PENDUGAAN STOK KARBON KELOMPOK JENIS TEGAKAN BERDASARKAN TIPE POTENSI HUTAN DI KAWASAN HUTAN LINDUNG SUNGAI WAIN

(Estimating Carbon Stock of Stand Species Group Based on Forest Potential Type in Sungai Wain Protected Forest)

Oleh/By :

Asef K. Hardjana, Rahimahyuni F. Noor'an, Iwan S. Tumakaka dan Ahmad Rojikin

Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda

Jl. A.W. Syahrani No.68 Sempaja, Samarinda; Telp.(0541) 206364, Fax (0541) 742298,

Email : admin@diptero.or.id

ABSTRACT

Sungai Wain protected forest region has great potential in storing carbon stocks, compared to secondary forest areas and other use areas around the Sungai Wain protected forest because in that area has been a disruption of the forest and vegetation. These disorders can cause a decrease in the potential of biomass which is of direct indication of the ability of the area within the store carbon. The purpose of this research is to be one of the effort to provide additional information about the potential for carbon stock of reserve stand species group which is stored in the Sungai Wain protected forest based on the potential type of forest. This research using landsat imagery as the interpretation of the potential biomass, while the comparison or control is used as a method of checking the field by creating the sample plots measuring 30 m x 30 m on each potential type of forest with 3 replicates every location, then the data is processed by the relevant allometric equation. Sungai Wain protected forest region based on the potential type of forest carbon reserve of 39,88 tons $C\ ha^{-1}$. Based on the species of stands group dipterocarp have carbon reserves ranged from 0.91 to 3.91 tons $C\ ha^{-1}$, while in the non dipterocarp ranged from 10.37 to 12.37 tons $C\ ha^{-1}$.

Key Words : Biomass, landsat imagery, Sungai Wain protected forest, carbon.

ABSTRAK

Kawasan hutan lindung Sungai Wain memiliki potensi yang sangat besar dalam menyimpan cadangan karbon, dibandingkan kawasan hutan sekunder maupun kawasan penggunaan lain di sekitar kawasan hutan lindung Sungai Wain karena pada kawasan tersebut telah terjadi gangguan terhadap tegakan dan vegetasinya. Gangguan tersebut dapat menyebabkan menurunnya potensi biomassa yang berindikasi langsung terhadap kemampuan kawasan tersebut dalam menyimpan karbon. Tujuan penelitian ini adalah sebagai salah satu upaya untuk memberikan tambahan informasi mengenai potensi cadangan stok karbon kelompok jenis tegakan yang tersimpan di kawasan hutan lindung Sungai Wain berdasarkan tipe potensinya. Penelitian ini menggunakan citra landsat sebagai penafsiran potensi biomassa, sedangkan sebagai pembanding atau kontrol digunakan metode pengecekan lapangan dengan membuat plot-plot sampel berukuran 30 m x 30 m pada setiap tipe potensi hutan dengan 3 ulangan tiap lokasi, kemudian data diolah dengan persamaan allometrik yang relevan. Kawasan hutan lindung Sungai Wain berdasarkan tipe potensi hutan memiliki cadangan karbon sebesar 39,88 ton C/ha. Berdasarkan kelompok jenis tegakan dipterokarpa memiliki cadangan karbon berkisar antara 0,94 - 3,91 ton C/ha, sedangkan pada non dipterokarpa berkisar antara 10,37 - 12,37 ton C/ha.

Kata Kunci : Biomassa, citra landsat, hutan lindung Sungai Wain, karbon.

I. PENDAHULUAN

Hutan lindung (*protection forest*) adalah kawasan hutan yang telah ditetapkan oleh pemerintah atau kelompok masyarakat tertentu untuk dilindungi, agar fungsi-fungsi ekologisnya terutama menyangkut tata air dan kesuburan tanah tetap dapat berjalan dan dinikmati manfaatnya oleh masyarakat di sekitarnya (Wikipedia, 2011). Definisi hutan lindung dalam peraturan pemerintah dituangkan pada Undang-undang RI No. 41/1999 tentang Kehutanan yang mendefinisikan bahwa "Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah".

