

PENDUGAAN POTENSI KARBON TUMBUHAN BAWAH DAN SERASAH DI ARBORETUM UNIVERSITAS LANCANG KUNING

Nofrianto¹, Ambar Tri Ratnaningsih², Muhammad Ikhwan²

¹Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning

²Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning

Jln. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru Riau

E-mail: nofrianto94@gmail.com, ambar@unilak.ac.id dan mmighwan@yahoo.com

ABSTRACT

Forests are able to absorb and store the emissions of carbon gases that are happening today. Plants will reduce the carbon in the atmosphere (CO₂) through the process of photosynthesis and store it in plant tissue. The carbon in the forest is stored above and below the soil surface. Sources of forest carbon one of them found on the forest floor such as plants and litter. Lancang Kuning University has an Arboretum used to collect plants or plants. The presence of Arboretum in campus environment has created a microclimate that can reduce CO₂ emissions in the atmosphere. This study aims to predict or predict the carbon potential stored in undergrowth and litter at the Lancang Kuning University Arboretum. This research was conducted at Arboretum of University of Lancang Kuning and at Faculty of Forestry Laboratory of University of Lancang Kuning. Based on the research that has been done, the potential of wet biomass in the Arboretum of University of Lancang Kuning is 24.39 ton / Ha, and wet biomass of lower plants 2.16 tons / ha. Water content of litter by 52,42% and water content of vegetation below 227,30%. Litter biomass of 15.92 Ton / Ha, and dry vegetable biomass of 0.67 ton / Ha. Level of litter substance by 49,67%, and concentration of fly substance leaf of 51,25%. Litter ash content of 5.58% and lower ash content of 6.24%. Litter carbon content of 44,74%, and carbon content of lower plants by 42,50%. Potential carbon stored in the litter of 7.12 tons / ha and carbon potential stored in plants under 0.28% tons / ha. Lands of carbon potential of litter and vegetation in Arboretum with area of 9,2 Ha that is equal to 68,19 ton.

Keywords: carbon, vegetation and litter

PENDAHULUAN

Hutan mampu menyerap dan menyimpan gas-gas emisi karbon yang sedang terjadi saat ini. Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Satu

hektar hutan tropis Indonesia menurut perkiraan San Afri dalam Hairiah dan Rahayu (2007) sanggup menyerap 150-200 ton karbon per tahun. Jumlahnya bisa meningkat lebih besar lagi karena belum ada metode perhitungan yang benar-benar akurat. Karbon-karbon tersebut

disimpan di badan pohon, akar, tumbuhan bawah dan di atas permukaan tanah (serasah) serta di dalam tanah (humus).

Karbon yang terdapat di hutan tersimpan di atas dan bawah permukaan tanah. Sumber karbon hutan salah satunya terdapat pada lantai hutan seperti tumbuhan bawah dan bahan organik mati (*dead organic matter*) termasuk di dalamnya serasah. Keberadaan Tumbuhan bawah dan Serasah sebagai salah satu tempat penyimpanan karbon di hutan penting di ketahui karena tumbuhan bawah juga menyerap karbon dan serasah yang berpotensi untuk melepaskan CO₂ ke atmosfer melalui proses dekomposisi. Dekomposisi dari serasah yang cukup besar tersebut juga menghasilkan emisi karbon. Karena itu karbon serasah di hutan merupakan salah satu sumber karbon yang penting untuk diukur.

