

Model Pertumbuhan Tegakan *Pinus Merkusii* Di RPH Katerban BKPH Purworejo KPH Kedu Selatan

Ananda Laila Ramadani^{*)}, Tatik Suhartati, Sugeng Wahyudiono

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, INSTIPER Yogyakarta

^{*)}E-mail Korespondensi : anandalaila24@gmail.com

ABSTRAK

Pohon pinus banyak ditanam oleh Perum Perhutani di Pulau Jawa karena dapat menghasilkan hasil hutan kayu dan bukan kayu berupa getah pinus. Produktivitas getah pinus dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor dari dalam pohon itu sendiri seperti jenis, diameter dan umur tegakan. Dengan adanya model pertumbuhan dapat mengetahui pertumbuhan pohon dari waktu ke waktu dan mengetahui daur volume kayu maksimal pohon pinus yang dapat mempengaruhi produktivitas getah pinus.. Pengambilan sampel dilakukan dengan sistematis random sampling. Intensitas sampling yang digunakan berdasarkan Prosedur Kerja Perum Perhutani PK-SMPHT.01.1-004 Inventarisasi Hutan Tahun 2022 yaitu dengan intensitas sampling 1,0%. Jumlah petak ukur yang digunakan dalam 1 petak yaitu sebanyak 3 petak ukur dimana ukuran jari-jari petak ukur 11,29 m atau 0,04 Ha dengan jarak antar petak ukur 200 m. jumlah keseluruhan plot pada 5 petak yaitu sebanyak 15 petak ukur. Parameter yang diukur adalah tinggi total pohon, dan diameter pohon pada semua pohon dalam plot. Model yang digunakan ada 4 yaitu yaitu model quadratic, model logarithmic, model S, dan model growth. Kriteria pemilihan model terpilih dilakukan dengan uji kesesuaian model dan validasi model. Dari hasil perhitungan model terpilih dari keempat model tersebut untuk menaksir tinggi total dan diameter setinggi dada pohon *Pinus Merkusii* adalah Model Quadratic dengan persamaan $DBH Y = -15.9704 + (2.9004 * x) + (-0.0349 * x^2)$ dan Tinggi $Y = 3.4598 + (0.5627 * x) + (0.0066 * x^2)$. Daur volume maksimal tegakan *Pinus merkusii* di RPH Katerban BKPH Purworejo KPH Kedu Selatan dalam penelitian ini masih *Overestimate* (Menaksir terlalu tinggi). Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan sampel dan model yang berbeda.

Kata Kunci : *Pinus merkusii*, Daur Volume Maksimal, Model Pertumbuhan

PENDAHULUAN

Pohon pinus banyak ditanam oleh Perum Perhutani di Pulau Jawa karena dapat menghasilkan hasil hutan kayu dan bukan kayu berupa getah pinus. Getah pinus diolah untuk menghasilkan gondorukem dan dimanfaatkan untuk bahan baku industri lanjutan, sementara itu kayu pinus dapat dimanfaatkan untuk konstruksi ringan, mebel, pulp, korek api, dan sumpit. Produksi getah tentunya berhubungan dengan pertumbuhan pohon. Semakin tua pohon maka akan mencapai produksi kayu yang maksimal dan dimungkinkan akan tercapai juga produksi getah yang maksimal. Wilayah Perum Perhutani KPH Kedu Selatan yang terletak di Kabupaten Purworejo. KPH Kedu Selatan mengelola hasil hutan bukan kayu berupa penyadapan getah pinus dan getah damar (kopal). Getah pinus hasil sadapan tersebut diolah menjadi gondorukem dan terpentin. Kawasan yang diperuntukan untuk pinus pada KPH Kedu

Selatan mempunyai luas 44.659,81 ha. Berdasarkan fungsinya terdiri dari hutan produksi (7.877,55 ha), hutan lindung (4.240,73 ha), dan hutan produksi terbatas (32.541,53 ha) (Supono, 2017).