Hutan Lindung (HL) Sungai Wain sebagai suatu kawasan hutan hujan tropis yang masih tersisa memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Berbagai manfaat yang diberikan oleh HL Sungai Wain secara umum dirasakan oleh banyak pihak, secara khusus oleh mereka yang tinggal di sekitar kawasan hutan tersebut serta masyarakat Kota Balikpapan. Selain itu pada kawasan HL Sungai Wain diidentifikasi memiliki beberapa tipe kawasan hutan yang terdiri atas rawa-rawa terbuka, hutan rawa air tawar, hutan dipterokarpa dataran rendah yang lembab serta hutan dipterokarpa perbukitan yang kering. Secara keseluruhan mempunyai spesies pohon pencirian yang berbeda untuk masing-masing tipe. Tipe vegetasi yang berbeda memberikan beberapa kemungkinan bagi hewan-hewan untuk berpindah dan menghindari kelangkaan makanan pada waktu musim kering, sehingga HL Sungai Wain juga

memiliki keanekaragaman fauna yang tinggi pula. Hampir sebagian besar fauna khas Kalimantan jenis mamalia ada di kawasan HL Sungai Wain.

Berdasarkan pada fungsi dan manfaatnya, kawasan Hutan Lindung (HL) Sungai Wain yang bermanfaat sebagai daerah tangkapan air yang digunakan masyarakat dan penduduk yang berada di sekitar hutan, sejak 52 tahun yang lalu telah digunakan sebagai tempat pengolahan dan persediaan air yang digunakan untuk suplai industri minyak di Kota Balikpapan (Purwanto, 2007). Selain manfaat yang langsung terasa, manfaat yang tidak terlihat langsung adalah berupa jasa ekosistem. Jasa ekosistem ini seperti: (1) pengatur komposisi kimia pada atmosfer untuk menjaga keseimbangan CO_2/O_2 , O_3 dan perlindungan sinar ultra violet serta tingkat SO_x ; (2) pengatur iklim mikro dalam pengatur temperatur setempat, curah hujan (*precipitation*), dan proses iklim lainnya yang bermedia biologis; (3) pengatur gangguan dan perlindungan terhadap angin, banjir, pemulihan setelah musim kering dan aspek lainnya. Akan tetapi manfaat dari jasa ekosistem ataupun jasa lainnya kawasan ini seringkali terlupakan, bahkan tidak dicerminkan dalam berbagai bentuk timbal balik yang memadai.

Untuk itu tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai salah satu upaya untuk memberikan tambahan informasi mengenai potensi cadangan stok karbon kelompok jenis tegakan yang tersimpan di kawasan HL Sungai Wain berdasarkan tipe potensi hutannya. Dalam rangka mendukung pernyataan mengenai manfaat penting dari potensi jasa ekosistem HL Sungai

Wain yang seringkali terabaikan dalam pengelolaan.

II. METODE PENELITIAN

A. Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di kawasan HL Sungai Wain yang secara administratif pemerintahan terletak di Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara dan Kelurahan Karingau, Kecamatan Balikpapan Barat, Wilayah Kota Balikpapan, Propinsi Kalimantan Timur. Secara geografis kawasan HL Sungai Wain terletak antara 01°02' - 01°10' Lintang Selatan dan 116°47' - 116°55' Bujur Timur, dengan luas kawasan setelah dienclave sekitar 9.870 ha (Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain, 2003). Letak geografis dan pembagian wilayah tersebut disajikan pada Gambar 1.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk kegiatan penelitian ini adalah citra landsat TM 7+ tahun 2008, label pohon, pipa plastik, cat, kantong plastik, tikar, tali tukang, paku dan terpal. Peralatan yang digunakan adalah meteran, phiband, penggaris, caliper, timbangan digital dan kamera digital.

