EnviroScienteae 10 (2014) 75-79 ISSN 1978-8096

PENYUSUNAN ALLOMETRIK UNTUK PENDUGAAN KANDUNGAN BIOMASSA JENIS BAKAU *(Rhizophora apiculata)*

Didi Ali Hamidi[1)], Wahyuni Ilham[2)], Siti Aminah[3)], Abdi Fithria[4)]

[1)] *Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat*
[2)] *Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat*
[3)] *Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat*
[4)] *Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat*

Keywords : *Allometric Model, Biomass, (Rhizophora apiculata)*

Abstract

Mangrove forests have ecological functions as an absorber of carbon dioxide and store carbon through photosynthesis. How much carbon stored in mangrove forest can be estimated by biomass contained as an individual constituent mangrove forest vegetation. This research aims to develop allometric model to estimate content of biomass on Rhizophora apiculata which is one of the compilers specific of the mangrove forest. Research methods through logging (destruction) with a total sample of 35 trees that represents the distribution diameter of 11-78 cm. The results showed content of the biomass species Rhizophora apiculata as much as 77% on the trunk, 14% on the branch, 6% on the twigs and 3% on the leaves. Allometric are obtained to estimate the biomass content on Rhizophora apiculata types are as follows: Y = 0,1488$D^{2,4310}$; branch section Y = 0.0229$D^{2,4521}$; twigs part Y = 0.0375$D^{2,0389}$; leaf Y = 0.1898$D^{1,2809}$; total tree Y = 0.2300$D^{2,3766}$. Through determination test concluded that the allometric chosen is Y = 0.2300$D^{2,3766}$ with the value of the determinant coefficient of 0.9479

Pendahuluan

Hutan mangrove merupakan salah satu tipe hutan yang terdapat hampir di sepanjang garis pantai kepulauan di Indonesia. Sebagai sebuah kawasan hutan mangrove mengalami tekanan oleh berbagai kepentingan pembangunan. Penggunaan kawasan mangrove seringkali tidak memperhatikan kaidah-kaidah pelestarian alam sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas secara drastis. Pembangunan ekonomi melalui sektor perikanan khususnya budidaya tambak, pengembangan pemukiman dan pengembangan pelabuhan merupakan kegiatan yang mempunyai andil dalam penurunan luas mangrove di Indonesia.

Berbagai upaya telah dilakukan oleh Pemerintah dan masyarakat dalam rangka menjaga kelestarian hutan mangrove sebagai kawasan konservasi. Namun demikian upaya yang dilakukan melalui rehabilitasi tidak sebanding dengan kerusakan yang terjadi. Menurut (Kementerian Kehutanan, 2012) deforestasi pada kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam diantaranya merupakan hutan mangrove pada periode tahun 2009/2010 mencapai 25.336,20 hektar/tahun sementara upaya rehabilitasi yang dilakukan hanya mampu seluas 568 hektar pada tahun 2010 dan 10.431 hektar pada tahun 2011.

Sebagai sebuah ekosistem keberadaan hutan magrove telah memberikan manfaat bagi manusia dan lingkungan sekitarnya. Pada perkembangannya hutan mangrove

hanya dipandang sebagai obyek yang memberikan manfaat ekonomi. Fungsi dan manfaat ekologi mangrove kurang mendapat perhatian. Fungsi ekologis mangrove selain dapat dikembangkan sebagai kawasan konservasi juga sebagai penyimpan karbon. Bakau *(Rhizophora apiculata)* merupakan salah satu jenis tanaman penyusun vegetasi mangrove yang juga berfungsi sebagai penyimpan karbon *(C sink)* melalui proses fotosintesis. Hal ini belum diketahui secara luas oleh masyarakat dan pengambil kebijakan di daerah sehingga dalam pertimbang pengelolaannya terutama dalam pemanfaatan, penggunaan serta penataan ruang kurang mendapat perhatian.

Menurur Hairiah (2007) pada ekosistem daratan karbon tersimpan alam 3 komponen pokok yaitu : a). *Biomasa* yakni bagian vegetasi yang masi hidup yaitu tajuk pohon, tumbuhan bawah atau gulma dan tanaman semusim; b). *Nekromasa* yakni bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak di lahan (batang atau tunggul pohon) atau telah tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting dan daun-daun gugur (seresah) yang belum terlapuk; c). *Bahan Organik tanah* yakni sisa makhluk hidup (tanaman, hewan dan mannusia) yang telah mengalami pelapukan baik sebagian maupun seluruhnya dan telah menjadi bagian dari tanah. Ukuran partikel biasanya lebih kecil dari 2 mm.

