

instiper 3

22946-jurnal

 7 Maret 2025-3

 Cek Plagiat

 INSTIPER

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3178088039

Submission Date

Mar 10, 2025, 8:08 AM GMT+7

Download Date

Mar 10, 2025, 8:11 AM GMT+7

File Name

Jurnal_Hanstein_19_Februari_2025_1.docx

File Size

271.2 KB

11 Pages

3,458 Words

20,985 Characters




11% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 10%  Internet sources
- 6%  Publications
- 2%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 10% Internet sources
- 6% Publications
- 2% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	docplayer.info	<1%
2	Internet	zombiedoc.com	<1%
3	Internet	p2k2-tracerstudy.lppmp.unri.ac.id	<1%
4	Publication	Erwinsyah ,, Susi Sugesty, Taufan Hidayat. "PEMBUATAN PULP MEKANIS TANDAN ...	<1%
5	Internet	digilib.uinsgd.ac.id	<1%
6	Internet	ppjp.ulm.ac.id	<1%
7	Internet	jurnal.instiperjogja.ac.id	<1%
8	Publication	Manjul Bhushan. "Test Equipment and Measurements", Microelectronic Test Stru...	<1%
9	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
10	Student papers	Politeknik Negeri Lampung	<1%
11	Internet	lib.ibs.ac.id	<1%

12	Internet	ohayojepang.kompas.com	<1%
13	Internet	ojs.unud.ac.id	<1%
14	Internet	ejournal.kemiperin.go.id	<1%
15	Internet	ekbis.sindonews.com	<1%
16	Internet	jurnal.untan.ac.id	<1%
17	Internet	koreascience.or.kr	<1%
18	Internet	123dok.com	<1%
19	Publication	Kirana Dwiyantri Prasetyo, Dominikus Raditya Atmaka. "FORMULASI SOFT CHEWY ...	<1%
20	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
21	Internet	eprints.kname.edu.ua	<1%
22	Publication	Manjul Bhushan, Mark B. Ketchen. "Microelectronic Test Structures for CMOS Tec...	<1%
23	Internet	aaronlines.com	<1%
24	Internet	akrabjuara.com	<1%
25	Internet	www.coursehero.com	<1%

26	Publication	Abhay Kumar, Virendra Singh, Swati Shabnam, P. R. Oraon. "Carbon emission, seq...	<1%
27	Publication	Iin Revien, Aurelia S. R. Supit, Pritartha S. Anindita. "Kebiasaan Merokok dan Terj...	<1%
28	Publication	Liguo Fei, Jiandong Lu, Yuqiang Feng. "An extended best-worst multi-criteria deci...	<1%
29	Internet	ebin.pub	<1%
30	Internet	edoc.site	<1%
31	Internet	id.123dok.com	<1%
32	Internet	lontar.ui.ac.id	<1%
33	Internet	theconversation.com	<1%
34	Publication	Afrizal Vachlepi, M.T. "PROSPEK PEMANFAATAN KAYU KARET SEBAGAI BAHAN BA...	<1%
35	Internet	www.ncbi.nlm.nih.gov	<1%

STUDI PENAKSIRAN DAUR VOLUME MAKSIMAL *EUCALYPTUS SP* DI ESTATE UKUI PT. RAPP

Hanstein^{1*}, Tatik Suhartati², Sugeng Wahyudiono²

¹Mahasiswa Fakultas Kehutanan INSTIPER Yogyakarta

²Dosen Fakultas Kehutanan INSTIPER Yogyakarta

Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55281

*E-mail penulis : aahanstein@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to estimate the maximum volume rotation of Eucalyptus sp. at the Ukui Estate of PT. RAPP using growth models that consider the Soil Management Unit (SMU) factor. Efforts to improve the quality and quantity of timber production in a short time include selecting the best clones, parent trees, seedlings, and continuous forest management. Growth information is crucial to determine the optimal rotation of a stand, which can be obtained through direct measurement or growth modeling. This modeling helps depict the stand's development over time and estimate its growth increment and maximum harvesting rotation. Data analysis used software such as RStudio and SPSS to test data distribution, identify outliers, and conduct ANOVA tests to identify significant differences between the three types of SMUs. The results of the ANOVA test showed that there were significant differences in tree height and diameter between SMUs, which required the use of separate models for each SMU. The models used in this study included the logarithmic model, the inverse model, the S model, and the Chapman-Richard model. Each model was tested and validated to obtain the final ranking of the best model. The selected model used to estimate Height and DBH at SMU A is the S model with the equation $H=Exp(3,160-1,061/X)$, and $DBH=Exp(2,768-1,023/X)$, at SMU B it is the S model with the equation $H=Exp(3,149-1,072/X)$, and $DBH=Exp(2,740-1,010/X)$, while at SMU D it is the Chapman-Richard model with the equation $H=25,114(1-Exp(-0,588*X))^{1,589}$, and $DBH=15,178*(1 - Exp(-0,594*X))^{1,161}$. The estimated optimal cutting cycle volume of SMU A is 183,1455 m³/ha at the age of 3,5 years, SMU B is 171,283 m³/ha at the age of 3,5 years, and SMU D is 291,6453 m³/ha at the age of 4,5 years. The results of this study are expected to provide more precise guidance for planning the harvesting of Eucalyptus sp. at PT. RAPP Estate Ukui and to improve the efficiency of land use and wood production for the pulp and paper industry.*

