

PENGGUNAAN METODE TREE SAMPLING DALAM PENDUGAAN STRUKTUR TEGAKAN, BERAT BASAH DAN VOLUME TEGAKAN GAMAL (*Gliricidia sepium*)

*The Use of Tree Sampling Methods in Estimating Stand Structure, Wet Weight and Volume Gamal (*Gliricidia sepium*) Stands*

Muhdin^{1*}, Muhammad Roni Hakim², Sri Rahaju¹, Qori Pebrial Ilham¹, dan Teddy Rusolono¹

(Diterima 15 Desember 2025 /Disetujui 24 Desember 2025)

ABSTRACT

*This study aims to evaluate the application of the tree sampling method in estimating the stand structure and wet weight of gamal trees (*Gliricidia sepium*) as a source of biomass energy. Data collection was carried out in three age class plots (2019, 2020, and 2021) in the RPH Hanjuang Barat, BKPH Lengkong, KPH Sukabumi. Stand structure was obtained through census and tree sampling simulation with variations in the number of sample trees (9, 12, and 15) and sample points (5 and 7). The chi-square test results showed that the tree sampling method with 12 and 15 sample trees at 5 points and 9, 12, and 15 sample trees at 7 points was able to estimate the stand structure that was close to the actual conditions. Estimates of wet weight, and stand volume showed the highest values in the 2019 planting year with 15 sample trees and 7 points, amounting to 81.084 tons ha⁻¹, and 182.650 m³ ha⁻¹, respectively. These results indicate that stand age, number of sample trees, and sampling points affect estimation accuracy. The tree sampling method can potentially be an efficient alternative for biomass stand inventory.*

Keywords: biomass estimation, forest inventory, KPH Sukabumi

¹ Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

² Alumnus Program Sarjana Program Studi Manajemen Hutan, Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

* Penulis korespondensi: Muhdin
e-mail: mhdn@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dunia saat ini menjadi isu lingkungan yang semakin mengemuka karena mempunyai dampak yang sangat besar bagi dunia dan kehidupan makhluk hidup yang menghuninya. Perubahan iklim menyebabkan terjadinya pemanasan global yang signifikan. Pemanasan global adalah meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan jumlah emisi gas rumah kaca di atmosfer (Surtani 2015). Menurut Samiaji (2011), pemanasan global diakibatkan oleh bertambahnya gas rumah kaca seperti CO₂, metan, N₂O, CFC, HFC_S, SF₆ di lapisan troposfer. Gas rumah kaca sebenarnya dibutuhkan bumi untuk menjaga suhu bumi agar tetap hangat dan memungkinkan berbagai organisme agar tetap hidup, namun jika gas rumah kaca ini terlalu banyak di lapisan atmosfer dapat mengakibatkan kenaikan suhu rata-rata permukaan bumi.

Salah satu upaya dalam penanggulangan pemanasan global adalah dengan meningkatkan kapasitas penyerapan karbon dan mengurangi penggunaan gas rumah kaca. Hutan merupakan salah satu sumberdaya alam yang dapat menyerap karbondioksida yang ada di atmosfer dalam proses fotosintesis, di mana karbondioksida (CO₂) di atmosfer diikat dan diubah menjadi bentuk energi (gugus gula) yang bermanfaat bagi kehidupan. Energi ini disimpan oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa (Purwitasari 2011). Dalam rangka mengurangi penggunaan gas rumah kaca, energi biomassa merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan gas rumah kaca. Karena menurut Pramudiyanto dan Suedy (2020), penggunaan energi berbahan baku fosil dapat meningkatkan efek gas rumah kaca dan mempengaruhi perubahan iklim yang ekstrim, sedangkan penggunaan energi terbarukan seperti biomassa dapat mengurangi efek gas rumah kaca karena dengan tidak adanya emisi karbondioksida (CO₂).

Gamal (*Gliricidia sepium*) merupakan salah satu jenis pohon yang diharapkan akan menjadi sumber energi biomassa. Sebagai salah satu sumber pengembangan energi biomassa, tanaman gamal memiliki keunggulan energi bersih yang baru dan terbarukan, berkesinambungan, dan relatif ramah lingkungan dengan keuntungan lainnya limbah abu sisa pembakaran dalam jumlah lebih sedikit (Cahyono *et al.* 2008). Selain itu, menurut Stewart *et al.* (1996) dan Djogo (1996) merupakan tanaman yang cepat tumbuh serta dapat beradaptasi dalam berbagai kondisi lahan, baik di dataran tinggi dengan curah hujan yang cukup maupun daerah yang kering di dataran rendah. Sehubungan dengan berpotensinya pohon gamal sebagai energi biomassa, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui struktur tegakan dan potensi biomassa pohon gamal yang dapat diduga dari berat basahnya.

