

Karbon Batang dan Serasah Klon Eukaliptus di Habinsaran, Sumatera Utara

Carbon of Stems and Litter of Eucalyptus Clone in Habinsaran, North Sumatra

Benteng H. Sihombing¹⁾ Rozalina²⁾

¹⁾²⁾ Program Studi Kehutanan Universitas Simalungun
bengtenghsihombing@gmail.com

Abstrak

Riset pendugaan carbon yang tertimbun pada batang tanaman dan serasah ini dilakukan pada tegakan 3 jenis klon IND di 3 kelas umur tanaman yang dibudidayakan di areal HTI Habinsaran. Dilakukan pengukuran diameter, tinggi dan perangkap serasah yang jatuh dari 3 jenis klon IND pada 3 kelas umur untuk memperoleh data dalam penaksiran data karbon pada batang tanaman dan serasah. Pengolahan data dilakukan atas penaksiran karbon batang dari data volume kaykanu dan berat jenis kayu dan faktor karbon dalam tanaman. Sedangkan penentuan karbon dari serasah dilakukan dengan mengoven serasah terlebih dahulu untuk mendapatkan biomassa yang dikalikan dengan faktor karbon pada tumbuhan. Hasil pengolahan data menunjukkan diameter batang klon IND 72 menurut umur 1,2 dan 3 tahun adalah 29 cm, 44 cm dan 49 cm, untuk klon IND 73 berurutan 27 cm, 43 cm dan 57 cm serta untuk klon IND 111 berurutan 21 cm, 44 cm dan 59 cm. Tinggi batang tanaman klon IND 73 dari umur 1, 2 dan 3 tahun berurutan 9,18 m, 11,36 m dan 19,43 m serta klon IND 111 berurutan 6,90 m, 11,03 m dan 22,67 m. Volume kayu klon IND 73 umur 1, 2 dan 3 tahun berurutan 0,5922 m³, 1,7532 m³ dan 3,6628 m³; volume kayu klon IND 83 umur 1, 2 dan 3 tahun berurutan 0,4908 m³, 1,5526 m³ dan 5,8489 m³ serta umur 1, 2 dan 3 tahun klon IND 111 berurutan 0,2313 m³, 1,6768 m³ dan 6,1939 m³. Hasil analisis kandungan Carbon batang tanaman klon IND 73 umur 1, 2 dan 3 tahun berurutan 0,5922 kg/btg, 1,7532 kg/btg, 3,6628 kg/btg, klon IND 83 berurutan 0,4908 kg/btg, 1,5526 kg/btg, 5,8489 kg/btg serta klon IND 111 berurutan 0,2313 kg/btg, 1,6768 kg/btg dan 6,1939 kg/btg. Kandungan carbon serasah untuk klon 73 umur 3 tahun klon IND 73 sebesar 0,004 kg/btg (4 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0,005 kg/btg (5 gr/btg) dan klon IND 111 sebesar 0,005 kg/btg (5 gr/btg).

Kata Kunci: Timbunan Karbon, Batang dan Serasah, Hutan Tanaman Industri.

Abstract

This study on the estimation of carbon stored in tree stems and litter was conducted on stands of three IND clone types across three age classes cultivated in the Industrial Plantation Forest (HTI) area of Habinsaran. Measurements of diameter, height, and litterfall traps were carried out for the three IND clone types at each age class to obtain data for estimating carbon content in tree stems and litter. Data processing for carbon estimation in tree stems was performed using volume data, wood density, and plant carbon factors. Meanwhile, carbon content in litter was determined by oven-drying the litter to obtain biomass, which was then multiplied by the plant carbon factor. The data

analysis results showed that the stem diameters of IND 72 clones at ages 1, 2, and 3 years were 29 cm, 44 cm, and 49 cm, respectively; for IND 73 they were 27 cm, 43 cm, and 57 cm; and for IND 111 they were 21 cm, 44 cm, and 59 cm, respectively. The tree heights of IND 73 clones at ages 1, 2, and 3 years were 9.18 m, 11.36 m, and 19.43 m, respectively, while for IND 111 clones the heights were 6.90 m, 11.03 m, and 22.67 m. The wood volume for IND 73 clones at ages 1, 2, and 3 years were 0.5922 m³, 1.7532 m³, and 3.6628 m³; for IND 83 clones were 0.4908 m³, 1.5526 m³, and 5.8489 m³; and for IND 111 clones were 0.2313 m³, 1.6768 m³, and 6.1939 m³, respectively. The carbon content in the stems of IND 73 clones at ages 1, 2, and 3 years were 0.5922 kg/tree, 1.7532 kg/tree, and 3.6628 kg/tree; for IND 83 clones were 0.4908 kg/tree, 1.5526 kg/tree, and 5.8489 kg/tree; and for IND 111 clones were 0.2313 kg/tree, 1.6768 kg/tree, and 6.1939 kg/tree, respectively. The carbon content of litter for 3-year-old trees was 0.004 kg/tree (4 g/tree) for IND 73, 0.005 kg/tree (5 g/tree) for IND 83, and 0.005 kg/tree (5 g/tree) for IND 111.