Dengan adanya model pertumbuhan dapat mengetahui pertumbuhan pohon dari waktu ke waktu dan mengetahui daur volume kayu maksimal pohon pinus yang dapat mempengaruhi produktivitas getah pinus. Dan dapat memberikan informasi tentang model pertumbuhan pada tegakan *Pinus merkusii* sesuai dengan pertumbuhan diameter dan tinggi bebas cabang pohon dan mengetahui daur volume optimal tegakan *Pinus merkusii* di BKPH Purworejo KPH Kedu Selatan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan dengan sistematis random sampling, penentuan titik pusat dilakukan secara acak pada plot sampel pertama, sedangkan pada sampel selanjutnya ditentukan secara sistematis menurut pola tertentu. Plot berbentuk lingkaran dengan jari-jari 11,29 meter (seluas 0,04 Ha) dengan jarak 200 meter. Karakteristik yang diukur yaitu peninggi, tinggi total dan keliling. Pengambilan jumlah plot berdasarkan luas petak, intensitas sampling, dan luas petak ukur. Intensitas sampling 1% ditentukan dengan pertimbangan keseragaman tegakan dan waktu, biaya serta tenaga yang dibutuhkan (Ora dkk, 2009). Model-model yang dianalisis menurut (Wijaya dkk., 2021) sebagai berikut :

1. Model Quadratic : $Y = a + bx + cx^2$
2. Model Logarithmic : $Y = a + b \log (x)$
3. Model S : $Y = \text{Exp } a + b/x$
4. Model Growth : $Y = \text{Exp } a+bx$

Keterangan : x = Umur; a,b = koefisien regresi; Y = Dbh atau Tinggi total

Model yang terbaik merupakan model yang dapat memenuhi atau mendekati kriteria uji yang telah ditetapkan . Pemilihan model dengan kriteria hasil uji F nyata, Koefisien determinasi (R^2) tinggi dan Standar error regresi (SeR). Validasi model adalah proses evaluasi terhadap suatu model untuk menentukan apakah model tersebut sesuai dengan data yang ada dan memiliki kualitas yang baik untuk memprediksi atau menjelaskan suatu fenomena. Validasi model dilakukan dengan menghitung hasil Root Mean Square Error (RMSE) , Bias (B) yang mendekati nol, Simpangan Rata-rata (SR) sebaiknya tidak lebih dari 10% dan Simpangan Agregatif (SA) yang berkisaran dari -1 sampai +1 (Yusandi dan Jaya, 2016).

Volume suatu pohon yang masih berdiri dapat dihitung atau ditentukan dengan jalan mengukur diameter dan tinggi pohon. Pengertian ini berbeda-beda tergantung tujuan dari volume yang akan dihasilkan (Mardiatmoko Gun dkk., 2020). Rumus Perhitungan volume pohon Pinus merkusii menurut Sahid (2013) sebagai berikut :

$$V = 1/4\pi. d^2 . t . 0,7$$

Keterangan : V = Volume pohon $\pi = \text{Phi } (3,14)$ d = Dbh t = Tinggi
0,7 = Faktor koreksi

Menaksir riap dilakukan dengan menggunakan model terbaik kemudian menghitung CAI dan MAI kemudian diolah menjadi grafik dimana perpotongan antara CAI dan MAI tersebut adalah daur volume optimal. Adapun rumus perhitungan CAI dan MAI menurut Suhartati dan Pebriansyah (2021) adalah sebagai berikut :

$$CAI = \frac{V_t - V_{t-1}}{t - (t-1)} \qquad MAI = \frac{V_t}{t}$$

Keterangan : V_t = Volume t = Umur

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Data

Data sampel yang digunakan yaitu data primer yang terdiri dari umur 11, 19, 21, 23, dan 32 tahun. Data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan kemudian dilakukan *uji boxplot* atau dilakukan eliminasi. Hasil eliminasi akan digunakan sebagai sampel untuk penyusunan model pertumbuhan. Data hasil eliminasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Pada petak ukur 2 memperoleh nilai koefisien variasi tertinggi dan melebihi batasan yaitu sebesar 36% disebabkan karena beberapa faktor kondisi lingkungan dan kondisi tanah. Pada petak ukur 2 memiliki nilai dbh yang terkecil dibandingkan dengan petak ukur lainnya. Batasan nilai koefisien variasi yang menunjukkan bahwa homogen pada tegakan hutan yaitu koefisien dengan nilai 25%.

