

ESTIMASI CADANGAN KARBON PADA TUMBUHAN BAWAH DAN SERASAH DI KHDTK HPFU SAMARINDA

Wahjuni Hartati^{1*}, Ali Suhadiman², Triyono Sudarmadji³ dan Eko Adi Sulistiyo⁴

^{1,4}Laboratorium Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

²Laboratorium Perencanaan dan Pemanenan Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

³Laboratorium Konservasi Tanah-Air Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

*E-mail: wahjunihartati@fahutan.unmul.ac.id

Artikel diterima :27 Februari 2021. Revisi diterima : 12 Maret 2021.

ABSTRACT

Apart from its role as an educational forest, The UNMUL Fahutan Education Forest (HPFU) is the only area with production forest status in Samarinda and is currently still dominated by forest coverage. Maintaining forest coverage in HPFU is therefore an effort to ensure that the forest continues to contribute as an environmental service provider of CO₂ absorbers. The research objectives are (1) to estimate the C reserves of understorey and litter in young secondary forest areas, (2) to calculate the contribution of understorey and litter to the total C reserves in young secondary forests, and (3) to estimate the total reserves of C in understorey and litter in HPFU. Three slopes of 100 m long are defined in young secondary forest with gentle and slightly steep slopes. In each part of the slope, we built 1 (one) PUP of 20m x 20m which is consisted of 3 (three) Sub PUPs of 10m x 10m to represent the density of sparse, medium, and dense understorey and 1m x 1m of sub-PUPs for litter harvesting. In 18 (eighteen) PUPs, each 54 (fifty-four) Sub PUPs and Sub sub PUPs, were made in this study. The HPFU area is dominated by young secondary forest coverage with gentle and slightly steep slopes. The C reserves of the herbaceous understorey are more significant than that of woody plants. C reserves of all components studied in the gently sloping area are larger than the steep ones. The largest C reserves are found in leaf litter for all slope positions except for a slightly steep lower slope. The largest C reserves is found in finer litter. The total C reserves of understorey and young secondary forest organic litter in HPFU 933.4 tons and 95.9 percent are stored in a litter.

Key words: Carbon stock, Litter, Slopes, Understorey. Young secondary forest

ABSTRAK

Terlepas fungsinya sebagai media pendidikan, Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus-Hutan Pendidikan Fahutan UNMUL (KHDTK-HPFU) merupakan satu-satunya areal berstatus hutan di Samarinda dan saat ini masih didominasi oleh tutupan hutan. Oleh karenanya, mempertahankan tutupan hutan di HPFU merupakan upaya agar hutan tersebut tetap berkontribusi sebagai penyedia jasa lingkungan sebagai penyerap CO₂. Tujuan penelitian untuk mengestimasi cadangan C tumbuhan bawah dan serasah pada tutupan hutan sekunder muda, menghitung kontribusi tumbuhan bawah dan serasah terhadap total cadangan C di hutan sekunder muda serta mengestimasi total cadangan C pada tumbuhan bawah dan serasah di HPFU. Tiga satuan lereng panjang 100 m ditetapkan pada hutan sekunder muda berlereng landai dan agak curam. Setiap bagian lereng dibuat 1 (satu) PUP ukuran 20m x 20m yang didalamnya dibuat 3 (tiga) Sub PUP ukuran 10m x 10m mewakili kerapatan tumbuhan bawah jarang, sedang dan rapat serta Sub sub PUP ukuran 1m x 1m untuk pemanenan serasah. Sebanyak 18 (delapan belas) PUP, masing-masing 54 (limapuluh empat) Sub PUP dan Sub sub PUP dibuat dalam penelitian ini. Areal HPFU didominasi tutupan hutan sekunder muda dengan kemiringan landai hingga agak curam. Cadangan C tumbuhan bawah herba lebih besar dibanding tumbuhan berkayu. Cadangan C seluruh komponen yang diteliti pada areal landai lebih besar dibanding agak curam. Cadangan C terbesar terdapat dalam serasah daun untuk semua posisi lereng dan kemiringan kecuali pada lereng bawah agak curam cadangan C terbesar terdapat pada serasah halus. Total cadangan C tumbuhan bawah dan serasah hutan sekunder muda di HPFU 933,4 ton dan 95,9 % tersimpan dalam serasah.

Kata kunci: Cadangan karbon, Hutan sekunder muda, Lereng, Serasah, Tumbuhan bawah.