Jumlah karbon tersimpan pada setiap penggunaan lahan berbeda-beda tergantung pada keragaman dan kerapatan tumbuhan, jenis tanah dan cara pengelolaannya. Hutan mangrove dikategorikan sebagai lahan basah yang mempunyai fungsi ekologis penyerap karbon yang perlu dilakukan pengukuran sebagai uoaya untuk mengetahui seberapa besar cadangan karbonnya. Kandungan karbon yang terdapat dapat jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* dapat diduga berdasarkan kandungan biomasa yang terdapat di dalamnya.

Sutaryo (2009) biomassa didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Sementara menurut (Suhendang, 2002) menyatakan bahwa biomasa adalah jumlah total bahan organik yang terdapat dalam tegakan yang dinyatakan dalam berat kering oven dalam ton per unit area. Jumlah biomassa dalam hutan merupakan selisih antara produksi melalui fotosintesis dan konsumsi melalui respirasi. Data dan informasi mengenai biomassa suatu ekosistem dapat menunjukan tingkat produktivitas ekosistem tersebut. Dari segi ekologi, data dan biomassa hutan berguna untuk mempelajari aspek fungsional dari suatu ekosistem hutan seperti produksi primer, siklus hara dan aliran energi. Dari segi manajemen hutan secara praktis data biomassa hutan sangat penting untuk perencanaan pengusahaan khususnya dalam penetapan tujuan manajemen pengelolaan hutan.

Untuk mengetahui kandungan biomassa yang terdapat dalam jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* dapat dilakukan melalui pendugaan dengan menggunakan model persamaan (allometrik). (Sutaryo 2009) mendefinisikan allometrik sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organism. Dalam studi biomassa hutan/poh0n persamaan allometrik dugunakan untuk mengetahuim hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat kering pohon secara keseluruhan. setiap persamaan allometrik dikembangkan berdasarkan kondisi tegakan dan variasi jenis tertentu yang berbeda satu dengan yang lain. Dengan demikian pemakaian suatu persamaan yang dikembangkan di suatu lokasi tertentu belum tentu cocok dikembangkan di daerah lain. Penggunaan allometrik yang spesies spesifik, baik dan bahkan mutlak diterapkan pada pendugaan biomassa pada hutan tanaman yang umumnya monokultur. Komunitas atau ekosistem dengan variasi spesies yang

terbatas atau sangat didominasi oleh spesies tertentu seperti mangrove juga baik apabila menggunakan persamaan yang spesies spesifik.

Basuki dkk (2009) menyatakan bahwa persamaan allometrik yang paling akurat adalah yang berdasarkan spesies pohon. Sementara menurut Manuri dkk (2011) penting untuk mendapatkan persamaan allometrik lokal yang disusun dengan menggunakan metode penebangan dan penimbangan langsung di tipe hutan yang sama. Penyusunan persamaan allometrik lokal merupakan kegiatan yang memakan waktu dan biaya serta dilakukan dengan metode destruktif. Hal ini dapat meningkatkan keakurasian dan mengurangi tingkat *uncertainty* (ketidaktentuan).

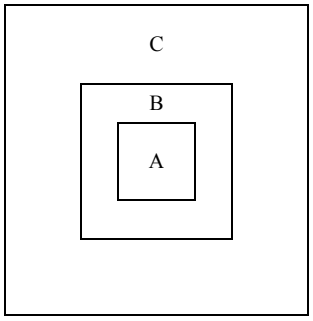
Penelitian ini secara umum bertujuan untuk memberikan pengetahuan praktis tentang manfaat hutan mangrove sebagai penyimpan karbon. Secara khusus penelitian ini bertujuan memperolah model persamaan yang dapat digunakan untuk pendugaan jumlah kandingan biomassa jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)*. Melalui persamaan tersebut dapat dihitung jumlah karbondioksida yang diserap dan kandungan karbon yang tersimpan pada jenis tersebut yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung karbon tersimpan pada vegetasi mangrove. Manfaat dari hasil penelitian juga diharapkan dapat digunakan sebagai bahan bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan dalam rangka pengelolaan sumberdaya hutan mangrove dan perumusan kebijakan dalam penataan ruang khususnya kawasan konservasi.