Tabel 1. Hasil Eliminasi Dbh

Umur	Petak Ukur	Jumlah Pohon	Min (cm)	Max (cm)	Rata-rata (cm)	Standar Deviasi (cm)	Koefisien variasi(%)
11	1	22	9,87	19,43	14,49	2,41	17
	2	26	2,55	10,83	6,14	2,22	36
	3	20	9,87	19,43	14,92	2,86	19
19	1	21	16,56	31,21	24,75	3,53	14
	2	19	24,52	30,89	28,41	2,06	7
	3	24	18,79	31,53	26,39	3,04	12
21	1	23	25,16	30,57	28,45	1,44	5
	2	18	25,16	31,21	28,24	1,88	7
	3	22	25,16	31,21	27,52	1,54	6
23	1	18	31,21	37,58	33,93	2,32	7
	2	16	31,21	40,76	34,71	2,88	8
	3	22	31,21	38,54	32,86	1,97	6
32	1	22	33,12	46,82	40,87	3,83	9
	2	19	35,03	45,86	39,54	3,01	8
	3	21	36,62	47,13	42,49	2,58	6

Sumber : Analisis Data Primer

Tabel 2. Hasil Eliminasi Tinggi

Umur	Petak Ukur	Jumlah Pohon	Min (m)	Max (m)	Rata-rata (m)	Standar Deviasi (m)	Koefisien variasi(%)
11	1	22	6	24	13,9	5,03	36
	2	25	3,5	7	5,0	0,81	16
	3	20	11	16	13,2	1,86	14
19	1	20	15,9	18,9	17,3	0,84	5
	2	19	13	16,5	14,8	0,94	6
	3	24	12	16,5	14,1	1,28	9
21	1	21	15,8	20	18,0	1,16	6
	2	17	17	20	18,3	0,81	4
	3	22	16,6	19,1	17,8	0,81	5
23	1	18	14,5	18	16,2	0,88	5
	2	15	25	31	27,9	1,64	6
	3	22	16	26	19,4	2,68	14
32	1	22	20,2	32	27,0	2,93	11
	2	19	23,1	32	28,0	2,17	8
	3	20	25,4	33	29,1	2,29	8

Sumber : Analisis Data Primer

Koefisien variasi (*coefficient of variation*) atau koefisien dispersi adalah ukuran persebaran yang dinormalkan dari suatu distribusi probabilitas (Setiawan, 2012). Pada umur 11 tahun petak ukur 1 memiliki koefisien variasi tertinggi yaitu sebesar 36%. Tingginya nilai koefisien variasi disebabkan karena kondisi lapangan, seperti tinggi rata-rata pohon pada lahan tersebut. Pada umur 11 tahun yang memiliki tinggi pohon tertinggi yaitu pohon pada petak ukur 1 dengan rata-rata tinggi 13,91 m yang menyebabkan tingginya nilai koefisien variasi.

b. Penyusunan Model

Tabel 3. Persamaan Regresi yang Dihasilkan

Model	Persamaan	Variabel		Rumus
		X	Y	
Quadratic	$Y = a + bx + cx^2$	Umur	DBH	$Y = -15,9704 + (2,9004 * x) + (0,0349 * x^2)$
			Tinggi	$Y = 3,4598 + (0,5627 * x) + (0,0066 * x^2)$
Logarithmic	$Y = a + b \ln x$	Umur	DBH	$Y = -54,5044 + 27,6058 * \ln(x)$
			Tinggi	$Y = -29,3239 + 16,0096 * \ln(x)$
S	$Y = a + b / x$	Umur	DBH	$Y = \exp(4,4387 - 22,3858/x)$
			Tinggi	$Y = \exp(3,7474 - 16,8531/x)$
Growth	$Y = a + bx$	Umur	DBH	$Y = \exp(1,9411 + 0,0617 * x)$
			Tinggi	$Y = \exp(1,7704 + 0,0510 * x)$

Sumber : Analisis Data Primer

Model hubungan Dbh atau tinggi dengan umur dapat digunakan untuk menaksir Dbh dan tinggi berdasarkan umur. Hasil penaksiran menggunakan persamaan yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan data aktual. Pengujian pemodelan dilakukan menggunakan Aplikasi SPSS pada taraf uji 0,5%.

