

PERAN BIOMASA MANGROVE DALAM MENYIMPAN KARBON DI KUBU RAYA, KALIMANTAN BARAT (*Role of Mangrove Biomass in Carbon Sink, in Kubu Raya, West Kalimantan*)

N.M. Heriyanto & Endro Subiandono

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor, Indonesia;
e-mail: nurmheriyanto88@yahoo.com; endros7@yahoo.co.id

Diterima 6 Mei 2015, direvisi 5 Februari 2016, disetujui 1 Maret 2016

ABSTRACT

*One of the problems in Kubu Raya mangrove forest area is forest loss every year, this is due to conversion of mangrove forest land to settlements and illegal logging. The goal of this study is to obtain information about the role of mangrove forests and forest management policies. Plots were made at three places, each had ten sample of 10x10 m size for the inventory of trees with distance between plots of 50 m; sub plot in the plot were made, with the size of 5x5 m for the inventory to sapling and 2x2 m for the inventory of seedling. The results showed that in the mangrove forests found 20 species with four dominant species *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Sonneratia alba* and *Xylocarpus moluccensis* that have great potential in mitigating global warming because mangroves are able to absorb large amount of CO₂, that is *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Sonneratia alba* and *Xylocarpus moluccensis*. Total biomass of study sites was 438.79 tons/ha (equivalent to 219.53 tons C/ha or 805.68 tons CO₂/ha). Mangrove conservation needs to be done holistically and cooperation among the parties, including the Ministry of Environment and Forestry, Ministry of Maritime and Fisheries Affairs and Local Government, in order to avoid overlapping policies.*

Keywords: Mangrove; biomass; carbon; diversity.

ABSTRAK

Salah satu masalah hutan mangrove di Kubu Raya yaitu berkurangnya luas hutan setiap tahun, hal ini akibat adanya konversi lahan hutan mangrove. Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2013 bertujuan untuk memperoleh informasi tentang peran hutan mangrove, keragaman, potensi jenis, kandungan karbon dan kebijakan pengelolaan di Kubu Raya, Kalimantan Barat. Plot dibuat di tiga tempat dan masing-masing dibuat sepuluh contoh ukuran 10 x 10 m untuk inventarisasi pohon dan jarak antar plot 50 m, dalam plot dibuat sub plot ukuran 5 x 5 m untuk inventarisasi tingkat belta dan 2 x 2 m untuk inventarisasi tingkat semai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di hutan mangrove dijumpai 20 jenis pohon dengan 4 jenis dominan yaitu *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Sonneratia alba* dan *Xylocarpus moluccensis*. Peran hutan mangrove dicirikan oleh biomassa dan kandungan karbon di lokasi penelitian sebesar 438,79 ton/ha (setara 219,53 ton C/ha atau 805,68 ton CO₂/ha). Pelestarian mangrove perlu dilakukan secara holistik dan kerja sama antar para pihak di antaranya Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan dan Pemerintah Daerah, untuk menghindari kebijakan tumpang tindih berdasarkan *assessment* dari masing-masing pihak.

Kata kunci: Mangrove; biomassa; karbon; keragaman jenis.

I. PENDAHULUAN

Kawasan hutan mangrove selain berfungsi secara fisik sebagai penahan abrasi pantai, sebagai fungsi biologinya mangrove menjadi penyedia bahan makanan bagi kehidupan manusia terutama ikan, udang, kerang dan kepiting, serta sumber energi bagi kehidupan di pantai seperti plankton, nekton dan algae. Menurut Supriharyono (2000), terdapat 38 jenis mangrove yang tumbuh di Indonesia, di antaranya marga *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Avicennia*, *Sonneratia*, *Xylocarpus*, *Barringtonia*, *Lumnitzera* dan *Ceriops*. Secara ekologis pemanfaatan hutan mangrove di daerah pantai yang tidak dikelola dengan baik akan menurunkan fungsi dari hutan mangrove itu sendiri yang berdampak negatif terhadap potensi biota dan fungsi ekosistem hutan lainnya sebagai habitat.

Hutan mangrove merupakan ekosistem hutan dengan faktor fisik yang ekstrem, seperti habitat tergenang air dengan salinitas tinggi di pantai dan sungai dengan kondisi tanah berlumpur. Ekosistem ini mempunyai peran fisik menjaga kestabilan pantai, penyerap polutan, habitat burung (Gunawan & Anwar, 2004), pembenihan ikan, udang dan biota laut pemakan plankton sebagai fungsi biologi serta sebagai areal budidaya ikan tambak, areal rekreasi dan sumber kayu sebagai fungsi ekonomi (Nontji, 2007), yang juga menyatakan bahwa daerah mangrove merupakan suatu tempat yang dinamis, di mana tanah lumpur dan daratan secara terus menerus dibentuk oleh tumbuh-tumbuhan yang kemudian secara perlahan-lahan berubah menjadi daerah semi teresterial (semi daratan). Tanah (sedimen) yang terbentuk berfungsi sebagai tempat hidup dan tempat mencari makan bagi organisme hidup di daerah tersebut. Kesuburan dari sedimen mangrove tersebut adalah karena bahan organik yang terkandung di dalamnya.

