

Analisis Kompetisi Varietas (*Eucalyptus* sp.) Umur 25 Bulan terhadap Perbedaan Kelas Lereng di PT. Itci Hutani Manunggal Kalimantan Timur

Ahmad Bahtiar Arofat^{*)}, Sugeng Wahyudiono, Tatik Suhartati

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email korespondensi: ahmad.bahtiar61@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh varietas klonal *Eucalyptus* sp. dan kelas lereng terhadap Indeks Kompetisi, DBH, dan Diameter Tajuk di PT. ITCI Hutani Manunggal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi klonal *Eucalyptus* sp. (klona A & klona B) dan kelas lereng ($\leq 26,79\%$ & $26,79\% - 46,63\%$) terhadap Indeks Kompetisi, DBH, dan Diameter Tajuk. Studi ini juga menyelidiki korelasi antar variabel tersebut serta mengidentifikasi kombinasi klonal dan kelas lereng yang menghasilkan pertumbuhan optimal. Metodologi penelitian kuantitatif menerapkan *purposive* sampling berupa 12 plot yang tersebar di wilayah PT. IHM, setiap plot terdiri dari 12 pohon subjek, dengan total 144 sampel. Data dianalisis menggunakan *two-way* ANOVA, *post-hoc* Tukey HSD, serta korelasi *Pearson*, untuk penilaian komprehensif terhadap pertumbuhan *Eucalyptus* sp. dalam konteks variasi topografi dan genetik. Hasil penelitian menunjukkan varietas dan kelas lereng menghasilkan kompetisi intensitas menengah yang secara signifikan memengaruhi DBH dan Diameter Tajuk. Interaksi kedua faktor terhadap DBH tidak menunjukkan signifikansi sedangkan Diameter Tajuk menunjukkan adanya interaksi, tetapi tidak teridentifikasi perbedaan yang signifikan antar kelas lereng. Selain itu, ditemukan korelasi positif yang kuat antara DBH dan Indeks Kompetisi Tajuk (IKT) ($r = 0,785-0,945$) serta Diameter Tajuk ($r = 0,664-0,891$), mengindikasikan hubungan erat antara parameter pertumbuhan tersebut. Pengaruh signifikan varietas klonal *Eucalyptus* sp. dan gradien topografi terhadap DBH dan diameter tajuk, dengan kompetisi tingkat menengah. Klona B optimal pada lereng $\leq 26,79\%$.

Kata Kunci: *Eucalyptus* sp., varietas klonal, kelas lereng, dan kompetisi tajuk.

PENDAHULUAN

Hutan tanaman industri memainkan peran penting dalam produksi kayu berkualitas tinggi untuk berbagai keperluan. PT. ITCI Hutani Manunggal (IHM), sebagai perusahaan yang bergerak dalam sektor ini, berkomitmen untuk mengoptimalkan produktivitas tegakan kayu melalui pengembangan spesies pohon unggul. Dalam konteks persaingan global yang semakin ketat di industri pulp dan kertas, perusahaan seperti PT IHM menghadapi tantangan untuk terus meningkatkan kualitas produksi mereka. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi klonal *Eucalyptus* sp. (klona A & klona B) dan kelas lereng ($\leq 26,79\%$ & $26,79\% - 46,63\%$) terhadap Indeks Kompetisi, DBH, dan Diameter Tajuk. Studi ini juga menyelidiki korelasi antar variabel tersebut serta mengidentifikasi kombinasi klonal dan kelas lereng yang menghasilkan pertumbuhan optimal. Pemahaman mendalam tentang faktor-