Keywords: Carbon Stored, Stem and Litter, Industrial Plantation Forest.

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia telah mengembangkan suatu sistem independent dalam memantau Kawasan Hutan dalam skala nasional, yang disebut Sistem Monitoring Hutan Nasional (Simontana). Tingkat Emisi Referensi Hutan Nasional (Forest Reference Emission Level/FREL) ke-1 telah diajukan ke UNFCCC pada tahun 2016, dengan masa berlaku 2013-2020. Sejak awal 2020, KLHK telah mulai menyusun FREL ke-2 dan akan diajukan ke UNFCCC untuk periode 2021-2030 (KLHK, 2022).

Luas total Hutan Produksi di Indonesia mencapai 68,8 juta hektar yang terdiri atas 34,18 juta hektar areal konsesi dan 34,62 juta hektar non konsesi. Dari total areal konsesi yang telah ditetapkan tersebut, sekitar 55 persen (sekitar 18,8 juta hektar) untuk tebang pilih kayu hutan alam (IUPHHK-HA), 33 persen (sekitar 11,27 juta hektar) untuk kayu industri (IUPHHK-HT), 2 persen (sekitar 0,62 juta hektar) untuk restorasi ekosistem (IUPHHK-RE), dan 10 persen (3,49 juta hektar) dialokasikan untuk penggunaan hutan lainnya, seperti pemungutan hasil hutan bukan kayu (IUPHHBK), usaha jasa lingkungan (IUPJL), serta skema perhutanan sosial. IUPHHK-HA dan IUPHHK-HT adalah produsen utama kayu bulat untuk pulp dan kertas, kayu lapis, serta kayu gergajian di Indonesia. Secara keseluruhan dari hulu ke hilir, semua kegiatan di areal konsesi menyumbang sekitar 5 persen dari perekonomian nasional (KLHK, 2022).

Selama beberapa dekade, hutan alam di Indonesia menjadi sumber utama pasokan kayu untuk berbagai kebutuhan industri mulai dari konstruksi, furnitur, hingga bahan baku pulp dan kertas. Namun, eksploitasi berlebihan, pembalakan liar, konversi lahan, dan kebakaran hutan menyebabkan potensi produksi kayu dari hutan alam terus menurun secara drastis. Penurunan produksi kayu dari hutan alam akibat degradasi dan deforestasi menjadi pendorong utama pengembangan hutan tanaman industri untuk menjamin ketersediaan bahan baku industri secara berkelanjutan (KLHK, 2019; Kartodihardjo & Supriono, 2000).

Sebagai solusi strategis, pemerintah mendorong pengembangan Hutan Tanaman Industri (HTI). HTI dikembangkan di kawasan hutan produksi dengan menanam jenis-jenis pohon cepat tumbuh seperti Akasia (*Acacia mangium*) dan Eukaliptus (*Eucalyptus* spp.), yang dapat dipanen dalam siklus 6–8 tahun. HTI dianggap sebagai cara menjaga keberlanjutan pasokan kayu, sekaligus mengurangi tekanan terhadap hutan alam. Dengan HTI, industri dapat memperoleh bahan baku secara lebih terencana dan legal, sementara hutan alam dapat lebih difokuskan pada fungsi konservasi dan jasa lingkungan.

Hutan Tanaman Industri (HTI) adalah jenis hutan yang sengaja ditanam oleh manusia, biasanya dengan tujuan untuk memasok bahan baku bagi industri seperti industri kertas, mebel, atau energi biomassa. Jenis pohon yang ditanam umumnya adalah pohon-pohon cepat tumbuh seperti akasia, eukaliptus, atau sengon. Berbeda dari hutan alam yang tumbuh secara alami dan memiliki beragam jenis pohon dan satwa liar, HTI lebih seragam karena biasanya hanya terdiri dari satu atau dua jenis pohon.

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mengatur pembangunan HTI agar dapat memberikan manfaat ekonomi, terutama dalam menyuplai bahan baku industri, sekaligus diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja dan pembangunan daerah. Namun, di balik itu, pengembangan HTI tidak jarang menimbulkan persoalan. Banyak masyarakat adat dan lokal yang telah lama hidup dan bergantung pada kawasan hutan, justru merasa terpinggirkan ketika tanah adat atau lahan pertanian mereka masuk dalam wilayah konsesi HTI. Oleh karena itu, pendekatan pembangunan HTI perlu mempertimbangkan aspek sosial dan hak masyarakat agar tidak menimbulkan konflik dan ketidakadilan (KLHK, 2015).