Metode Penelitian

Peneitian dilaksanakan di kawasan konservasi Cagar Alam Selat Laut tepatnya di Pulau Tampakan yang berada di Desa Pulau Panjang Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan kondisi penutupan lahan serta kondisi vegetasi yang masih dianggap sebagai hutan mangrove primer karena belum mendapat gangguan yang berarti serta belum adanya upaya pengelolaan dan pemanfaatan di dalamnya. Penelitian dilakukan dengan melakukan penebangan (destruktif) terhadap sampel pohon *(Rhizophora apiculata)*. Dalam penelitian dilakukan pengamatan terhadap variabel lingkungan dan variabel vegetasi. Variabel lingkungan berupa parameter salinitas dan pH dari tanah dan air di lokasi penelitian. Untuk vegetasi mangrove dilakukan pengamatan terhadap : a). Jenis dan jumlah individu tanaman tingkat semai dan pancang; b). Jenis, jumlah individu, diameter dan tinggi tanaman tingkat tiang dan tigkat pohon; c). Biomassa pohon (batang, cabang, ranting dan daun). Tahapan penelitian dilaksanakan sebagai berikut :

1. Pembuatan Petak Ukur

Petak ukur berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 20 m x 20 m. Di dalam petak ukur dibuat anak petak ukur dengan ukuran 10 m x 10 m dan ukuran 5 m x 5 m. Petak ukur ditempatkan secara *purposive systemtic sampling* sehingga dapat mewakili sebaran jenis, diameter dan tinggi serta faktor lingkungan berupa salinitas tanah dan air. Desain petak ukur dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar Desain petak ukur
(A) Sub petak ukuran 5m x 5m;
(B) Sub petak ukuran 10m x 10m dan
(C) Sub petak ukuran 20m x 20m

Di dalam petak ukur dilakukan pengamatan dengan melakukan identifikasi

jenis, penghitungan jumlah tanaman pada tingkat semai dan pancang, pengukuran diameter dan tinggi untuk tingkat tiang dan pohon. Pengukuran diameter untuk tanaman Bakau *(Rhizophora apiculata)* adalah setinggi 130 cm dari akar tunjang tertinggi dan tinggi pohon adalah tinggi pohon bebas cabang.

2. Penentuan Komposisi Jenis Pohon

Berdasarkan data hasil pengamatan yang dilakukan pada petak ukur selanjutnya dapat diketahui dominasi jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* dengan metode Indeks Nilai Penting (INP). Indeks Nilai Penting tersusun dari Frekuensi, Dominasi dan kerapatan yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Kusmana, 1997)

a. Frekuensi (F)

$$F = \frac{\sum anak\ petak\ ditemukan\ suatu\ jenis}{\sum seluruh\ anak\ petak}$$

b. Frekuensi Relatif (FR)

$$FR = \frac{frekuensi\ suatu\ jenis}{frekuensi\ seluruh\ jenis} x\ 100\%$$

c. Dominasi (D)

$$D = \frac{luas\ bidang\ dasar\ suatu\ jenis}{luas\ petak\ contoh}$$

d. Dominasi Relatif (DR)

$$DR = \frac{dominasi\ suatu\ jenis}{dominasi\ seluruh\ jenis} x\ 100\%$$

e. Kerapatan (K)

$$D = \frac{jumlah\ individu\ suatu\ jenis}{luas\ petak\ contoh}$$

f. Kerapatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{kerapatan\ suatu\ jenis}{kerapatan\ seluruh\ jenis} x\ 100\%$$

g. Indeks Nilai Penting
(INP) = FR + DR + KR

3. Pengukuran Sampel

Berdasarkan hasil identifikasi jenis, dan pengukuran diameter serta tinggi tanaman untuk tingkat tiang dan pohon selanjutnya dilakukan penentuan pohon yang terpilih untuk ditetapkan sebagai sampel dalam penelitian. Sampel Bakau *(Rhizophora apiculata)* ditetapkan sebanyak 35 pohon dengan sebaran diameter yang proporsional untuk setiap kelas diameter. Untuk menentukan kelas diameter digunakan rumus :

$$K = 1 + 3{,}3 \log N$$

Dimana
K = banyaknya kelas
N = jumlah data atau populasi

Sementara untuk mendapatkan porsi sampel pada setiap kelas diameter digunakan rumus sebagai berikut :

$$n_i = \frac{N_i}{N} \text{ x } n$$

Dimana
n_i = alokasi unit sampel untuk kelas diameter ke-i
n = jumlah sampel (35)
N_i = jumlah pohon dalam kelas diameter ke-i
N = jumlah populasi pohon

Pohon yang terpilih sebagai sampel dilakukan penebangan. Bagian-bagian pohon berupa batang, cabang, ranting dan daun dikelompokan untuk selanjutnya dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat basah masing-masing bagian tersebut. Untuk memudahkan penimbangan pada bagian pohon berupa batang dilakukan pembagian batang ke dalam potongan tertentu dengan ukuran panjang tiap-tiap potongan 1 meter. Terhadap potongan batang juga dilakukan pengukuran diameter untuk menghitung volume aktualnya.