Pendugaan berat basah dan biomassa gamal dilakukan melalui pengumpulan data dan informasi mengenai kondisi dan potensi tegakan gamal hasil dari kegiatan inventarisasi hutan. Akan tetapi pada kegiatan inventarisasi hutan, ditemukan beberapa masalah yang dihadapi baik dari segi biaya, waktu, akses geografis dan sumber daya manusia yang dibutuhkan. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi terhadap kualitas data yang diperoleh (Ikhwan *et al.* 2018). Dengan adanya permasalahan tersebut, maka berkembanglah metode dan teknik pengumpulan maupun pengolahan data melalui metode *sampling*. Metode *sampling* dinilai lebih efisien waktu dan biaya serta hasil pengukurannya pun dapat dipertanggungjawabkan, berbagai metode dan teknik *sampling* untuk pendugaan potensi biomassa telah banyak dilakukan, khususnya metode konvensional dengan menggunakan plot petak ukur atau plot lingkaran (Nanjaya *et al.* 2020; Bela *et al.* 2025). Selain menggunakan metode konvensional tersebut, ada metode lain yang yang dianggap memiliki keunggulan yaitu metode *tree sampling*. Menurut Ikhwan *et al.* (2018), keunggulan pada metode ini

adalah penerapannya di lapangan yang lebih sederhana, akurat, cepat, dan lebih mudah dipahami khususnya untuk masyarakat. Namun, penelitian pendugaan berat basah dan biomassa dengan metode *tree sampling* sampai saat ini masih jarang dilakukan khususnya pada hutan tanaman kayu energi biomassa pohon gamal. Oleh karena itu, penelitian pendugaan struktur tegakan dan berat basah pada tegakan gamal dengan menggunakan metode *tree sampling* perlu dilakukan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2024 di petak 92R (tahun tanam 2021), petak 94J (tahun tanam 2020), dan petak 90B (tahun tanam 2019) di RPH Hanjuang Barat, BKPH Lengkong, KPH Sukabumi Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten. Adapun pengolahan dan analisis data dilaksanakan pada bulan Mei–Oktober 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *global positioning system* (GPS), pita ukur, haga hypsometer, gergaji, meteran, timbangan, dan laptop dengan *software Microsoft Word* dan *Microsoft Excel*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah pohon gamal berumur 3, 4, dan 5 tahun.

Prosedur Kerja

Pengambilan Data untuk Memperoleh Informasi Struktur Tegakan Gamal

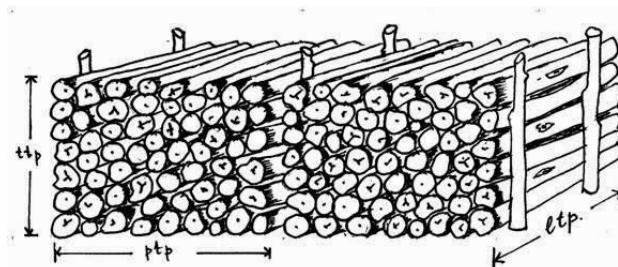
Untuk memperoleh gambaran tentang struktur tegakan populasi tegakan gamal, pengambilan data di lapangan dilakukan secara sensus pada tiga petak kelas umur, yaitu petak 92R (tahun tanam 2021), 94J (tahun tanam 2020), dan petak 90B (tahun tanam 2019) dengan luas pada masing-masing petak secara berurut-turut 0,25 ha, 0,08 ha, dan 0,1 ha kemudian hasil pengamatan terhadap jumlah cabang per pohon dan diameter masing-masing batang atau cabang dicatat pada *tallysheet*. Selanjutnya dilakukan simulasi pengambilan pohon contoh dengan metode *tree sampling* menggunakan kombinasi jumlah pohon contoh dan jumlah titik contoh, yaitu : 9, 12 dan 15 pohon contoh terdekat pada 5 dan 7 titik contoh yang tersebar merata di lapangan.

Pengambilan Data untuk Memperoleh Informasi Volume dan Berat Basah Gamal.