Universitas Lancang Kuning memiliki Arboretum yang digunakan untuk mengumpulkan atau mengoleksi tanaman atau tumbuhan. Keberadaan Arboretum di lingkungan kampus telah menciptakan iklim mikro yang dapat menurunkan emisi CO₂ di atmosfer. Dengan luasan 9,2 Ha ditemukan ± 200

Spesies tanaman berkayu diantaranya seperti meranti (*Shorea sp.*), pagar-pagar (*Ixonantes icosandra*), layau (*Adinandra dumosa*), sendok-sendok (*Endospermum sp*) dll (Wijaya,2007) . Pada lantai Arboretum dijumpai tumbuhan bawah yang menempati stratum D dan E dalam stratifikasi tajuk. Tumbuhan bawah berfungsi sebagai penutup tanah yang menjaga kelembaban sehingga proses dekomposisi yang cepat dapat menyediakan unsur hara untuk tanaman pokok (Sutaryo, 2009). Selain tumbuhan bawah, di lantai arboretum juga ditemukan serasah yang terdiri dari bagian-bagian tumbuh-tumbuhan yang telah mati seperti daun, ranting, cabang dan buah bahkan kulit kayu serta bagian lainnya, yang tersebar di permukaan tanah di bawah hutan sebelum bagian-bagian tersebut mengalami dekomposisi. Keberadaan tumbuhan bawah dan serasah di arboretum dapat menurunkan emisi CO₂, dengan kemampuannya menyimpan karbon hutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Arboretum Universitas Lancang Kuning dan di Laboratorium Fakultas Kehutanan

Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juli 2017. Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu alat yang digunakan untuk mengambil data di lapangan, seperti : GPS, Kompas, Meteran, Tali plastik, Spidol permanen, Kantong plastik, Parang, Alat tulis, Kamera. Adapun alat yang digunakan untuk mengambil data di Laboratorium adalah: Timbangan, Oven, Tanur, saringan 60 *mesh*, cawan poserlin, lumpang, dan desikator. Sedangkan yang menjadi bahan dalam penelitian ini yaitu Tumbuhan Bawah dan Serasah yang ada di Arboretum Universitas Lancang Kuning.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biomassa Basah

Biomassa basah tumbuhan merupakan berat dari keseluruhan sebuah tanaman yang dipengaruhi oleh air. Dalam penelitian yang dilakukan di Arboretum Universitas Lancang Kuning, serasah dan tumbuhan bawah memiliki biomassa kering yang berbeda dalam tiap hektarnya. Hasil dari pengukuran berat basah serasah dan tumbuhan bawah dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Biomassa Basah Tumbuhan Bawah dan Serasah

Plot	Biomassa Basah Serasah (Ton/Ha)	Biomassa Basah Tumbuhan Bawah (Ton/Ha)
1	24,84	2,48
2	22,86	1,89
3	25,13	2,24
4	22,37	2,05
5	26,62	2,69
6	24,56	1,61
Rata-rata	24,39	2,16

Sumber: Data Primer, 2017

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa berat kering serasah jauh lebih besar dibandingkan dari berat basah tumbuhan bawah. Dari setiap plot berat basah serasah berbeda sangat signifikan dengan tumbuhan bawah. Rata-rata berat basah serasah dalam tiap hektarnya yaitu sebesar 24,39 Ton, sedangkan rata-rata berat basah tumbuhan bawah dalam tiap hektarnya yaitu 2,16 Ton.

Hal yang menyebabkan berat basah serasah jauh lebih besar dari serasah yaitu dari jumlah pohon yang ada di Arboretum, semakin banyak jumlah pohon maka guguran-guguran daun, ranting dan buah juga akan semakin banyak, maka serasah yang menumpuk pada lantai hutan juga akan semakin banyak, selain itu serasah juga menyimpan air dalam waktu yang relatif

lama. Pada lantai hutan, semakin banyak atau semakin tebalnya serasah yang menumpuk, maka tumbuhan bawah juga akan semakin sulit untuk tumbuh, karena sulitnya tumbuhan bawah untuk mencapai tanah. Selain itu semakin rapat pohon maka cahaya yang sampai pada lantai hutan juga akan semakin sedikit. Tumbuhan bawah juga membutuhkan cahaya untuk hidup (Nugraha,2010).

Biomassa Kering

Biomassa merupakan istilah untuk bobot hidup, biasanya dinyatakan sebagai bobot kering, untuk seluruh atau sebagian tubuh organisme, populasi atau komunitas. Biomassa tumbuhan merupakan jumlah total bobot kering semua tumbuhan hidup. Biomassa tumbuhan bertambah karena tumbuhan menyerap karbondioksida (CO₂) dari udara dan mengubah zat ini menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. (Hamilton dan King, 1988).