Kayu merupakan bagian utama dari pohon (yang diangkut ke luar dari ekosistem hutan) yang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan manusia, salah satunya sebagai bahan baku pembuatan kertas. Dalam proses ini, bagian yang digunakan adalah serat kayu, terutama dari jaringan xilem yang kaya akan selulosa, yaitu polimer alami yang menjadi bahan utama pembuatan pulp (bubur kertas). Bagian kayu yang mengandung selulose adalah bagian kayu terbaik untuk bahan baku kertas. Bagian kayu yang banyak mengandung sel batu tidak cocok untuk industri kertas. Oleh karena itu, belakangan ini telah dilakukan penelitian untuk mengurangi kandungan sel batu (trakeid) dalam tanaman industri. Itulah sebabnya jenis-jenis tanaman yang cepat tumbuh seperti eukaliptus dan akasia banyak dimanfaatkan sebagai sumber utama serat selulosa untuk industri pulp dan kertas (FAO, 2020; Supriyanto & Hadi, 2012).

Serasah adalah bahan organik yang berasal dari bagian tumbuhan yang gugur dan menumpuk di permukaan tanah (merupakan bahan organik jatuhnya yang akan tinggal dalam ekosistem hutan) seperti daun, ranting, dan kulit batang. Dalam ekosistem hutan, serasah memainkan peran penting karena akan terurai menjadi humus yang menyuburkan tanah, sekaligus menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme. Namun, serasah dari pohon eukaliptus memiliki karakteristik khusus yang berbeda dari serasah pohon hutan tropis lainnya. Daun eukaliptus mengandung senyawa allelopatik, seperti minyak atsiri

(eucalyptol), tanin, dan fenol, yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman lain dan memperlambat proses dekomposisi.

Dalam konteks Hutan Tanaman Industri (HTI), akumulasi serasah eukaliptus yang tinggi dapat berdampak pada menurunnya keanekaragaman tanaman bawah (herba dan semak), penurunan kualitas tanah karena proses pelapukan yang lambat dan penghambatan regenerasi alami vegetasi lokal. Selain itu, serasah ini juga berpotensi mengubah pH tanah dan komposisi mikroba tanah, yang dalam jangka panjang dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem di sekitar areal HTI. Khusus untuk jenis eukaliptus, selain timbunan serasah maka zat allelopati dari daun eukaliptus dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan bawah dan mengurangi keanekaragamannya).

Jatuhan bahan organik dari tanaman diduga memiliki perbedaan kapasitas menurut jenis dan umur tanaman. Jenis tanaman yang saat ini banyak dibudidayakan dalam perusahaan hutan tanaman adalah eukaliptus dari hasil klonning. Menduga besaran jatuhan bahan organik mati dapat dikaitkan dengan besaran unsur hara yang dikembalikan ke lantai hutan untuk digunakan kembali setelah mengalami pembusukan (dekomposisi). Pada hutan tanaman industri yang notabene menggunakan jenis tanaman yang relatif sama hingga beberapa periode membutuhkan bahan organik dalam mempertahankan sifat fisik tanah.

Besarnya kapasitas pengembalian unsur hara ke ekosistem hutan tanaman yang dihasilkan dari tegakan eukaliptus perlu diukur untuk mengetahui bagian bahan organik yang dikembalikan ketika tanaman masih hidup sebagai bagian dari pengembalian hara secara total bersama bahan organik yang ditinggalkan pada saat penebangan yaitu ranting dan daun yang tidak turut diangkut ke pabrik karena adanya Batasan limit diameter ujung kayu yang telah ditentukan.

Hal yang menjadi permasalahan yang melengkapi pengukuran kapasitas jatuhan bahan organik mati ini adalah berapa kecepatan dekomposisi bahan organik jatuhan yang dapat terjadi selama masa 1 bulan. Kecepatan dekomposisi menunjukkan berapa lama jatuhan bahan organik mati ini agar dapat membusuk dan dapat diserap akar kembali untuk mendapatkan unsur hara bagi pertumbuhannya dalam siklus hara tertutup (siklus pendek). Keadaan ini sangat penting karena pada hutan tanaman industri yang bersifat monokultur sangat membutuhkan bahan organik untuk memperbaiki sistem perakarannya melalui perbaikan sifat fisik tanah media tumbuh tanaman.