Keywords: *Eucalyptus sp.*, Growth Model, ANOVA, Soil Management Unit (SMU)

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk global yang pesat telah meningkatkan permintaan akan berbagai sumber daya alam, termasuk kayu, yang merupakan bahan baku utama untuk industri pulp dan kertas. Pada tahun 2023, konsumsi kertas global diperkirakan mencapai 458 juta ton per tahun dengan tingkat pertumbuhan sekitar 2,9% per tahun (Vachlepi, 2019). Hal ini berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan bahan baku kayu, terutama untuk industri pulp. Indonesia, sebagai produsen kertas terbesar ke-6 di dunia dengan pangsa pasar 2,2%, turut merasakan dampak dari lonjakan permintaan ini (Rachmatunisa *et al.*, 2017). Untuk memenuhi permintaan tersebut, Hutan Tanaman Industri (HTI) menjadi salah satu solusi yang dikembangkan untuk menyuplai kayu sebagai bahan baku pulp.

15 PT. Riau Andalan *Pulp and Paper* (RAPP), sebagai salah satu perusahaan besar di sektor HTI, berfokus pada produksi kayu sebagai bahan baku utama untuk pabrik pulp dan kertas. PT. RAPP memiliki pabrik di Pangkalan Kerinci, Provinsi Riau, yang mampu memproduksi hingga 2,8 juta ton pulp dan 1,15 juta ton kertas per tahun (Simanullang *et al.*, 2023). Pasokan kayu yang dihasilkan masih belum mencukupi kebutuhan pabrik secara optimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya efisiensi dalam pengelolaan lahan dan terbatasnya potensi dari klon-klon tanaman yang digunakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai umur tanaman dan daur volume maksimal dari tegakan yang ada. Penelitian mengenai daur volume maksimal dan pemilihan klon unggul *Eucalyptus sp.* sangat penting untuk menunjang produksi kayu yang lebih efisien serta mendukung kebutuhan bahan baku pulp secara berkelanjutan.

Penelitian terdahulu oleh Mindawati *et al* (2010) yang mengkaji pertumbuhan tegakan *Eucalyptus urograndis* pada rotasi 1 dan rotasi 2. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk membandingkan pertumbuhan antara kedua rotasi tersebut serta menentukan daur volume maksimum. Penelitian ini menggunakan model analisis regresi untuk memprediksi besaran tegakan berdasarkan umur tegakan dengan menggunakan persamaan eksponensial. Menurut Pujilestari *et al* (2017) Penaksiran daur volume maksimal pada *Eucalyptus sp.* penting dilakukan untuk menentukan waktu yang optimal untuk pemanenan, yang berdampak pada peningkatan kualitas dan kuantitas hasil hutan. Penelitian mengenai model pertumbuhan *Eucalyptus* terus berkembang seiring dengan kemajuan teknik analisis dan perangkat lunak yang digunakan untuk memprediksi pola pertumbuhan pohon berdasarkan faktor-faktor seperti umur, kualitas tanah, dan manajemen lahan

20 Dengan menggunakan pendekatan yang lebih sistematis dan berbasis data, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan HTI, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan kayu untuk industri pulp dan kertas. Penelitian ini juga dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai pengelolaan tanaman yang optimal, dengan mempertimbangkan faktor umur, kualitas tanah, serta pemilihan model pertumbuhan yang tepat (Ramadhani, 2016).

34 23 Penelitian kali ini melibatkan pengaruh umur dan SMU (*Soil Management Unit*) terhadap pertumbuhan tinggi, diameter, dan volume tanaman. SMU (*Soil Management Unit*) adalah suatu areal atau lahan yang dikelola secara terpisah berdasarkan karakteristik tanah dan kebutuhan nutrisi. Tujuannya adalah untuk melindungi tanah dan meningkatkan kinerjanya, termasuk kesuburan dan mekanika tanah. SMU dapat disebut juga sebagai klasifikasi atau pembagian dari sebuah tanah (Widyantari *et al.*, 2015). SMU (*Soil Management Unit*) terbagi menjadi 5 kelas yaitu SMU A, SMU B, SMU C, SMU D, dan SMU E. masing masing dari setiap SMU tersebut memiliki karakteristik tersendiri.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di PT. RAPP Estate Ukui, Riau, dengan tujuan utama untuk menaksir daur volume maksimal *Eucalyptus sp.* Penelitian menggunakan data sekunder yang meliputi pengukuran tinggi dan diameter pohon dari berbagai Soil Management Unit (SMU), yaitu SMU A, SMU B, dan SMU D. Penelitian ini melibatkan pohon *Eucalyptus sp.* yang berada pada berbagai tahap umur, mulai dari 0,5 tahun sampai 5,5 tahun. Karakteristik pohon yang diukur yaitu tinggi total dan diameter setinggi dada (DBH).