Biomassa dapat diketahui setelah berat basah tanaman diketahui dan kadar airnya karena biomassa merupakan jumlah total bobot kering semua tumbuhan hidup. Tumbuhan sangat membutuhkan air untuk proses metabolisme. Air diserap oleh akar

tanaman bersama unsur hara yang dibutuhkan. Kadar air didefinisikan sebagai berat air yang terkandung di dalam akar, batang, ranting dan daun yang di nyatakan dalam persen. Kadar air dari serasah dan tumbuhan bawah dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 2. Kadar Air Serasah Dan Tumbuhan Bawah

Plot	Kadar Air Serasah (%)	Kadar Air Tumbuhan Bawah (%)
1	44,61	243,85
2	44,38	243,20
3	58,15	234,48
4	44,65	171,68
5	64,47	224,68
6	58,27	245,92
Rata-rata	52,42	227,30

Sumber: Data Primer, 2017.

Dari Tabel 2 di atas, menunjukkan bahwa kadar air serasah lebih sedikit dari kadar air tumbuhan bawah. Rata-rata kadar air serasah pada pengukuran di 6 plot yaitu 52,42 % sedangkan rata-rata kadar air tumbuhan bawah yaitu sebesar 227,30%. Kadar air tumbuhan bawah lebih besar dari kadar air serasah disebabkan karena sebagian besar penyusun dari tumbuhan bawah adalah air. Kadar air tumbuhan bawah juga dipengaruhi oleh jenis dan usia dari tumbuhan bawah itu sendiri. Kadar air tumbuhan bawah di Arboretum lebih kecil dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh

Immanuel Sihaloho (2014) yang menyatakan bahwa kadar air tumbuhan bawah di bawah tegakan Mahoni sebesar 313,34% dan kadar air tumbuhan bawah di bawah tegakan Mindi sebesar 292,56%.

Setelah diketahui kadar air dari serasah dan tumbuhan bawah maka bisa didapatkan biomasnya. Karena biomas merupakan berat kering total (bebas air). Dari persentase kadar air dari Tabel 2 di atas, maka didapatkan biomas sebagai tabel berikut ini :

Tabel 3. Potensi Biomassa Serasah dan Tumbuhan Bawah

Plot	Biomassa Kering Serasah (Ton/Ha)	Biomassa Kering Tumbuhan Bawah (Ton/Ha)
1	17,20	0,76
2	15,82	0,56
3	15,35	0,68
4	15,43	0,75
5	16,20	0,83
6	15,49	0,47
Rata-rata	15,92	0,67
Rata-rata	15,92	0,67

Sumber: Data Primer, 2017

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa potensi biomassa serasah lebih besar dari potensi biomassa tumbuhan bawah, potensi biomassa serasah yang ada di

Arboretum Universitas Lancang Kuning yaitu sebesar 15,92 Ton/Ha, sedangkan potensi biomassa serasah sebesar 0,67 ton/Ha. Hal ini disebabkan karena berat basah dari serasah jauh lebih besar dari berat basah tumbuhan bawah, dan juga kadar air serasah jauh lebih kecil yaitu sekitar 52,42 %, dibandingkan dengan kadar air tumbuhan bawah yang sangat besar sekitar 227,30 %.

