi oleh biomassa dan stok karbon. Dengan kata lain jumlah biomassa dan stok karbon berbanding lurus terhadap kandungan sekuestrasi karbon mangrove dimana semakin besar biomassa dan stok karbon maka akan besar pula sekuestrasi karbon mangrovenya. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh [3] yang menyatakan bahwa potensi stok karbon dapat dilihat dari biomassa tegakan yang ada dan hal yang sama dikemukakan oleh [25] yang menyatakan bahwa seiring dengan pertumbuhan suatu tegakan pohon maka akan menghasilkan nilai biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula. Setiap penambahan kandungan biomassa akan diikuti oleh penambahan kandungan stok karbon dan sekuestrasi karbon karena terjadi penyerapan CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis menghasilkan biomassa yang kemudian dialokasikan ke daun, ranting, batang dan akar yang mengakibatkan penambahan diameter serta tinggi pohon [16]. Hal ini menjelaskan bahwa karbon dan biomassa memiliki hubungan yang positif sehingga apapun yang menyebabkan peningkatan ataupun penurunan biomassa maka akan menyebabkan peningkatan atau penurunan kandungan stok karbon dan sekuestrasi karbon.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian estimasi biomassa, stok karbon, dan sekuestrasi karbon di atas permukaan tanah (*above ground*) dari area pengambilan sampel *Rhizophora mucronata* di mangrove Wonorejo Surabaya dapat disimpulkan bahwa area yang mempunyai rata-rata nilai biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon tertinggi yaitu di dekat muara khususnya pada habitus pohon sebanyak 32 individu dengan nilai biomassa sebesar 70,07 kg/individu, stok karbon sebesar 0,0350 ton/individu dan sekuestrasi karbon sebesar 0,1285 ton/individu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] USGS, "Carbon sequestration to Mitigate Climate Change," 2008.
- [2] N. Niode, D. Yaulie, and D. S. Stanley, "Geographical Information System (GIS) untuk Mitigasi Bencana Alam Banjir di Kota Manado," *E-Journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [3] K. Hairiah and S. Rahayu, "Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan," Bogor, 2007.
- [4] R. Fajar, B. Hairul, and Sufardi, "The Potential Carbon Stored on Mangrove and Fishpond Area InThe Coastal Areas of Banda Aceh," *J. Manaj. Sumberd. Lahan*, vol. 4, no. 1, pp. 527–534, 2015.
- [5] D. Murdiyarto, H. Herawati, and B. Virni, "Carbon Forestry: Who will benefit?," in *Proceeding of Workshop on Carbon Sequestration and Sustainable Livelihoods*, 2014.
- [6] N. . Wahyuni and A. Suryawan, "Pembangunan Plot Sampling Permanen (PSP) untuk Mendukung Sistem MRV Stok Karbon Hutan di Propinsi Sulawesi Utara," Manado, 2012.
- [7] A. Rumiati, *Harapan masyarakat terhadap perkembangan sosok pemimpin dan masa depan Kota Surabaya*. Surabaya: ITS Press, 2005.
- [8] C. Kusmana, "Pengelolaan Ekosistem Mangrove Secara Berkelanjutan dan Berbasis Masyarakat," in *Lokakarya Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove*, 2002.
- [9] A. Prasetya, "Struktur Komunitas Mangrove di Daerah Wonorejo Pantai Timur Surabaya," Surabaya, 2011.
- [10] K. H. Kolinug, M. A. Langi, S. P. Ratag, and W. Nurmawan, "Zonasi Tumbuhan Utama Penyusun Mangrove Berdasarkan Tingkat Salinitas Air Laut Di Desa Teling Kecamatan Tombariri," *COCOS*, vol. 5, no. 4, Dec. 2014.
- [11] F. Muzaki, S. Dian, S. Dwianita, and Aries, "Menjelajah Mangrove Surabaya.Pusat Studi Kelautan LPPM," Surabaya, 2012.
- [12] Y. Nurrahman, S. Otong, and R. Rita, "Struktur dan komposisi vegetasi mangrove di Pesisir Kecamatan Sungai Raya Kepulauan Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 3, no. 1, pp. 99–107, 2012.
- [13] D. Sutaryo, "Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon," Bogor, 2009.
- [14] I. Dharmawan, "Pendugaan Biomassa Karbon di atas Tanah pada Tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem,Purwakarta," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 15, no. 1, pp. 50–56, 2010.
- [15] F. Fromard, H. Puig, E. Mougouin, G. Marty, J. Betoulle, and L. Cadamuro, "Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana," *Oecologia*, pp. 39–53, 1998.
- [16] M. Chanan, "Potensi karbon diatas permukaan tanah di blok perlindungan taman wisata alam Gunung Baung Pasuruan-Jawa timur," *Ejournal GAMMA*, vol. 6, no. 2, pp. 101–112, 2012.
- [17] A. Imiliyana, M. Muryono, and P. Hery, "Estimasi Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Camplong, Sampang Madura," Surabaya, 2014.
- [18] L. Sugirahayu, "Perbandingan Simpanan Karbon pada Beberapa Penutupan Lahan di Kabupaten Paser,Kalimatan Timur Berdasarkan Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tanahnya," Bogor, 2011.
- [19] N. Akbar, A. Baksir, and I. Tahir, "Struktur komunitas ekosistem mangrove di kawasan pesisir Sidangoli Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara," *Depik*, vol. 4, no. 3, pp. 132–143, 2015.
- [20] M. Munir, "Estimasi Biomassa, Stok Karbon, dan Sekuestrasi Karbon dari Berbagai Tipe Habitat Terrestrial di Gresik, Jawa Timur secara Non-destructive dengan Persamaan Allometrik," Surabaya, 2017.
- [21] Riniatsih and Kushartono, "Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi Sebagai Penentu Keberadaan Gastropoda dan Bivalvia di Pantai Sluke Kabupaten Rembang," *J. Univ. Diponegoro*, vol. 14, no. 1, pp. 50 – 59, 2009.
- [22] N. Gypens, A. Borges, and C. Lancelot, "Effect of eutrophication on air–sea CO₂ fluxes in the coastal Southern North Sea: a model study of the past 50 years," *Glob. Chang. Biol.*, vol. 15, no. 4, pp. 1040–1056, 2009.
- [23] E. Supriyantini, R. A. Nuraini, and A. P. Fadmawati, "Studi Kandungan Bahan Organik Pada Beberapa Muara Sungai Di Kawasan Ekosistem Mangrove, Di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah," *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [24] T. Prakoso, S. Norma, and Djoko, "Biomassa Kandungan Karbon dan Serapan CO₂ pada Tegakan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak," *J. Maquares*, vol. 6, no. 2, pp. 156 – 163, 2017.
- [25] N. Heriyanto and E. Subiandono, "Kandungan Karbon Hutan Mangrove Di Taman Nasional Alas Purwo (Composition and Structure , Biomass , and Potential of Carbon Content In Mangrove Forest At National Park Alas Purwo)," *J. Penelit. Hutan Dan Konserv. Alam*, vol. 9, no. 1, pp. 23–32, 2012.