11 Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah dengan sistematis sampling. Sampel diambil dari kompartemen yang telah ditentukan berdasarkan SMU masing-masing. Intensitas pengambilan sampel bervariasi tergantung luas kompartemen, dengan total sampel sebanyak 352 kompartemen yang diambil secara *cross section*. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data sekunder berupa hasil inventarisasi yang meliputi data tinggi pohon dan diameter dari kompartemen yang ada. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis data dengan bantuan *software* RStudio, SPSS, dan Ms. Excel. Analisis diawali dengan uji outlier menggunakan boxplot untuk memastikan kualitas data yang akan digunakan dalam model pertumbuhan. Selanjutnya, uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara tinggi dan diameter pohon di masing-masing SMU. Berdasarkan hasil uji ANOVA, analisis regresi dilakukan untuk menyusun model pertumbuhan pohon, yang meliputi model logaritmik, invers, S, dan Chapman-richard. Pemilihan model terbaik didasarkan pada beberapa kriteria, yaitu uji F, R-squared, dan *standard error* (SeR). Kriteria pemilihan model terbaik dari hasil validasi berdasarkan nilai RMSE, Bias, SA, dan SR.

1 Data dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 75% untuk pembuatan model dan 25% untuk validasi model. Model terbaik yang terpilih digunakan untuk menaksir tinggi dan diameter pohon di setiap SMU dan menentukan daur volume maksimal berdasarkan perhitungan *Current Annual Increment* (CAI) dan *Mean Annual Increment* (MAI). Dengan pendekatan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan hutan tanaman industri *Eucalyptus sp.* secara lebih efisien dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Sampel

12 Data dalam penelitian mencakup tiga *Soil Management Unit* (SMU) yang memiliki karakteristik tanah berbeda, yaitu SMU A, SMU B, dan SMU D. Data yang dikumpulkan berasal dari sampel pohon *Eucalyptus sp.* yang diukur pada enam periode umur yang berbeda, yaitu 0,5 tahun, 1,5 tahun, 2,5 tahun, 3,5 tahun, 4,5 tahun, dan 5,5 tahun. Setiap SMU memiliki sejumlah kompartemen yang diambil sebagai sampel berdasarkan intensitas sampling yang telah ditetapkan oleh PT. RAPP, dengan total 352 kompartemen yang dianalisis. Data yang diambil mencakup parameter tinggi pohon (H) dan diameter batang setinggi dada (DBH). Untuk setiap umur dan SMU, data ini dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan yang

signifikan antara SMU-SMU tersebut. Distribusi kompartemen yang diambil berdasarkan SMU dan umur pohon pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jumlah Kompartemen

	Total Kompartemen						Total
	P06	P18	P30	P42	P54	P66	
SMU A	29	32	10	20	10	26	127
SMU B	20	18	20	23	24	18	123
SMU D	34	10	21	14	11	12	102
Total	83	60	51	57	45	56	352

Sumber : *Departement Strategic Tecnichal Planning Coorporate Office*

Data ini kemudian digunakan untuk analisis lebih lanjut terkait pertumbuhan tinggi pohon dan diameter batang (DBH) di setiap SMU yang berbeda.

2. Uji ANOVA Tinggi dan Diameter pada 3 Macam SMU

Hasil uji ANOVA pada tinggi dan diameter pohon di tiga jenis SMU (*Soil Management Units*) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam pertumbuhan pohon di setiap SMU. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam tinggi dan diameter pohon pada umur 2,5 tahun ke atas, dengan nilai F-hitung jauh lebih besar dibandingkan dengan F-tabel, serta nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi dan diameter pohon bervariasi secara signifikan antara ketiga SMU yang diuji. Hasil uji anova dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Uji ANOVA pada Tiga Macam SMU

Umur	Tabel Rekapitan Hasil Anova					
	Tinggi			Diameter		
	Fhitung	Ftabel	Signifikansi	Fhitung	Ftabel	Signifikansi
0,5	0,408	3,11	0,666			
1,5	2,812	3,16	0,068	0,512	3,16	0,602
2,5	129,459	3,19	4,584E-20*	17,363	3,19	2,120E-06*
3,5	2,663	3,17	0,079	5,782	3,17	0,005*
4,5	46,451	3,22	2,280E-11*	23,310	3,22	1,549E-07*
5,5	25,450	3,18	1,791E-08*	13,955	3,18	1,353E-05*