PENDAHULUAN

Degradasi hutan dan pengalihfungsian hutan (deforestasi) memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kenaikan konsentrasi CO₂ di udara. Keberadaan hutan diharapkan dapat mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer melalui kemampuan tumbuhan memanfaatkan CO₂ dalam proses fotosintesa untuk diakumulasikan sebagai karbon dalam tubuh tanaman. Dari keseluruhan karbon hutan, sekitar 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi.

Estimasi cadangan karbon ekosistem hutan sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi hutan dalam fungsinya sebagai penyedia jasa lingkungan berupa gas O₂. Hutan menstabilkan iklim dengan memanfaatkan CO₂ dalam proses fotosintesa sehingga seberapa besar peran hutan tersebut akan berdampak pada keberadaan hutan itu sendiri. Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan UNMUL (HPFU) merupakan satu-satunya areal berstatus hutan di Samarinda. Kurang lebih 69% atau seluas 206,27 ha dari total areal seluas 299,03 ha berupa hutan sekunder muda yang tersebar pada areal dengan kemiringan datar hingga sangat curam. Setengah luasan dari areal bervegetasi hutan sekunder muda terletak

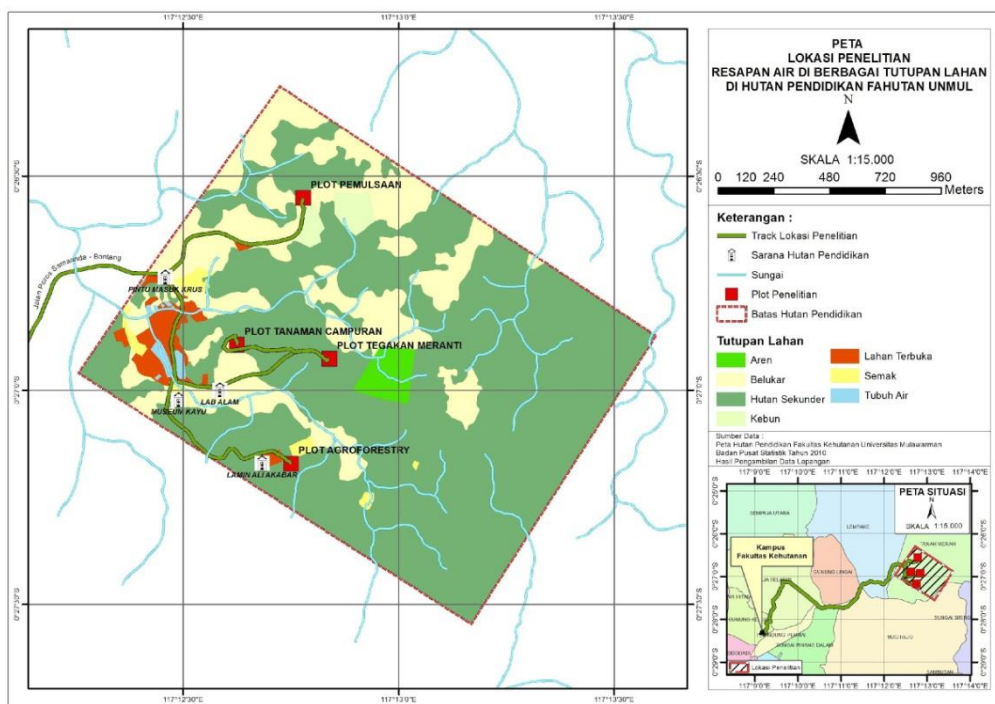
pada areal dengan kemiringan landai hingga agak curam. Oleh karenanya mengestimasi cadangan C di areal tersebut diharapkan dapat memberi gambaran potensi cadangan C di HPFU.

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi cadangan C tersimpan pada komponen tumbuhan bawah dan terakumulasi dalam serasah pada tutupan hutan sekunder muda, mengetahui kontribusi komponen tumbuhan bawah dan serasah terhadap total cadangan C di hutan sekunder muda serta mengestimasi potensi total cadangan C pada tumbuhan bawah dan serasah di HPFU. Hasil penelitian diharapkan bermanfaat sebagai informasi ilmiah tentang fungsi dan peran HPFU sebagai salah satu kawasan penyerap karbon di Kota Samarinda serta sebagai dasar pengembangan Ruang Terbuka Hijau dengan jenis tutupan berupa hutan di tempat lainnya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Kegiatan lapangan dilakukan di HPFU (Gambar 1) dan kegiatan di laboratorium dilakukan di Laboratorium Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan dan peralatan yang dipergunakan dalam penelitian meliputi: GPS untuk menentukan lokasi plot penelitian; kompas, meteran, clinometer dan