Untuk memperoleh informasi volume dan berat basah pohon contoh gamal, secara *purposive* diambil 10 pohon contoh pada tiap kelas umur sehingga didapatkan total sebanyak 30 pohon contoh yang mewakili ketersebaran jumlah cabang per pohnnya. Menurut Sugiyono (2013) *purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Pada penelitian ini, *purposive sampling* dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah cabang pada setiap umur pohon.

Pengukuran Berat Basah dan Volume Gamal

Pohon contoh yang sudah ditebang kemudian dipisahkan per bagian pohon menjadi batang, cabang, ranting dan daun. Untuk memudahkan dalam menimbang berat basah, batang dipotong-potong setiap satu meter, sedangkan volume batang dan cabang pohon diukur dengan menggunakan metode stapel meter. Tumpukan stapel meter diberikan pada Gambar 1. Penimbangan dilakukan pada masing-masing pohon contoh yang meliputi bagian batang, cabang, dan ranting. Hasil pengukuran volume dan berat basah dicatat pada *tallysheet*.



Gambar 1 Tumpukan stapel meter

$$Sm = ptp \times ltp \times ttp$$

Keterangan:

Sm : Tumpukan stapel meter (m^3)

ptp : Panjang tumpukan kayu (m)

ltp : Lebar tumpukan kayu (m)

ttp : Tinggi tumpukan kayu (m)

Analisis Data

Pengujian Struktur Tegakan Berdasarkan Data Contoh

Struktur tegakan (jumlah pohon untuk setiap jumlah cabang) berdasarkan contoh (dengan metode *tree sampling*), dibandingkan dengan struktur tegakan dalam populasinya menggunakan proses pengujian mengikuti prosedur “*Brute force*” (Shugart dan West 1980), yaitu membandingkan struktur tegakan dugaan (hasil *tree sampling*) dengan struktur tegakan yang sebenarnya (hasil sensus) dengan uji *chi-square* (Waite 2000).

Pasangan hipotesis yang diuji adalah:

H_0 : Struktur tegakan dugaan = Struktur tegakan yang sebenarnya

H_1 : Struktur tegakan dugaan \neq Struktur tegakan yang sebenarnya

Statistik uji *chi-square* (χ^2) dinyatakan dalam persamaan:

$$\chi^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(N_{i(a)} - N_{i(m)})^2}{N_{i(m)}}$$

Keterangan:

$N_{i(a)}$ adalah proporsi pohon yang sebenarnya (hasil sensus)

$N_{i(m)}$ adalah proporsi pohon dugaan (hasil *tree sampling*)

Kaidah keputusan atau kriteria pengujian disusun sebagai berikut:

$$\chi^2_{hitung} \begin{cases} \leq \chi^2_{tabel}, & \text{maka terima } H_0 \\ > \chi^2_{tabel}, & \text{maka tolak } H_0 \end{cases}$$

Perhitungan Rata-rata Berat Basah dan Volume Stapel Meter Contoh

Perhitungan rata-rata berat basah

$$\bar{B}_{bc} = \frac{\sum_i^n B_{bc}}{n}$$

Keterangan:

\bar{B}_{bc} : Berat basah rata-rata pohon contoh tiap jumlah cabang pada umur tertentu (kg/pohon)

B_{bc} : Berat basah contoh tiap jumlah cabang pada umur tertentu (kg)
 n : Jumlah pohon contoh tiap jumlah cabang pada umur tertentu

Perhitungan volume rata-rata

$$\bar{V}_{sm} = \frac{\sum_i^n V_{sm}}{n}$$

Keterangan:

\bar{V}_{sm} : Volume stapel meter rata-rata pohon contoh tiap jumlah cabang pada umur tertentu ($m^3/pohon$)
 V_{sm} : Volume staple meter contoh tiap jumlah cabang pada umur tertentu (m^3)
 n : Jumlah pohon contoh tiap jumlah cabang pada umur tertentu

Pendugaan Berat Basah dan Volume Stapel Meter

Pendugaan berat basah total

$$\hat{B}_{bt} = \frac{\bar{B}_{bc} \times Ns}{a}$$

Keterangan:

\hat{B}_{bt} : Penduga berat basah total tiap jumlah cabang pada kelas umur
 \bar{B}_{bc} : berat basah rata-rata contoh tiap arsitektur pohon pada kelas umur tertentu
 Ns : Jumlah pohon hasil *tree sampling* tiap arsitektur pohon pada kelas umur tertentu
 a : Luas plot