Ekosistem mangrove, sebagaimana ekosistem hutan lainnya, memiliki peran sebagai penyerap (rosot) karbondioksida (CO_2) dari udara. Menurut *International Panel on Climate Change/ IPCC* (2003) sampai akhir tahun 2000 emisi karbon di dunia adalah sebesar 117 ± 35 G ton C (82-152 G ton C), akibat pembakaran fosil berupa bahan bakar minyak dan batubara, alih fungsi hutan dan

pembakaran hutan. Untuk mengatasi masalah tersebut peran hutan sebagai penyerap CO_2 harus ditingkatkan melalui sistem pengelolaan hutan (Brown, 1997), yang sinergis dengan fungsi sosial dan nilai ekonomi hutan. Rosot karbondioksida berhubungan erat dengan biomassa tegakan, jumlah biomassa suatu kawasan diperoleh dari produksi dan kerapatan biomassa yang diduga dari pengukuran diameter, tinggi, berat jenis dan kepadatan setiap jenis pohon. Biomassa dan rosot karbon pada hutan tropis merupakan jasa hutan di luar potensi biofisik lainnya, di mana potensi biomassa hutan yang besar adalah menyerap dan menyimpan karbon guna pengurangan kadar CO_2 di udara (Dharmawan & Samsudin, 2012). Manfaat langsung dari pengelolaan hutan berupa hasil kayu secara optimal hanya 4,1% sedangkan fungsi optimal dalam penyerapan karbon mencapai 77,9% (Darusman, 2006).

Salah satu masalah hutan mangrove di Kecamatan Teluk Pekedai, Kubu Raya dalam dua tahun terakhir (2011-2012) yaitu berkurangnya luas hutan dari 2.838,98 ha menjadi 2.327,1 ha. Hal ini diakibatkan adanya konversi lahan hutan mangrove untuk lahan tambak seluas 372,38 ha dan penebangan liar seluas 139,50 ha untuk dibuat arang oleh masyarakat. Bila kegiatan ini tidak dikendalikan dengan baik akan mengakibatkan hutan alam mangrove semakin rusak (Sani, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang peran mangrove, keragaman jenis, kandungan karbon dan kebijakan pengelolaan hutan di Kubu Raya, Kalimantan Barat. Diharapkan hasil penelitian ini dapat meningkatkan upaya konservasi hutan mangrove melalui mekanisme pembangunan bersih.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi, Waktu dan Peralatan

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2013, di kawasan konsesi PT. Kandelia Alam (Gambar 1), yaitu pada koordinat $0^\circ 37' 49,5''$ LS dan $109^\circ 30' 55,42''$ BT. Secara administrasi termasuk Desa Kubu, Kecamatan Kubu, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat.



Sumber (Source): Google earth, 2015

Gambar 1. Lokasi penelitian di kawasan hutan Kubu Raya.

Figures 1. Forest research sites in Kubu Raya.

Bahan-bahan yang digunakan adalah: tegakan mangrove dan peta kerja. Peralatan yang digunakan di lapangan adalah: parang, GPS, alat ukur tinggi pohon, pita diameter, alkohol 70%, kamera, kompas, kantong plastik, dan alat tulis.

B. Rancangan Penelitian

Inventarisasi jenis mangrove dilakukan di tiga titik (lokasi) pada hutan mangrove di wilayah kerja PT Kandelia. Titik I pada koordinat $0^{\circ}37'49,5''$ LS dan $109^{\circ}30'55,42''$ BT, titik II pada koordinat $0^{\circ}35'23,24''$ LS dan $109^{\circ}26'54,62''$ BT, dan titik III pada koordinat $0^{\circ}32'01,12''$ LS dan $109^{\circ}24'15,43''$ BT. Pada setiap lokasi dibuat sepuluh plot contoh ukuran 10×10 m untuk inventarisasi pohon dan jarak antar plot 50 m, dalam plot tersebut dibuat sub plot ukuran 5×5 m untuk inventarisasi tingkat belta dan 2×2 m untuk inventarisasi tingkat semai (Gambar 2). Semua jenis pohon dan belta yang ada

di dalam petak dicatat jenisnya, diukur tinggi dan diameternya, sedangkan semai/anakan dicatat jenis dan jumlahnya.

Petak pengambilan contoh tersebut diletakkan secara *purposive sampling* untuk mengetahui sebaran jenis, diameter, dan tinggi vegetasi mangrove. Penentuan plot ini didasarkan pada kondisi tegakan zona *Rhizophora*, *Brugueira* dan *Sonneratia*, tiga genera yang mendominasi tegakan mangrove di lokasi tersebut.

Penghitungan kandungan karbon pada pohon dilakukan tanpa melakukan *destructive sampling*, tapi dengan menggunakan metode IPCC (2003). Selanjutnya contoh vegetasi dari jenis yang ditemukan dibuat herbarium dan diidentifikasi di Laboratorium Botani dan Ekologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor.

Kriteria vegetasi yang ditemukan diklasifikasi menurut Kartawinata *et al.*, (2004) sebagai berikut:

- a. **Pohon** yaitu tumbuhan berkayu dengan diameter setinggi dada (1,3 m) \geq 10 cm, didata jenis, diameter dan tingginya. Risalahnya diobservasi pada petak berukuran 10 x 10 m.
- b. **Belta** yaitu tumbuhan berkayu yang mempunyai diameter setinggi dada (1,3 m) antara 2 cm sampai kurang dari 10 cm. Risalahnya diobservasi pada petak 5 m x 5 m, dibuat di dalam petak 10 m x 10 m, didata jenis, diameter dan tingginya.
- c. **Semai** yaitu permudaan mulai dari kecambah sampai tinggi 1,5 cm; ukuran petak 2 m x 2 m, dibuat di dalam petak 5 m x 5 m, didata jenis dan jumlahnya.