faktor ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam optimalisasi pertumbuhan dan produktivitas hutan tanaman industri.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan pentingnya persaingan antar tajuk pohon dalam memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas hutan. Meng dkk. (2007) menekankan peran krusial tajuk dalam proses fotosintesis, sementara Van Laar & Akça (2007) mengidentifikasi kerapatan tegakan sebagai faktor yang dapat dimodifikasi untuk pengembangan hutan. Studi oleh Wahyuni (2017) pada jati klonal menemukan korelasi lemah antara indeks kompetisi dan berbagai parameter tajuk, menunjukkan kompleksitas interaksi ini. Namun, penelitian tersebut terbatas pada satu spesies dan tidak mempertimbangkan variasi topografi. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada fokusnya terhadap berbagai varietas *Eucalyptus* sp. di beragam kelas lereng, yang belum dieksplorasi secara mendalam dalam literatur sebelumnya. Dengan mengintegrasikan analisis kompetisi tajuk, pertumbuhan diameter, dan kondisi topografi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menyelidiki pengaruh varietas klonal *Eucalyptus* sp. (Klonal A dan Klonal B) dan kelas lereng ($\leq 26,79\%$ dan $15^\circ-35^\circ$) terhadap pertumbuhan dan kompetisi tajuk pohon. Metode eksperimen dipilih karena kemampuannya untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel yang diteliti, memungkinkan perbandingan langsung antara kelompok perlakuan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif, terdiri dari data primer yang diperoleh melalui pengukuran langsung di petak PT. IHM Divisi *Plantation*, dan data sekunder berupa informasi kelas lereng dari PT. IHM Divisi *Planning*. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive* sampling, dengan fokus pada tegakan *Eucalyptus* sp. berumur 25 bulan yang ditanam pada tahun 2021 dengan jarak tanam 2 x 3 m. Pemilihan 12 kompartemen didasarkan pada kriteria pertumbuhan yang baik sebagai pembanding untuk setiap kelas lereng, dengan ciri-ciri batang yang lurus dan silindris serta tajuk berbentuk silindris.

Desain sampling melibatkan empat perlakuan berbeda yang dihasilkan dari kombinasi dua varietas klonal *Eucalyptus* sp. dan dua kategori kelas lereng. Setiap perlakuan diulang tiga kali di kompartemen yang berbeda, dengan 12 sampel diambil dalam satu plot untuk setiap ulangan. Metode ini menghasilkan total 144 sampel (4 perlakuan x 3 ulangan x 12 sampel), memberikan representasi yang memadai untuk analisis komprehensif terhadap pengaruh varietas klonal dan kelas lereng pada pertumbuhan *Eucalyptus* sp.

Objek penelitian ini meliputi beragam parameter pohon, termasuk Diameter Tajuk, Indeks Kompetisi Tajuk (IKT), serta *Crown Competition Index* (CCI), yang mana kesemuanya dihitung menggunakan metode spesifik untuk memberikan gambaran komprehensif tentang pertumbuhan dan kompetisi antar pohon. Diameter Tajuk dihitung dengan mengambil rata-rata geometrik dari pengukuran horizontal tajuk dalam arah selatan-utara dan timur-barat, sehingga memberikan gambaran akurat tentang luas permukaan tajuk yang berperan dalam proses fotosintesis dan pertumbuhan pohon dengan rumus:

$$Mg = \sqrt{X1 \cdot X2}$$

Keterangan: Mg: Geometric Mean; X1: Diameter Tajuk dari Utara ke Selatan; X2: Diameter Tajuk dari Timur ke Barat

Sementara itu, perhitungan Indeks Kompetisi Tajuk (IKT) mengadopsi model Hegyi (1974) yang bergantung pada jarak, di mana Diameter Tajuk setiap pohon dibandingkan dengan jarak horizontal ke pohon-pohon tetangga yang tajuknya tumpang tindih atau

berdekatan, sehingga memberikan gambaran tentang tingkat persaingan antar pohon dengan rumus (Hegyi, 1974):

$$IK_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{DBH_i}{DBH_j} \times \frac{1}{Dis_{ij}} \right)$$

Keterangan: IK_j : Indeks kompetisi pohon subyek j ; DBH_j : Diameter pohon subjek j (m); DBH_i : Diameter pohon kompetitor i (m); Dis_{ij} : Jarak antara pohon i dan j (m); n : Jumlah pohon kompetitor pada radius sekitar pohon subjek j

Adapun *Crown Competition Index* (CCI) dikalkulasi berdasarkan perbandingan diameter pohon subjek dan kompetitor, dengan nilai yang berkisar antara 0 hingga 1,00, di mana 0 menunjukkan tajuk yang sepenuhnya terbuka tanpa kompetisi, sedangkan 1,00 mengindikasikan tajuk yang sangat bersaing dengan pohon-pohon tetangga, sehingga membantu dalam memahami dinamika interaksi dan persaingan antar pohon dalam suatu populasi dengan rumus (Davis & Johnson, 1987):

$$CCI = \frac{bi}{bq}$$

Keterangan: CCI: *Crown Competition Index*; Bi : Luas bidang dasar pohon subjek (m^2); Bq : Rata-rata luas bidang dasar pohon pesaing (m^2)