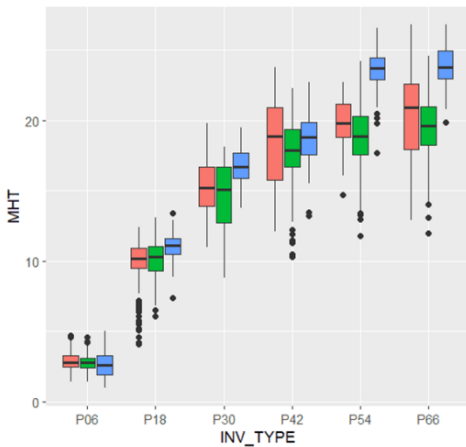
* = Signifikan pada taraf uji 0,05

Sumber : Analisis Data

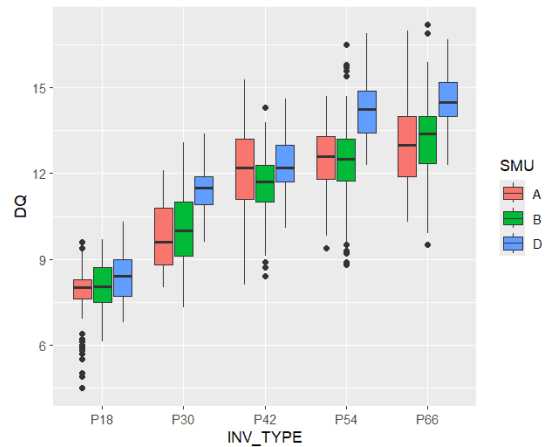
Temuan ini mendukung pentingnya struktur tanah dan fraksinya terhadap pertumbuhan pohon. Sebuah studi oleh Arifin *et al* (2018) mengungkapkan bahwa sifat fisik tanah, seperti komposisi pasir, debu, dan liat, serta ketebalan lapisan tanah atas, sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, terutama dalam pembentukan akar dan pengembangan batang yang lebih besar. Berdasarkan hasil ini, penelitian ini menyarankan agar pemodelan pertumbuhan pohon dilakukan secara terpisah untuk setiap SMU, karena jika digabungkan dalam satu model umum, dapat mengurangi akurasi prediksi pola pertumbuhan di berbagai jenis tanah. Hal ini didukung oleh studi oleh Weiskittel *et al* (2011) menegaskan bahwa pendekatan berbasis spesies atau kelompok ekologi tertentu lebih mampu menangkap pola pertumbuhan yang kompleks dan respons terhadap faktor lingkungan dibandingkan model umum.

3. Distribusi Sampel

Distribusi sampel dilakukan untuk menguji dan mengetahui keberadaan outlier menggunakan metode boxplot. Metode boxplot efektif dalam mengidentifikasi outlier yang dapat mengganggu hasil analisis statistik, terutama dalam data pertumbuhan pohon, dengan menggunakan *interquartil range* (IQR). Sampel yang berada di luar batas IQR dianggap sebagai outlier dan dieliminasi dari analisis untuk menghindari distorsi data yang dapat mempengaruhi akurasi model pertumbuhan pohon. Hal ini telah diungkapkan oleh Tukey (1977) dalam studi mengenai eksplorasi data yaitu Identifikasi outlier merupakan langkah penting dalam analisis data eksploratif, karena nilai ekstrim dapat mendistorsi kesimpulan statistik. Sehingga penggunaan boxplot dan metode *interquartil range* (IQR) sebagai alat yang efektif untuk mendeteksi dan menangani outlier dalam kumpulan data. Sebaran distribusi data tinggi dan diameter sebelum eliminasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

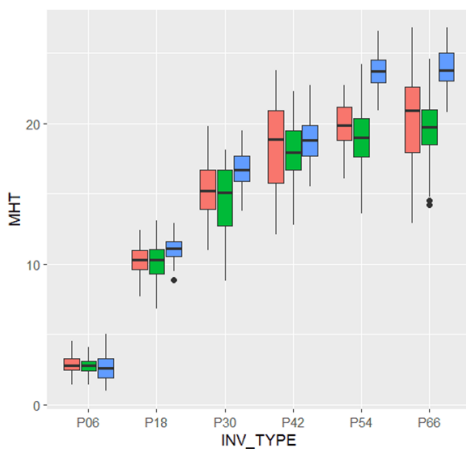


Gambar 1. Sebaran Tinggi Sebelum Eliminasi

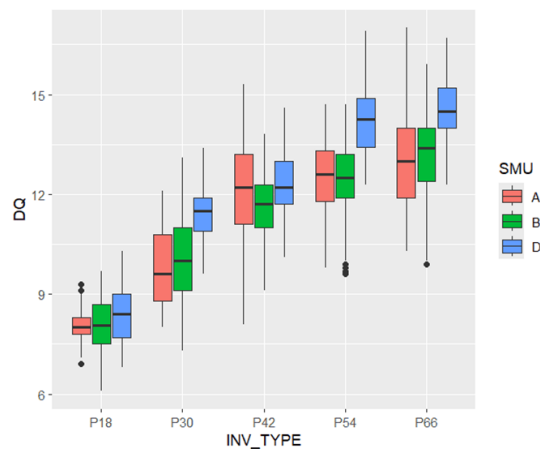


Gambar 2. Sebaran DBH Sebelum Eliminasi

Setelah eliminasi outlier, data yang tersisa memiliki distribusi yang lebih homogen, dan variasi antar sampel menjadi lebih terkonsolidasi dapat dilihat pada Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 3. Sebaran Tinggi Setelah Eliminasi



Gambar 4. Sebaran DBH Setelah Eliminasi

Elimination of outliers dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis adalah representatif dan tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai ekstrim yang bisa merusak hasil

analisis statistik. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan validitas model prediksi yang akan dibangun untuk mengestimasi tinggi dan diameter pohon. **Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa** eliminasi outlier dapat meningkatkan reliabilitas dalam analisis pertumbuhan pohon (Hubert *et al.*, 2008). Selain itu, eliminasi outlier terbukti membantu meningkatkan konsistensi pertumbuhan yang diukur, sesuai dengan penelitian Hoaglin *et al* (2000) yang menekankan pentingnya mendeteksi dan menghilangkan outlier untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih valid.