Karbon

Karbon merupakan salah satu unsur alam yang memiliki lambang "C" dengan nilai atom sebesar 12. Karbon juga merupakan salah satu unsur utama pembentuk bahan organik termasuk makhluk hidup. Hampir setengah dari organisme hidup merupakan karbon. Karenanya secara alami karbon banyak tersimpan di bumi (darat dan laut) dari pada di atmosfer. Karbon tersimpan dalam daratan bumi dalam bentuk makhluk hidup (tumbuhan dan hewan) , bahan organik mati ataupun sediment seperti fosil tumbuhan dan hewan. Sebagian besar jumlah karbon yang berasal dari makhluk hidup bersumber dari hutan. Seiring terjadinya kerusakan hutan, maka pelepasan karbon ke

atmosfir juga terjadi sebanyak tingkat kerusakan hutan yang terjadi. Sumber karbon (*Carbon pool*) dikelompokkan menjadi 3 kategori utama, yaitu biomasa hidup, bahan organik mati dan karbon tanah. Biomasa hidup dipilah menjadi 2 bagian yaitu Biomasa Atas Permukaan (BAP) dan Biomasa Bawah Permukaan (BBP). Sedangkan bahan organik mati dikelompokkan menjadi 2 yaitu: kayu mati dan serasah (Manuri S, Chandra A.S.P, Agus D.S, 2011).

Untuk mendapatkan kadar karbon, maka perlu dilakukan perhitungan kadar zat terbang dan kadar abu. Kadar zat terbang dan kadar abu merupakan zat-zat yang hilang di pembakaran pada suhu yang tinggi. Setelah kadar zat terbang dan kadar abu hilang, maka sisanya merupakan kadar karbon yang tertinggal. Kadar karbon, kadar zat terbang dan kadar abu dinyatakan dalam persen (%).

Kadar Zat Tebang

Kadar zat terbang merupakan zat-zat yang mudah menguap yang hilang pada pemanasan 950°C yang terkandung pada arang. Secara kimia zat terbang terbagi menjadi tiga sub golongan, yaitu senyawa alifatik,

terpena dan senyawa fenolik. Zat-zat yang menguap ini akan menutupi pori-pori kayu dari arang (Haygreen dan Bowyer 1982). Sedangkan zat mudah terbang adalah persentase gas yang dihasilkan dari pemanasan arang yang ditetapkan pada temperatur dan selang waktu standar yaitu pada $950\pm 20^{\circ}\text{C}$ selama 2 menit (ASTM 1990b). Dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning, maka didapatkan kadar zat terbang serasah dan tumbuhan bawah seperti Tabel berikut ini :

Tabel 4. Kadar Zat Terbang Serasah dan Tumbuhan Bawah

Plot	Kadar Zat Terbang Serasah (%)	Kadar Zat Terbang Tumbuhan Bawah (%)
1	48,63	51,06
2	49,78	51,21
3	49,66	51,47
4	50,30	51,10
5	49,36	51,50
6	50,27	51,15
Rata-rata	49,67	51,25

Sumber : Data Primer, 2017

Berdasarkan Tabel 4 di atas, menunjukkan rata-rata kadar zat terbang serasah dan kadar zat terbang tumbuhan bawah berbeda tipis, dimana rata-rata kadar zat terbang serasah sebesar 49,67%, sedangkan kadar zat terbang dari

tumbuhan bawah sebesar 51,25%. Hal ini terjadi karena serasah dan tumbuhan bawah pada saat di lakukan pengujian dengan suhu yang tinggi sudah sama-sama kehilangan kadar air, karena sebelumnya dilakukan pengovenan dengan suhu 80°C selama 48 jam. Dengan pengovenan tersebut kadar air dari serasah dan tumbuhan bawah sudah hilang, maka pada saat dimasukkan kedalam tanur serasah maupun tumbuhan bawah sudah bebas air.

Kadar Abu

Residu yang tampak sebagai abu tidak hanya berasal dari dinding sel, melainkan dari bahan-bahan mineral dari kristal yang mengisi rongga sel (Anonim 1993). Kadar abu merupakan sejumlah oksida-oksida logam yang tersisa pada pemanasan tinggi. Abu tersusun atas mineral-mineral yang terikat kuat pada arang seperti kalsium, kalium dan magnesium. Komponen utama dari abu adalah lium, kalsium, magnesium dan silikat (Achmadi 1990).