Pendugaan volume total

$$\hat{V}_{sm} = \frac{\bar{V}_{sm} \times Ns}{a}$$

Keterangan:

\hat{V}_{sm} : Penduga volume stapel meter tiap jumlah cabang pada kelas umur tertentu
 \bar{V}_{sm} : Volume stapel meter rata-rata contoh
 Ns : Jumlah pohon *tree sampling* tiap arsitektur pada kelas umur tertentu
 a : Luas plot

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Tegakan Gamal

Struktur tegakan gamal hasil sensus

Hasil pengukuran dengan sensus di RPH Hanjuang Barat, BKPH Lengkong, KPH Sukabumi Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten ditemukan sebanyak 574 individu gamal yang masing-masing tersebar di setiap petak. Petak 92R (tahun tanam 2021) diperoleh sebanyak 250 individu dengan luasan petak seluas 50x50 m (0,25ha), petak 94J (tahun tanam 2020) diperoleh sebanyak 92 individu dengan luasan petak seluas 20x40 m (0,08ha), dan petak 90B (tahun tanam 2019) diperoleh sebanyak 232 individu dengan luasan petak seluas 20x50 m (0,1ha). Persebaran jumlah percabangan pohon gamal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Struktur tegakan gamal hasil sensus

Tahun tanam	Luas petak (ha)	Jumlah percabangan					Jumlah
		1	2	3	4	5	
2019	0,1	32	83	79	28	10	232

Tahun tanam	Luas petak (ha)	Jumlah percabangan					Jumlah
		1	2	3	4	5	
2020	0,08	40	38	8	6		92
2021	0,25	185	51	14			250
							574

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, sebaran jumlah percabangan pohon gamal pada tahun tanam 2019 yaitu 1 sampai 5 jumlah percabangan yang didominasi oleh pohon dengan jumlah percabangan 2 sebanyak 83 pohon, pada tahun tanam 2020 yaitu 1 sampai 4 jumlah percabangan yang didominasi oleh pohon dengan jumlah 1 percabangan (tunggal) sebanyak 40 pohon dan pada tahun tanam 2021 yaitu 1 sampai 3 jumlah percabangan yang didominasi oleh pohon dengan jumlah 1 percabangan (tunggal) sebanyak 185 pohon

Dugaan struktur tegakan gamal

Simulasi metode *tree sampling* untuk menduga struktur tegakan pohon gamal dilakukan pada tiap tahun tanam dengan jumlah pohon contoh dan jumlah titik yang telah ditentukan secara berturut-turut yaitu 9,12 dan 15 pohon contoh serta 5 dan 7 titik. Hasil simulasi metode *tree sampling* dalam menduga struktur tegakan pohon gamal tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 Struktur tegakan dugaan tegakan gamal

Tahun Tanam	Jumlah Titik	<i>n-tree sampling</i>	Jumlah Percabangan					Jumlah
			1	2	3	4	5	
2021	5	9	30	10	5			45
		12	42	13	5			60
		15	57	13	5			75
	7	9	45	12	6			63
		12	59	18	7			84
		15	74	24	7			105
2020	5	9	16	18	5	6		45
		12	25	23	6	6		60
		15	31	32	6	6		75
	7	9	25	27	5	6		63
		12	36	34	8	6		84
		15	-	-	-	-		0
2019	5	9	6	13	12	7	7	45
		12	8	19	19	8	6	60
		15	9	28	23	9	6	75
	7	9	9	23	16	10	5	63
		12	13	27	23	13	8	84
		15	14	32	36	15	8	105

Berdasarkan hasil simulasi metode *tree sampling* yang dilakukan, dapat diketahui kondisi struktur tegakan dugaan gamal di BKPH Lengkong, KPH Sukabumi. Struktur tegakan dugaan gamal yang diketahui adalah jumlah percabangan pada masing-masing individu pada setiap tahun tanam. Hanya pada 15-*tree sampling* pada tahun tanam 2020 dengan jumlah 7 titik yang tidak dapat dilakukan karena jumlah pohon hasil sensus tidak mencukupi (hanya ada 92 pohon) untuk simulasi *tree sampling* (perlu 105 pohon).