pita plastik untuk membuat plot penelitian; caliper untuk mengukur diameter tumbuhan bawah; parang, pisau atau gunting rumput untuk pemanenan tumbuhan bawah dari PUP; karung

plastik untuk koleksi tumbuhan bawah maupun serasah di lapangan; timbangan berkapasitas 2 kg untuk menimbang berat basah seluruh hasil panen tumbuhan bawah dan serasah di lapangan; kantong plastik untuk menyimpan sampel tumbuhan bawah maupun serasah yang dibawa ke laboratorium; spidol permanen untuk memberi kode sampel tumbuhan bawah dan serasah; kantong kertas dan oven untuk pengeringan sampel tumbuhan bawah dan serasah di laboratorium.

Prosedur Penelitian

Plot Ukur Penelitian (PUP) dibuat berdasarkan perbedaan kelas lereng dan posisi pada lereng. Areal penelitian didominasi oleh lereng landai dan agak curam serta tutupan lahan hutan sekunder muda. Sebanyak 18 (delapan belas) PUP, serta masing-masing 54 (lima puluh empat) Sub PUP dan Sub-sub PUP dibuat dalam mengacu pada Hairiah (2007). Dalam satu satuan lereng panjang 100 m dibuat masing-masing 1 (satu) PUP ukuran 20m x 20m di lereng atas, tengah dan bawah. Untuk pengamatan dan pengambilan sampel tumbuhan bawah pada setiap PUP dibuat 3 (tiga) Sub PUP ukuran 2m x 2m yang mewakili kondisi kerapatan tumbuhan bawah rapat, sedang dan jarang. Selanjutnya untuk pengamatan dan pengambilan sampel serasah maka pada setiap Sub PUP dibuat Sub sub PUP ukuran 1m x 1m.

Data tumbuhan bawah dikoleksi dengan cara memanen semua tumbuhan bawah baik jenis herba maupun berkayu berdiameter <5 cm dalam setiap Sub PUP dengan cara dipotong di atas permukaan tanah. Tumbuhan bawah berkayu dipisahkan antara daun dan batang sedangkan herba diambil tanpa dipilah batang dan daunnya namun tidak menyertakan akarnya. Serasah kasar dan halus dikoleksi dengan cara memanen semua serasah dalam Sub-sub PUP. Serasah kasar (*litter*) dipilah antara serasah daun dan bukan daun. Serasah halus (*forma*) dipanen dengan cara mengambil semua bahan organik halus yang berada di atas lapisan mineral. Tebal serasah halus ini bervariasi 3 - 5 cm dan dapat dibedakan warnanya yang lebih gelap dibanding bahan mineral.

Seluruh hasil panen masing-masing ditimbang beratnya dan dicatat sebagai berat sampel lapangan. Penetapan berat kering di laboratorium dilakukan dengan menempatkan sebagian (100 – 300 g) sampel lapangan dalam kantong kertas dan dioven pada suhu 60°C hingga beratnya konstan.

Estimasi kandungan C pada tumbuhan bawah dan serasah, potensi cadangan C dalam tumbuhan bawah dan serasah di HPFU berturut-turut dengan cara berikut

$$\text{Kandungan C (ton/ha)} = \text{berat kering tumbuhan bawah atau serasah (ton/ha)} \times 0,46$$

$$\text{Potensi cadangan C (ton)} = \text{kandungan C (ton/ha)} \times \text{luas areal (ha)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Secara administrasi pemerintahan HPFU berada dalam wilayah Kelurahan Tanah Merah Kecamatan Samarinda Utara dan Kelurahan Mugirejo Kecamatan Sungai Pinang, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur dan secara geografis berada antara 117°12'15.388"BT - 117°13'35.786" BT dan antara 0°26'17.435"LU - 0°27'32.769"LS. Luas HPFU 299,03 ha dengan jenis tanah Podsolik Kandik, Podsolik Kromik dan Kambisol Distrik. Secara geologi sebagian besar wilayah atau 98% berada pada Formasi Pamaluan dan sisanya berada pada Formasi Pulau Balang (Adianur, 2014).