Kayu mengandung mineral (komponen-komponen anorganik) dalam jumlah kecil, dinyatakan sebagai kadar abu. Dalam batang

jarang lebih dari 1% dari berat kering kayu (Soenardi 1976). Sedangkan menurut Haygreen dan Bowyer (1982), kayu mengandung senyawa anorganik yang tetap tinggal setelah terjadi pembakaran pada suhu tinggi saat kondisi oksigen melimpah, residu semacam ini dikenal sebagai abu.

Dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning, maka didapatkan kadar abu serasah dan tumbuhan bawah seperti Tabel berikut ini :

Tabel 5. Kadar Abu Serasah dan Tumbuhan Bawah

Plot	Kadar Abu Serasah (%)	Kadar Abu Tumbuhan Bawah (%)
1	5,94	7,06
2	6,49	6,70
3	4,35	4,98
4	7,00	4,98
5	4,33	8,13
6	5,36	5,57
Rata-rata	5,58	6,24

Sumber: Data Primer, 2017

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata kadar abu serasah dan kadar abu tumbuhan bawah tidak begitu berbeda jauh. Rata-rata kadar abu serasah sebesar 5,58%, sedangkan rata-rata kadar abu tumbuhan bawah sebesar 6,24%. Kadar abu tumbuhan baah lebih besar dari kadar abu

serasah karena pada tumbuhan bawah banyak terdapat mineral-mineral dan bahab organic. Pengukuran kadar abu dilakukan setelah pengukuran kadar zat terbang, sisa sampel dari kadar zat terbang serasah maupun sisa kadar zat terbang tumbuhan bawah dimasukkan kembali kedalam tanur selama 6 jam. Jadi perbedaan antara kadar abu serasah dan kadar abu tumbuhan bawah tidak akan berbeda secara signifikan. Kedua sampel sudah sama-sama bebas air dan sama-sama telah dipanaskan dengan suhu yang tinggi, yaitu sekitar $950^{\circ}\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Kadar Karbon

Kadar karbon merupakan hasil pengurangan persen penuh (100%) dengan kadar terbang dan kadar abu, yang berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-30-1995 dinyatakan dengan rumus Kadar karbon = $100\% - \text{Kadar Zat Terbang} - \text{Kadar Abu}$. Setelah didapatkan kadar zat terbang serasah dan tumbuhan bawah serta kadar abu serasah dan tumbuhan bawah, maka didapatkan hasil kadar karbon seperti Tabel berikut ini :

Tabel 6. Kadar Karbon Serasah dan Tumbuhan Bawah

Plot	Kadar Karbon serasah (%)	Kadar Karbon Tumbuhan Bawah (%)
1	45,41	41,87
2	43,72	42,08
3	45,98	43,54
4	42,68	43,90
5	46,29	40,36
6	44,35	43,27
Rata-rata	44,74	42,50

Sumber : Data Primer, 2017.

Berdasarkan Tabel 6 di atas, rata-rata kadar karbon serasah dan kadar karbon tumbuhan bawah juga tidak berbeda begitu besar. Rata-rata kadar karbon serasah sebesar 44,74%, sedangkan kadar karbon tumbuhan bawah sebesar 42,50%. Hasil ini menunjukkan bahwa produksi Karbon (C) yang dihasilkan oleh serasah dan tumbuhan bawah di Arboretum Universitas Lancang Kuning tidak berbeda jauh dengan asumsi Fergusson *et al*, dalam Supriharyono (2009), yang menyatakan bahwa 45% sampai 50% bahan kering tanaman terdiri dari kandungan Karbon.