Untuk keperluan analisis laboratorium tiap-tiap bagian pohon diambil unit sampel. Unit sampel bagian batang berupa potongan melintang dengan ketebalan 3-5 cm sebanyak 3 unit yang berasal dari bagian pangkal batang, bagian tengah batang dan ujung bagian batang. Unit sampel bagian cabang dan ranting diambil secara proporsional yang terdiri dari cabang dan ranting dengan ukuran besar, sedang dan kecil. Cabang yang memiliki diameter lebih besar dari 6 cm

diambil sebagaimana unit sampel pada bagian batang. Unit sampel daun diambil kurang lebih 250 gram dan dalam hal terdapat bunga dan buah maka turut disertakan didalamnya. Semua unit sampel tersebut dilakukan pengukuran berat basahnya dilapangan.

4. Analisis Data

Unit sampel yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven di laboratorium untuk memperoleh dan mengetahui berat kering konstan. Pengukuran berat basah dan berat kering unit sampel digunakan untuk menghitung kandungan biomassa masing-masing bagian pohon. Biomassa pohon merupakan penjumlahan biomassa bagian-bagian pohon. Biomassa bagian pohon diperoleh melalui penghitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Bbp = \frac{Bsk}{Bsb}\ x\ Bbt$$

Dimana

Bbp = biomasa bagian pohon (batang, cabang/dahan/ranting atau daun)
Bsk = Berat kering sampel
Bsb = Berat basah sampel
Bbt = Berat basah total bagian pohon (batang, cabang/ dahan/ ranting atau daun)

Hasil penghitungan jumlah biomassa pada setiap pohon sampel dijadikan sebagai bahan untuk melakukan pendugaan kandungan biomassa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Y = aX^b$$

Dimana

Y = variabel bergantung, berupa total biomasa pohon bagian atas tanah (batang, cabang/dahan/ranting atau daun)
X = variabel bebas, berupa diameter batang (D)
a, b = konstanta

nilai *a* dan *b* dicari dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dengan rumus sebagai berikut :

$$b = \frac{n(\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i) - (\sum_{i-1}^{n} X_i)(\sum_{i=1}^{n} Y_i)}{n(\sum_{i=1}^{n} X_i^2) - (\sum_{i}^{n} X_i)^2}$$

$$a = \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y)_i - b(\sum_{i=1}^{n} X_i)}{n}$$

Hasil Dan Pembahasan

Variabel lingkungan yang diukur berupa salinitas tanah dan air diperoleh hasil bahwa salinitas tanah di Pulau Tampakan berada pada kisaran 4,5 - 10‰ dengan pH normal pada angka 6,85-6,95. Untuk salinitas air yang diukur secara *in-situ* dengan mengunakan refraktometer diperoleh hasil nilai salinitas air berada pada kisaran 9-29‰. Bahwa diketahui tingkat salinitas air pada bagian luar pulau cukup tinggi dan semakin ke dalam bagian pulau nilainya semakin menurun. Kondisi salinitas tanah dan air yang demikian serta tidak adanya sumber air tawar menyebabkan pulau tersebut tidak berpenghuni serta tidak terdapat pemanfaatan lahan untuk kegiatan budidaya. Sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi tanah dan air pada pulau tersebut mempunyai fungsi konservasi.