Wilayah ini merupakan bagian hulu Sub DAS Karang Mumus dengan pola percabangan sungai dendritik yang mengalir ke arah selatan menuju sungai Mahakam (BPDAS Mahakam Berau, 2009). Berdasarkan data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Temindung Samarinda Tahun 1990 hingga 2019 serta Sistem Klasifikasi Iklim Schmidt dan Ferguson wilayah ini mempunyai Tipe Iklim A dengan nilai Q = 9,5 %. Rataan curah hujan tahunan 2.101,9 mm/tahun dengan nilai minimum 1.056,6 mm/tahun dan maksimum 2.760,2 mm/tahun. Rataan curah hujan bulanan minimum sebesar 110,6 mm/bulan terjadi pada bulan Agustus dan maksimum sebesar 225,2 mm/bulan terjadi pada bulan Mei.

Areal ini merupakan satu-satunya wilayah di Kota Samarinda yang berstatus Hutan Produksi dan sesuai KLHK, (2020) areal ini menjadi Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK). Sebagian besar tutupan lahannya, berupa hutan sekunder dan didominasi pula oleh areal berlereng landai hingga agak curam (Tabel 1). Tutupan lahan lainnya berupa lahan terbuka, tubuh air, kebun.

Tabel 1. Luas lahan berdasarkan kelas lereng dan jenis tutupan lahan di HPFU

Kelas Lereng	Tutupan Lahan (ha)			
	Hutan Sekunder	Belukar	Semak	Jumlah
Datar	42,27	14,65	1,29	57,71
Landai	72,99	24,46	1,77	97,22
Agak curam	69,90	23,52	0,99	93,41
Curam	20,81	7,93	0,40	28,14
Sangat curam	0,30	1,21	-	0,51

Estimasi cadangan c tumbuhan bawah

Tumbuhan bawah merupakan salah satu kantong karbon (*carbon pool*) di atas permukaan tanah. Tumbuhan bawah dimaksud meliputi semak belukar yang batangnya berdiameter <5 cm, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma dan juga tumbuhan bawah berkayu. Estimasi biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan mengambil bagian tanaman atau dengan

cara destruktif (Hairiah, 2007). Dalam penelitian ini tumbuhan bawah dibedakan menjadi tumbuhan bawah herba atau bukan berkayu dan berkayu.

Cadangan C tumbuhan bawah herba

Estimasi cadangan C dalam tumbuhan bawah herba dibedakan berdasarkan perbedaan kemiringan lahan serta posisinya pada lereng, yaitu bagian atas lereng, tengah dan bawah lereng.

Tabel 2. Estimasi cadangan C tumbuhan bawah herba di HPFU

Lokasi	Cadangan C tumbuhan bawah herba (ton/ha)							
	Kemiringan landai				Kemiringan agak curam			
	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan
I	0,08	0,17	0,33		0,06	0,01	0,08	
II	0,20	0,14	0,02		0,17	0,08	0,36	
III	0,22	0,23	0,40		0,16	0,21	0,19	
Rataan	0,17	0,18	0,25	0,20	0,13	0,10	0,21	0,15
Maksimum	0,22	0,23	0,40		0,17	0,21	0,36	
Minimum	0,08	0,14	0,02		0,06	0,01	0,08	

Pada areal dengan kemiringan landai rata-rata cadangan C tumbuhan bawah herba meningkat seiring dengan semakin bawah posisinya pada lereng. Berturut-turut di lereng atas, tengah dan bawah adalah 0,17 ton/ha, 0,18 ton/ha dan 0,25 ton/ha. Areal dengan kemiringan agak curam cadangan C terkecil di lereng tengah dan terbesar di lereng bawah. Rataan cadangan C tumbuhan bawah herba di areal landai lebih besar dibanding dengan daerah agak curam, yaitu 0,20 ton/ha dibanding 0,15 ton/ha. Namun baik di areal landai maupun agak curam cadangan C tumbuhan bawah herba terbesar dijumpai di lereng bagian bawah, yaitu 0,25 ton/ha dan 0,21 ton/ha. Rentang cadangan C tumbuhan bawah herba baik pada

areal landai maupun agak curam di posisi lereng manapun (Tabel 2).