c. Kesesuaian Model

Hasil dari ranking pemilihan model untuk DBH dan tinggi berdasarkan Sig F, R^2 , dan SeR dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Ranking Kesesuaian Model DBH

Model	Sig F	R^2	SeR	Ranking
Quadratic	0,0000*	0,9477	2,5202	1
Logarithmic	0,0000*	0,9460	2,4604	2
S	0,0000*	0,8497	0,2038	3
Growth	0,0000*	0,7266	0,2748	4

Keterangan : * = signifikan pada taraf uji 5%

Sumber data : Analisis Data Primer

Tabel 5. Ranking Kesesuaian Model Tinggi

Model	Sig F	R^2	SeR	Ranking
Quadratic	0,0000*	0,7810	3,4057	1
Logarithmic	0,0000*	0,7292	3,6389	2
S	0,0000*	0,6454	0,2704	4
Growth	0,0000*	0,6657	0,2625	3

Keterangan : * = signifikan pada taraf uji 5%

Sumber data : Analisis Data Primer

Untuk perankingan melihat nilai koefisien determinasi dan SeR. Nilai koefisien determinasi sebagai acuan utama karena nilai koefisien determinasi digunakan untuk memahami seberapa baik model regresi menjelaskan variabilitas dalam data. Pada hasil perhitungan nilai R^2 tertinggi yaitu model quadratic karena R^2 yang baik adalah yang mendapatkan nilai mendekati 1.

d. Validasi Model

Hasil dari validasi model DBH dan tinggi berdasarkan RMSE, SR, SA, dan Bias dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Validasi Model DBH

Model	RMSE	SR	SA	Bias	Ranking
Quadratic	2,2554	0,1002	-0,0004	-0,0125	1
Logarithmic	2,2918	0,1025	0,0000	-0,0009	2
S	2,3410	0,1094	-0,0062	-0,1812	3
Growth	5,6134	0,1744	-0,0042	-0,1178	4

Sumber data : Analisis Data Primer

Tabel 7. Validasi Model Tinggi

Model	RMSE	SR	SA	Bias	Ranking
Quadratic	3,0387	0,1427	-0,0002	-0,0042	1
Logarithmic	3,3849	0,1940	0,0003	0,0052	2
S	3,4754	0,1938	-0,0246	-0,4477	4
Growth	3,2481	0,1589	-0,0150	-0,2764	3

Sumber data : Analisis Data Primer

Validasi model tinggi diketahui bahwa hasil nilai RMSE, SR, SA, dan Bias menghasilkan nilai bervariasi. Model quadratic pada validasi model diameter setinggi dada dan validasi model tinggi total menempati ranking 1 karena mendapatkan nilai RMSE dan SR terendah yaitu RMSE Dbh sebesar 2,5224 dan RMSE tinggi sebesar 3,0387, SR Dbh sebesar 0,1002 dan SR Tinggi sebesar 0,1427. Semakin kecil nilai RMSE maka akan semakin kecil juga tingkat kesalahan dalam menduga nilai pada model. Dengan hal tersebut maka nilai yang paling mendekati 0 itu model yang terbaik.

e. Penentuan Daur Volume Maksimal

Hasil dari pemilihan model dan validasi model DBH dan Tinggi dapat digunakan untuk menentukan model terpilih atau model terbaik pertumbuhan tegakan *Pinus merkusii*. Penentuan model tersebut harus memenuhi kriteria yang ada pada pemilihan model dan validasi model. Ranking akhir penentuan model terpilih dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Penentuan Model Terpilih DBH

Model	Ranking		Ranking Akhir
	Kesesuaian Model	Validasi Model	
Quadratic	1	1	1
Logarithmic	2	2	2
S	3	3	3
Growth	4	4	4

Sumber data : Analisis Data Primer

Tabel 9. Penentuan Model Terpilih Tinggi

Model	Ranking		Ranking Akhir
	Kesesuaian Model	Validasi Model	
Quadratic	1	1	1
Logarithmic	2	2	2
S	4	4	4
Growth	3	3	3