Berdasarkan permasalahan di atas maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data sebaran diameter, tinggi dan volume kayu dan menaksir kandungan karbon batang dan serasah dari 3 klon IND eukaliptus dari 3 kelas umur yang sedang dibudidayakan di sektor Habinsaran, Kabupaten Toba.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah pada areal HTI PT TPL sektor Habinsaran, Kabupaten Toba dan waktu pelaksanaannya berlangsung dari bulan Maret – Mei 2023.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman dari tegakan eukaliptus klon IND 73, klon IND 83 dan klon IND 111 yang berumur 1,2 dan 3 tahun. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian dilapangan adalah perangkap serasah (*littertrap*), penampung serasah (*litterbag*), cangkul, parang, tali ajir, goni, jaring sarlon, timbangan dalam satuan kilogram, meteran, sarung tangan, alat tulis, masker, computer dan kamera digital.

Metode Pengumpulan Data

1. Pengukuran Biomassa Batang

Pengukuran diameter dan tinggi tanaman bebas cabang dilakukan untuk mengetahui volume kayu sebagai hasil fotosintesis tanaman. Dengan mengetahui volume kayu (volume dengan faktor bentuk) maka dapat diketahui volume kayu bersih. Selanjutnya dengan mengalikan volume bersih dengan faktor berat jenis kayu maka akan diperoleh biomassa.

2. Pemasangan jaring perangkap BOJ

Untuk dapat menangkap bahan organik jatuhan dari pohon eukaliptus maka dibuatlah littertrap (perangkap) berukuran 1m x 1m dan terbuat dari sarlon/nylon yang berwarna hitam dengan ukuran mata jaring 0,2 cm. Jumlah jaring yang digunakan dalam penelitian ini adalah 27 buah jaring dipasang di bawah kanopi 3 klon IND eukaliptus yaitu IND 73, IND 83 dan IND 111 dengan 3 ulangan pada umur tanaman yang berbeda (1, 2 dan 3 tahun).

Untuk mengetahui biomassa serasah dapat diketahui setelah mengetahui berat basah (BB) dan berat kering oven (BKO) dan nilai berat kering oven inilah yang menjadi biomassa karena pengovenan serasah bertujuan untuk mengeluarkan air dari dalam serasah sehingga diperoleh biomasanya.

3. Perhitungan Biomassa Batang dan Serasah

Untuk mengetahui biomassa batang dapat digunakan rumus sederhana yaitu $BB = \text{Volume (m}^3) \times BJ \text{ (g/cm}^3\text{)}$, di mana:

BB : Biomassa Batang (kg)

Vol : Hasil kali dari $0,25 \times 3,14 \times d^2 \times fb \times h$ (m³)

d : Diameter pangkal batang (m)

fb : Faktor bentuk batang

h : Tinggi bebas cabang (m)

Serasah yang dianalisis adalah serasah hasil pengumpulan serasah yang jatuh pada littertrap dilakukan setiap 7 hari sekali selama 2 minggu (14 hari). Untuk mengetahui berat bahan organik jatuhan maka sebelum serasah dimasukkan ke litterbag maka langkah pertama yang dilakukan pengumpulan serasah dalam litterbag lalu menimbanginya serta

mencatat berapa berat basah bahan organik jatuhan. Lalu sampel serasah dikeringovenkan pada suhu 80°C. Setelah kandungan airnya habis maka dapat diketahui berat kering sereasah yang menjadi ukuran biomassa serasah.

Analisis Data

Untuk mengetahui kadar Carbon batang maka cukup dengan mengalikan biomassa batang dengan faktor Carbon yaitu 0,46. Selanjutnya cadangan Carbon dalam bahan organik jatuhan dari ketiga klon IND dari 3 kelas umur maka bahan organik jatuhan yang sudah dikeringovenkan tersebut dengan faktor Carbon (0,46).

Data faktor bentuk kayu eukaliptus (hasil pengukuran PT TPL) yang digunakan dalam menentukan kandungan Carbon adalah 0,62. Untuk memperoleh besar nilai karbon maka biomasa batang (CBB) harus dikalikan dengan berat jenis (BJ) kayu yang dalam hal ini digunakan sebesar 0,42 g/cm³. Untuk menghitung karbon serasah (CS) digunakan rumus sederhana yaitu:

CS = BS * FC, di mana:

CS : Cadangan Carbon Serasah (kg)

BS : Biomassa Serasah (kg)

FC : Faktor Carbon dalam serasah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan Potensi Kayu

Berdasarkan data hasil pengukuran diameter dan tinggi tanaman 3 jenis klon IND yang meliputi klon IND 73, klon IND 83 dan klon IND 111 dari umur 1, 2 dan 3 tahun diperoleh rata-rata diameter, tinggi dan potensi kayu 3 jenis klon IND disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Diameter, Tinggi dan Volume Kayu 3 Klon IND

Klon IND	Umur (thn)	Diameter (cm)	Tinggi (m)	Volume (m ³)
73	1	29	9,18	0,5922
	2	44	11,36	1,7532
	3	49	19,43	3,6628
83	1	27	8,58	0,4908
	2	43	10,70	1,5526
	3	57	22,67	5,8489
111	1	21	6,90	0,2313
	2	44	11,03	1,6768
	3	59	22,67	6,1939