Analisis data melibatkan beberapa teknik statistik. Pertama, uji statistik deskriptif digunakan untuk meringkas dan menggambarkan karakteristik utama data (Suhartati, 2021). Selanjutnya, uji homogenitas dilakukan untuk memverifikasi kesamaan varian antar kelompok sampel (Nuryadi dkk., 2017). ANOVA Dua Arah (*Two-Way Anova*) diaplikasikan untuk menguji pengaruh kedua faktor (varietas klon dan kelas lereng) terhadap variabel dependen. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan, *post-hoc test* menggunakan uji *Tukey HSD* dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan spesifik antar kelompok (Harlan, 2018). Terakhir, analisis korelasi *Pearson* digunakan untuk mengevaluasi kekuatan hubungan antar variabel yang diteliti, dengan syarat data berdistribusi normal dan memiliki hubungan linear (Priyatno, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jumlah Pohon setiap Klon, Subjek dan Kompetitor

a. Jumlah Pohon

Studi ini memanfaatkan data primer dari 12 plot di Sektor 3, mencakup tanaman *Eucalyptus* sp. berusia 25 bulan dengan variasi dua jenis klon dan kelas lereng, sehingga memberikan gambaran komprehensif tentang pertumbuhan tanaman dalam berbagai kondisi.

Tabel 1. Jumlah Pohon

Klon	Kelas Lereng	Jumlah Pohon	Total
A	≤ 26,79%	90	360
A	26,79% – 46,63%	90	
B	≤ 26,79%	90	
B	26,79% – 46,63%	90	

b. Jumlah Pohon Subjek dan Kompetitor

Observasi dilakukan pada 30 pohon per plot, dengan setiap pohon target dikelilingi oleh 4 pohon pesaing terdekat, yang bertujuan menganalisis interaksi antar varietas dan kelas lereng *Eucalyptus* sp., serta dinamika kompetisi dalam ekosistem hutan tanaman industri.

Tabel 2. Jumlah Pohon Subjek dan Kompetitor

Klona	Kelas Lereng	Pohon Subjek	Pohon Kompetitor
A	≤ 26,79%	36	144
A	26,79% – 46,63%	36	144
B	≤ 26,79%	36	144
B	26,79% – 46,63%	36	144

B. Statistik Deskriptif

Data pohon subjek diperoleh dari data DBH, Diameter Tajuk, IKT, dan CCI. Statistik deskriptif ini yang berdasarkan jenis klona (A & B) dan kelas lereng (≤ 26,79% & 26,79% – 46,63%). Data yang sebelumnya telah diuji univariat, uji normalitas, dan uji homogenitas. Data yang terindikasi outlier ekstrem telah dieliminasi, sehingga diperoleh data dengan nilai pencilan yang minimal dan jumlah keseluruhan 144 sampel yang dianalisis berubah menjadi 141 pohon. Menurut George, D. & Mallery, M. (2010), uji homogenitas dan uji normalitas dengan meninjau skewness dan kurtosis bernilai -2 s.d. +2 maka data berdistribusi normal.

Tabel 3. Homogenitas Uji *Levene's*

Sumber Variasi	Statistik <i>Levene</i>	Sig.
Rerata DBH	0,692	0,558*
Rerata CD	2,429	0,068*
Rerata IKT	0,655	0,581*
Rerata CCI	1,079	0,360*

Sumber: Analisis data Lampiran 20–23

Keterangan: * - Signifikan pada taraf uji > 0,05; Skema: Klona + Kelas Lereng + Klona * Kelas Lereng; Sig: Signifikansi.