Dari hasil identifikasi jenis ditemukan sedikitnya 6 jenis tanaman pada petak ukur. Jenis vegetasi penyusun mangrove tersebut adalah *Rhizophora apiculata, Ceriops decandra, Avicenia sp, Bruguiera gymnorrhiza, Xylocarpus granatum, Bruguiera parviflora.* Jenis lainnya yang dijumpai berada di luar petak ukur adalah *Rhizophora mucronata, Sonneratia alba* dan *Heritiera littoralis.*

Berdasarkan hasil pengukuran diameter tanaman tingkat tiang dan pohon untuk jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter pada petak ukur yang dikelompokkan berdasarkan kelas diameter

No	Jenis	Jumlah Pohon							Jumlah
		11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	70-up	
1	*Rhizophora apiculata*	99	43	8	7	1	1	1	160
2	*Ceriops decandra*	61	25	4	1	-	-	-	91
3	*Avicenia alba*	6	6	5	-	-	-	-	17
4	*Bruguiera gymnorrhiza*	37	7	6	5	2	-	1	58
5	*Xylocarpus granatum*	27	14	1	-	-	1	-	43
6	*Bruguiera parviflora*	33	15	-	-	-	-	-	48
	Total	263	110	24	13	3	2	2	417

Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui Indek Nilai Penting (INP) untuk tiap-tiap jenisnya.. Untuk jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* diperoleh nilai Frekuensi Relatif jenis sebesar 22,47 yang menunjukan bahwa di lokasi penelitian jenis tersebut tersebar merata dengan intensitas yang tinggi. Sementara nilai Dominasi Relatifnya juga lebih tinggi dibanding dengan jenis lainnya dengan nilai sebesar 40,55 hal tersebut menunjukan bahwa secara umum jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* mempunyai luas bidang dasar lebih besar dibanding lainnya. Kerapatan jenis Bakau yang merupakan perbandingan jumlah jenis Bakau terhadap luas petak contoh mempunyai nilai 160 sehingga Kerapatan Relatifnya adalah sebesar 38,37. Berdasarkan nilai-nilai tersebut diperoleh Indeks Nilai Penting Bakau *(Rhizophora apiculata)* adalah sebesar 101,40.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut juga ditentukan jumlah sampel jenis Bakau *(Rhizophora apiculata)* untuk masing-masing kelas diameter dan diperoleh hasil sebagai berikut : a. kelas diameter 11-18 cm jumlah pohon sampel sebanyak 18 pohon; b. kelas diameter 19-26 cm jumlah pohon sampel sebanyak 9 pohon; c. kelas diameter 27-34 cm jumlah pohon sampel sebanyak 5 pohon; d. kelas diameter 35-42 jumlah sampel pohon sebanyak 1 pohon; e. kelas diameter 43-50 cm jumlah sampel pohon sebanyak 2 pohon.

Dari 35 pohon sampel yang ditebang diperoleh berat basah total masing-masing bagian pohon sebagaimana pada Tabel 2. Sementara perbandingan berat basah unit sampel dari masing-masing bagian pohon dibandingkan dengan berat kering konstannya berdasarkan hasil penimbangan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Berat basah total pohon sampel berdasarkan bagian-bagian pohon

No	Bagian Pohon	Berat Basah (kg)
1	Batang	16.967,00
2	Cabang	3.288,50
3	Ranting	1.515,50
4	Daun	1.186,00
	Jumlah	22.957,00

Tabel 3. Perbandingan Berat Basah dan Berat Kering Unit Sampel

Unit Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)
Batang	120.615,00	77.463,40
Cabang	38.346,00	22.360,00
Ranting	16.636,50	8.758,50
Daun	10.678,00	3.281,50
Jumlah	186.275,5	111.863,40

Menurut (Suhendang, 2002) biomassa adalah jumlah total bahan organik yang terdapat dalam tegakan yang dinyatakan dalam berat kering oven dalam ton per unit area. Kandungan dan potensi biomassa pohon dipengaruhi oleh dimensi pohon lainnya diantaranya diameter dan tinggi. Pendugaan kandungan biomassa didasarkan atas bagian-bagian pohon (batang, cabang, ranting dan daun). Tingkat pertumbuhan dan klasifikasi diameter juga dapat dijadikan dasar pendugaan kandungan biomasa. Adapun hasil pengukuran kandungan biomassa yang terdapat dapat *Rhizophora apiculata* berdasarkan tingkat pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Biomasa jenis *Rhizhopora apiculata* berdasarkan bagian pohon sampel dan tingkat pertumbuhan

Tingkat Pertumbuhan	Diameter Pohon (cm)	Kandungan Biomassa (kg/pohon)
Tiang	11-20	162,07
Pohon	21-30	511,98
	31-40	1.028,10
	41-50	1.569,27