Sumber data : Analisis Data Primer

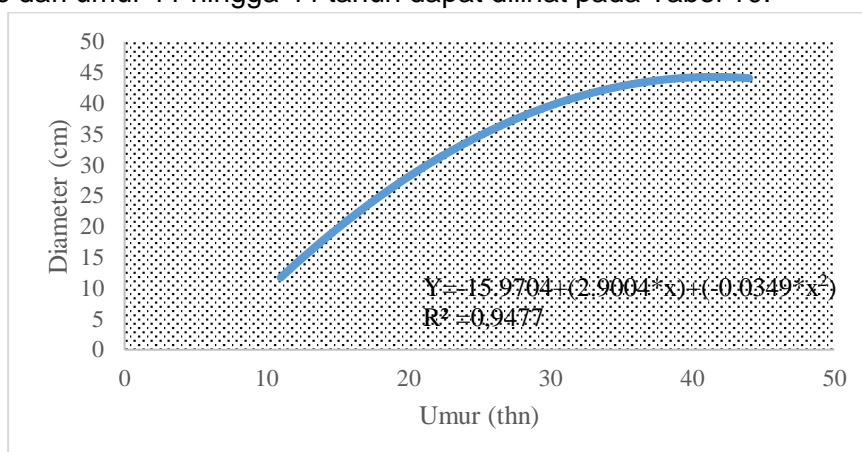
Dari hasil ranking model diameter setinggi dada dan tinggi mendapatkan hasil model terpilih yaitu model quadratic. Untuk menghitung diameter setinggi dada dan tinggi menggunakan persamaan seperti dibawah ini :

Model Quadratic

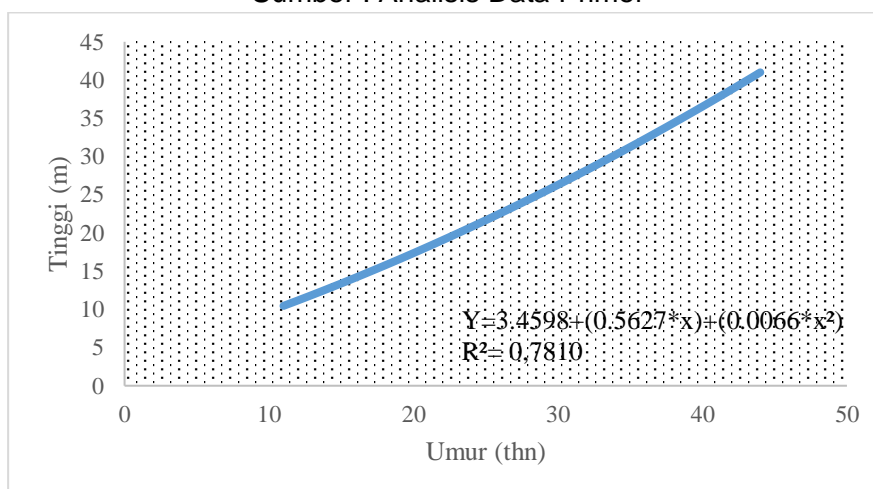
$$\text{Dbh} \quad Y = -15,9704 + (2,9004 * x) + (-0,0349 * x^2)$$

$$\text{Tinggi} \quad Y = 3,4598 + (0,5627 * x) + (0,0066 * x^2)$$

Hasil dari model terpilih yaitu model quadratic dapat digambarkan kurva pertumbuhan diameter setinggi dada dan tinggi berdasarkan persamaan regresi model quadratic untuk pertumbuhan tegakan *Pinus merkusii* seperti pada Gambar 1 dan 2, beserta hasil taksiran diameter setinggi dada dan tinggi menggunakan model quadratic dari umur 11 hingga 44 tahun dapat dilihat pada Tabel 10.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Diameter Setinggi Dada
Sumber : Analisis Data Primer



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Tinggi
Sumber : Analisis Data Primer