Tabel 4. Nilai Statistik Deskriptif

Sumber Variasi	DBH (cm)							
	n	Rerata	SD	Max	Min.	Varians	Skewness	Kurtosis
Klona A (≤ 26,79%)	35	7,874	1,6432	11,6	5,1	2,700	0,415	-0,246
Klona A (26,79% – 46,63%)	36	9,069	1,7726	11,8	5,5	3,142	-0,555	-0,832
Klona B (≤ 26,79%)	35	8,697	1,6019	11,7	5,5	2,566	-0,082	-0,813
Klona B (26,79% – 46,63%)	35	9,720	1,4079	12,5	6,8	1,982	-0,173	-0,631
Total	141	8,842	1,7295					
Sumber Variasi	Diameter Tajuk (m)							
	n	Rerata	SD	Max	Min.	Varians	Skewness	Kurtosis
Klona A (≤ 26,79%)	35	1,6651	0,26904	2,18	1,15	0,072	-0,002	-0,750
Klona A (26,79% – 46,63%)	36	1,9681	0,36196	2,66	1,23	0,131	-0,124	-0,399
Klona B (≤ 26,79%)	35	2,6563	0,45809	3,46	1,80	0,210	-0,142	-0,689
Klona B (26,79% – 46,63%)	35	2,4546	0,28216	3,03	2,02	0,080	0,366	-0,996
Total	141	2,1845	0,52344					
Sumber Variasi	IKT (nilai)							
	n	Rerata	SD	Max	Min.	Varians	Skewness	Kurtosis
Klona A (≤ 26,79%)	35	1,769988	0,3660174	2,6479	1,1652	0,134	0,470	-0,504
Klona A (26,79% – 46,63%)	36	1,712555	0,4109037	2,7328	1,1903	0,169	0,817	-0,271
Klona B (≤ 26,79%)	35	1,741783	0,3635758	2,7028	1,1638	0,132	0,653	0,789
Klona B (26,79% – 46,63%)	35	1,734039	0,3396618	2,4797	1,2173	0,115	0,715	-0,402
Total	141	1,739399	0,3678242					
Sumber Variasi	CCI (nilai)							
	n	Rerata	SD	Max	Min.	Varians	Skewness	Kurtosis
Klona A (≤ 26,79%)	35	0,974984	0,3982515	2,0386	0,4028	0,159	0,715	0,099
Klona A (26,79% – 46,63%)	36	1,039765	0,4556456	2,0285	0,2108	0,208	-0,018	-0,715
Klona B (≤ 26,79%)	35	1,002080	0,4010712	1,8885	0,3923	0,161	0,796	-0,033
Klona B (26,79% – 46,63%)	35	1,002865	0,3394591	1,6495	0,4591	0,115	0,084	-0,864
Total	141	1,005170	0,3975063					

Sumber: Analisis data Lampiran 19 dan 24–27

Keterangan: n: Jumlah data; DBH: *Diameter At Breast Height*; IKT: Indeks Kompetisi Tajuk; CCI: *Crown Competition Index*; SD: Standar Deviasi; Maks: Nilai Maksimum; Min: Nilai Minimum.

C. Pengujian Varietas Klona dan Perbedaan Kelas Lereng Terhadap DBH

Analisis varians dua arah mengungkapkan bahwa faktor klona dan kelas lereng secara individual berpengaruh signifikan terhadap diameter setinggi dada (DBH) tanaman, dengan nilai p-value 0,008 dan 0,000. Namun, tidak ditemukan interaksi yang signifikan antara kedua faktor tersebut dalam mempengaruhi DBH, yang ditunjukkan oleh nilai p-value interaksi 0,752, jauh di atas tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Tabel 5. *Two-way ANOVA DBH*

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F hitung	F tabel	Sig.
Klona	1	19,129	19,129	7,352*	3,91	0,008
Kelas Lereng	1	43,347	43,347	16,661*	3,91	0,000
Klona * Kelas Lereng	1	0,262	0,262	0,101 NS	3,91	0,752
Error	137	356,429	2,602			
Total	141	11441,910				

Keterangan: * - Signifikan pada taraf uji 0,05; NS: Non Signifikan pada taraf uji 0,05; DB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi.

Sumber: Analisis data Lampiran 28

Klona A menunjukkan pertumbuhan yang lebih unggul pada lereng dengan kemiringan 26,79% – 46,63%, dibandingkan dengan lereng yang lebih landai ($\leq 26,79\%$). Hal ini mengisyaratkan bahwa Klona A memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap variasi kemiringan lereng, yang mungkin berkaitan dengan perbedaan dalam alokasi sumber daya, efisiensi fisiologis, dan potensi pertumbuhan sebagai respons terhadap kondisi lingkungan. Zobel dan Talbert (1984) menyatakan bahwa variasi pada pohon dapat dijelaskan oleh tiga faktor utama: perbedaan lingkungan tumbuh, keragaman genetik antar individu, dan interaksi antara genetik dengan lingkungan. Faktor-faktor ini berperan penting dalam membentuk karakteristik unik pohon, yang kemudian menciptakan keberagaman dalam populasi atau spesies.