4. Pembagian dan Analisis Data

Data dibagi berdasarkan SMU dan umur pohon. Data yang telah dieliminasi dari outlier dibagi menjadi dua bagian, yaitu 75% digunakan untuk penyusunan model (*data training*) dan 25% sisanya digunakan untuk validasi model (*data testing*). Pembagian ini bertujuan untuk memastikan model yang dikembangkan tidak hanya akurat dalam memprediksi data yang digunakan dalam pelatihan, tetapi juga dapat digeneralisasikan pada data baru. Hal ini sejalan dengan yang ditulis oleh Goodfellow (2016) yaitu proses pembagian data sangat penting untuk menghindari *overfitting* dalam sebuah model, untuk menghindari model terlalu terfokus pada pola dalam data *training* tetapi gagal dalam memprediksi data yang belum terlihat sebelumnya.

Proses pemilihan model didasari 3 parametrik yaitu nilai signifikansi, koefisien determinasi (R^2), dan standar eror. Validasi menggunakan beberapa metrik, seperti RMSE, Bias, Simpangan Agregat (SA), dan Simpangan Rerata (SR) untuk mengevaluasi performa setiap model. Setelah proses pemodelan dan validasi, model yang digunakan adalah model logaritmik, inverse, S, dan Chapman-Richard. Dalam penelitian ini, model S dan Chapman-Richard memperoleh peringkat tertinggi berdasarkan evaluasi pemilihan dan validasi model, yang dapat dilihat dalam Tabel 3. Model terpilih untuk melakukan penaksiran tinggi dan diameter pada SMU D yaitu model Chapman-richard, dan model S merupakan model terpilih untuk melakukan penaksiran tinggi dan diameter pada SMU A, dan SMU B, hasil persamaan analisis **regresi model terpilih dapat dilihat** dalam Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Perangkingan Model Terpilih

SMU	Variabel	Model	Pemilihan			Validasi				Rangking Akhir
			SIG F	R SQUARE	SER	RMSE	BIAS	SR	SA	
A	Tinggi	S	0,0000*	0,9690	0,1360	1,1238	-0,3125	6,5227	-2,1978	1
	Diameter	S	0,0000*	0,8980	0,0720	0,3637	0,1805	2,6504	1,5994	1
B	Tinggi	S	0,0000*	0,9800	0,0970	2,2019	1,9684	11,4826	12,4311	1
	Diameter	S	0,0000*	0,8480	0,0710	0,0130	0,0102	0,1033	0,0926	1
D	Tinggi	Chapman-richard	0,0000*	0,9880	0,9268	0,1345	0,0156	0,4431	0,0972	1
	Diameter	Chapman-richard	0,0000*	0,9195	0,6200	0,0034	0,0020	0,0174	0,0166	1

* = Signifikan pada taraf uji 0,05

Sumber : Analisis Data

Tabel 4. Persamaan Regresi Model Terpilih pada Tiap SMU

SMU	Variabel		Model	Hasil
	X	Y		
A	Umur	Tinggi	S	$Y = \text{Exp}(3,160 - 1,061/X)$
		DBH	S	$Y = \text{Exp}(2,768 - 1,023/X)$
B	Umur	Tinggi	S	$Y = \text{Exp}(3,149 - 1,072/X)$
		DBH	S	$Y = \text{Exp}(2,740 - 1,010/X)$
D	Umur	Tinggi	Chapman-Richard	$Y = 25,114 * (1 - \text{Exp}(-0,588 * X))^{1,589}$
		DBH	Chapman-Richard	$Y = 15,178 * (1 - \text{Exp}(-0,594 * X))^{1,161}$

Sumber : Analisis Data

19

Proses ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pretzsch (2009), yang menunjukkan bahwa model berbasis S dan Chapman-Richard lebih unggul dalam memprediksi pertumbuhan pohon karena kemampuannya untuk menggambarkan dinamika pertumbuhan yang lebih realistis pada berbagai kondisi tanah.

27

Berdasarkan hasil ini, model yang terpilih untuk memprediksi tinggi dan diameter pohon pada SMU A dan SMU B adalah model S, sementara model Chapman-Richard digunakan untuk SMU D. hal ini didukung oleh penelitian Zeide *et al* (1993) yang mengatakan model S sering diterapkan dalam studi pertumbuhan pohon karena mampu menggambarkan fase pertumbuhan mencapai titik stabil. Serta menurut penelitian Vanclay *et al* (1994) model Chapman-Richard dan S efektif dalam menggambarkan dinamika pertumbuhan pohon dan tegakan hutan, karena kemampuannya dalam memodelkan pertumbuhan diameter dan volume pohon, serta sering digunakan dalam simulasi pertumbuhan hutan untuk memprediksi hasil dan menentukan perlakuan silvikultur yang tepat. Hal ini menunjukkan model pertumbuhan dapat memberikan hasil yang tepat dan aplikatif dalam pengelolaan HTI, khususnya untuk PT. RAPP Estate Ukui.