Potensi Karbon Serasah dan Tumbuhan Bawah

Potensi karbon merupakan hasil perkalian dari biomassa kering dengan kadar karbon. Untuk melihat potensi karbon yang terdapat pada serasah dan

tumbuhan bawah di Arboretum, dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 7. Potensi Karbon Serasah dan Tumbuhan Bawah di Arboretum

	Potensi/ Ha (Ton)	Potensi di Arboretum (9,2) Ha
Serasah	7,12	65,53
Tumbuhan Bawah	0,28	2,65

Sumber : Data Primer, 2017

Karbon yang tersimpan dalam serasah merupakan perkalian dari biomassa kering dengan kadar karbon serasah. Biomassa serasah yang terdapat di arboretum yaitu sebesar 15,92 Ton/Ha, dan kadar karbon yang terkandung sebanyak 44,74%, jadi karbon serasah yang terdapat di Arboretum sebanyak 7,12 Ton per Hektarnya. Dengan luas Arboretum 9,2 Ha maka dapat disimpulkan bahwa potensi karbon serasah yang terdapat di Arboretum yaitu sebesar 65,53 Ton.

Karbon yang tersimpan pada tumbuhan bawah merupakan perkalian antara biomassa tumbuhan bawah dengan kadar karbon yang terkandung di tumbuhan bawah. Biomassa Tumbuhan bawah yang terdapat di Arboretum yaitu sebesar 0.67 Ton/Ha, dan kadar karbon yang terkandung didalam tumbuhan bawah yaitu sebesar

42.50%. jadi karbon tumbuhan bawah yang terdapat di arboretum sebanyak 0,28 Ton per Hektarnya. Dengan luasan Arboretum 9,2 Ha maka dapat disimpulkan potensi karbon tumbuhan bawah yang terdapat di Arboretum yaitu sebesar 2,65 Ton.

Karbondioksida Yang Disimpan Oleh Serasah dan Tumbuhan Bawah

Tanaman dalam kehidupan kita sehari-hari, memberikan banyak sekali manfaat. Pohon yang rindang dan tumbuhan bawah lainnya sangat menyejukan. Beberapa manfaat selain untuk keindahan dan memberikan kesejukan, manfaat lain diantaranya: untuk menurunkan kadar zat menyerap CO₂ dan menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses alamiah yang terjadi pada tumbuhan. Pada proses yang terjadi pada daun tersebut CO₂ diserap dari udara oleh tanaman dan diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan keseluruhan tubuh tanaman dan akhirnya di timun dalam tubuh tanaman seperti daun, batang, ranting, bunga dan buah.

Serasah adalah lapisan yang terdiri dari bagian-bagian tumbuh-tumbuhan yang telah mati seperti daun, ranting, cabang dan buah

bahkan kulit kayu serta bagian lainnya, yang tersebar di permukaan tanah di bawah hutan sebelum bagian-bagian tersebut mengalami dekomposisi. Sebelum mengalami proses dekomposisi, serasah mampu menyimpan *Karbondioksida*. Jumlah karbondioksida yang diserap serasah dan Tumbuhan Bawah di Arboretum dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 8. Karbondioksida Yang Disimpan Serasah Dan Tumbuhan Bawah

	CO ₂ yang Diserap (Ton)
Serasah	240,27
Tumbuhan Bawah	9,71
Total	250,56

Sumber : Data Primer, 2017.

Dari Tabel 7. di atas dapat dilihat bahwa serasah di Arboretum mampu menyerap Karbondioksida (CO₂) sebesar 240,27 Ton di atmosfer, sedangkan tumbuhan bawah mampu menyerap karbondioksida (CO₂) sebesar 9,71 Ton. Jadi potensi Karbondioksida (CO₂) yang diserap oleh serasah dan tumbuhan bawah sebesar 250,56 Ton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Potensi Karbon serasah yang terdapat di Arboretum yaitu sebesar 7,12 Ton/Ha. Dengan luasan Arboretum 9,2 Ha maka potensi karbon serasah di Arboretum secara keseluruhan yaitu sebesar 65,53 Ton. Potensi karbon tumbuhan bawah di Arboretum sebesar 0,28 Ton/Ha, maka potensi karbon tumbuhan bawah di Arboretum secara keseluruhan yaitu sebesar 2,65 Ton. Total Potensi karbon serasah dan tumbuhan bawah di Arboretum Universitas Lancang Kuning yaitu sebesar 68,19 Ton. Jadi potensi Karbondioksida (CO₂) yang disimpan serasah dan tumbuhan bawah di Arboretum Universitas Lancang Kuning yaitu sebesar 250,56 Ton