Sebaliknya, Klona B menunjukkan tingkat plastisitas fenotipe yang lebih tinggi terhadap variasi kemiringan lereng. Walaupun Klona B cenderung memiliki DBH lebih besar pada lereng 26,79% – 46,63%, perbedaan pertumbuhan antara kedua kelas lereng tidak sejelas yang diamati pada Klona A, mengindikasikan kemampuan adaptasi yang lebih baik. Arsyad (2010) menyebutkan bahwa peningkatan kecuraman lereng berkorelasi positif dengan intensitas aliran permukaan, yang mempercepat erosi dan redistribusi bahan organik tanah. Kemungkinan adanya pengaruh kedalaman tanah pada lereng tertentu juga dapat memengaruhi ketersediaan air dan distribusi nutrisi, yang pada akhirnya berperan dalam variasi respons pertumbuhan kedua klona ini.

D. Pengujian Varietas Klona dan Perbedaan Kelas Lereng Terhadap Diameter Tajuk

Analisis *Two-way ANOVA* menunjukkan bahwa faktor klona berpengaruh signifikan terhadap Diameter Tajuk (p-value 0,000), mengindikasikan adanya variasi tajuk antar klona akibat perbedaan genetik. Meskipun kelas lereng tidak signifikan (p-value 0,233), interaksi antara klona dan kelas lereng menunjukkan pengaruh penting (p-value 0,000), yang berarti pengaruh klona pada Diameter Tajuk bervariasi tergantung pada kelas lereng.

Tabel 6. *Two-way* ANOVA Diameter Tajuk

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F hitung	F tabel	Sig.
Klona	1	1,812	1,812	158,383*	3,91	0,000
Kelas Lereng	1	0,016	0,016	1,438 NS	3,91	0,233
Klona * Kelas Lereng	1	0,206	0,206	18,045*	3,91	0,000
Error	137	1,567	0,011			
Total	141	378,510				

Sumber: Analisis data Lampiran 29

Keterangan: * - Signifikan pada taraf uji 0,05; NS: Non Signifikan pada taraf uji 0,05; DB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi.

Uji *Tukey HSD* sesudah uji ANOVA dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh varietas klona dan kelas lereng terhadap Diameter Tajuk. Temuan menunjukkan bahwa kombinasi Klona B pada lereng $\leq 26,79\%$ menghasilkan Diameter Tajuk terbesar, sementara Klona A pada lereng yang sama menghasilkan Diameter Tajuk terkecil, meskipun sebelumnya perbedaan kelas lereng dianggap tidak signifikan, uji *Tukey HSD* mengungkapkan perbedaan yang nyata dalam Diameter Tajuk di antara Klona A ($\leq 26,79\%$) berbeda nyata dengan Klona A ($26,79\% - 46,63\%$) dan Klona A ($\leq 26,79\%$ & $26,79\% - 46,63\%$) berbeda nyata dengan Klona B ($\leq 26,79\%$ & $26,79\% - 46,63\%$) sedangkan, Klona B ($\leq 26,79\%$) tidak berbeda nyata dengan Klona B ($26,79\% - 46,63\%$).

Tabel 7. Uji *Post-hoc Tukey HSD* Diameter Tajuk

Sumber Variasi		LS Mean
Klona	Kelas Lereng	Diameter Tajuk
A	($\leq 26,79\%$)	1.6651 a
A	($26,79\% - 46,63\%$)	1.9681 b
B	($\leq 26,79\%$)	2.6563 c
B	($26,79\% - 46,63\%$)	2.4546 c

Sumber: Analisis data Lampiran 32

Keterangan: LS Mean: *Least Squares Mean* (Rerata Kuadrat Terkecil).