Cadangan C tumbuhan bawah berkayu

Cadangan C pada tumbuhan bawah berkayu pada areal landai maupun agak curam maupun posisi lereng yang berbeda menunjukkan besaran hampir sama dengan rata-rata 0,10 ton/ha pada areal landai dan 0,09 ton/ha pada areal agak curam. Cadangan C tumbuhan bawah berkayu lebih kecil dibandingkan dengan tumbuhan bawah herba (Tabel 2 dan Tabel 3). Namun, baik cadangan C tumbuhan bawah herba maupun cadangan tumbuhan bawah berkayu pada daerah landai maupun agak curam serta di seluruh posisi lereng menunjukkan rentang sangat lebar.

Tabel 3. Estimasi cadangan C tumbuhan bawah herba di HPFU

Lokasi	Cadangan C tumbuhan bawah berkayu (ton/ha)							
	Kemiringan landai				Kemiringan agak curam			
	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan
I	0,07	0,03	0,02		0,14	0,04	0,05	
II	0,13	0,10	0,21		0,10	0,09	0,09	
III	0,14	0,12	0,06		0,09	0,18	0,06	
Rataan	0,11	0,08	0,10	0,10	0,11	0,10	0,07	0,09
Maksimum	0,14	0,12	0,21		0,14	0,18	0,09	
Minimum	0,07	0,03	0,02		0,09	0,04	0,05	

Estimasi Cadangan C Serasah

Menurut Hairiah (2007), kebanyakan karbon dioksida di udara di pergunakan oleh tanaman selama fotosintesis dan sebagian memasuki ekosistem melalui serasah tanaman yang jatuh dan akumulasi karbon dalam biomassa (tajuk) tanaman. Separuh dari jumlah karbon yang diserap dari udara bebas tersebut diangkut ke bagian akar berupa karbohidrat dan masuk kedalam tanah melalui akar-akar yang mati.

Dalam penelitian ini serasah dikelompokkan menjadi serasah daun, serasah bukan daun dan serasah halus. Serasah daun dan bukan daun merupakan luruhan bahan organik dapat berupa daun atau bagian tanaman lainnya yang masih

dapat dibedakan secara visual antara satu dengan lainnya bahkan antar jenis. Kelompok serasah ini biasa disebut dengan *litter*. Sedangkan serasah halus adalah luruhan bahan organik yang mulai terdekomposisi hingga sulit dibedakan secara visual antar komponen vegetasinya. Kelompok ini disebut dengan *forna*.

Cadangan C serasah daun

Cadangan C serasah daun baik pada kemiringan landai maupun agak curam terbesar dijumpai pada posisi lereng tengah. Rataannya di areal landai lebih besar dibanding di areal agak curam, yaitu 2,87 ton/ha dibanding 2,13 ton/ha (Tabel 4).

Tabel 4. Estimasi cadangan C serasah daun di HPFU

Lokasi	Cadangan C serasah daun (ton/ha)							
	Kemiringan landai				Kemiringan agak curam			
	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan
I	3,10	2,41	2,33		2,04	2,25	1,43	
II	2,58	1,11	1,62		1,89	2,63	2,33	
III	2,85	5,68	4,22		2,15	1,87	2,62	
Rataan	2,84	3,07	2,72	2,87	2,03	2,25	2,13	2,13
Maksimum	3,10	5,68	4,22		2,15	2,63	2,62	
Minimum	2,58	1,11	1,62		1,89	1,87	1,43	

Cadangan C serasah bukan daun

Cadangan C serasah bukan daun pada areal landai meningkat dari posisi lereng atas, tengah dan bawah. Hal berbeda untuk areal agak curam cadangan C serasah bukan daun terbesar dijumpai

di lereng atas dan terkecil di lereng tengah. Rataan cadangan C serasah bukan daun di areal landai lebih besar dibanding agak curam, yaitu 1,64 ton/ha dibanding 1,03 ton/ha (Tabel 5).

Tabel 5. Estimasi cadangan C serasah bukan daun di HPFU

Lokasi	Cadangan C serasah bukan daun (ton/ha)							
	Kemiringan landai				Kemiringan agak curam			
	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan
I	1,83	1,62	2,00		0,33	0,45	1,15	
II	0,62	0,79	0,78		0,83	0,64	1,29	
III	1,02	2,78	3,27		2,62	0,74	1,20	
Rataan	1,16	1,73	2,02	1,64	1,26	0,61	1,22	1,03
Maksimum	1,83	2,78	3,27		2,62	0,74	1,29	
Minimum	0,62	0,79	0,78		0,33	0,45	1,15	

Cadangan C serasah halus

Cadangan C serasah halus pada areal landai meningkat dari posisi lereng atas, tengah dan bawah. Hal berbeda untuk areal agak curam cadangan C serasah halus terbesar dijumpai di

lereng tengah dan terkecil di lereng bawah. Rataan cadangan C serasah halus di areal landai lebih besar dibanding agak curam, yaitu 2,96 ton/ha dibanding 1,83 ton/ha (Tabel 6).