5. Penaksiran Daur Volume Maksimal

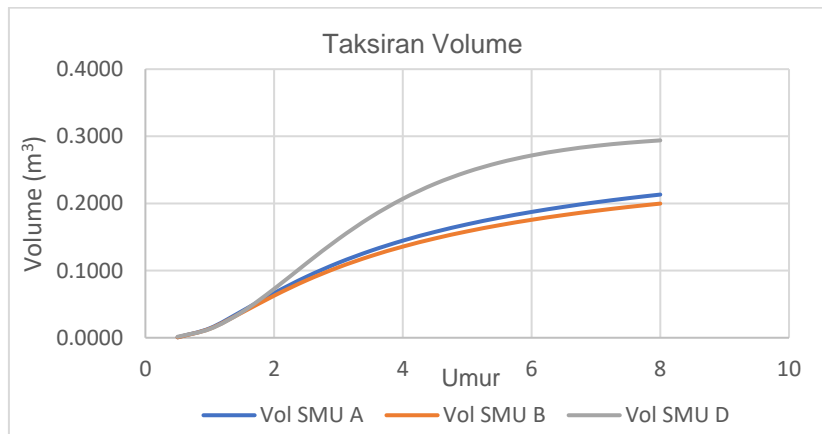
Tabel 5. Taksiran Volume Pohon Tiap SMU

Umur (th)	Volume (m ³ /tree)		
	SMU A	SMU B	SMU D
0,5	0,0006	0,0006	0,0015
1	0,0141	0,0134	0,0130
1,5	0,0396	0,0374	0,0382
2	0,0665	0,0627	0,0728
2,5	0,0907	0,0854	0,1107
3	0,1116	0,1049	0,1471
3,5	0,1294	0,1216	0,1796
4	0,1446	0,1358	0,2070
4,5	0,1577	0,1479	0,2293
5	0,1689	0,1585	0,2470
5,5	0,1787	0,1676	0,2608
6	0,1874	0,1757	0,2715
6,5	0,1950	0,1828	0,2796
7	0,2017	0,1891	0,2858
7,5	0,2078	0,1947	0,2904
8	0,2133	0,1998	0,2939

Sumber : Analisis Data

Setelah mendapatkan model terpilih, dilakukan penaksiran tinggi dan diameter menggunakan model terpilih. Volume pohon dihitung menggunakan hasil taksiran tinggi dan diameter pada tiap SMU, hasil taksiran volume pohon dapat dilihat pada Tabel 4.

Volume pohon meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Pada SMU A, volume per pohon berkembang dari 0,0006 m³ pada umur 0,5 tahun menjadi 0,2133 m³ pada umur 8 tahun. Pada SMU B, volume bertambah dari 0,0006 m³ menjadi 0,1998 m³, sementara pada SMU D, volume lebih besar, mencapai 0,2939 m³ pada umur 8 tahun. Estimasi volume ini penting dalam pengelolaan hutan untuk menentukan rotasi penebangan yang optimal yang dapat dilihat dalam kurva pertumbuhan volume pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Taksiran Pertumbuhan Volume Tiap SMU

SMU A memiliki pertumbuhan volume terbaik kedua karena tanahnya memiliki tekstur lempung hingga lempung berpasir dengan *drainase* yang baik dan kandungan lempung mencapai 59%, yang mendukung pertumbuhan pohon. Sebaliknya, SMU B memiliki tanah dengan tekstur lempung berpasir yang lebih banyak, dengan kandungan lempung hanya 34%, yang menyebabkan status kesuburan tanah rendah dan volume pohon yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Argandhana *et al* (2012), yang menunjukkan bahwa dominasi fraksi lempung berhubungan positif dengan pertumbuhan pohon, karena fraksi lempung dapat menyimpan lebih banyak air untuk musim kemarau.

SMU D, dengan tanah yang lebih subur, menghasilkan volume pohon tertinggi di antara SMU A dan SMU B. Tanah SMU D memiliki kondisi akuik, dengan *drainase* buruk, dan kandungan organik tinggi, yang mendukung pertumbuhan pohon. Tanah ini kaya akan mineral lempung seperti *vermikulit*, *illite*, dan *kaolinite*, yang menjadikannya tanah subur meskipun reaksi tanahnya masam. Hal ini sesuai dengan penelitian Susanto *et al* (2018), yang menyatakan bahwa tanah gambut topogen memiliki kesuburan tinggi karena pengaruh tanah mineral yang kaya unsur hara.