Untuk mengetahui struktur dan komposisi jenis tumbuhan, maka pada masing-masing plot dilakukan analisis kerapatan, frekuensi dan dominasi untuk setiap jenis tumbuhan. Perhitungan indeks nilai penting pohon dan belta dilakukan dengan menjumlahkan kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif, sedangkan untuk semai dilakukan dengan menjumlahkan kerapatan relatif dan frekuensi relatif (Kusmana, 1997; Soerianegara & Indrawan, 2005). Dalam penelitian ini perlu dilakukan kebijakan dengan cepat dan tepat tentang rehabilitasi hutan mangrove di lapangan.

C. Analisis Data

Kerapatan pohon per hektar di konversi dari jumlah pohon yang tercatat dalam tiga contoh di setiap plot. Catatan diameter dan tinggi digunakan

untuk menghitung volume tegakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \cdot f \quad \dots\dots\dots (1)$$

di mana : V = volume pohon (m^3); π = konstanta (3,141592654); d = diameter pohon setinggi dada atau 20 cm di atas akar jangkar (cm); t = tinggi total (m); f = angka bentuk pohon (0,6)

Untuk menghitung biomassa pohon digunakan rumus pendekatan berat jenis kayu (Dharmawan & Samsuudin, 2012):

$$\text{Biomassa} = \text{volume pohon} \times \text{berat jenis pohon} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: berat jenis *Rhizophora* = 0,92; *Bruguiera* = 0,91; *Sonneratia* dan *Xylocarpus* = 0,74.

Kandungan karbon dalam tumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus (Brown, 1997 dan International Panel on Climate Change/ IPCC, 2003):

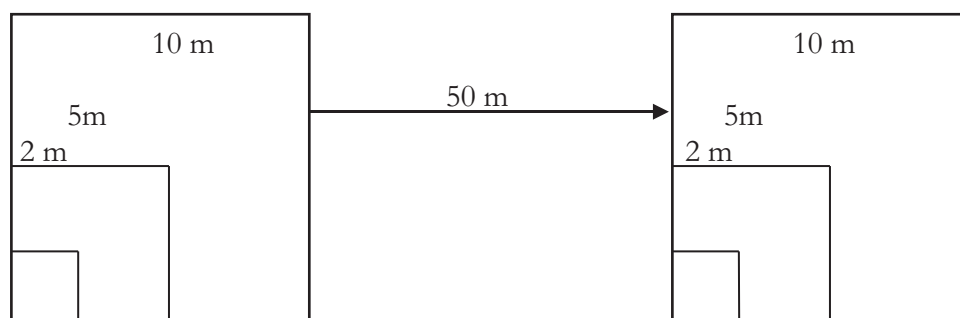
$$\text{Kandungan Karbon} = \text{Berat Kering Tumbuhan} \times 50\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

di mana berat kering adalah: volume x berat jenis kayu/pohon.

$$\text{Serapan karbondioksida (CO}_2\text{)} = \text{Mr CO}_2\text{/Ar C (atau } 3,67 \times \text{kandungan karbon)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

di mana Mr = molekul relatif dan Ar = atom relatif.

Di analisis juga produk kebijakan tentang hutan mangrove yang ada.



Sumber (Source): Soerianegara & Indrawan, 2005.

Gambar 2. Disain plot analisis vegetasi.
Figures 2. Design plot of vegetation analysis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Hutan Mangrove

Berdasarkan hasil identifikasi jenis dan suku tumbuhan di hutan alam mangrove Kubu Raya, tingkat pohon berdiameter ≥ 10 cm disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut, dapat dilihat bahwa di hutan mangrove alam Kubu Raya jumlah jenis dan jumlah sukunya sedikit yaitu maksimum delapan jenis, jumlah pohon 46 per 1.000 m³. Hal ini disebabkan tumbuhan yang dapat tumbuh pada kondisi tanah lumpur sangat sedikit. Fenomena ini sejalan dengan pernyataan Soerianegara dan Indrawan (2005) yang menyatakan bahwa tumbuhan yang dapat tumbuh di tanah lumpur dan tergenang air sangat sedikit..

Di lokasi penelitian ini, hutan alam primer mangrove didominasi oleh empat jenis yaitu: *Rhizophora apiculata* Blume, *Bruguiera cylindrica* W.et.A., *Sonneratia alba* L. dan *Xylocarpus moluccensis* L.

Berdasarkan identifikasi jenis hutan mangrove di Kubu Raya sepanjang dua belas km *riverine* mangrove tercatat dua puluh jenis pohon mangrove yaitu: *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *B. cylindrica*, *B. sexangula*, *B. parviflora*, *Avicennia marina*, *A. alba*, *A. lanata*, *A. officinalis*, *Ceriops tagal*, *C. decandra*, *Candelia candel*, *Excoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Xylocarpus granatum*, *X. moluccensis*, *Heritiera littoralis*, *Sonneratia alba*, dan *Sonneratia caseolaris*.

B. Struktur Tegakan dan Regenerasi Hutan

1. Struktur tegakan hutan

Struktur tegakan hutan adalah sebaran individu tumbuhan dalam lapisan tajuk dan dapat diartikan sebagai sebaran pohon per satuan luas

dalam berbagai kelas diameternya (Bustomi *et al.*, 2006). Secara keseluruhan struktur tegakan pohon adalah hubungan antara banyaknya pohon dengan kelas diameter dalam plot penelitian, sebaran pohon dengan kelas diameter 10-19 cm, 20-29 cm, 30-39 cm dan diameter 40 cm di lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3. Sebaran kelas diameter pohon di lokasi penelitian menunjukkan jumlah pohon yang semakin berkurang dari kelas diameter kecil ke kelas diameter besar. Secara umum sebaran kelas diameter tegakan hutan mangrove di lokasi penelitian menunjukkan karakteristik yang demikian, sehingga dapat dikatakan hutan tersebut masih normal.