Hilmi (2003) kandungan biomasa pada bagian pohon berbeda tergantung pada zat-zat organik penyusun yang terdapat pada bagian-bagian pohon tersebut diantaranya kandungan selulosa dan zat ekstraktif serta senyawa polisakarida. Sementara (Fithria, 2011) menyatakan bahwa jumlah biomassa pada pohon lebih banyak dibanding nekromasa, tumbuhan bawah ataupun serasah. Hal tersebut berkaitan dengan proses fotosintesis dimana tumbuhan menyerap CO_2 dan merubahnya menjadi senyawa organik. Hasil fotosintesis disimpan pada bagian-bagian pohon serta digunakan untuk melakukan pertumbuhan diameter dan tinggi. Batang pohon merupakan bagian berkayu tempat penyimpanan cadangan hasil fotosintesis terbesar sehingga hal tersebut menunjukan bahwa pertumbuhan diameter berhubungan dengan pertambahan biomassa.

Pada dasarnya semakin besar diameter pohon maka semakin tinggi kandungan biomassanya. Hal tersebut disebabkan pohon dengan diameter lebih besar memiliki kandungan selulosa dan zat ekstraktif serta senyawa polisakarida lainnya yang tersimpan pada bagian batang. Dengan kata lain bahwa besarnya kandungan zat penyusun kayu berkorelasi posisitf dengan kandungan biomassanya.

Jika dihitung prosentase kandungan biomassa pada setiap bagain pohon maka diperoleh hasil bahwa pada bagian batang memiliki kandungan biomassa lebih banyak dibanding dengan bagian lainnya. Prosentase kandungan biomassa pada bagian batang mencapai angka 77%, selanjutnya berturut-turut bagian cabang 14%, bagian ranting 6% dan bagian daun 3%. Data dan informasi kandungan biomassa untuk tiap-tiap bagian pohon dijadikan bahan untuk analisa dan menyusun persamaan untuk pendugaan kandungan biomassa.

Model pendugaan biomassa *Rhizophora apiculata* menggunakan persamaan dengan bentuk dasar $\mathbf{Y = aX^b}$. Bahwa tidak semua perbandingan allometrik bersifat linier. Persamaan lain yang sering digunakan adalah persamaan berpangkat *(power function)*. Bentuk dasar persamaan tersebut kemudian ditransformasikan dalam bentuk logaritma **log (Y)= log (a) + b[log(X)]**. Terdapat beberapa model matematika yang lain yang juga dapat digunakan untuk pendugaan biomassa karbon yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Guna menyusun persamaan allometrik diperlukan pasangan data yang akan dianalisis. Dalam penelitian ini pasangan data dimaksud adalah ukuran diameter pohon setinggi dada dan berat biomasa bagian pohon atau berat biomasa total pohon. Pasangan data tersebut selanjutnya ditransformasikan ke logaritma.

Hasil pengolahan data untuk masing-masing bagian pohon diperoleh persamaan untuk bagian batang adalah Log Y = -0,827479981 + 2,431012716 (log X), untuk

bagian cabang Log Y = -1,639719263 + 2,452113354 (log X), untuk bagian ranting LogY = -1,425621666 + 2,038945301 (log X), dan untuk bagian daun Log Y = -0,721755065 + 1,303414066 (log X). Sementara persamaan untuk total pohon sampel adalah Log Y = -0,638303194 + 2,376584464 (log X). Bahwa nilai nilai pada persamaan tersebut (-0,827479981, -1,639719263, -1,425621666, -0,721755065 dan -0,638303194) adalah nilai *log (a)* sehingga nilai (a) sebenarnya dicari melalui *antilog (a)*. Sehingga persamaan tersebut selanjutnya disederhanakan menjadi persamaan bagian batang adalah $Y = 0{,}1488\ D^{2{,}4310}$, bagian cabang $Y = 0{,}0229\ D^{2{,}4521}$, bagian ranting $Y = 0{,}0375\ D^{2{,}0389}$, bagian daun $Y = 0{,}1898D^{1{,}2809}$, dan model persamaan yang dipilih adalah merupakan total dari bagian-bagian pohon yakni $Y = 0{,}2300D^{2{,}3766}$

Model yang telah disusun perlu diuji kecocokannya dengan mencari koefisien determinasi. Koefisien determinasi dilambangkan dengan R^2 merupakan proporsi variabilitas dalam suatu data yang dihitung didasarkan pada model statistik. Definisi lain menyebutkan bahwa koefisien determinasi merupakan rasio variabilitas nilai-nilai yang dibuat model dengan variabilitas nilai data asli. Dalam regresi koefisien determinasi dijadikan sebagai pengukuran seberapa baik garis regresi mendekati nilai asli yang dibuat model. Dalam penelitian ini koefisien determinasi di hitung dengan persamaan

$$R^2 = \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2 - \sum(Y - f(X))^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