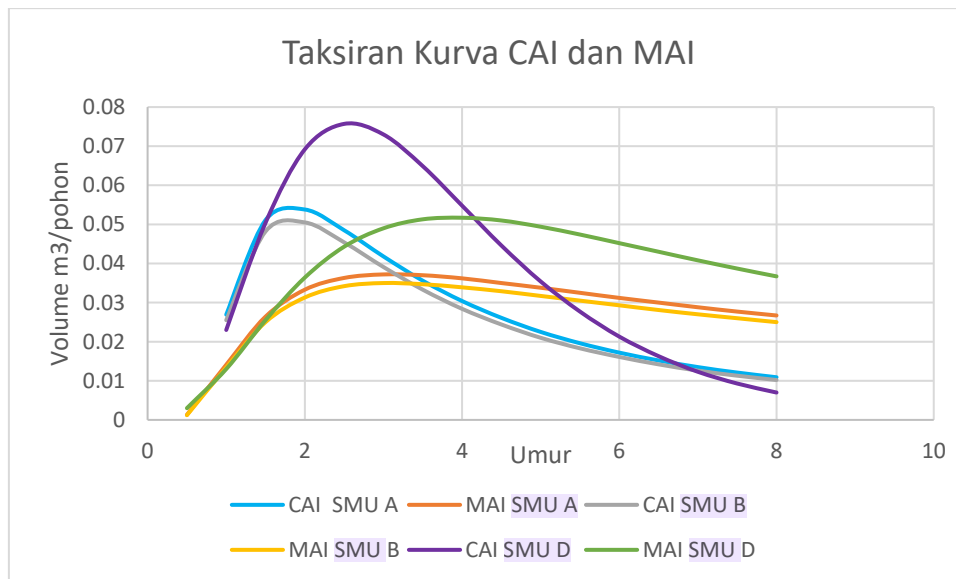
Tabel 6. Taksiran CAI dan MAI Tiap SMU

Umur (th)	CAI (m ³ /ha/th)			MAI (m ³ /ha/th)		
	SMU A	SMU B	SMU D	SMU A	SMU B	SMU D
0,5				0,0013	0,0012	0,0030
1	0,0269	0,0255	0,0230	0,0141	0,0134	0,0130
1,5	0,0511	0,0482	0,0504	0,0264	0,0250	0,0255
2	0,0538	0,0505	0,0692	0,0333	0,0313	0,0364
2,5	0,0485	0,0454	0,0757	0,0363	0,0342	0,0443
3	0,0418	0,0391	0,073	0,0372	0,0350	0,0490
3,5	0,0356	0,0333	0,0649	0,0370	0,0347	0,0513
4	0,0304	0,0284	0,0548	0,0362	0,0339	0,0517
4,5	0,0261	0,0244	0,0446	0,035	0,0329	0,0510
5	0,0225	0,0210	0,0354	0,0338	0,0317	0,0494
5,5	0,0196	0,0183	0,0277	0,0325	0,0305	0,0474
6	0,0172	0,0161	0,0213	0,0312	0,0293	0,0452
6,5	0,0152	0,0142	0,0163	0,0300	0,0281	0,0430
7	0,0135	0,0126	0,0123	0,0288	0,0270	0,0408
7,5	0,0121	0,0113	0,0093	0,0277	0,0260	0,0387
8	0,0109	0,0102	0,0070	0,0267	0,0250	0,0367

Sumber : Analisis Data

Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan taksiran volume pohon pada SMU A, SMU B, dan SMU D menunjukkan perbedaan yang signifikan terkait dengan laju pertumbuhannya. Hasil taksiran CAI dan MAI tiap SMU dapat dilihat pada Tabel 5. Taksiran daur terbangun optimal volume/ha didapatkan dari perkalian daur volume optimal pohon pada dengan *trees*/ha aktual pada tiap SMU. *Trees*/ha pada SMU A yaitu 1415 *trees*/ha, SMU B yaitu 1409 *trees*/ha, dan SMU D yaitu 1272 *trees*/ha. Pada SMU A, daur volume maksimal diperkirakan terjadi pada umur 3,5 tahun dengan taksiran volume sebesar 183,1455 m³/ha. Pada SMU B, daur volume maksimal juga terjadi pada umur 3,5 tahun dengan taksiran volume 171,283 m³/ha, sedangkan SMU D memiliki daur volume maksimal pada umur 4,5 tahun dengan volume yang lebih tinggi, yaitu 291,6453 m³/ha.

Hasil ini mengindikasikan bahwa SMU D, yang memiliki tanah dengan kualitas lebih baik untuk pertumbuhan pohon, memberikan hasil volume yang lebih optimal dibandingkan dengan SMU A dan SMU B. Perbedaan pertumbuhan volume ini dapat disebabkan oleh faktor kesuburan tanah dan kondisi fisik tanah yang berbeda pada setiap SMU, yang mempengaruhi ketersediaan air dan nutrisi bagi pohon (RAPP, 2023). Sebagai referensi, Pretzsch (2009) menyatakan bahwa kondisi tanah yang lebih baik mendukung pertumbuhan pohon yang lebih cepat dan lebih seragam, yang terlihat jelas pada SMU D. Taksiran daur volume maksimal tiap SMU dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva Taksiran Daur Tiap SMU