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada pertumbuhan awal (umur 1 tahun), klon IND 111 memiliki diameter batang, tinggi tanaman dan potensi kayu yang

lebih rendah dari kedua klon IND lainnya. Klon IND 73 memiliki pertumbuhan diameter batang, tinggi tanaman dan potensi kayu yang lebih rendah dari kedua klon IND lainnya. Namun, pada saat tanaman berumur pertengahan (2 tahun) dapat diketahui bahwa klon IND 73 memiliki rata-rata diameter, tinggi dan potensi kayu tertinggi dari klon IND 111 dan klon IND 83 (lihat potensi kayu). Pada umur tanaman mendekati pemanenan (3 tahun), tanaman klon IND 111 memiliki rata-rata diameter batang, tinggi dan potensi kayu tertinggi (diameter = 59 cm, tinggi = 22,67 m dan volume = 6,1939 m³) dari klon IND 83 dan klon IND 72.

Pengukuran Serasah

1. Pengukurang Serasah 1

Hasil pengukuran bahan organik jatuhan yang meliputi informasi berat basah dan berat kering oven menurut ulangan pengukuran, umur tanaman pengukuran 1 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Berat Basah, Berat Kering Oven dan Kadar Air Serasah

Klon IND	Umur (thn)	B. Basah (gr)	B. Kering (gr)	K. Air (gr)
73	1	20,7	18,7	2,0
	2	14,3	13,3	1,0
	3	9,3	6,3	3,0
83	1	14,3	13,7	0,6
	2	23,0	17,7	5,3
	3	18,7	12,7	1,0
111	1	20,7	18,7	2,0
	2	19,3	16,3	3,0
	3	12,7	12,7	0,0

Berdasarkan Tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa berat basah bahan organik jatuhan ada kecenderungan di mana makin tua tanaman maka makin rendah produksi bahan organik jatuhan terutama pada klon IND 73 dan klon IND 111. Kondisi ini ternyata diikuti oleh berat kering oven yang dihasilkan juga mengikuti kecenderungan yang sama dengan performa berat basah bahan organik jatuhan. Dalam kaitannya dengan berat kering oven (biomassa) juga dapat diketahui bahwa biomassa serasah yang diproduksi oleh tanaman semakin tua umurnya semakin kecil. Kondisi ini dapat dipahami karena tanaman yang berumur mendekati pemanenan (umur 3 tahun) tetap memiliki tingkat persaingan yang tinggi dalam memperoleh sinar matahari karena pertumbuhan tanaman terpusat kepada tinggi tanaman.

2. Pengukuran Serasah 2

Hasil pengukuran bahan organik jatuhannya yang meliputi informasi berat basah dan berat kering oven menurut ulangan pengukuran, umur tanaman pengukuran 2 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Berat Basah, Berat Kering Oven dan Kadar Air Serasah

Klon IND	Umur (thn)	B. Basah (gram)	B. Kering (gr)	K. Air (gr)
73	1	23,7	22,7	1,0
	2	16,7	15,0	1,7
	3	10,0	9,3	0,7
83	1	20,7	17,3	3,3
	2	14,3	13,0	1,3
	3	10,0	9,0	1,0
111	1	20,7	18,7	2,0
	2	13,3	12,0	1,3
	3	11,3	10,3	1,0

Berdasarkan Tabel 3 di atas dapat diketahui bahwa berdasarkan informasi berat basah bahan organik jatuhannya semakin jelas kecenderungan di mana makin tua tanaman maka makin rendah produksi bahan organik jatuhannya. Kondisi ini juga terjadi dalam hal berat kering oven yang dihasilkan juga mengikuti kecenderungan yang sama dengan performa berat basah bahan organik jatuhannya. Dalam kaitannya dengan berat kering oven (biomassa) juga dapat diketahui bahwa biomassa serasah yang diproduksi oleh tanaman semakin tua umurnya semakin kecil. Kondisi ini dapat dipahami karena tanaman dalam kondisi persaingan yang tinggi akan berupaya mendominasi di dalam tegakan.

Potensi Karbon Tanaman

Potensi Karbon Batang

Dalam menentukan potensi timbunan karbon dalam vegetasi, penaksiran karbon batang didasarkan atas besaran biomassa dikalikan faktor kandungan karbon dalam tanaman. Jika penaksiran karbon dalam batang tanaman, khususnya tanaman berkayu seperti dalam penelitian ini maka kandungan karbon diperoleh dari hasil kali dari volume kayu dengan berat jenis tanaman dikalikan dengan faktor kandungan karbon dalam tubuh tanaman. Berbagai literatur menyatakan bahwa proporsi volume pohon yang berada pada batang tanaman adalah 0,6 dari total biomassa dari keseluruhan tubuh pohon. Sementara untuk menaksir karbon serasah cukup dengan mengalikan biomassa yang diperoleh dengan faktor kandungan karbon dalam tanaman.