C. Prosedur Penelitian dan Analisis Data

Pembuatan plot pengukuran untuk pendugaan biomassa pada setiap tipe potensi hutan mengacu pada ukuran piksel citra satelit landsat TM/ETM. Model plot ukur dimaksud dirancang dengan menggunakan plot model persegi dengan ukuran 30 m x 30 m di lapangan dengan 3 ulangan untuk tiap lokasi. Pemilihan model plot ukur ini adalah untuk mendekati dengan ukuran piksel citra satelit Landsat TM/ETM yaitu 30 m x

Gambar (Figure) 1. Letak geografis dan wilayah administratif HL Sungai Wain (warna hijau).
(Geographical location and administrative areas of Sungai Wain protected forest (green))

30 m per piksel. Pembuatan plot ditentukan berdasarkan sebaran kerapatan tegakan atau tutupan kawasan yang diketahui melalui analisis peta tutupan lahan. Kemudian untuk pembuktiannya dapat diketahui melalui indeks kerapatan yang didapat dari plot yang dibuat, sehingga terlihat mana yang mempunyai kerapatan tinggi, sedang dan rendah dari lokasi tersebut. Ruang lingkup pendugaan stok karbon dilakukan pada lingkup ekosistem hutan yang berada di atas tanah atau stok karbon *above ground*, yaitu pohon yang berdiameter minimal 10 cm, sedangkan untuk tumbuhan bawah dan serasah dalam tulisan ini tidak dimasukkan.

Prosedur dalam pengukuran biomassa dilakukan berdasarkan nilai DSD (diameter setinggi dada, 1,3 m) pada suatu tegakan (pohon), dengan menggunakan persamaan allometrik pohon pada hutan tropika dipterokarpa dataran rendah (Basuki *et al.*, 2009), yaitu sebagai berikut:

$$(1) \text{Dipterocarpus sp} \quad \text{TAGB} = -1,232 + 2,178(\text{DBH}); R^2 = 0,989; \text{Se} = 0,210$$

$$(2) \text{Shorea sp} \quad \text{TAGB} = -2,193 + 2,371(\text{DBH}); R^2 = 0,984; \text{Se} = 0,260$$

$$(3) \text{Jenis komersil} \quad \text{TAGB} = -1,498 + 2,234(\text{DBH}); R^2 = 0,981; \text{Se} = 0,252$$

$$(4) \text{Jenis campuran} \quad \text{TAGB} = -1,201 + 2,196(\text{DBH}); R^2 = 0,963; \text{Se} = 0,335$$

dimana:

TAGB = Total biomassa di atas permukaan tanah (*total above ground biomass*) (kg/pohon)

DBH = Diameter setinggi dada (*diameter at breast height*) (cm)

R^2 = Nilai koefisien determinasi

Se = Standar error

Untuk menghitung kadar karbon, maka dilakukan konversi dari biomassa ke dalam bentuk karbon. Biomassa tersebut dikali dengan faktor konversi sebesar 0,5 (Brown, 1997), dengan rumus sebagai berikut:

$$C = B \times 0,5$$

dimana:

C = Jumlah stok karbon (ton/ha)

B = Biomassa total tegakan (ton/ha)

Hutan tropis di Indonesia khususnya di Kalimantan diperkirakan memiliki potensi biomassa yang besar dengan ekosistem yang sangat kompleks di dunia, sehingga sangat dibutuhkan metode instrumen penginderaan jauh yang lebih akurat dan didukung teknik *ground check* yang tepat. Dalam kegiatan ini digunakan instrumen penginderaan jauh berupa *optical remote sensing*, yaitu Citra Landsat. Penafsiran potensi biomassa menggunakan *optical remote sensing* data berdasarkan hasil interpretasi Citra Landsat TM 7+ bertujuan untuk penutupan lahan dan data kerapatan vegetasi, sedangkan sebagai pembanding atau kontrol untuk mengetahui potensi biomasnya digunakan metode pengecekan lapangan dengan melakukan pengambilan sampel pada masing-masing sampel plot per penutupan lahan, kemudian data diolah dengan persamaan allometrik yang relevan.