Pengujian Struktur Tegakan Gamal dengan Struktur Tegakan Dugaan Berdasarkan *Tree Sampling*

Berdasarkan data struktur tegakan gamal yang tertera pada Tabel 1 dan Tabel 2, pada tiap tahun tanam dapat diketahui proporsi jumlah pohon berdasarkan jumlah percabangannya. Proporsi struktur tegakan hasil sensus dan proporsi struktur tegakan dugaan akan digunakan untuk perhitungan uji *chi-square*. Sehingga akan didapat nilai χ^2_{hitung} nya. Untuk mengetahui apakah metode berbagai *n-tree sampling* dapat menjadi alternatif pilihan dalam menduga struktur tegakan gamal hasilnya tertera pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian kondisi struktur tegakan aktual dengan kondisi struktur tegakan dugaan

Tahun Tanam	Metode <i>Tree Sampling</i>						$\chi^2_{tabel(0,05)}$	
	5 titik			7 titik				
	9-pohon	12-pohon	15-pohon	9-pohon	12-pohon	15-pohon		
2019	33,287*	8,297	3,796	6,482	9,149	3,749	9,488	
2020	9,270*	2,340	0,541	1,838	0,164		7,815	
2021	6,313*	1,629	0,718	2,928	1,577	0,667	5,991	

Dari Tabel 3 terlihat bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai χ^2_{hitung} memiliki nilai yang berbeda untuk setiap jumlah titik dan jumlah pohon contoh yang digunakan untuk menduga struktur tegakan dengan menggunakan metode *tree sampling*. Pada setiap tahun tanam pohon gamal, penggunaan metode 9-tree sampling dengan jumlah 5 titik menunjukkan nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel(0,05)}$ yang berarti menolak H_0 dan menerima H_1 yakni penggunaan metode 9-tree sampling dengan jumlah 5 titik untuk menduga struktur tegakan gamal tidak menggambarkan kondisi struktur tegakan yang sebenarnya di lapangan (aktual), sedangkan pada setiap tahun tanam pohon gamal, penggunaan metode 12 dan 15-tree sampling dengan jumlah 5 dan 7 titik, menunjukkan $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel(0,05)}$ yang berarti menerima H_0 dan menolak H_1 yakni penggunaan metode 12 dan 15-tree sampling dengan jumlah 5 dan 7 titik untuk menduga struktur tegakan gamal menggambarkan kondisi struktur tegakan yang sebenarnya di lapangan (aktual). Namun pada 15-tree sampling dengan jumlah 7 titik pada tahun tanam 2020 tidak dapat dilakukan *tree sampling* karena jumlah pohon hasil sensus kurang untuk memenuhi kebutuhan pohon untuk 15-tree sampling.

Terdapat perbedaan hasil antara 9-tree sampling dengan jumlah 5 titik dengan 9-tree sampling dengan jumlah 7 titik. Pada 9-tree sampling dengan jumlah 7 titik menunjukkan $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel(0,05)}$ yang berarti menerima H_0 dan menolak H_1 yakni penggunaan metode 9-tree sampling dengan jumlah 7 titik untuk menduga struktur tegakan gamal menggambarkan kondisi struktur tegakan yang sebenarnya di lapangan (aktual). Hal ini membuktikan bahwa dalam menduga struktur tegakan gamal dengan menggunakan *tree sampling*, tidak hanya dengan semakin banyak jumlah pohon contoh yang diambil saja yang dapat berpengaruh pada hasil dugaan struktur tegakan, tetapi juga dengan semakin banyaknya jumlah titik sampel.

Rata-rata Berat Basah dan Volume Gamal

Rata-rata berat basah gamal

Pada tahun tanam 2021 dan 2020, rata-rata berat basah terbesar berada pada pohon dengan jumlah percabangan 2 dengan rata-rata berat basah pada masing-masing umur secara berturut-turut 12,67 kg dan 21,50 kg. Sedangkan pada tahun tanam 2019, rata-rata berat basah terbesar berada pada pohon dengan jumlah percabangan 3 sebesar 47,00 kg (Tabel 4). Rata-rata berat basah berdasarkan umur dan jumlah cabang dengan rata-rata berat basah terbesar berada pada tahun tanam 2019 sebesar 31,65 kg dan pada jumlah percabangan 5 sebesar 40,00 kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tua umur (tahun tanamnya) dan semakin banyak jumlah percabangannya, semakin besar pula rata-rata berat basah pohon gamal contoh. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Uthbah *et al.* (2017) dan Yudistina *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa umur tanaman sangat mempengaruhi ukuran diameter batang dan biomassa tegakan. Peningkatan umur tanaman dapat meningkatkan diameter batang dan biomassa tegakan. Diameter batang merupakan gambaran dari besarnya biomassa tegakan. Semakin besar diameter batang maka semakin besar pula biomassanya.