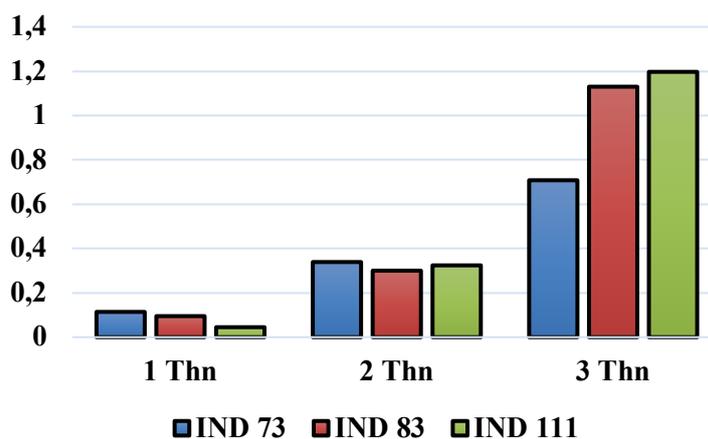
Berdasarkan data volume (potensi) kayu yang diperoleh berdasarkan hasil pengolahan data sebagaimana telah disajikan pada Tabel terdahulu diperoleh informasi volume kayu menurut umur dan jenis klon sebagaimana disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Kadar Karbon Batang dari 3 Jenis Klon IND

Klon IND	Umur (thn)	Volume (m ³)	Karbon (kg/pohon)
73	1	0,5922	0,114
	2	1,7532	0,339
	3	3,6628	0,708
83	1	0,4908	0,095
	2	1,5526	0,300
	3	5,8489	1,130
111	1	0,2313	0,045
	2	1,6768	0,324
	3	6,1939	1,197

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat diketahui bahwa kadar karbon batang tanaman pada masa tanaman berumur 1 tahun yang nantinya akan dipanen dan digunakan sebagai bahan baku pulp untuk klon IND 73 adalah 0,114 kg/btg (114 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0,095 kg/btg (95 gr/btg) dan klon IND 111 sebesar 0,045 kg/btg (45 gr/btg). Sedangkan pada tanaman yang berumur 2 tahun, kadar karbon batang tanaman klon IND 73 adalah 0,339 kg/btg (339 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0,300 kg/btg (300 gr/btg) serta klon IND 111 sebesar 0,324 kg/btg (324 gr/btg). Sementara itu, kandungan karbon batang tanaman berumur 3 tahun adalah klon IND 72 sebesar 0,708 kg/btg (708 gr/btg), klon IND 83 sebesar 1,130 kg/btg (1.130 gr/btg) dan klon IND 111 sebesar 1,197 kg/btg (1.197 gram/btg).

Informasi potensi karbon pada batang tanaman dapat disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Potensi Karbon Batang 3 Klon IND

Gambar 1 menunjukkan bahwa tanaman yang berumur lebih tua memproduksi serasah yang makin sedikit dibandingkan pada saat tanaman berumur lebih muda. Dengan

demikian, biomassa yang makin kecil mengandung karbon yang makin kecil juga. Artinya, pelepasan bahan organik mati (bahan organik jatuhan) seperti daun, ranting, cabang dan lain-lain yang merupakan bagian dari tanaman makin kecil terjadi pada tanaman yang lebih tua. Oleh karena itu maka kandungan karbon yang dikembalikan ke ekosistem hutan tanaman yang terbesar terjadi Ketika tanaman berusia muda. Ini dapat dipahami dari sifat-sifat silvika tanaman yang cenderung menggugurkan bagian-bagian dari tubuhnya jika dianggap menjadi beban Ketika tingkat persaingan terhadap sinar matahari sangat tinggi.