Analisis perubahan penutupan lahan dan dinamika biomassa dilakukan dengan membandingkan perubahan luasan penutupan lahan dalam periode analisis serta perubahan dinamika potensi biomassa per penutupan lahan yang diperoleh dari hasil penafsiran citra per periode

analisis. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa nilai per ha biomassa per penutupan lahan adalah tetap, karena tidak adanya data pengukuran potensi biomassa pada masa lampau yang dilakukan dengan metode serupa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pada hutan lahan kering primer mampu menyimpan karbon dalam jumlah lebih besar dibandingkan dengan hutan lahan kering sekunder. Begitu pula pada kawasan HL Sungai Wain memiliki potensi yang sangat besar dalam menyimpan cadangan karbon, dibandingkan kawasan hutan sekunder maupun kawasan penggunaan lain di sekitar kawasan HL Sungai Wain karena pada kawasan tersebut telah terjadi gangguan terhadap tegakan dan vegetasinya. Gangguan tersebut dapat berupa kebakaran, ekstraksi kayu, pemanfaatan lahan untuk bercocok tanam dan kejadian atau aktivitas lainnya yang menyebabkan menurunnya potensi biomassa yang berindikasi langsung terhadap kemampuan kawasan tersebut dalam menyimpan karbon. Selanjutnya pada hutan lahan kering relatif memiliki kemampuan menyimpan karbon dalam jumlah lebih besar daripada hutan rawa

dan mangrove karena kemampuannya dalam membangun tegakan yang tinggi dan berdiameter besar sebagai tempat menyimpan karbon. Cadangan karbon pada berbagai kelas penutupan lahan di hutan alam berkisar antara 7,5 - 264,70 ton C /ha (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, 2010).

A. Potensi Tegakan di Kawasan HL Sungai Wain

Berdasarkan hasil interpretasi citra di kawasan HL Sungai Wain diklasifikasikan menjadi tiga tipe hutan berdasarkan potensi per hektar yang tersaji pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Jadi luasan total areal yang diduga memiliki potensi vegetasi (berhutan) adalah sekitar 5.848,23 ha, sedangkan sisa luasan lainnya yang diduga tidak berhutan lagi adalah sekitar 4.021,77 ha. Seperti yang telah dilaporkan bahwa kawasan HL Sungai Wain ini telah mengalami kerusakan yang sangat berat yang disebabkan oleh kebakaran secara menyeluruh di kawasan ini, dimana kejadian berlangsung dua kali, yaitu yang pertama pada tahun 1982-1983 dan yang kedua pada tahun 1997-1998 atau dengan selang waktu 15 tahun (Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain, 2003). Diduga kawasan hutan yang

Tabel (Table) 1. Hasil interpretasi citra untuk tipe hutan berdasarkan potensinya di kawasan Hutan Lindung Sungai Wain. *(The results of image interpretation for forest types based on their potential in the Sungai Wain protected forest)*

No.	Tipe Hutan (Forest Types)	Luas Kawasan (ha) (Wide Area)	Keterangan Dalam Peta (Information in the Map)
1.	Potensi tinggi	2.445,80	Hijau tua
2.	Potensi sedang	911,63	Birumuda
3.	Potensi rendah	2.490,80	Kuning
4.	Tidak berhutan	4.021,77	Abu-abu
Luas Kawasan Berhutan		5.848,23	
Luas Total Kawasan		9.87

Gambar (Figure) 2. Tipe tutupan hutan berdasarkan potensinya di Hutan Lindung Sungai Wain.
(Forest cover type based on their potential in the Sungai Wain protected forest.)

berpotensi rendah memiliki luasan yang lebih besar akibat kejadian kebakaran tersebut. Hanya sekitar 3.500 - 4.000 ha yang bisa terselamatkan (Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain, 2003).

Dari hasil interpretasi citra juga dapat diketahui luasan dari ketiga tipe hutan, mulai dari tipe hutan berpotensi tinggi hingga rendah yang juga memiliki potensi tegakan yang berbeda berdasarkan luasannya, sehingga pada tipe hutan berpotensi rendah memiliki volume kayu yang lebih besar daripada tipe hutan berpotensi sedang dikarenakan tipe hutan berpotensi rendah luasannya lebih besar dari tipe hutan berpotensi sedang. Dari hasil interpretasi citra ini juga dapat diketahui bahwa di kawasan HL Sungai Wain banyak terdapat kawasan hutan yang tidak berhutan lagi seperti yang terlihat pada Gambar

2. Hal ini dapat diduga karena pada kawasan tersebut merupakan kawasan bekas terbakar yang menyebabkan areal tersebut tidak berhutan lagi, dan kemungkinan sebagian kecil juga disebabkan oleh aktivitas masyarakat yang membuka kawasan hutan menjadi areal pertanian, perkebunan dan perladangan.