Interpretasi lain ialah bahwa koefisien determinasi diartikan sebagai proporsi variasi tanggapan yang diterangka oleh regresor (variabel bebas) dalam model. Nilai koefisien determinasi berada antara 0-1 artinya semakin tinggi nilainya menunjukan bahwa pengaruh variabel bebas dimaksud signifikan. Dalam kasus nilai koefisien determinasi adalah 0,95 maka mempunyai arti sebesar 95% variasi dari variabel response dapat diterangkan dengan variabel bebasnya.

Nilai koefisien determinasi bagian pohon berupa daun adalah $R^2 = 0{,}4845$ lebih kecil dibanding dengan bagian pohon lainnya, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara diameter pohon dan biomassa daun tidak erat dibanding dengan hubungan diameter dengan biomassa bagian-bagian pohon lainnya. Hal ini disebabkan bentuk tajuk tiap pohon berbeda yang dipengaruhi oleh kerapatan pohon dalam bersaing untuk memperoleh cahaya matahari. Pohon yang tumbuh pada vegetasi dengan kerapatan tinggi cenderung tajuknya lebih kecil dibanding dengan pohon yang tumbuh pada areal yang terbuka. Pohon dengan tajuk kecil atau tidak lebar mempunyai jumlah daun yang lebih sedikit daripada pohon dengan tajuk yang lebar sehingga biomassa yang terkandung di dalamnya pun akan lebih sedikit. Dengan demikian hubungan antara ukuran diameter pohon dengan biomassa daun dapat dikategorikan mempunyai hubungan positif yang lemah.

Hasil analisis regresi dan uji determinasi diperoleh hasil bahwa model persamaan bagian pohon berupa batang mempunyai nilai koefisien determinasi sebesar 0,9280 lebih tinggi dibanding nilai koefisien determinasi bagian cabang, ranting dan daun. Sementara nilai koefisien determinasi total sampel adalah sebesar 0,9479. Berdasarkan tersebut maka model persamaan yang dipilih adalah model persamaan total sampel dengan persamaan $Y = 0{,}2300\ D^{2{,}3766}$ dengan nilai koefisien determinasi 0,9479. Dengan demikian bahwa 95% kandungan biomassa jenis *Rhizopora apiculata* dipengaruhi dan dapat dijelaskan dengan ukuran dimensi pohon berupa diameternya.

Model persamaan hasil penelitian ini lebih mudah dan sederhana dalam penerapannya karena variabel bebas yang diukur hanya satu yakni diameter pohon setinggi dada, sementara model persamaan lain ada yang menggunakan variabel ganda berupa diameter dan tinggi pohon.

Pengukuran tinggi pohon dilapangan khususnya pada hutan alam dan hutan mangrove sulit dan tidak efisien dilaksanakan. Model persamaan ini juga diperoleh dari populasi *Rhizopora apiculata* pada hutan mangrove yang masih alami dan mewakili sebaran diameter dengan rentang 11– 78 cm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Allometrik atau model persamaan untuk pendugaan kandungan biomassa jenis *Rhizopora apiculata* bagian batang adalah $Y = 0{,}1488D^{2{,}4310}$, bagian cabang $Y = 0{,}0229D^{2{,}4521}$, bagian ranting $Y = 0{,}0375D^{2{,}0389}$, bagian daun $Y = 0{,}1898D^{1{,}2809}$, dan model persamaan yang dipilih adalah merupakan total dari bagian-bagian pohon yakni $Y = 0{,}2300\ D^{2{,}3766}$ dengan koefisien determinasi 0,9479.
2. Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diketahui kandungan biomassa individu pohon sebagai dasar penghitungan kandungan biomassa populasi jenis *Rhizopora apiculata* pada suatu bentang lahan dan mengukur jumlah karbon tersimpan dan karbondioksida yang berhasil diserapnya. Dalam penelitian ini telah diketahui potensi biomassa jenis *Rhizopora apiculata* di Pulau Tampakan adalah 45.748,38 ton sehingga karbon yang tersimpan adalah sebanyak 45.748,38 ton x 0,47 = 21.501,74 ton dan karbondiosida yang dapat diserap sebanyak (44/12) x 21.501,74 ton = 78.839,71 ton.