Penentuan daur volume maksimal sangat penting untuk merencanakan pemanenan pohon secara efisien. Pada SMU A dan SMU B, daur optimal dicapai pada umur 3,5 tahun, sedangkan pada SMU D, daur maksimal tercapai pada umur 4,5 tahun, yang menunjukkan bahwa pertumbuhan pohon pada SMU D lebih lama mencapai puncaknya. Penelitian ini sejalan dengan temuan Weiskittel *et al* (2011) yang menyatakan bahwa tanah dengan struktur dan kesuburan yang lebih baik, seperti pada SMU D, memungkinkan pohon untuk tumbuh lebih besar dan mencapai volume yang lebih tinggi pada umur yang lebih lanjut.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Model terpilih yang digunakan untuk melakukan penaksiran DBH dan Tinggi pada SMU A yaitu model S dengan persamaan $H = \text{Exp}(3,160 - 1,061/X)$, dan $\text{DBH} = \text{Exp}(2,768 - 1,023/X)$, Pada SMU B Yaitu model S dengan persamaan $H = \text{Exp}(3,149 - 1,072/X)$, dan $\text{DBH} = \text{Exp}(2,740 - 1,010/X)$, sedangkan pada SMU D yaitu model Chapman-Richard dengan persamaan $H = 25,114 * (1 - \text{Exp}(-0,588 * X))^{1,589}$, dan $\text{DBH} = 15,178 * (1 - \text{Exp}(-0,594 * X))^{1,161}$.
2. Dugaan volume daur tebang optimal SMU A yaitu 183,1455 m³/ha pada umur 3,5 tahun, SMU B yaitu 171,283 m³/ha pada umur 3,5 tahun, dan SMU D yaitu 291,6453 m³/ha pada umur 4,5 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Argandhana Alvis, Supriyo Haryono, & Faridah Eny. (2012). Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Pertumbuhan Jati Umur 3 tahun di Petak 14 Wanagama I Gunung Kidul. Universitas Gadjah Mada.
- Arifin, M., Putri, N. D., Sandrawati, A., & Harryanto, R. (2018). Pengaruh Posisi Lereng Terhadap Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada *Inceptisols* di Jatinangor. *Soilrens*, 16(2), 37–44.

- Goodfellow, I. (2016). *Deep learning* (Vol. 196). MIT press.
- Hoaglin, D. C., Mosteller, F., & Tukey, J. W. (2000). *Understanding Robust and Exploratory Data Analysis* (Vol. 76). John Wiley & Sons.
- Hubert, M., & Vandervieren, E. (2008). *An Adjusted Boxplot For Skewed Distributions. Computational Statistics & Data Analysis*, 52(12), 5186–5201.
- Mindawati, N., Indrawan, A., Mansur, I., & Rusdiana, O. (2010). Kajian Pertumbuhan Tegakan Hybrid *Eucalyptus urograndis* di Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 39–50.
- Pretzsch, H., & Pretzsch, H. (2009). *Forest Dynamics, Growth, and Yield: A Review, Analysis of the Present State, and Perspective*. Springer.
- Pujilestari, S., Dwidayati, N., & Sugiman. (2017). Pemilihan Model Regresi Linier Berganda Terbaik Terbaik Pada Kasus Multikolinieritas Berdasarkan Metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan Metode *Stepwise*. *UNNES Journal of Mathematics*, 6(1), 71–81.
- Rachmatunisa, Ainnur Fitria, & And Other. (2017). Pengaruh Penambahan Limbah Padat Pengulahan Agar *Gracilaria sp.* Pada Pembuatan Kertas Medium. *Universitas Airlangga*. <https://repository.unair.ac.id/63216/1/KKC%20KK%20PK%20BP%20134-17%20Rac%20p-Abstrak.pdf>
- Ramadhani, R. (2016). Perbandingan Model Pertumbuhan Yoshida I Dan Chapman-Richards Pada Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza Sativa*). *Jurnal Mahasiswa Matematika*, 4(1).
- RAPP. (2023). *RAPP Internal Presentation*.
- Simanullang, J., Bowo, H., & Suryahadi, D. (2023). Pengaruh Topografi Terhadap Produktivitas dan Efisiensi Kegiatan Penebangan (*Felling*) Menggunakan Chainsaw di Estate Teso Timur PT. RAPP. *Agrotechnology, Agribusiness, Forestry, and Technology: Jurnal Mahasiswa Instiper (AGROFORETECH)*, 1(1), 784–795.
- Susanto Denni, Manikasari Giska P, & Putri Marlianasari. (2018). Buku Panduan Karakteristik Lahan Gambut. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading/Addison-Wesley.
- Vachlepi, A. (2019). Prospek Pemanfaatan Kayu Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pulp. *Warta Perkaretan*, 1(1), 47–60.
- Vanclay, & Jerome K. (1994). *Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests*.
- Weiskittel, A. R., Hann, D. W., Kershaw Jr, J. A., & Vanclay, J. K. (2011). *Forest Growth and Yield Modeling*. John Wiley & Sons.
- Widyantari, D. A. G., Susila, K. D., & Kusmawati, T. (2015). Evaluasi Status Kesuburan Tanah Untuk Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Timur. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(4), 294–298.
- Zeide, & Boris. (1993). *Analysis of Growth Equations*. (3rd ed., Vol. 39). *Forest Science*.