Tabel 4 Rata-rata berat basah pohon gamal contoh

Jumlah Cabang	Rata-rata Berat Basah (kg/pohon)			Berdasarkan Jumlah Cabang
	2021	2020	2019	
Cabang 1	11,59	10,75	22,00	14,87
Cabang 2	12,67	21,50	28,00	20,00
Cabang 3	7,21	19,75	47,00	22,15
Cabang 4	-	16,00	30,25	23,12
Cabang 5	-		40,00	40,00
Berdasarkan umur	10,59	17,90	31,65	-

Pada tahun tanam 2021 dan 2020, rata-rata berat basah terbesar berada pada pohon dengan jumlah percabangan 2 dengan rata-rata berat basah pada masing-masing umur secara berturut-turut 12,67 kg dan 21,50 kg. Sedangkan pada tahun tanam 2019, rata-rata berat basah terbesar berada pada pohon dengan jumlah percabangan 3 sebesar 47,00 kg (Tabel 4). Pada Tabel 4 juga tersaji rata-rata berat basah berdasarkan umur dan jumlah cabang dengan rata-rata berat basah terbesar berada pada tahun tanam 2019 sebesar 31,65 kg dan pada jumlah percabangan 5 sebesar 40,00 kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tua umur (tahun tanamnya) dan semakin banyak jumlah percabangannya, semakin besar pula rata-rata berat basah pohon gamal contoh. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Uthbah *et al.* (2017) dan Yudistina *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa umur tanaman sangat mempengaruhi ukuran diameter batang dan biomassa tegakan. Peningkatan umur tanaman dapat meningkatkan diameter batang dan biomassa tegakan. Diameter batang merupakan gambaran dari besarnya biomassa tegakan. Semakin besar diameter batang maka semakin besar pula biomassanya.

Rata-rata volume gamal

Hasil perhitungan rata-rata volume pohon gamal contoh pada Tabel 5, terlihat bahwa rata-rata volume terbesar pada tahun tanam 2021 yaitu pada jumlah percabangan 2 sebesar $0,042\text{ m}^3$, sedangkan pada tahun tanam 2020 dan 2019 rata-rata volume terbesar yaitu pada jumlah percabangan 3 secara berturut-turut sebesar $0,054\text{ m}^3$ dan $0,096\text{ m}^3$. Namun jika dilihat volume rata-rata berdasarkan umur dan berdasarkan jumlah percabangan menunjukkan bahwa semakin tua umur (tahun tanam) dan semakin banyak jumlah percabangan, semakin besar pula volume rata-rata pohon gamal yaitu secara berturut-turut sebesar $0,072\text{ m}^3$ dan $0,083\text{ m}^3$. Secara umum Tabel 5 menunjukkan

bahwa umur dan jumlah percabangan berpengaruh terhadap besarnya rata-rata volume pohon gamal contoh.

Tabel 5 Rata-rata volume pohon gamal contoh

Jumlah Cabang	Rata-rata Volume per pohon (m^3)			Berdasarkan Jumlah Cabang
	2021	2020	2019	
Cabang 1	0,034	0,033	0,051	0,039
Cabang 2	0,042	0,053	0,075	0,054
Cabang 3	0,034	0,054	0,096	0,058
Cabang 4	-	0,044	0,068	0,056
Cabang 5	-		0,083	0,083
Berdasarkan umur	0,036	0,047	0,072	-

Dari hasil perhitungan rata-rata volume pohon gamal contoh (Tabel 5), diketahui bahwa rata-rata volume terbesar pada tahun tanam 2021 yaitu pada jumlah percabangan 2 sebesar $0,042\ m^3$, sedangkan pada tahun tanam 2020 dan 2019 rata-rata volume terbesar yaitu pada jumlah percabangan 3 secara berturut-turut sebesar $0,054\ m^3$ dan $0,096\ m^3$. Namun jika dilihat volume rata-rata berdasarkan umur dan berdasarkan jumlah percabangan menunjukkan bahwa semakin tua umur (tahun tanam) dan semakin banyak jumlah percabangan, semakin besar pula volume rata-rata pohon gamal yaitu secara berturut-turut sebesar $0,072\ m^3$ dan $0,083\ m^3$. Secara umum Tabel 5 menunjukkan bahwa umur dan jumlah percabangan berpengaruh terhadap besarnya rata-rata volume pohon gamal contoh.