Potensi Karbon Serasah

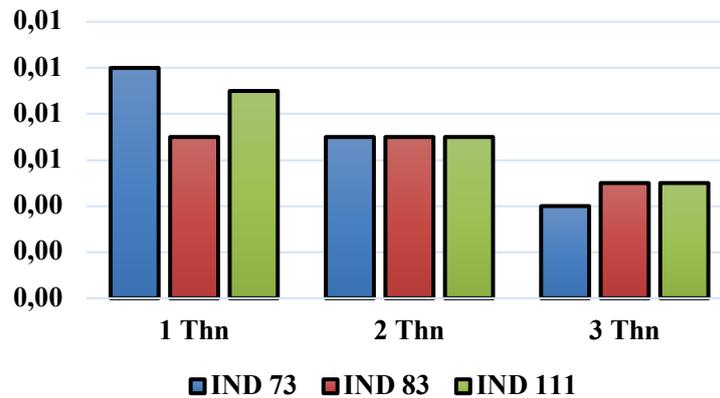
Penaksiran karbon dalam serasah bertujuan untuk mengetahui besaran karbon yang dikembalikan ke dalam ekosistem dari bahan organik jatuhan (daun, ranting, cabang dan lain-lain). Sementara untuk menaksir karbon serasah cukup dengan mengalikan biomassa yang diperoleh dengan faktor kandungan karbon dalam tanaman. Berdasarkan hasil perhitungan kadar karbon yang diperoleh dari 2 kali pengukuran maka diperoleh informasi kandungan karbon yang dikembalikan ke ekosistem hutan melalui bahan organik jatuhan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kandungan Karbon Serasah Melalui Bahan Organik Jatuhan

Klon IND	Umur (thn)	BB (gr/btg)	BK (gr/btg)	Karbon (kg/btg)
73	1	22,2	20,7	0,010
	2	15,5	14,2	0,007
	3	9,7	7,8	0,004
83	1	17,5	15,5	0,007
	2	18,7	15,4	0,007
	3	14,4	10,9	0,005
111	1	20,7	18,7	0,009
	2	16,3	14,2	0,007
	3	12,0	11,5	0,005

Berdasarkan Tabel 5 di atas dapat diketahui bahwa kadar karbon serasah yang dikembalikan ke ekosistem melalui jatuhan bahan organik pada masa tanaman berumur 1 tahun adalah untuk klon IND 73 adalah 0,010 kg/btg (10 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0,007 kg/btg (7 gr/btg) dan klon IND 111 sebesar 0,009 kg/btg (9 gram/batang). Sedangkan pada tanaman yang berumur 2 tahun, kadar karbon batang tanaman klon IND 73 adalah 0,007 kg/btg (7 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0,007 kg.btg (7 gr/btg) serta klon IND 111 sebesar 0,007 kg/btg (7 gr/btg). Sementara itu, kandungan karbon serasah berumur 3 tahun adalah klon IND 73 sebesar 0,004 kg/btg (7 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0,005 kg/btg (5 gr/btg) dan klon IND 111 sebesar 0,005 kg/btg (5 gr/btg).

Informasi potensi karbon pada batang tanaman dapat disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Potensi Karbon Serasah 3 Klon IND

Gambar 2 menjelaskan bahwa tanaman yang berumur lebih tua memproduksi serasah yang makin sedikit dibandingkan pada saat tanaman berumur lebih muda. Dengan demikian, biomassa yang makin kecil mengandung karbon yang makin kecil juga. Artinya, pelepasan bahan organik mati (bahan organik jatuhan) seperti daun, ranting, cabang dan lain-lain yang merupakan bagian dari tanaman makin kecil terjadi pada tanaman yang lebih tua. Oleh karena itu maka kandungan karbon yang dikembalikan ke ekosistem hutan tanaman yang terbesar terjadi Ketika tanaman berusia muda. Ini dapat dipahami dari sifat-sifat silvika tanaman yang cenderung menggugurkan bagian-bagian dari tubuhnya jika dianggap menjadi beban Ketika tingkat persaingan terhadap sinar matahari sangat tinggi.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan diameter batang menurut klon dan umur sebagai berikut.

1. Pertumbuhan diameter batang untuk klon IND 72 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 29 cm, 44 cm, 49 cm, klon IND 73 berurutan 27 cm, 43 cm, 57 cm serta klon IND 111 berurutan 21 cm, 44 cm, 59 cm. Pertumbuhan tinggi tanaman klon IND 73 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 9.18 m, 11.36 m, 19.43 m serta klon IND 111 berurutan 6.90 m, 11.03 m, 22.67 m. Sedangkan pertumbuhan volume kayu klon IND 73 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 0.5922 m³, 1.7532 m³, 3.6628 m³; klon IND 83 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 0.4908 m³, 1.5526 m³, dan 5.8489 m³ serta klon IND 111 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 0.2313 m³, 1.6768 m³, 6.1939 m³.
2. Kandungan karbon yang terkandung pada batang tanaman adalah untuk klon IND 73 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 0.5922 kg/btg, 1.7532 kg/btg, 3.6628 kg/btg, klon IND 83 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 0.4908 kg/btg, 1.5526 kg/btg, 5.8489 kg/btg serta klon IND 111 pada umur 1,2 dan 3 tahun berurutan 0.2313 kg/btg, 1.6768 kg/btg, 6.1939 kg/btg. Kandungan karbon serasah untuk klon 73 umur 3 tahun adalah

klon IND 73 sebesar 0.004 kg/btg (4 gr/btg), klon IND 83 sebesar 0.005 kg/btg (5 gr/btg) dan klon IND 111 sebesar 0.005 kg/btg (5 gr/btg).