Tajuk pohon adalah indikator utama untuk pertumbuhan dan perkembangan, dan pengamatannya memungkinkan estimasi tentang efisiensi ruang tumbuh serta produktivitas tanaman dalam ekosistem. Analisis pengaruh faktor klona (A & B), kelas lereng ($\leq 26,79\%$ & $26,79\% - 46,63\%$), serta interaksi keduanya terhadap Diameter Tajuk *Eucalyptus* sp. memberikan wawasan mendalam tentang bagaimana genetik dan lingkungan mempengaruhi pertumbuhan pohon. Klona A, misalnya, menunjukkan plastisitas fenotipe yang optimal pada lereng $26,79\% - 46,63\%$, mungkin untuk memaksimalkan penyerapan cahaya dan efisiensi fotosintesis pada lereng curam, Pretzsch (2009) menyatakan karakteristik struktural pohon, seperti ukuran tajuk dan pola percabangan, memengaruhi proses fisiologis seperti penyerapan cahaya dan fotosintesis, serta menentukan efisiensi pohon dalam memanfaatkan sumber daya lingkungan dan mempertahankan fungsi metaboliknya.

Di sisi lain, Klona B lebih baik pada lereng $\leq 26,79\%$, menunjukkan adaptasi terhadap stabilitas struktural dan efisiensi penggunaan air di topografi datar. Meskipun kemiringan lereng dapat mempengaruhi aliran air dan distribusi nutrisi, Burkhart dan Tomé (2012) mencatat bahwa perlakuan silvikultur seperti penjarangan dan pemupukan dapat mempengaruhi pertumbuhan tajuk secara positif. Variasi respons ini mungkin disebabkan oleh kemampuan adaptasi tumbuhan, di mana Klona A mengalokasikan lebih banyak sumber daya untuk tajuk di lereng curam, sementara Klona B berfokus pada efisiensi di lereng datar.

E. Pengujian Varietas Klona dan Perbedaan Kelas Lereng Terhadap Indeks Kompetisi Tajuk

Analisis varians dua arah (*Two-way ANOVA*) digunakan untuk menilai pengaruh faktor klona, kelas lereng, serta interaksi keduanya terhadap Indeks Kompetisi Tajuk (IKT) tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa baik faktor klona maupun kelas lereng tidak memiliki dampak signifikan terhadap IKT, dengan p-value masing-masing 0,859 dan 0,549, yang melebihi tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Selain itu, tidak ditemukan interaksi signifikan antara klona dan kelas lereng terhadap nilai IKT, karena p-value untuk interaksi mencapai 0,509, menunjukkan bahwa pengaruh klona terhadap IKT tidak berubah secara signifikan tergantung pada kelas lereng.

Tabel 8. *Two-way ANOVA* IKT

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F hitung	F tabel	Sig.
Klona	1	0,000	0,000	0,032	3,91	0,859
Kelas Lereng	1	0,005	0,005	0,361	3,91	0,549
Klona * Kelas Lereng	1	0,006	0,006	0,438	3,91	0,509
Error	137	2,021	0,015			
Total	141	52,720				

Sumber: Analisis data Lampiran 30

Keterangan: NS: Non Signifikan pada taraf uji 0,05; DB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi.

Indeks kompetisi Heygi dipilih dalam penelitian ini karena konsistensinya yang lebih unggul. Studi komparatif oleh Alemdag, seperti yang dikutip dalam karya Davis dan Jhonson (1987), menunjukkan bahwa persamaan Heygi menawarkan konsistensi yang superior dibandingkan metode lain untuk perhitungan indeks kompetisi tajuk. Kemampuan adaptasi varietas klona terhadap variasi kemiringan lereng dalam pemuliaan hutan menunjukkan strategi penyesuaian yang efisien, memungkinkan pola pertumbuhan tajuk yang konsisten di berbagai kondisi topografi.

F. Pengujian Varietas Klona dan Perbedaan Kelas Lereng Terhadap *Crown Competition Index*

Analisis varians dua arah (*Two-way ANOVA*) digunakan untuk menilai pengaruh faktor klona, kelas lereng, serta interaksi keduanya terhadap nilai *Crown Competition Index* (CCI) tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa baik faktor klona maupun kelas lereng tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap CCI, dengan nilai p-value masing-masing sebesar 0,942 dan 0,628, sementara interaksi antara klona dan kelas lereng juga tidak signifikan dengan p-value 0,637, menandakan bahwa variasi dalam kedua faktor tersebut tidak mempengaruhi nilai CCI secara substansial.