Tabel 6. Estimasi cadangan C serasah halus di HPFU

Lokasi	Cadangan C serasah halus (ton/ha)							
	Kemiringan landai				Kemiringan agak curam			
	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan	Lereng atas	Lereng tengah	Lereng bawah	Rataan
I	2,54	3,04	7,21		0,78	1,19	0,89	
II	2,25	1,24	1,26		2,88	3,07	2,65	
III	3,39	3,26	2,46		1,82	1,78	1,43	
Rataan	2,73	2,51	3,64	2,96	1,83	2,01	1,66	1,83
Maksimum	3,39	3,26	7,21		2,88	3,07	2,65	
Minimum	2,25	1,24	1,26		0,78	1,19	0,89	

Distribusi Cadangan C Tumbuhan Bawah dan Serasah di Hutan Sekunder Muda

Dalam hal cadangan C areal dengan tutupan hutan sekunder muda di HPFU untuk posisi lereng maupun kemiringan yang berbeda, serasah memberi kontribusi lebih besar dibanding tumbuhan bawah. Dalam hal ini kontribusi terbesar cadangan C dalam serasah diperoleh dari serasah daun kecuali pada lereng bawah pada

daerah dengan kemiringan landai kontribusi terbesar diperoleh dari serasah halus. Adapun kontribusi terkecil diperoleh dari komponen serasah bukan daun. Selanjutnya untuk cadangan C dalam tumbuhan bawah, kontribusi tumbuhan bawah herba lebih besar dibanding tumbuhan bawah berkayu. Kondisi tersebut terjadi pada semua posisi lereng baik pada daerah landai maupun agak curam.



Gambar 3. Distribusi Cadangan C Tumbuhan Bawah dan Serasah Hutan Sekunder Muda HPFU dengan Kemiringan Landai (L1) dan Agak Curam (L2).

Pada daerah dengan kemiringan landai terjadi kecenderungan peningkatan cadangan C baik

dalam serasah maupun tumbuhan bawah dengan semakin bawah posisi lereng khususnya pada

cadangan C dalam serasah. Namun untuk daerah dengan kemiringan agak curam tidak menunjukkan kecenderungan tertentu sehubungan dengan perbedaan posisi lereng. Total cadangan C serasah dan tumbuhan bawah daerah dengan kemiringan landai lebih besar dibanding daerah dengan kemiringan agak curam.

Data cadangan C tumbuhan bawah yang dihimpun dari berbagai tempat dan berbagai tutupan nilai terkecil 0,062 ton/ha didapat dari daerah Mandiangin, Kalimantan Selatan dan terbesar 4,50 ton/ha dari Balikpapan Kalimantan Timur. Tutupan lahan keduanya berupa hutan sekunder muda. Meskipun berada pada tutupan yang sama data cadangan C tumbuhan bawah sangat beragam namun besarnya untuk tutupan

hutan sekunder muda jarang melebihi 0,5 ton/ha dan nilainya masih lebih besar dibandingkan areal dengan tutupan hutan alam dan penggunaan lahan dengan sistem agroforestry. Lahan-lahan yang digunakan sebagai hutan tanaman memiliki cadangan C tumbuhan bawah lebih besar dibandingkan dengan tutupan hutan sekunder muda besarnya dapat melebihi 1 ton/ha (Tabel 7).

Data yang berhasil dihimpun pada Tabel 7 menunjukkan bahwa cadangan C serasah jauh lebih besar dibandingkan dengan yang ada pada tumbuhan bawah. Jika dibandingkan dengan lahan dengan tutupan hutan sekunder di tempat lain, cadangan C serasah di HPFU pada areal landau menunjukkan nilai terbesar, yaitu 7,48 ton/ha.