Tabel 10. Penaksiran DBH dan Tinggi Model Quadratic

Umur (thn)	Dbh (cm)	Tinggi (m)
11	11,71	10,45
12	13,81	11,16
13	15,84	11,89
14	17,79	12,63
15	19,68	13,39
16	21,50	14,15
17	23,25	14,93
18	24,93	15,73
19	26,54	16,53
20	28,08	17,35
21	29,55	18,19
22	30,95	19,03
23	32,28	19,89
24	33,54	20,77
25	34,73	21,65
26	35,85	22,55
27	36,90	23,46
28	37,88	24,39
29	38,79	25,33
30	39,63	26,28
31	40,40	27,25
32	41,10	28,22
33	41,74	29,22
34	42,30	30,22
35	42,79	31,24
36	43,21	32,27
37	43,57	33,32
38	43,85	34,37
39	44,06	35,44
40	44,21	36,53
41	44,28	37,63
42	44,28	38,74
43	44,22	39,86
44	44,08	41,00

Sumber : Analisis Data Primer

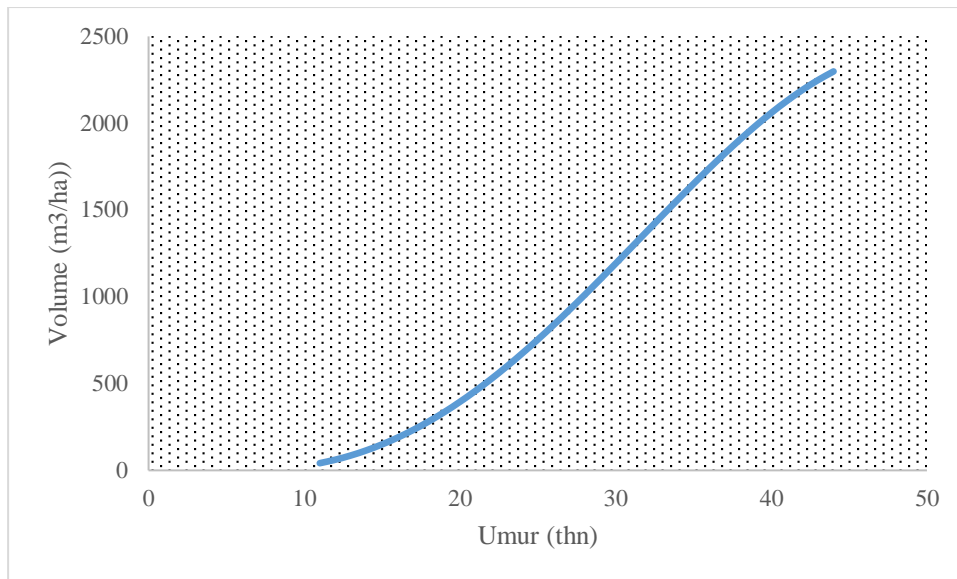
Hasil taksiran pada diameter dan tinggi mendapatkan rata-rata DBH 44,24 cm, minimal 44,11 cm, dan maksimal 44,30 cm dan rata-rata tinggi 39,35 m, minimal 37,66 m, dan maksimal 41,06 m. Dari hasil penelitian Sulistiono, A. & rohmatiah, (2016) mendapatkan hasil rata-rata DBH 37 cm, minimal 26 cm, dan maksimal 63 cm, sedangkan tinggi rata-rata 22,24 m, minimal 15 m, dan maksimal 31 m pada kelas umur VIII. Pada tabel tegakan tahun 1975 umur pohon maksimal 35 tahun mendapatkan rata-rata DBH 30,6 cm dan rata-rata tinggi 30,6 m. Hasil taksiran yang digunakan dari umur 11 sampai dengan 44 tahun karena pada umur 1 sampai dengan 10 tahun mendapatkan nilai yang negatif. Hasil negatif disebabkan karena pada usia pohon yang lebih muda, variabilitas dalam pertumbuhan diameter setinggi dada dan tinggi total pohon bisa sangat tinggi. Hal ini yang membuat prediksi menjadi tidak stabil dan menyebabkan hasil diameter setinggi dada dan tinggi total negatif.