Dalam suksesi hutan selalu terjadi perubahan dari waktu ke waktu. Perubahan struktur tegakan tersebut kemungkinan karena adanya perbedaan kemampuan pohon dalam memanfaatkan energi matahari, unsur hara/mineral dan air, serta sifat kompetisi. Oleh karena itu susunan pohon di dalam tegakan hutan akan membentuk sebaran kelas diameter yang bervariasi (Istomo & Pradiastoro, 2010).

Jenis pohon hutan mangrove alam di Kubu Raya dengan parameter diameter atau tinggi didominasi oleh *Rhizophora apiculata* Blume dan *Bruguiera cylindrica* W.et.A. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kedua jenis ini yang paling baik dalam memanfaatkan energi matahari, unsur hara/mineral dan air serta sifat kompetisi.

2. Regenerasi hutan

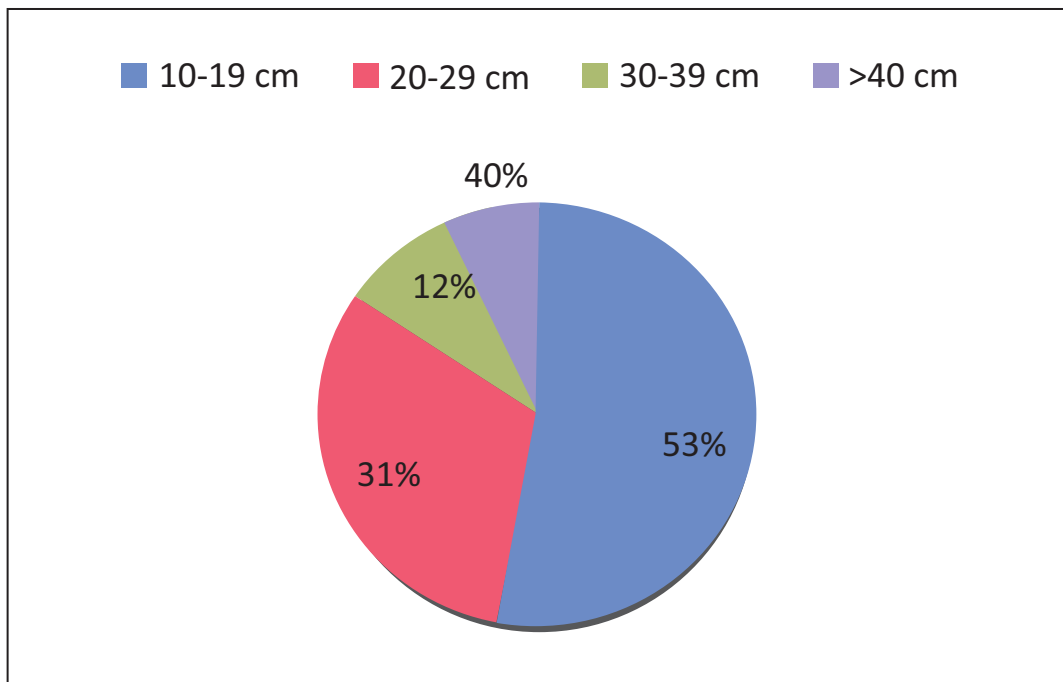
Regenerasi merupakan fenomena alam di mana pohon yang muda akan menggantikan pohon dewasa karena sesuatu sebab, misalnya ditebang, terbakar, tumbang (bencana alam) atau mati secara fisiologis. Adapun regenerasi jenis

Tabel 1. Jumlah pohon dan jumlah suku dalam plot 1.000 m² di Kubu Raya

Table 1. Number of trees and number of family in a plot of 1.000 m² in Kubu Raya

Lokasi (Location)	Jumlah jenis (Number of species)	Jumlah pohon (Number of trees)	Jumlah suku (Number of families)
Plot I	6	42	3
Plot II	5	39	3
Plot III	8	46	4

Sumber (Source): Data primer (Primary data).



Sumber (Source): Data primer (Primary data)

Gambar 3. Sebaran kelas diameter pohon di hutan mangrove.

Figures 3. Distribution of trees by diameter class in mangrove forests.

tumbuhan di hutan mangrove disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa jenis yang mendominasi di lokasi penelitian untuk tingkat pohon yaitu *R. apiculata* dengan INP 121,75% dan tingkat semai yaitu jenis *R. apiculata* dengan INP sebesar 69,51%, sedangkan untuk tingkat belta *B. gymnorhiza* dengan INP 58,52%. Hal ini menunjukkan regenerasi di hutan mangrove cukup baik dan cenderung mengelompok per jenis. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Bismark *et al.* (2008) dan (Heriyanto & Subiandono, 2012) di Cagar Biosfer Taman Nasional Pulau Siberut, Sumatera Barat dan di Taman Nasional Alas Purwo, Jawa Timur.

C. Peran Hutan Mangrove dalam Mitigasi Karbon

Peran hutan mangrove dapat dilihat dari biomasa yang dibedakan ke dalam dua kategori, yaitu biomasa di atas tanah (batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah) dan biomasa di

dalam tanah (akar). Pada penelitian ini pengukuran biomassa mangrove dilakukan pada bagian di atas tanah. Kusmana *et al.* (1992) menyatakan bahwa, besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi tanaman, berat jenis kayu dan kesuburan tanah.

Kandungan karbon pada tanaman menggambarkan berapa besar tanaman tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Sebagian karbon akan menjadi energi untuk proses fisiologi tanaman dan sebagian masuk dalam struktur tumbuhan dan menjadi bagian dari tumbuhan, misalnya selulosa yang tersimpan pada batang, akar, ranting dan daun. Berdasarkan asumsi (rumus) Brown (1997) dan IPCC (2003), yang menyatakan bahwa 45% sampai 50% bahan kering tanaman terdiri dari kandungan karbon.