Hasil survei dan pengukuran lapangan diperoleh hasil berbeda dari hasil interpretasi citra, hal ini dikarenakan adanya batasan-batasan dari dimensi pertumbuhan pohon yang diukur dan tidak bisa terbaca melalui citra digital. Seperti diameter pohon yang diukur adalah yang memiliki diameter 10 cm, sehingga dari hasil survei lapangan ini dapat diketahui secara detail kondisi lapangan yang telah diinterpretasi melalui citra digital, seperti yang tersaji pada Gambar 3.

Gambar (Figure) 3. Potensi tegakan dipterokarpa dan non dipterokarpa (m^3/ha) berdasarkan tipe potensi hutan di Hutan Lindung Sungai Wain. (*The potential of standing dipterocarp and non dipterocarp (m^3/ha) based on the potential type of forest in the Sungai Wain protected forest.*)

Hasil analisis lapangan dapat diketahui bahwa hutan yang berpotensi tinggi memiliki estimasi volume tegakan yang tinggi dan memiliki selisih cukup signifikan dengan hutan yang berpotensi sedang maupun rendah. Dari ketiga tipe hutan tersebut, volume tegakan terbesar didominasi oleh non dipterokarpa dengan volume berkisar antara 274,65 - 527,53 m^3/ha , sedangkan volume tegakan dipterokarpa berkisar antara 12,83 - 253,77 m^3/ha . Dengan demikian, volume tegakan total yang merupakan gabungan penjumlahan dari semua kelompok jenis, dari tipe hutan berpotensi tinggi hingga ke rendah secara berurutan adalah 781,30 m^3/ha ; 370,40 m^3/ha dan 287,48 m^3/ha .

Dari hasil penelitian dapat pula diketahui kondisi kerapatan tegakan di kawasan HL Sungai

Wain berdasarkan kelas diameternya, seperti yang tersaji pada Tabel 2. Potensi kerapatan pohon tertinggi didominasi oleh kelas diameter 10 - 19,9 cm dan 20 - 29,9 cm, baik itu pada kawasan tipe hutan potensi tinggi, sedang maupun rendah. Pada kelas diameter 50 - 59,9 cm dan diameter 60 cm ke atas potensi kerapatan pohon tertinggi adalah pada kawasan tipe hutan potensi tinggi dengan jumlah kerapatan pohon 26 pohon/ha dan 33 pohon/ha.

Diketahui pada kawasan HL Sungai Wain terdapat sepuluh suku dominan pada masing-masing tipe kondisi hutan. Seperti pada suku Euphorbiaceae dengan jumlah per hektar dan komposisi jenisnya berbeda, dimana pada hutan tidak terbakar kerapatannya adalah 103 pohon/ha yang didominasi oleh jenis *Aporusa* sp,

Tabel (Table) 2. Kondisi kerapatan tegakan pada tipe hutan berdasarkan kelas diameter di Hutan Lindung Sungai Wain. (*The condition of density of stands based on diameter class in the Sungai Wain protected forest.*)

Tipe Hutan (Forest Types)	Kelas Diameter (Diameter Class) (n/ha)					
	10-19,9 cm	20-29,9 cm	30-39,9 cm	40-49,9 cm	50-59,9 cm	60 cm up
Potensi tinggi	422	81	41	15	26	33
Potensi sedang	456	141	48	15	7	4
Potensi rendah	415	111	41	11	4	4

Baccaurea sp dan *Mallotus* sp, sedangkan di hutan terbakar kerapatannya mencapai 367 pohon/ha dengan dominasi jenis *Macaranga gigantea* (Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain, 2003). Kemudian untuk famili Dipterocarpaceae memiliki kerapatan sebesar 75 pohon/ha, yang didominasi jenis *Shorea* sp, *Dipterocarpus* sp, dan *Vatica* sp. Urutan selanjutnya adalah dari famili Sapotaceae dengan kerapatan 60 pohon/ha dan didominasi oleh jenis *Madhuca* sp dan *Nephelium* sp. Suku Compositae mendominasi kerapatan pada hutan terbakar di urutan ketiga dengan dominasi jenis *Vernonia arborea* yang juga merupakan jenis pionir (Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain, 2003).