Tabel 7. Kandungan C tumbuhan bawah dengan berbagai jenis tutupan lahan

Lokasi	Tutupan lahan	Cadangan karbon (ton/ha)	Referensi
Tumbuhan bawah			
Perum Perhutani Unit II Jatim/Lahan pasca terbakar	Tingkat semai pada lahan pasca kebakaran	0,344	Irawan (2009)
	Tingkat semai pada lahan tidak terbakar	0,617	
Ngantang, Jawa Timur	Hutan Alami	0,150	Hairiah dkk. (2010)
	Agroforestry	0,140	
	Hutan Pinus	1,220	Hairiah dkk. (2011)
	Hutan Mahoni	0,690	
	Cengkeh	1,530	
	Bambu	0,400	
Rumput gajah	4,410		
Sayuran	0,680		
Hutan Pendidikan Mandiangin Fahatan ULM, Kalimantan Selatan	Hutan sekunder muda	0,062	Yamani (2013)
Arboretum USU/Tumbuhan bawah	Tingkat semai	1,080	Sihaloho (2014)
HPFU Samarinda, Kalimantan Timur	Hutan sekunder	0,630	Sunaryanto dkk. (2016)
	Hutan bambu	0,423	
	Lahan terbuka	1,389	
	Tingkat semai/tumbuhan bawah daerah landai	0,093	
Taman Hutan Raya	Tingkat semai/tumbuhan bawah daerah curam	0,083	Siallagan (2016)
HPFU Samarinda Kalimantan Timur	<i>Imperata cylindrica</i>	3,961	Mia dkk. (2016)
	<i>Phaspalum conjugatum</i>	4,594	
Pekon Kelungu Kabupaten Tanggamus	Hutan rakyat	0,020	Ristiara dkk. (2017)

Lanjutan Tabel 7

Lokasi	Tutupan lahan	Cadangan karbon (ton/ha)	Referensi
HPFU Samarinda Kalimantan Timur	<i>Sphagneticola trilobata</i>	2,279	Valentino dkk. (2016)
	<i>Mikania micrantha</i>	5,161	
	<i>Eupatorium odoratum</i>	6,518	
HPFU Samarinda Kalimantan Timur	Hutan sekunder muda landai	0,300	Penelitian ini (2021)
	Hutan sekunder muda agak curam	0,240	
Serasah			
Areal PT Freeport, Kab. Mimika, Papua	Hutan suksesi alami	2,81	Windusari dkk. (2012)
Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur	Hutan sekunder	6,68	Usmadi dkk. (2015)
Pekon Kelungu Kabupaten Tanggamus	Hutan rakyat	0,870	Ristiara dkk. (2017)
HPFU Samarinda Kalimantan Timur	Hutan sekunder muda landai	7,48	Penelitian ini (2021)
	Hutan sekunder muda agak curam	4,99	

Potensi cadangan C dalam tumbuhan bawah dan serasah hutan sekunder muda di HPFU

Berdasarkan data pada Tabel 8 bahwa total cadangan C tumbuhan bawah dan serasah areal dengan tutupan hutan sekunder muda dengan kemiringan landai dan agak curam di HPFU sebesar 933,4 ton. Sumbangan terbesar cadangan

C ada dalam serasah yaitu 95,9 % dari total cadangan C tumbuhan bawah dan serasah. Kelompok serasah daun dan serasah halus memberi kontribusi besar dalam total cadangan C tersebut. Tumbuhan bawah memberi kontribusi sebesar 4,1 % dalam cadangan C tersebut.

Tabel 8. Potensi cadangan C tumbuhan bawah dan serasah hutan sekunder muda di HPFU

Kemiringan	Cadangan C serasah (ton/ha)				Cadangan C tumbuhan bawah (ton/ha)			Jumlah (A+B)
	Daun	Bukan daun	Halus	Jumlah (A)	Herba	Berkayu	Jumlah (B)	
	Landai - I							
Lereng Atas	2,84	1,16	2,73	6,73	0,17	0,11	0,28	7,01
Lereng Tengah	3,07	1,73	2,51	7,31	0,18	0,08	0,26	7,57
Lereng Bawah	2,72	2,02	3,64	8,38	0,25	0,10	0,35	8,73
Rataan	2,88	1,64	2,96	7,47	0,20	0,10	0,30	7,77
Luas (ha)	72,99	72,99	72,99	72,99	72,99	72,99	72,99	72,99
Total Cadangan C	210,0	119,5	216,1	545,5	14,6	7,1	21,7	567,1
	Agak Curam - II							
Lereng Atas	2,03	1,26	1,83	5,12	0,13	0,11	0,24	5,36
Lereng Tengah	2,25	0,61	2,01	4,87	0,10	0,10	0,20	5,07