Dalam penelitian ini pengukuran biomassa dan kandungan karbon mangrove tidak dilakukan *destructive sampling*, melainkan menggunakan pendekatan volume dengan berat jenis mangrove. Biomassa dan kandungan karbon di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Regenerasi di hutan alam mangrove di Kubu Raya
Table. 2. Regeneration in natural mangrove forests in Kubu Raya

Jenis (<i>Species</i>)	Suku (<i>Family</i>)	INP/IVT (%)		
		Semai (<i>Seedling</i>)	Belta (<i>Sapling</i>)	Pohon (<i>Tree</i>)
<i>R. apiculata</i>	Rhizophoraceae	69,51	46,83	121,75
<i>B. gymnorhyza</i>	Rhizophoraceae	31,71	58,52	78,56
<i>S. alba</i>	Lythraceae	43,35	37,19	47,81
<i>X. moluccensis</i>	Meliaceae	38,31	35,32	23,32

Sumber (*Source*): Data primer (*Primary data*).

Tabel 3. Biomassa dan kandungan karbon hutan mangrove tingkat pohon berdiameter ≥ 10 cm di Kubu Raya, Kalimantan Barat

Table 3. Biomass and carbon content of mangrove trees ≥ 10 cm diameter at Kubu Raya, West Kalimantan

Jenis (<i>Species</i>)	Jumlah pohon (<i>Number of trees</i>)/per ha			Isi (<i>Volume</i>) m ³ /ha			Biomassa (<i>Biomass</i>) (ton/ha)		
	Plot I	Plot II	Plot III	Plot I	Plot II	Plot III	Plot I	Plot II	Plot III
<i>R. apiculata</i>	417	310	448	250,2	186	268,8	230,18	171,12	247,3
<i>B. gymnorhyza</i>	165	213	227	99	127,8	136,2	90,09	116,3	123,94
<i>S. alba</i>	117	121	140	70,2	72,6	84	51,95	53,72	62,16
<i>X. moluccensis</i>	141	136	105	84,6	81,6	63	62,6	60,38	46,62
Jumlah/ <i>Total</i>	840	780	920	504	468	552	434,82	401,52	480,02
Rata-rata/ <i>Average</i> /ha	847			508			438,79		

Sumber (*Source*): Data primer (*Primary data*).

Tegakan hutan mangrove berdasar sampel, jenis *Rhizophora apiculata* mempunyai biomassa sebesar 247,3 ton/ha, 230,18 ton/ha dan 171,12 ton/ha (plot III), diikuti oleh jenis *Bruguiera gymnorhyza* sebesar 123,94 ton/ha (plot III), 116,3 ton/ha pada lot II. Total biomasa di lokasi penelitian didominasi oleh plot III yaitu sebesar 438,79 ton/ha. Nilai rata-rata dari kerapatan, kandungan karbon dan serapan CO₂ oleh masing-masing jenis mangrove disajikan pada Tabel 4.

Biomassa hutan mangrove Kubu Raya termasuk tinggi yaitu 438,79 ton/ha (setara 219,53 ton C/ha atau 805,68 ton CO₂/ha). Dibanding dengan penelitian Dharmawan dan Siregar (2008), biomassa dan kandungan karbon mangrove total di Ciasem, Jawa Barat sebesar 364,9 ton/ha dan kandungan karbon sebesar 182,5 ton C/ha setara dengan 669 ton CO₂/ha.

Hutan mangrove memiliki potensi besar dalam menyerap karbon. Hal ini didasarkan pada nilai produksi bersih yang dapat dihasilkan oleh hutan mangrove sebagai berikut: biomasa total

(62,9-398,8 ton/ha), guguran serasah (5,8-25,8 ton/ha/tahun), dan riap volume (9 m³/ha/tahun) pada tegakan hutan mangrove umur 20 tahun (Kusmana, 2002). Dengan demikian hasil penelitian biomassa mangrove di Kubu Raya termasuk tinggi.

Pertumbuhan pohon melalui hasil fotosintesis kemudian digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal. Oleh karena itu, semakin besarnya diameter disebabkan oleh penyimpanan biomassa hasil konversi CO₂ yang semakin bertambah besar seiring dengan semakin banyaknya CO₂ yang diserap pohon tersebut. Secara umum hutan dengan *net growth* (terutama pohon-pohon yang sedang berada dalam fase pertumbuhan) mampu menyerap lebih banyak CO₂, sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil menahan dan menyimpan persediaan karbon tetapi tidak dapat menyerap CO₂ ekstra (Dharmawan & Samsuudin, 2012).

Tabel 4. Potensi dan simpanan CO₂ hutan mangrove di Kubu Raya, Kalimantan Barat
 Table 4. *Potency and CO₂ savings of mangrove forests in Kubu Raya, West Kalimantan*

Jenis (<i>Species</i>)	Kerapatan tegakan/ha (<i>Stand density/ha</i>)	Rata-rata diameter (<i>Diameter average</i>) (cm)	Rata-rata tinggi (<i>Height average</i>) (m)	Kandungan karbon (<i>Carbon content</i>) (ton C/ha)	Karbondioksida (<i>Carbondioxide</i>) (ton CO ₂ /ha)
<i>R. apiculata</i>	392	27,52	22,52	108,1	396,73
<i>B. gymnorhyza</i>	202	25,27	21,31	55,19	202,55
<i>S. alba</i>	126	21,4	19,7	27,97	102,65
<i>X. moluccensis</i>	127	19,8	20,6	28,27	103,75
Jumlah/ <i>Total</i>	847	-	-	219,53	805,68

Sumber (*Source*): Data primer (*Primary data*).