Saran

Perlunya ada penelitian lebih lanjut tentang karbon Nekromassa dan karbon di bawah permukaan tanah pada Arboretum Universitas Lancang Kuning dengan metode yang lebih bagus lagi agar mendapatkan nilai simpanan karbon yang lebih rinci dan sesuai dengan kondisi yang ada di Arboretum Universitas Lancang Kuning.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. 1990. *Kimia Kayu. Bahan Pengajaran Universitas Ilmu Hayati*. Institut Pertanian Bogor.
- Agusril, 1985. *Pengukuran Produktivitas Serasah pada Hutan Hujan Tropika Bekas Tebangan [Skripsi]*. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- [ASTM] American Society For Testing Material. 1990a. ASTM D 5832-98. *Standard Test Method For Volatile Matter Content of Active Carbon*. Philadelphia.
- [ASTM] American Society For Testing Material. 1990b. ASTM D 2866-94. *Standard Test Method For Total Ash Content of Activated Carbon*. Philadelphia.
- [Dephut] Departemen Kehutanan. 1997. *Ensiklopedia Kehutanan Indonesia. Edisi I*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Jakarta.
- Desmukh. I. 1993. *Ekologi dan Biologi Tropika*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Elias, Wistara NJ. 2009. *Studi metode estimasi massa karbon pohon jeunjing (Paraserianthes falcataria L Nielsen) di hutan rakyat*. Jurnal Management Hutan Tropika.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. 2006 IPCC Guideline for National Green House Gass Inventories. *Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. National Green House Gass Inventories Programme*. IGES. Japan.
- Hafild & Aniger. 2004. *Lingkungan Hidup di Hutan Hujan Tropika*. Cet 1.
- Hairiah K dan Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, UNIBRAW, Indonesia. 77 p.
- Hamilton, L.S Dan Hlm. N. King. 1988. *Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika*. Diterjemahkan Oleh Krisnawati Suryanata. Ugm Press. Yogyakarta
- Haygreen dan Bowyer. 1986. *Hasil Hutan Kayu*. Indonesia
- Hilwan. I. 1993. *Produksi, Laju dekomposisi dan Pengaruh Allelopati Serasah Pinus merkusii Jungh et De Vriese dan Acacia mangium Willd. Di Hutan Pendidikan Gunung Walat. Sukabumi, Jawa Barat. [Tesis]*

- Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Irwanto. 2007. *Analisis Vegetasi untuk Pengelolaan Hutan Lindung Pulau Marsegu, Kabupaten Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku. [Tesis]. Program Studi Ilmu Kehutanan UGM, Yogyakarta. Jakarta. Penerbit Sinar Harapan. Kehutanan IPB. Bogor. Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.*
- Manan, 2003. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor*
- Manuri. S, Chandra A.S.P, Agus D.S 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project - German International Cooperation (MRPP -GIZ)*
- Odum, P. E. 2003. *Dasar- Dasar Ekologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.*
- Rauf, Abdul. 2009. *Profil Arboretum USU (2006-2008). Sumatera Utara.*
- Shinya dan Matsumura. 2008. *Buku Panduan Biomassa Asia. The Japan Institute of Energy. Japan.*
- Silalaho I. 2014. *Pendugaan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah Pada Tegakan Mindi (Melia Azedarach) Dan Mahoni (Swietenia Macrophylla). Program Studi Manajemen Hutan Universtas Sumatera Utara (Skripsi)*
- Soenardi, P., 1976. *Sifat-Sifat Kimia Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta*
- Soerianegara I dan A Indrawan. 2008. *Ekologi Hutan Indonesia. Bogor.*
- Sutaryo, 2009. *Penghitungan Biomasa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programe. Bogor.*
- Wijaya. K. 2006. *Komposisi dan Struktur permudaan sema dan pancang di Arboretum Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru: Jurusan Manajemen hutan Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning.(Skripsi)*