Tabel 11. Taksiran CAI dan MAI

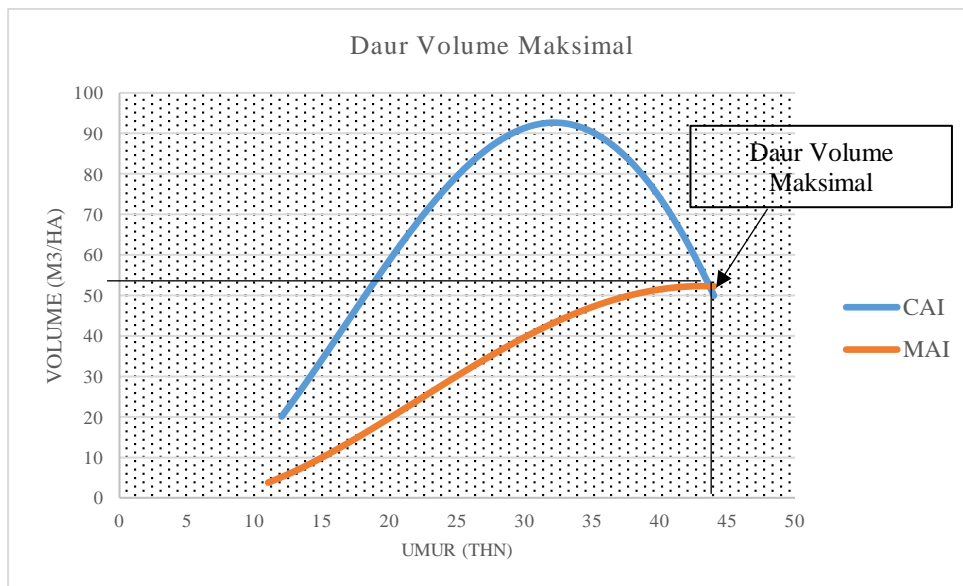
Umur (thn)	Volume (m ³ /pohon)	Volume/Ha (m ³ /ha)	CAI (m ³ /ha/thn)	MAI (m ³ /ha/thn)
11	0,0787	41,3390	15,7287	3,7581
12	0,1170	61,4051	20,0661	5,1171
13	0,1639	86,0299	24,6248	6,6177
14	0,2198	115,3873	29,3574	8,2419
15	0,2850	149,6036	34,2164	9,9736
16	0,3595	188,7577	39,1541	11,7974
17	0,4436	232,8810	44,1233	13,6989
18	0,5371	281,9578	49,0767	15,6643
19	0,6399	335,9257	53,9680	17,6803
20	0,7518	394,6768	58,7510	19,7338
21	0,8725	458,0577	63,3809	21,8123
22	1,0017	525,8713	67,8136	23,9032
23	1,1388	597,8773	72,0061	25,9947
24	1,2834	673,7942	75,9169	28,0748
25	1,4349	753,3002	79,5060	30,1320
26	1,5924	836,0351	82,7350	32,1552
27	1,7554	921,6024	85,5673	34,1334
28	1,9230	1.009,5709	87,9685	36,0561
29	2,0942	1.099,4771	89,9061	37,9130
30	2,2682	1.190,8273	91,3503	39,6942
31	2,4440	1.283,1006	92,2733	41,3903
32	2,6205	1.375,7511	92,6505	42,9922
33	2,7966	1.468,2109	92,4597	44,4912
34	2,9712	1.559,8930	91,6821	45,8792
35	3,1432	1.650,1947	90,3018	47,1484
36	3,3114	1.738,5010	88,3062	48,2917
37	3,4746	1.824,1875	85,6865	49,3024
38	3,6317	1.906,6249	82,4374	50,1743
39	3,7813	1.985,1822	78,5573	50,9021
40	3,9223	2.059,2311	74,0489	51,4808
41	4,0536	2.128,1500	68,9189	51,9061
42	4,1740	2.191,3282	63,1782	52,1745
43	4,2822	2.248,1709	56,8427	52,2830
44	4,3773	2.298,1033	49,9324	52,2296

Sumber : Analisis Data Primer

Menaksir riap dilakukan dengan menggunakan model terbaik kemudian menghitung CAI dan MAI kemudian diolah menjadi grafik dimana perpotongan antara CAI dan MAI tersebut adalah daur volume optimal. Hasil taksiran volume per hektar dapat dilihat pada Tabel 11, dan Kurva CAI dan MAI dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Volume
 Sumber : Analisis Data Primer