Tabel 9. *Two-way ANOVA* CCI

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F hitung	F tabel	Sig.
Klona	1	0,001	0,001	0,005	3,91	0,942
Kelas Lereng	1	0,038	0,038	0,235	3,91	0,628
Klona * Kelas Lereng	1	0,036	0,036	0,224	3,91	0,637
Error	137	22,046	0,161			
Total	141	164,583				

Sumber: Analisis data Lampiran 31

Keterangan: NS: Non Signifikan pada taraf uji 0,05; DB: Derajat Bebas; JK: Jumlah Kuadrat; KT: Kuadrat Tengah; Sig: Signifikansi.

Meskipun analisis varians tidak menunjukkan pengaruh signifikan dari faktor-faktor yang diteliti, evaluasi rerata IKT dan CCI mengungkapkan dinamika yang menarik. Rerata IKT sebesar 1,7394 menandakan adanya kompetisi dengan intensitas menengah antara individu pohon, sedangkan rerata CCI sebesar 1,0052 mengindikasikan interaksi kompetitif dalam populasi yang diteliti, seperti yang dijelaskan oleh hasil analisis. Namun, kompetisi ini tampaknya seragam dan tidak dipengaruhi oleh variasi genetik (klona) atau perbedaan topografis (kelas lereng). Oleh karena itu, temuan ini menunjukkan bahwa praktik silvikultur yang seragam mungkin efektif di berbagai varietas klona dan kelas lereng, dengan fokus yang lebih besar pada pengelolaan kompetisi tajuk.

G. Uji Korelasi Pearson (*Pearson's Correlation*) Varietas Klona dan Kelas Lereng Terhadap DBH dengan Indeks Kompetisi Tajuk

Tabel 10. Uji Korelasi *Pearson* DBH & IKT

Sumber Variasi	r	Tingkat Hubungan
DBH >< IKT Klon A ($\leq 26,79\%$)	0,785*	Kuat
DBH >< IKT Klon A (26,79% – 46,63%)	0,878*	Sangat Kuat
DBH >< IKT Klon B ($\leq 26,79\%$)	0,852*	Sangat Kuat
DBH >< IKT Klon B (26,79% – 46,63%)	0,945*	Sangat Kuat

Sumber: Analisis data Lampiran 33–36

Keterangan: DBH: *Diameter At Breast Height*, IKT: Indeks Kompetisi Tajuk; R: Koefisien Korelasi *Pearson* Sig: Signifikansi.

Hubungan antara DBH dan IKT menunjukkan korelasi positif yang konsisten di berbagai kombinasi klona dan kelas lereng, dengan kekuatan hubungan bervariasi dari kuat hingga sangat kuat. Koefisien korelasi (r) berkisar antara ($r = 0,785$) hingga ($r = 0,945$), di mana misalnya untuk Klona A, ($r = 0,785$) pada lereng $\leq 26,79\%$ dan meningkat menjadi ($r = 0,878$) pada lereng 26,79% – 46,63%, sementara untuk Klona B, ($r = 0,852$) pada lereng $\leq 26,79\%$ dan ($r = 0,945$) pada lereng 26,79% – 46,63%, menunjukkan bahwa peningkatan IKT sebanding dengan peningkatan DBH dan mengindikasikan hubungan erat antara kompetisi tajuk dan pertumbuhan diameter batang.

H. Uji Korelasi Pearson (*Pearson's Correlation*) Varietas Klona dan Kelas Lereng Terhadap DBH dengan Diameter Tajuk

Tabel 11. Uji Korelasi *Pearson* DBH & Diameter Tajuk

Sumber Variasi	r	Tingkat Hubungan
DBH >< Diameter Tajuk Klon A ($\leq 26,79\%$)	0,787*	Kuat
DBH >< Diameter Tajuk Klon A (26,79% – 46,63%)	0,783*	Kuat
DBH >< Diameter Tajuk Klon B ($\leq 26,79\%$)	0,891*	Sangat Kuat
DBH >< Diameter Tajuk Klon B (26,79% – 46,63%)	0,664*	Kuat

Sumber: Analisis data Lampiran 37–40

Keterangan: DBH: *Diameter At Breast Height*; r: Koefisien Korelasi *Pearson* Sig: Signifikansi.