Luas bidang dasar (G) merupakan komponen informasi yang dapat membantu dalam penentuan ukuran kerapatan tegakan dalam kawasan hutan, dengan semakin besarnya luas bidang dasar (G) maka diyakini semakin rapatnya atau tingginya potensi suatu kawasan hutan tersebut begitu pula sebaliknya, seperti pada HL Sungai Wain yang tersaji dalam Gambar 4.

Luas bidang dasar (G) total dari tegakan di HL Sungai Wain berdasarkan tipe hutan berpotensi tinggi hingga rendah secara berurutan adalah 38,37 m²/ha, 24,54 m²/ha dan 18,99 m²/ha. Seperti yang dilaporkan bahwa pertumbuhan jenis-jenis baru khusus di hutan bekas terbakar di kawasan HL Sungai Wain mencapai 500 batang per hektarnya dengan luas bidang dasar (G) sebesar 5,68 m²/ha (Anonim, 2003). Umumnya didominasi oleh jenis-jenis pionir seperti *Macaranga* sp, *Mallotus* sp, *Vernonia arborea* dan beberapa jenis pionir lainnya dengan dominasi suku Euphorbiaceae. Jenis-jenis pionir ini akan sangat cepat berkembang ketika tajuk hutan terbuka cukup besar terlebih setelah kebakaran.

B. Potensi Cadangan Biomassa dan Karbon di Kawasan HL Sungai Wain

Volume tegakan maupun LBDs mempunyai hubungan antara produktivitas cadangan biomassa dan karbon di kawasan HL Sungai Wain berdasarkan tipe potensinya, seperti yang tersaji pada Gambar 5. Dilakukan pendekatan analisis data survei vegetasi untuk mendapatkan

Gambar (Figure) 4. LBDs tegakan dipterokarpa dan non dipterokarpa (m²/ha) berdasarkan tipe potensi hutan di Hutan Lindung Sungai Wain. (*LBDs of standing dipterocarp and non dipterocarp (m²/ha) based on the potential type of forest in the Sungai Wain protected forest.*)

Gambar (Figure) 5. Cadangan biomassa tegakan dipterokarpa dan non dipterokarpa (ton/ha) berdasarkan tipe potensi hutan di Hutan Lindung Sungai Wain. (*The biomass reserve of standing dipterocarp and non dipterocarp (tons/ha) stands based on the potential type of forest in the Sungai Wain protected forest.*)

potensi rata-rata biomassa dan karbon pada berbagai tipe potensi hutan di HL Sungai Wain. Pendekatan dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik berdasarkan jenis pohon dan konversi nilai biomassa yang merupakan setengah nilai karbon. Persamaan allometrik diperoleh dengan melakukan studi literatur dan berbagai penelitian yang pernah dilakukan. Hasil persamaan allometrik yang diperoleh untuk penaksiran potensi kayu dan biomass pada kawasan HL Sungai Wain selanjutnya menjadi bahan untuk membangun penaksiran hasil potensi biomassa dan karbon pada masing-masing plot ukur di setiap tipe potensi hutan.

Pada Gambar 5 diperlihatkan bahwa cadangan biomassa pada tiga tipe hutan didominasi oleh tegakan non dipterokarpa dengan rata-rata kehadiran tegakan berdiameter 10 cm berkisar 540,74 pohon/ha yang didominasi oleh jenis *Syzygium* sp, *Madhuca* sp, *Artocarpus* sp. dan *Pternandra* sp. dengan potensi biomassa rata-rata berkisar 22,46 ton/ha. Pada tegakan dipterokarpa yang didominasi oleh jenis *Shorea* spp., *Dipterocarpus* spp. dan *Vatica* sp. dengan

rata-rata kehadiran tegakan berdiameter 10 cm berkisar 83,95 pohon/ha dan potensi biomassa rata-rata berkisar 4,13 ton/ha.