Lanjutan Tabel 8

Kemiringan	Cadangan C serasah (ton/ha)				Cadangan C tumbuhan bawah (ton/ha)			Jumlah (A+B)
	Daun	Bukan daun	Halus	Jumlah (A)	Herba	Berkayu	Jumlah (B)	
Lereng Bawah	2,13	1,22	1,66	5,01	0,21	0,07	0,28	5,29
Rataan	2,14	1,03	1,83	5,00	0,15	0,09	0,24	5,24
Luas (ha)	69,90	69,90	69,90	69,90	69,90	69,90	69,90	69,90
Total Cadangan C	149,4	72,0	128,2	349,5	10,3	6,5	16,8	366,3
	Total cadangan C (I dan II)			895,0			38,4	933,4

Serasah merupakan bahan organik yang tidak stabil, mudah sekali mengalami perubahan yang disebabkan oleh lingkungan. Serasah selain memberi kontribusi yang besar terhadap cadangan C pada ekosistem hutan juga memegang peran penting dalam mengendalikan siklus hara ekosistem tersebut. Tindakan tetap menjaga keberadaan serasah selain mempertahankan cadangan C di komponen tersebut juga akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup vegetasi yang tumbuh di atasnya (Munawar, 2011).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pengelola Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman yang telah memfasilitasi penelitian ini. Para reviewer serta Ananda Suska Ulin Agusta yang telah banyak membantu dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPDAS Mahakam Berau. 2009. Laporan Final Rencana Pengelolaan DAS Terpadu di DAS Mahakam. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Departemen Kehutanan
- Irawan, D. J. 2009. Pendugaan Kandungan Karbon pada Tegakan Jati (*Tectona Grandis*) Tidak Terbakar dan Pasca Kebakaran Permukaan di Kph Malang, Perum Perhutani Unit II Jawa Timur. (skripsi) Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Hairiah K dan Rahayu S. 2010. Mitigasi Perubahan Iklim. Agroforestri untuk Mempertahankan Cadangan Karbon Lanskap. Simposium Kopi, Bali, 4-5 Oktober. 2010.
- Hairiah, K., Ekadinata, A. dan Sari, R.R. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon dari Tingkat

Lahan ke Bentang Lahan. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua. World Agroforestry Centre. ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang.

- KLHK. 2020. Penetapan Kawasan Hutan Lempake sebagai KHDTK Untuk Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Fakultas Kehutanan Univ. Mulawarman. SK 241/MENLHK/SETJEN/PLA.0/6/2020.
- Mia, E. F. Y., Karyati dan Syafrudin, M. 2016. Pengaruh Lama Penyiangan Terhadap Biomassa dan Cadangan Karbon Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dan Rumpuk Hijau (*Phaspalum conjugatum*). Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke IV dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia. Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. PT IPB Press. Kampus IPB Taman Kencana Bogor
- Ristiara, L., R. Hilmanto, Duryat. 2017. Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Rakyat di Pekon Kelungu Kabupaten Tanggamus. Jurnal Sylva Lestari. 5(1): 128-138
- Siallagan, S. E. 2016. Pendugaan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah pada Kemiringan Lahan yang Berbeda di Hutan Pendidikan Universitas Sumatera Utara Kabupaten Karo. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.
- Sihaloho, I. 2014. Pendugaan Cadangan Karbon pada Tumbuhan Bawah Arboretum Universitas Sumatera Utara. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.
- Sunaryanto, Karyati dan Syafrudin, M. 2016. Biomassa dan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah pada Tiga Penutupan Vegetasi Berbeda di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.

- Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke IV dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia. Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Usmadi, D., S. Hidayat, Yuzammi, D. Asikin. 2015. Potensi Biomassa dan Cadangan Karbon Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur. *Bulletin Kebun Raya*, 18 (1): 1-13
- Valentino, F., Karyati dan Syafrudin, M. 2016. Biomassa dan Cadangan Karbon Tiga Jenis Tumbuhan Herba dari Famili Asteraceae. Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke IV dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia. Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Windusari, Y., Sari, Nur, A.P., Yustian, I., dan Zulkifli, H., 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Sukseksi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT. Freeport Indonesia. *Biospecies*, 5 (1): 22-28
- Yamani, A. 2013. Studi Kandungan Karbon pada Hutan Alam Sekunder di Hutan Pendidikan Mandiangin Fakultas Kehutanan Unlam. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(1): 85-91.