Daftar Pustaka

Abdurahman, M., Ali Muhidin, S., Somantri, A. 2011. *Dasar Dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. CV. Pusataka Setia. Bandung.

Arief, A. 2003. Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya. Kanisius. Yogyakarta

Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 2010. Cadangan Karbon Pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim da Kebijakan. Bogor.

Badan Standarisasi Nasional. 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground based forest carbon accounting). SNI 7724:2011 ICS 65.020

Basuki, T.M., van Laake, P.E., Skidmore, A.K. and Hussin, Y.A. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forest

Bengen D.G. 2000. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

CIFOR. 2003. Perdagangan Karbon. Warta Kebijakan No 8 Februari 2003. Center for International Forestry Research (CIFOR).

Dahuri. R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Jakarta PT. Gramedia

Fithria, A., Syam'ani, Badaruddin, Nugroho, Y., Agustina, A.R. 2011. Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan di Sub-Sub DAS Amandit. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan Di Sub-Sub DAS Amandit Kalimantan Selatan. Word Agroforestry Centre. V;55-68.

Giesen Wim, Wulffraat Stephan, Zieren Max and Scholten Liesbeth, 2006. Mangrove Guidebook For Southeast Asia. FAO and Wetland International, Wagenugen The Netherlands

Hairiah K, Ekadinata A, Sari RR, Rahayu S. 2011. Petunjuk Praktis Pengukuran Cadangan Karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan.. Edisi kedua. Bogor,

Word Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang Indonesia xx p.

Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw. Indonesia.77p

Hilmi, E. 2003. Model Penduga Kandungan Karbon Pada Pohon Kelompok Jenis Rhizophora spp dan Brugueiera spp Dalam Tegakan Hutan Mangrove. Disertasi Institut Pertanian Bogor

Indriyanto. 2006. Ekologi Hutan. Bumi Aksara. Jakarta

Intergovermental Panel On Climate Change 1995. Climate Change 1995-Impact, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Cambridge University Press. 1996

Kementerian Kehutanan, 2012. Statistik Kehutanan Indonesia 2011. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan 2012. Jakarta .

Kusmana, C. 1997. Metode Vegetasi Survey. IPB Press. Bogor.

Ketterings, Q.M., Coe R., Meine van Noordwijk., Ambagau Y., Palm C.A. 2001. Reducing encertanty in the of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forest. Forest Ecology and Management 146;199-209.

Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation-GIZ. Palembang.

Murdiyarso, D. 2003. Protokol Kyoto, Implikasinya Bagi Negara Berkembang. Penerbit Buku Kompas. Jakarta

Nahadi. 2007. Intisari Kimia SMA: Ringkasan Materi, Contoh Soal-Jawab dan Soal-soal latihan UAS. Edisi Revisi. CV Pustaka Setia. Bandung.

Nirarita, C.H. Endah, Wibowo, P., Susanti, S., Padmawinata, D., Kusmarini, M. Syarif, Hendriani,Y. Kusniangsih,. Sinulingga, Br. L. 1996. Ekosistem Lahan Basah Indonesia. Buku Panduan Untuk guru dan Praktisi Pendidikan. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor.

Rahayu, S., Lusiana, B., Van Nordwijk, M. 2007. Pendugaan Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan Di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur. Cadangan Karbon Di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur: Monitoring Secara Spasial Dan Permodelan. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor. 3;23-36.

Samingan, M.T. 1972. Type-Type Vegetasi. Bagian Ekologi Tumbuh Tumbuhan. Usaha Nasional. Surabaya

Sembiring, R.K. 1995. Analisis Regresi. Institut Teknologi Bandung. Bandung

Soerianegara, I. dan Indrawan, A. 2002. Ekologi Hutan Indonesia. Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Steenis, V.C.G.G.I. 1978. Flora. Pradnya Paramita. Jakarta

Suhendang E. 2002. Pengantar Ilmu Kehutanan. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomasa. Wetlands International Indonesia Programmer. Bogor

Winarti, E. Titiek. 1999. Manfaat Hutan Mangrove Untuk Pelestarian Lingkungan Pantai dan Meningkatkan Perekonomian Masyarakat (Studi Kasus di Desa Ambat Kecamatan Tianakan Kabupaten Pamekasan.

Wirioatmodjo, P. dan D.M. Judi. 1987. Pengelolaan Hutan Payau di Indonesia. Prosiding Seminar Ekosistem Hutan Mangrove.