Hasil analisis biomassa tegakan di hutan lindung Sungai Wain dengan menggunakan citra digital memperoleh keluaran berupa peta sebagai informasi biomassa tegakan total berdiameter 10 cm pada kawasan tersebut (Gambar 6). Dari hasil analisis ini kawasan hutan lindung Sungai Wain dibagi menjadi tiga tipe hutan dengan luasan sama dengan pembagian tipe hutan pada analisis potensi tegakan sebelumnya. Secara berurutan biomassa tegakan berdasarkan tipe hutan adalah: (1) tipe hutan berpotensi tinggi seluas 2.445,8 ha dengan biomassa sebesar 77.230,87 ton (warna hitam dalam peta); (2) tipe hutan berpotensi sedang seluas 911,63 ha dengan biomassa sebesar 25.020,45 ton (warna abu-abu dalam peta); dan (3) tipe hutan berpotensi rendah seluas 2.490,8 ha dengan biomassa sebesar 5.653,83 ton (warna abu-abu putih dalam peta) tersaji pada Gambar 6.

Dari hasil penelitian mengenai cadangan biomassa di hutan lindung Sungai Wain,

Gambar (Figure) 6. Sebaran cadangan biomassa berdasarkan tipe potensi hutan di Hutan Lindung Sungai Wain. (*Distribution of biomass reserve based on the potential type of forest in the Sungai Wain protected forest.*)

kemudian dikonversikan ke formula cadangan karbon untuk mengetahui potensi karbon yang tersimpan dalam kawasan hutan lindung Sungai Wain. Secara umum perhitungan karbon hutan diperoleh dari pembagian 0,5 dari biomassa total ($\text{Carbon} = \text{Biomassa} \times 0,5$). Dengan formula tersebut dapat diperoleh hasil berupa perkiraan cadangan karbon tegakan total yang tersimpan di hutan lindung Sungai Wain dari perhitungan dengan interpretasi citra digital dan langsung di

lapangan, seperti yang tersaji pada Tabel 3. Hasil perhitungan langsung di lapangan juga diperoleh informasi berupa cadangan karbon yang tersimpan dalam tegakan dipterokarpa di HL Sungai Wain berkisar antara 0,94 - 3,91 ton C/ha, sedangkan tegakan non dipterokarpa memiliki cadangan karbon berkisar antara 10,37 - 12,37 ton C/ha.

Dari informasi tersebut dapat dipastikan bahwa perpaduan penggunaan atau pemanfaatan

Tabel (Table) 3. Perbandingan hasil perhitungan karbon total di Hutan Lindung Sungai Wain dengan interpretasi citra dan pengukuran langsung di lapangan. (*Comparison of the calculated total carbon in the Sungai Wain protected forest with image interpretation and direct field measurements .*)

No .	Tipe Hutan (Forest Types)	Perhitungan Karbon (ton C/ha) (Calculation of Carbon)	
		Interpretasi Citra (Image Interpretation)	Manual Lapangan (Field Manual)
1.	Potensi Tinggi	15,79	14,85
2.	Potensi Sedang	13,72	13,72
3.	Potensi Rendah	1,13	11,31
Jumlah Total C (Number of Total C)		30,64	39,88