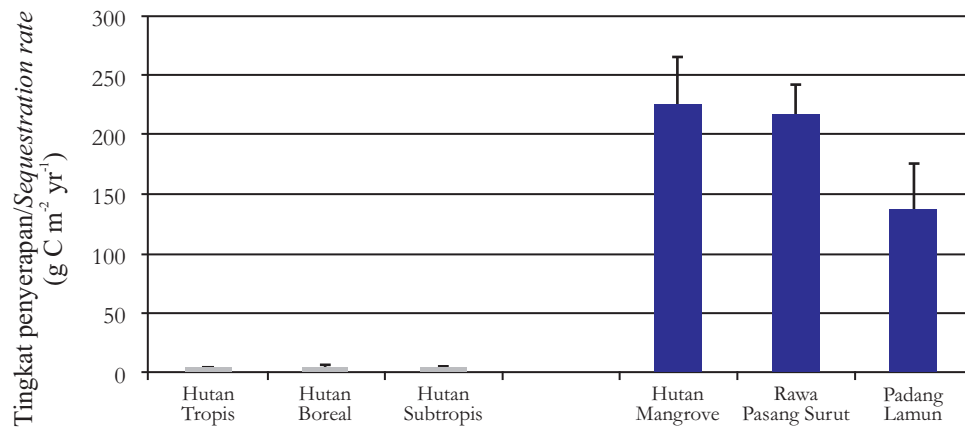
D. Kebijakan dalam Mengelola Hutan Mangrove

Mangrove memiliki potensi yang sangat besar dalam upaya mitigasi pemanasan global karena mangrove ternyata mampu menyerap CO₂ yang sangat besar. Oleh sebab itu, mangrove perlu dilestarikan, akan tetapi dalam upaya pelestarian mangrove ini sangat diperlukan peran berbagai pihak agar pelestarian bisa berjalan dengan baik dan berhasil. Kemudian, teknik implementasi yang dilakukan dimulai dengan dilakukannya *assessment* pada berbagai para pihak yang terkait dengan mangrove secara umumnya yaitu dengan cara *Focus Group Discussion* (FGD) yaitu diskusi terarah yang dapat menyamakan makna dan kesimpulan dalam upaya pelestarian mangrove. Tidak hanya sebagai upaya mitigasi pemanasan global semata tentunya tetapi juga memikirkan sisi sosial ekonomi dan politik dari berbagai pihak (Barbier *et al.*, 2011).

Ekosistem pesisir pantai yang berupa hutan mangrove, rawa pasang surut, dan padang lamun melakukan mitigasi perubahan iklim dengan cara menyerap gas karbon dioksida (CO₂) dari

atmosfer dan samudra dengan tingkat yang lebih tinggi per satuan luas, dibandingkan dengan penyerapan dari hutan daratan (Gambar 4). Saat ekosistem pesisir terdegradasi, hilang, atau dikonversikan untuk penggunaan lahan lain, simpanan karbon biru dalam jumlah besar di tanah terbuka dan dilepaskan sebagai CO₂ ke dalam atmosfer dan/atau samudra. Tingkat kehilangan ekosistem pesisir yang ada saat ini dapat menyebabkan 0,15–1,02 miliar ton CO₂ dilepaskan setiap tahunnya. Walaupun luas daerah hutan bakau, rawa pasang surut, dan padang lamun secara global hanyalah 2–6% dari luas keseluruhan hutan tropis, namun degradasi ekosistem ini menyebabkan 3–19% emisi karbon dari deforestasi global (Barbier *et al.*, 2011).

Perkiraan dampak gas rumah kaca dari konversi ekosistem pesisir mencakup penurunan penyerapan dan bukan pelepasan karbon, sehingga nilainya jauh lebih rendah dari nilai aslinya. Menurut analisis terbaru (Pendleton *et al.*, 2012), hilangnya tiga ekosistem karbon biru setiap tahunnya menyebabkan emisi (0,45 Pg CO₂) yang serupa dengan emisi CO₂ tahunan (Tabel 5).



Sumber (*Source*): McLeod *et al.*, 2011

Gambar 4. Tingkat penyerapan karbon rata-rata tahunan untuk habitat karbon biru per satuan luas dibandingkan dengan habitat hutan daratan.

Figures 4. The level annual average of carbon sequestration for habitat of blue carbon per unit area compared to forest habitat land.

Tabel 5. Perkiraan jumlah karbon yang dilepaskan karena perubahan penggunaan lahan pada ekosistem pesisir secara global

Table 5. Estimates of the amount of carbon released due to changes in land use in coastal ecosystems globally

Masukan/ <i>Input</i>			Hasil/ <i>Outcome</i>	
Ekosistem (<i>Ecosystems</i>)	Taraf global juta/ha (<i>Global level million/ha</i>)	Laju konversi saat ini % per tahun (<i>Current conversion rate % per year</i>)	Daerah rentan karbon dekat permukaan/ sedimen lapisan atas+ biomassa, Mg CO ₂ per ha (<i>Carbon vulnerable areas near the surface/ sediment top layer+biomass, CO₂Mg per ha</i>)	Emisi karbon/Pg CO ₂ per tahun (<i>Carbon Emission/ Pg CO₂ per year</i>)
Hutan Bakau	13,8-15,2 (14,5)	0,7-3,0 (1,9)	373-1492 (933)	0,09-0,45 (0,24)
Rawa Pasang Surut	2,2-40 (5,1)	1,0-2,0 (1,5)	237-949 (593)	0,2-0,24 (0,06)
Padang Lamun	17,7-60 (30)	0,4-2,6 (1,5)	131-522 (326)	0,5-0,33 (0,15)
Total	33,7-115,2 (48,9)			0,15-1,02 (0,45)

Catatan (*Note*): 1 Pg = 1 miliar metrik ton (1 Pg = 1 billion metric tons).