Analisis korelasi antara DBH dan CD menunjukkan hubungan positif dengan variasi kekuatan dari kuat hingga sangat kuat, dengan koefisien korelasi (r) berkisar antara 0,664 hingga 0,891. Misalnya, untuk Klona A, hubungan kuat ($r = 0,787$) ditemukan pada lereng $\leq 26,79\%$, sedangkan pada lereng 26,79% – 46,63%, hubungan tersebut tetap konsisten kuat ($r = 0,783$), dan meskipun Klona B menunjukkan pola serupa, dengan hubungan sangat kuat ($r = 0,891$) pada lereng $\leq 26,79\%$ dan kuat ($r = 0,664$) pada lereng 26,79% – 46,63%, hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan diameter tajuk sebanding dengan peningkatan DBH dan mengindikasikan hubungan erat antara diameter tajuk dan pertumbuhan diameter batang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil temuan dari penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan klonasi *Eucalyptus* sp. dan kelas lereng terhadap Indeks Kompetisi tidak signifikan dengan tingkat kompetisi menengah.
2. Perbedaan klonasi *Eucalyptus* sp. dan kelas lereng berpengaruh signifikan terhadap DBH.
3. Perbedaan klonasi *Eucalyptus* sp. dan kelas lereng berpengaruh signifikan terhadap Diameter Tajuk setiap klonasi, tetapi tidak teridentifikasi perbedaan yang signifikan antar kelas lereng.
4. Korelasi signifikan antara Indeks Kompetisi, DBH, dan Diameter Tajuk pada *Eucalyptus* sp. yang bervariasi berdasarkan kelas lereng dan varietas.
5. Perbedaan klonasi *Eucalyptus* sp. dan kelas lereng menunjukkan nilai DBH dan Diameter Tajuk yang paling optimal pada Klonasi B ($\leq 26,79\%$) dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,891$.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air* (2nd ed.). Bogor: IPB PRESS.
<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/42667>
- Burkhardt, H. E., & Tomé, M. (2012). Modeling Forest Trees and Stands. In *Modeling Forest Trees and Stands* (1st ed., Vol. 9789048131). Blacksburg: Springer Dordrecht.
<https://doi.org/10.1007/978-90-481-3170-9>
- Davis, L. S., & Johnson, K. N. (1987). *Forest Management*. Minnesota: McGraw-Hill.
<https://books.google.co.id/books?id=WHjGMp0VWvIC>
- George, D., & Mallery, P. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 Update*. Boston: Allyn & Bacon.
<https://books.google.co.id/books?id=KS1DPgAACAAJ>
- Harlan, J. (2018). *Analisis variansi*. Depok: Gunadarma.
- Hegy, F. (1974). A Simulation Model for Managing Jack-Pine Stand simulation. *Royal Coll. For, Res. Notes*, 30, 74–90.
- Meng, X.-Z., Zeng, E. Y., Yu, L.-P., Mai, B.-X., Luo, X.-J., & Ran, Y. (2007). Persistent Halogenated Hydrocarbons in Consumer Fish of China: Regional and Global Implications for Human Exposure. *Environmental Science & Technology*, 41(6), 1821–1827. <https://doi.org/10.1021/es062251z>
- Nuryadi, N., Astuti, D., Utami, S., & M Budiantara, M. B. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian* (1st ed.). Yogyakarta: Gramasurya. <http://eprints.mercubuana-yogya.ac.id/id/eprint/6667>
- Pretzsch, H. (2009). *Forest Dynamics, Growth and Yield* (Issue 0). Freising: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-88307-4>
- Priyatno, D. (2016). *Belajar Alat Analisis Data dan Cara Pengolahannya Dengan SPSS*. Yogyakarta: Gava Media.
https://elibrary.polbangtanmalang.ac.id/index.php?p=show_detail&id=262
- Setyaningsih, W. (2017). *Respon Dimensi Tajuk Jati Klon Terhadap Kompetisi Tajuk di Kph Madiun*. Skripsi. Tidak Dipublikasi. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Suhartati, T. (2021). *Bahan Kuliah Dasar-Dasar Statistik*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian STIPER.
- Van Laar, A., & Akça, A. (2007). *Forest Mensuration* (Vol. 13). Gottenberg: Springer Dordrecht.
- Zobel, B., & Talbert, J. (1984). *Applied forest tree improvement*. New York: John Wiley & Sons.