Pertumbuhan umur pohon berhubungan erat dengan dimensi pohon, terutama diameter dan tinggi. Seiring bertambahnya umur, diameter dan tinggi pohon cenderung meningkat. Dalam penentuan volume, volume dihitung berdasarkan diameter dan tinggi pohon sehingga seiring bertambahnya umur, semakin besar pula volume yang dihasilkan. Namun jika melihat Tabel 5, terdapat fenomena di mana umur dan jumlah percabangan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan volume, hal ini diduga karena pada saat perhitungan volume menggunakan stabel meter, adanya *human error* saat menumpukkan batang, cabang, dan ranting pohon dimana adanya ruang-ruang yang ada di stabel meter tidak terpenuhi secara sempurna sehingga berpengaruh terhadap tinggi tumpukan yang berimplikasi pada hasil perhitungan volume.

Pendugaan Berat Basah dan Volume Gamal

Potensi berat basah tegakan gamal

Hasil pendugaan potensi berat basah menggunakan simulasi *tree sampling* (Tabel 6) menunjukkan bahwa tegakan gamal dengan tahun tanam 2019 pada setiap jumlah titik dan unit contoh memiliki nilai potensi terbesar dibanding tahun lainnya. Hasil penelitian juga menunjukkan nilai potensi berat basah meningkat seiring bertambahnya umur.

Tabel 6 Potensi berat basah tegakan gamal

Jumlah Titik	Unit Contoh	Biomassa (ton/ha)		
		2021	2020	2019
5	12-pohon	11,456	18,740	80,543
	15-pohon	11,482	18,948	79,661
	9-pohon	11,375	19,057	77,204
7	12-pohon	11,453	18,783	78,335
	15-pohon	11,542	-	81,084

Pada tahun tanam 2021, potensi berat basah terbesar terletak pada 15-tree sampling dengan jumlah titik 7 sebesar 11,542 ton ha⁻¹. Sedangkan pada tahun tanam 2020, potensi berat basah total pohon gamal terbesar terletak pada 9-tree sampling dengan jumlah titik 5 sebesar 19,057 ton ha⁻¹. Sementara itu, pada tahun tanam 2019, potensi berat basah total pohon gamal terbesar terletak pada 15-tree sampling dengan jumlah titik 7 sebesar 81,084 ton ha⁻¹.

Potensi volume tegakan gamal

Tabel 7 menunjukkan bahwa volume pohon gamal (*Gliricidia sepium*) per hektare (m³ha⁻¹) berdasarkan tahun tanam (2021, 2020, dan 2019) dan unit contoh yang berbeda. Pada tahun tanam 2021 dan 2019 volume pohon gamal terbesar berada pada 15-tree sampling dengan jumlah titik 7 secara berturut-turut sebesar 35,632 m³ha⁻¹ dan 182,650 m³ha⁻¹.

Tabel 7 Potensi volume tegakan gamal

Jumlah Titik	Unit Contoh	Volume (m ³ ha ⁻¹)		
		2021	2020	2019
5	12-pohon	35,545	50,205	181,923
	15-pohon	35,196	50,482	182,027
	9-pohon	35,343	50,710	177,535
7	12-pohon	35,526	50,225	178,201
	15-pohon	35,632	-	182,650

Pada tahun tanam 2020, volume pohon gamal terbesar berada pada 9-tree sampling dengan jumlah titik 7 sebesar 50,710 m³ha⁻¹. Data menunjukkan adanya fluktuasi signifikan dalam volume pohon per hektare dari tahun ke tahun. Tahun 2019 menunjukkan volume tertinggi di semua kategori, sementara tahun 2021 menunjukkan penurunan volume secara keseluruhan. Penerapan simulasi metode tree sampling dengan umur (tahun tanam) yang lebih tua dan jumlah pohon yang lebih banyak cenderung menghasilkan volume yang lebih tinggi dibandingkan dengan umur yang lebih muda dan jumlah pohon yang lebih sedikit. Perbedaan nilai yang sangat signifikan antara tahun 2019 dan tahun lainnya dikarenakan umur pada pohon sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai volume. Pohon gamal yang lebih muda mungkin belum mencapai potensi maksimalnya dibandingkan dengan pohon gamal yang lebih tua.