citra digital dengan pengukuran langsung di lapangan memberikan informasi yang cukup jelas dan saling melengkapi, dimana pada satu sisi citra digital memberikan informasi secara menyeluruh pada luasan kawasan dan disisi lain pengukuran langsung memberikan informasi yang lebih detail mengenai kondisi lokasi maupun vegetasi secara riil pada luasan tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cadangan karbon di atas permukaan tanah pada HL Sungai Wain secara keseluruhan berkisar 30,64 ton C/ha (interpretasi citra) dan 39,88 ton C/ha (manual lapangan), sedangkan hasil penelitian Hiratsuka *et al.* (2006) menyatakan bahwa hutan sekunder bekas kebakaran hutan sejak 5 tahun lalu di Kalimantan Timur diperkirakan memiliki cadangan biomassa berkisar antara 44,2 - 55,3 ton/ha dan bila dihitung cadangan karbonnya berkisar antara 22,1 - 27,65 ton C/ha. Rahayu *et al.* (2006) juga menyebutkan bahwa cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kalimantan Timur berkisar antara 4,2 - 230 ton C/ha. Kisaran nilai potensi cadangan karbon di HL Sungai Wain menginformasikan bahwa cadangan biomassa di atas permukaan tanah di HL Sungai Wain yang bersumber dari vegetasi semakin tahun akan mengalami penurunan, terlebih lagi bila terjadi bencana kebakaran seperti yang telah dilaporkan sebelumnya. Namun sampai dengan saat ini HL Sungai Wain masih dapat menjadi pemasok air bersih ke kota Balikpapan dan pemasok jasa ekosistem yang tak ternilai harganya bagi masyarakat di sekitar HL Sungai Wain dan Kota Balikpapan, baik sebagai pemasok air maupun sebagai penyeimbang perubahan iklim.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan dengan membagi kawasan HL Sungai Wain menjadi tiga tipe hutan berdasarkan potensinya memberikan informasi bahwa tipe hutan potensi tinggi memiliki cadangan biomassa dan karbon terbesar, dengan potensi keseluruhan cadangan karbon sebesar 30,64 ton C/ha dengan pengukuran melalui interpretasi citra dan 39,88 ton C/ha dengan pengukuran langsung di lapangan.

Dengan demikian, penafsiran nilai potensi cadangan karbon di HL Sungai Wain dapat menginformasikan kondisi cadangan biomassa di atas permukaan tanah di kawasan tersebut setelah sekian lama pulih dari bencana kebakaran hutan, namun kondisi tersebut dapat saja berubah dan mengalami penurunan dari tahun ke tahun bila kegiatan perambahan tak terkendali dan bencana kebakaran hutan terjadi lagi.

B. Saran

Perlu adanya timbal balik yang memadai dalam menjaga dan mengelola kawasan HL Sungai Wain agar manfaat dan kontribusi jasa lingkungan maupun ekosistemnya tidak berkurang ataupun terputus, terutama bagi kebutuhan primer masyarakat di Kota Balikpapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Pimpinan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan atas kesempatan dan bantuan yang diberikan untuk kelancaran kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih ditujukan pula kepada staf Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain di

lapangan atas bantuan dan kerjasamanya dalam pengambilan data lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain. 2003. Pembagian Blok Pengelolaan Kawasan Hutan Lindung Sungai Wain, Balikpapan. Ekspose dan Diskusi Pembagian Blok Pengelolaan Kawasan Hutan Lindung Sungai Wain. 08 Mei 2003 BAPEDALDA Kota Balikpapan.
- Badan Pengelola Hutan Lindung Sungai Wain. 2003. Laporan Hasil Kegiatan Monitoring Petak Ukur Permanen Hutan Lindung Sungai Wain. Unit Pelaksana Hutan Lindung Sungai Wain berkerjasama dengan Tropenbos Kalimantan Program. Balikpapan.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. 2010. Cadangan karbon pada berbagai tipe hutan dan jenis tanaman di Indonesia. Badan Litbang Kehutanan. Kementerian Kehutanan.
- Basuki, T. M., P. E. van Laake, A. K. Skidmore, and Y. A. Hussin. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp Forest. *Forest Ecology and Management* 257 (2009) 1684-1694.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest. A Primer. FAO. Forestry Paper No. 134. F AO, USA.
- Hiratsuka, M., T. Toma, R. Diana, D. Hardriyanto and Y. Morikawa. 2006. Biomass recovery of naturally regenerated vegetation after the 1998 forest fire in East Kalimantan, Indonesia. *JARQ* 40 (3), 277-282 (2006).
- Purwanto. 2007. Pengelolaan Hutan Lindung Sungai Wain (HLSW) Kota Balikpapan. Seminar dan Lokakarya Pembentukan Kelembagaan Multipihak di Hotel Sibayak, Brastagi Kab. Karo Sumatera Utara. Tanggal 20 - 21 Januari 2007.
- Rahayu, S., B. Lusiana dan M. V. Noordwijk. 2006. Pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai system penggunaan lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. ICRAF. Bogor.
- Wikipedia. 2012. Hutan Lindung. Diakses di www.id.wikipedia.org pada tanggal 19 Januari 2012.