Sumber (*Source*): Pendleton *et al.*, 2012.

Simpanan karbon yang terakumulasi dalam sistem ini disimpan di atas tanah dalam biomassa tumbuhan (batang pohon, batang, dan daun), di bawah tanah dalam biomassa tumbuhan (sistem akar dan rimpang), dan di dalam tanah organik kaya karbon yang banyak dijumpai dalam ekosistem ini.

Penetapan pelestarian mangrove dalam upaya mitigasi pemanasan global yang tengah terjadi bukanlah tanpa berdasarkan pada fakta. Sumber daya alam yang terdapat di daerah peralihan antara wilayah darat dan laut memang kurang banyak disentuh untuk dipikirkan lebih lanjut menjadi objek yang dapat dimanfaatkan sedemikian rupa untuk mengurangi dampak perubahan iklim yang menaikkan suhu bumi sehingga terjadi pemanasan secara global.

Kolaborasi berbagai pihak dalam mewujudkan pelestarian mangrove ini sangat penting mengingat sumber daya ini sangatlah potensial untuk mengurangi dampak dari pemanasan global yang terjadi. Adapun aktor-aktor yang akan menjadi para pihak dalam pelaksanaan upaya ini antara lain: pemerintah dalam hal ini Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, baik dari pusat sampai tingkat wilayah, serta pemerintah pusat sampai pemerintah daerah. Oleh karena mangrove merupakan sumber daya alam yang berada di wilayah pesisir sehingga kolaborasi dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan Kementerian Kelautan dan Perikanan sangat diperlukan agar tidak terjadi *policy dispute* (tumpang tindih kebijakan). Kebijakan rehabilitasi mangrove telah dirintis oleh Kementerian Kehutanan dalam Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.03/Menhut-V/2004.

Selain Peraturan Menteri Kehutanan, Presiden juga telah mengeluarkan Peraturan No. 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove (SNPEM) bertujuan untuk mensinergikan kebijakan dan program pengelolaan ekosistem mangrove yang meliputi bidang ekologi, sosial ekonomi, kelembagaan, dan peraturan perundang-undangan untuk menjamin fungsi dan manfaat ekosistem mangrove secara berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat. Dengan demikian gubernur, wali-

kota/bupati (pemerintah daerah) bertanggung jawab pada pengelolaan ekosistem mangrove di daerahnya masing-masing. Menurut Kementerian Kehutanan (2013), pada tahun 2013 menargetkan minimal 10.000 ha lahan mangrove yang direhabilitasi dari sejumlah 1,5 juta ha yang rusak/perlu rehabilitasi dan pada tahun 2014 telah tertanam ± 27.000 ha.

Pada Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.03/Menhut-V/2004 disebutkan untuk rehabilitasi kawasan konservasi dalam hal ini hutan mangrove perlu dibuat persemaian dengan luas, jenis, peralatan kerja, bangunan, penanggung jawab dan lain-lain yang memerlukan biaya yang besar sehingga untuk penyediaan bibit memerlukan waktu yang lama padahal keadaan hutan mangrove sudah rusak memerlukan penanganan yang cepat. Untuk itu perlu dilakukan terobosan yaitu pengambilan bibit mangrove dari hutan alam yang tersedia melalui cara cabutan dan langsung tanam di tempat lokasi mangrove yang rusak.

Dalam perwujudan upaya pelestarian ini perlu peranan multi pihak, mulai dari pemerintahan baik dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, di mana hutan mangrove termasuk bagian di dalamnya maupun Kementerian Kelautan dan Perikanan di mana wilayah pesisir dan mangrove menjadi salah satu objek kajiannya. Begitu juga masyarakat desa pesisir, yang bergantung hidup pada laut. Seperti yang diketahui bahwa daerah mangrove ini merupakan daerah *spawning ground* yaitu daerah perbesaran ikan. Oleh karenanya masyarakat desa pesisir juga termasuk dalam multi pihak agar terselenggaranya gerakan pelestarian ini. Tidak ketinggalan pula LSM sebagai lembaga swadaya masyarakat sebagai pemantau juga penggerak dalam pelaksanaan pelestarian mangrove ini.

Pelestarian mangrove adalah upaya pelestarian yang dilakukan secara holistik dan tidak setengah-setengah. Upaya pelestarian mangrove telah dilakukan dalam bentuk konservasi mangrove oleh pihak Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Pada upaya kali ini adalah upaya serentak yang dilakukan bersama-sama oleh para pihak dengan satu kebijakan khusus yang dibuat tanpa tumpang tindih dan berdasarkan *assessment* dari semua pihak.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Di hutan alam mangrove Kubu Raya dijumpai dua puluh jenis mangrove dan didominasi oleh empat jenis yaitu: *Rhizophora apiculata*, dengan kerapatan 392 pohon/ha, *Bruguiera gymnorhiza* dengan kerapatan 202 pohon/ha, *Sonneratia alba*, dengan kerapatan 126 pohon/ha dan *Xylocarpus moluccensis*, kerapatannya 127 pohon/ha.

Mangrove memiliki potensi yang sangat besar dalam upaya mitigasi pemanasan global karena mangrove ternyata mampu menyerap CO₂ yang sangat besar. Ekosistem pesisir pantai yang berupa hutan mangrove melakukan mitigasi perubahan iklim dengan cara menyerap gas karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dengan tingkat yang lebih tinggi per satuan luas, dibandingkan dengan penyerapan dari hutan daratan.