Gambar 4. Kurva CAI dan MAI untuk Volume
 Sumber : Analisis Data Primer

Dari kurva CAI dan MAI diatas dapat dilihat bahwa nilai MAI lebih rendah dibandingkan dengan CAI. Pada umur 11 hingga 44 tahun terdapat titik berpotongan pada umur sekitar 44 Tahun dengan volume sekitar 52,2296 m³/Ha/Thn. Hasil penelitian ini mendapatkan nilai terlalu tinggi (*Overestimate*) pada DBH dan tinggi yang menyebabkan volume pohon menjadi besar. Salah satu syarat pohon disadap yaitu pada kelas umur III (diatas 11 tahun) dan telah menunjukkan pertumbuhan secara fisik (diameter dan tajuk) yang memenuhi syarat sadap. Apabila praktik silvikultur intensif dan pemuliaan pohon dilaksanakan dengan bentar mulai dari bibit sampai dengan pemeliharaan pohon, maka memungkinkan untuk dilakukan penyadapan getah di bawah umur 10 tahun (Sukarno dkk., 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Persamaan penaksiran diameter setinggi dada adalah $Y = -15.9704 + (2.9004 * x) + (-0.0349 * x^2)$ dan persamaan penaksiran tinggi = $Y = 3.4598 + (0.5627 * x) + (0.0066 * x^2)$.
2. Daur volume maksimal pada tegakan *Pinus merkusii* dalam penelitian ini masih *Overestimate* (menaksir terlalu tinggi). Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan sampel dan model yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Mardiatmoko Gun, Pietersz, J. H., & Boreel, A. (2020). Ilmu Ukur Kayu Dan Inventarisasi Hutan. In *Suparyanto dan Rosad* (Issue November). Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura (BFPF-UNPATTI). 166p
- Ora, Y., & Tegakan, P. B. (2009). Pendugaan Biomassa Tegakan Jati (*Tectona grandis*) di Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimeni Sanam. 87–98.
- Sahid, S. (2013). Penafsiran Volume Pohon *Pinus merkusii* melalui Foto Udara (Studi Kasus BKPH Majenang, KPH Banyumas Barat). In *Jurnal Ilmu Kehutanan* (Vol. 4, Issue 1, pp. 44–55). <https://doi.org/10.22146/jik.1561>
- Setiawan, A. (2012). Perbandingan Koefisien Variasi Antara 2 Sampel Dengan Metode Bootstrap. *D’CARTESIAN*, 1(1), 18. <https://doi.org/10.35799/dc.1.1.2012.531>
- Suhartati, T., & Pebriansyah. (2021). Daur Volume Optimal Jati Di Hutan Rakyat (Studi Kasus Di Desa Girikarto, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Wana Tropika*, 11(2), 16–25. <https://doi.org/10.55180/jwt.v11i2.179>
- Sukarno, A., Hardiyanto, E. B., Marsoem, S. N., & Na’iem, M. (2012). Pengaruh Perbedaan Kelas Umur terhadap Produktivitas Getah *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese Ras Lahan Jawa melalui Penyadapan Getah Metode Bor. *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 3(1), 28–31.
- Sulistiono, A. & rohmatiah, A. (2016). Volume Pohon Berdiri Petak 3a, RPH Salam. BKPH Lawu Utara. KPH Lawu DS. *Agri-Tek*, 17(1), 19–33.
- Supono. (2017). Pengelolaan Sumberdaya Hutan Bersama Masyarakat (PHBM) Perum Perhutani sebagai implementasi tanggung jawab sosial perusahaan (studi pada Perum Perhutani Kph Kedu Selatan). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 2(1), 1–14.
- Wijaya, D. P., Hidayat, R., & Santoso, P. (2021). Tarif Volume Lokal Pohon Jati (*Tectona grandis*) Di Hutan Kemasyarakatan Sedyo Rukun Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 5(1), 78–89. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2021.5.1.78>
- Yusandi, S., & Jaya, I. N. S. (2016). *The estimation model of mangrove forest biomass using a medium resolution satellite imagery in the concession area of forest concession company in West Kalimantan*. *Bonorowo Wetlands*, 6(2), 69–81. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w060201>