3. Pengumpulan data bahan organik jatuhan membutuhkan pembiayaan yang cukup tinggi terutama dalam pembelian alat-alat penelitian sehingga penelitian akan kurang akurat jika sampel penelitian sedikit. Oleh karena itu, perlu diupayakan jumlah sampel yang memenuhi persyaratan akurasi penelitian dengan biaya yang murah. Penelitian yang serupa sangat dibutuhkan untuk klon-klon IND lainnya agar informasi tentang bahan organik jatuhan ini diperoleh secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2020. Hutan Tanaman Industri (HTI). Life Mosaic. Supporting Indigenous People to Depend Their Right.
- Arifin. 2011. Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R & D. Bandung: Alfabeta.
- Departemen Kehutanan, 1994. Lampiran Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Pembuatan Hutan Tanaman Industri. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Direktorat Bina Pembangunan Hutan Tanaman, 2009. Forest Watch Indonesia, 2015. Pelanggaran Perusahaan Hutan Tanaman Industri (HTI) dan Pembiayaan: Studi Kasus PT. Toba Pulp Lestari dan APRIL Group.
- Florentine, S. K., & Fox, J. E. D. (2003). Allelopathic Effects of Eucalyptus: Review of Recent Findings and Implications for Natural Ecosystems. *Australian Journal of Botany*, 51(6), 637–650. <https://doi.org/10.1071/BT02121>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *Forestry for a Sustainable Future: Balancing Social, Economic and Environmental Goals*. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8642en>
- [FWI] Forest Watch Indonesia, 2015. Pelanggaran Perusahaan Hutan Tanaman Industri (HTI) dan Pembiayaan “Studi Kasus PT. Toba Pulp Lestari dan Group”: Bogor Indonesia.
- Hamidy, R., S. Sastrodiharjo., dan A, Taufiturrhman. 2002. Struktur Komunitas dan Produksi Serasah Mangrove di Dumai, Riau. *Jurnal Berkala Ilmiah Biologi*. 2 (13): 755-768.
- Hanafiah KA. 2004. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Raja Grafindo
- Hardiwinoto, S. 2015. Untuk Produktivitas Hutan, Peran Silvikultur Penting dan Strategis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Jayanthi S, Arico Z. 2017. Laju dekomposisi serasah hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun. Prosiding Seminar Nasional MIPA III.
- Ministry of Environment and Forestry. (2018). *The State of Indonesia's Forests 2018*. Jakarta: KLHK & FAO.
- Murtinah, V et al, 2020. Laju Dekomposisi Pada Lahan Pascatambang Batubara Umur Revegetasi 1 Dan 5 Tahun Di PT Kaltim Prima Coal. Sangatta, Kalimantan Timur. KHLK, 2022. Status Hutan dan Kehutanan Indonesia 2020.
- Kartodihardjo, H., & Supriono, A. (2000). *Dampak Pembangunan Sektor Kehutanan terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi dan Budaya Masyarakat Lokal*. Jakarta: CIFOR. <https://doi.org/10.17528/cifor/000729>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2015). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK-II/2015 tentang Pembangunan Hutan Tanaman Industri*. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2019). *Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2019*. Jakarta: KLHK.
- Latifah, 2004. Model Pertumbuhan dan Hasil Tegakan Dalam Pengusahaan Hutan Tanaman Industri. Universitas Sumatera Utara.
- Murtinah, V et al, 2020. Laju Dekomposisi Pada Lahan Pascatambang Batubara Umur Revegetasi 1 Dan 5 Tahun Di PT Kaltim Prima Coal. Sangatta, Kalimantan Timur.
- Rimbakita.com. Hutan Tanaman Industri – Pengertian & Perkembangan di Indonesia. Menyampaikan Informasi Kehutanan dan Lingkungan Hidup.
- Setiawan, A., Hadi, T. S., & Lestari, D. (2021). Pengaruh Serasah Daun Eukaliptus terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawah dan Sifat Kimia Tanah di Areal Hutan Tanaman Industri. *Jurnal Ilmu Kehutanan Indonesia*, 8(2), 103–115. <https://doi.org/10.24815/jiki.v8i2.12345>
- Sudomo, A. et al, 2017. Produktifitas Serasah Sengon (*Paraserianthes falcataria*) Dan Sumbangannya Bagi Unsur Kimia Makro Tanah. Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017 Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan. Sbn: 978 602-361-072-3.
- Supriyanto, B., & Hadi, Y. S. (2012). *Kayu dan Teknologi Pulp: Dasar-dasar Teknologi Pembuatan Kertas*. Bogor: IPB Press.