Peran hutan mangrove dicirikan oleh biomassa dan kandungan karbon di lokasi penelitian yaitu *R. apiculata* sebesar 216,2 ton/ha (108,1 ton C/ha, serapan karbon dioksida sebesar 396,73 ton CO₂/ha), dan jenis *B. gymnorhiza* sebesar 110,38 ton/ha (55,19 ton C/ha setara 202,55 CO₂/ha). Total biomassa di lokasi penelitian sebesar 438,79 ton/ha (setara 219,53 ton C/ha atau 805,68 ton CO₂/ha).

Pelestarian mangrove adalah upaya pelestarian yang dilakukan secara holistik dan tidak setengah-setengah. Upaya pelestarian mangrove telah dilakukan dalam bentuk konservasi mangrove oleh pihak Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Kegiatan ini dilakukan bersama-sama oleh para pihak dengan satu kebijakan khusus yang dibuat tanpa tumpang tindih dan berdasarkan *assesment* dari semua pihak.

Adapun aktor-aktor yang akan menjadi *stakeholder* dalam pelaksanaan upaya ini antara lain: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan baik dari pusat sampai tingkat wilayah, serta pemerintah pusat sampai pemerintah daerah, masyarakat, LSM dan pengusaha tambak.

B. Saran

Suksesi pada hutan mangrove di Kubu Raya terutama bekas tebangan perlu dikelola dengan

baik, sehingga peran hutan mangrove sebagai penyerap karbon, logam berat dan tempat pijah ikan akan terjamin kelestariannya.

Untuk merehabilitasi hutan mangrove yang rusak perlu dicari terobosan kebijakan secara cepat, salah satunya dengan pengambilan bibit dari hutan alam dan langsung di tanam di lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Dinas Kehutanan, Perkebunan dan Pertambangan di Kubu Raya yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., and Silliman, B.R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81, 169-193.
- Bismark, M., Subiandono, E & Heriyanto, N. M. (2008). Keragaman dan potensi jenis serta kandungan karbon hutan mangrove Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, V(3), 297-306.
- Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forest. *A primer FAO Forestry paper*, 134.
- Bustomi, S., Wahjono, D., & Heriyanto, N.M. (2006). Klasifikasi potensi tegakan hutan alam berdasarkan citra satelit di kelompok hutan Sungai Bomberai – Sungai Besiri di Kabupaten Fakfak, Papua. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, III(4), 437-458.
- Darusman, D. (2006). *Pengembangan potensi nilai ekonomi hutan di dalam restorasi ekosistem* (Laporan). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Dharmawan, I.W.S & Siregar, C.A. (2008). Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, V(4), 317-328.

- Dharmawan, I.W. S & Samsedin, I. (2012). Dinamika potensi biomassa karbon pada lanskap hutan bekas tebangan di hutan penelitian Malinau. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, IX(1), 12-20.
- Google Earth. (2015). *Peta digital Pulau Kalimantan. Image 2013 Terra Metrics*. Diunduh 4 Mei 2015 dari <http://www.google.com>.
- Gunawan, H. & Anwar, C. (2004). Keanekaragaman jenis burung mangrove di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, I(3), 294-308.
- Heriyanto, N.M. & Subiandono, E. (2012). Komposisi dan struktur tegakan, biomassa dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1), 023-032.
- International Panel on Climate Change [IPCC]. (2003). *IPCC guidelines for nation greenhouse gas inventories*. Japan: IPCC National Green House Gas Inventories Programme. IGES.
- Istomo & Pradiastoro, A. 2010. Karakteristik tempat tumbuh pohon-pohon gunung (*D. retusus*) di kawasan hutan lindung G. Cakrabuana, Sumedang, Jabar. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, Vol 8(1), 1-12.
- Kartawinata, K., Samsedin, I., Heriyanto, N.M., & Afriasini, J.J. (2004). A tree species inventory in a one-hectare a plot at the Batang Gadis National Park, North Sumatra, Indonesia. *A Journal on taxonomic botany, plant sociology and ecology. Reinwardtia*, 12(2), 145-157.
- Kementerian Kehutanan. (2013, March). *Mainstreaming mangroves held in Surabaya Indonesia*. Paper presented in Regional Symposium on Mangrove Ecosystem Management in South East Asia. Surabaya: The Ministry of Forestry, Republic of Indonesia and the Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Kusmana, C. (1997). *Metode survei vegetasi*. Bogor: IPB Press.
- Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K. & Watanabe, H. (1992). An estimation of above ground tree biomass of a mangrove forest in East Sumatera. *Tropics*, I(4), 143-257.
- Kusmana, C. (2002, Agustus). *Pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan dan berbasis masyarakat*. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Jakarta. Diunduh 3 Agustus 2005 dari .
- McLeod, E., Chmura, G.L., Bouillon, ..., and Silliman, B.R. (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 552-560.
- Nontji, A. (2007). *Laut nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Pendleton, L., Donato, D.C., Murray, B.C., ..., and Balder, A. (2012): Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. *PLoS ONE*, 7(9), e43542.
- Peraturan Presiden Nomor 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove (SNPEM).
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.03/MENHUT-V/2004 tentang Pedoman dan Petunjuk Pelaksanaan Penyelenggaraan Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan.
- Sani, K. (2013, April 6). Hutan bakau dibabat. *Pontianak Post*. p.2.
- Soerianegara, I. & Indrawan, A. (2005). *Ekosistem hutan Indonesia*. Bogor: Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.
- Supriharyono. (2000). *Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam wilayah pesisir tropis*. Jakarta: Gramedia.