SIMPULAN

Struktur tegakan gamal (*Gliricidia sepium*) di RPH Hanjuang Barat, BKPH Lengkong, KPH Sukabumi Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten dapat diduga dengan metode tree sampling dengan 12 dan 15 pohon contoh pada 5 titik contoh serta 9, 12 dan 15 pohon contoh pada 7 titik contoh. Hasil pendugaan berat basah dan volume total terbesar terletak pada tahun tanam 2019 dengan 15 pohon contoh dan jumlah titik 7 secara berturut-turut sebesar 81,084 ton ha⁻¹ dan 182,650 m³ha⁻¹. Hasil pendugaan biomassa dan volume gamal menunjukkan bahwa semakin banyak pohon contoh dan jumlah titik serta semakin tua umur tegakannya, semakin besar pula nilai tersebut.

SARAN

Untuk pendugaan biomassa (berat kering) pohon/tegakan gamal, maka perlu adanya penelitian lanjutan menggunakan contoh spesimen yang dioven terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bela DI, Rahmadwiati R, Wicaksono RL. (2025). Pendugaan Potensi Biomassa dan Nilai Ekonomi Serapan Karbon Tegakan di Hutan Rakyat Desa Plosorejo, Kerjo, Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 286-294, doi:10.14710/jil.23.1.286-294.
- Cahyono TD, Coto Z, Febrianto F. 2008. Analisis nilai kalor dan kelayakan ekonomis kayu sebagai bahan bakar. *Forum Pascasarjana*. 31(2): 105–116.
- Djogo APY. 1996. Penggunaan Glirisida di Indonesia. *Asia Pasific Agroforestry Network Sekretariat*. Bogor.
- Fiqa AP, Nursafitri TH, Masudah S. 2021. Pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan beberapa aksesi *Dioscorea alata* L. Terpilih koleksi Kebun Raya Purwodadi. *Jurnal Agro*. 8(1): 25-39.
- Haq AI. 2022. Potensi biomassa tegakan gamal (*Gliricidia sepium*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) di KHDTK Wanagama [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ikhwan M, Sadjati E, Arland S. 2018. Studi penerapan metode pohon contoh (*tree sampling*) dalam pendugaan potensi tegakan hutan tanaman ekaliptus. *Wahana Foresta: Jurnal Kehutanan*. 13(2): 132-143.
- Nanjaya EK, Rusolono T, Tiryana T. 2020. Penentuan ukuran plot contoh optimal untuk pendugaan luas bidang dasar dan biomassa tegakan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 17(1): 65-77.
- Pramudiyanto AS, Suedy SWA. 2020. Energi bersih dan ramah lingkungan dari biomassa untuk mengurangi efek gas rumah kaca dan perubahan iklim yang ekstrim. *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*. 1(3): 86-99.
- Purwitasari H. 2011. Model persamaan alometrik biomassa dan massa karbon pohon Akasia Mangium (*Acacia mangium Wild*) (studi kasus pada HTI Akasia Mangium di BKPH Parung Panjang, KPH Bogor, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten) [Skripsi]. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Rahutomo AB. 2011. Potensi biomassa, karbon dan serapan gas CO₂ jenis gamal (*Gliricidia sepium*) bagian *above ground* di Hutan Pendidikan Wanagama I, Yogyakarta [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Samiaji T. 2011. Gas CO₂ di wilayah Indonesia. *Berita Dirgantara*. 12(2): 68-75.
- Shugart Jr HH, West DC. 1980. Forest succession models. *Bioscience*. 30(5): 308-313
- Stewart JL, Allison GE, Simons AJ. 1996. *Gliricidia sepium* Genetic resources for farmers. *Tropical Forest Paper*. Oxford Forest Institute, Department of Plant Science, University of Oxford. No. 33.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surtani. 2015. Efek rumah kaca dalam perspektif global (pemanasan global akibat efek rumah kaca). *Jurnal Geografi*. 4(1): 49-55.
- Uthbah Z, Sudiana E, Yani E. 2017. Analisis biomassa dan cadangan karbon pada berbagai umur tegakan damar (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica*. 4(2): 119 -124.
- Waite S. 2000. *Statistical ecology in practice: A guide to analysing environmental and ecological field data*. Practice Hall. London.
- Yudistina V, Santoso M, Aini N. 2017. Hubungan antara diameter batang dengan umur tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit. *Buana Sains*. 17(1): 43-48.