

VARIASI PERTUMBUHAN TINGGI KLON HIBRID *Acacia* (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) UMUR 12 BULAN DI WONOGIRI, JAWA TENGAH
*Variation of height growth in an Acacia hybrid (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) clonal test on 12 months of age at Wonogiri, Central Java*

Sri Sunarti¹⁾, Muhammad Naiem²⁾, Eko Bhakti Hardiyanto²⁾, Sapto Indrioko²⁾

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan¹⁾
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman Yogyakarta 55585
Universitas Gadjah Mada²⁾
Email : narti_nirsatmanto@yahoo.com

ABSTRACT

Forty four clones of *Acacia* hybrid propagated from selected stoolplants were tested together with a control of pure species seedling and clone in a clonal test established at Wonogiri, Central Java. The design of clonal test was Incomplete Block Design, which was laid-out as single treeplot of 20 replications with spacing of 3 m x 3 m. Measurements of tree height were conducted at age 12 months. There were significant differences between the clones in height growth. Eleven clones of 44 were more superior than the original population at SSO F1 (Control 4th) which superiority ranging from 1.81-35.35% and 3 of them were more superior than the pure species (control 1th, control 2th and control 3th) which superiority ranging from 3.51 – 17.28%. Meanwhile, clone repeatability for height at age 12 months was 0.96 ± 0.2 , while individual repeatability for height was 0.59 ± 0.1 .

Key words: *Acacia* hybrid, clonal test, repeatability

ABSTRAK

Sebanyak 44 klon hibrid *Acacia* hasil perbanyakan vegetatif dari stool plant terseleksi diuji secara bersamaan dengan kontrol berupa semai dan klon dari spesies induknya. Rancangan percobaan uji klon menggunakan *Incomplete Block Design* (IBD), plot tunggal, 20 replikasi dan jarak tanam 3 m x 3 m. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 12 bulan. Terdapat perbedaan pertumbuhan tinggi yang sangat nyata antar klon yang diuji pada umur 12 bulan. Sebanyak 12 klon dari 44 klon yang diuji terbukti lebih superior dibandingkan dengan kontrol berupa populasi asal induknya di KBSUK F-1 (kontrol 4) dengan superioritas berkisar 1,81-35,35% dan 3 klon diantaranya lebih superior dibanding spesies induknya (kontrol 1, 2 dan 3) dengan superioritas berkisar antara 3,5-17,28%. Sementara itu estimasi nilai riptabilitas klon dan riptabilitas ramet berturut-turut sebesar $0,96 \pm 0,2$ dan $0,59 \pm 0,1$.

Kata kunci : hibrid *Acacia*, clonal test, repeatability

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan peningkatan permintaan bahan baku untuk industri pulp dan kertas, maka peningkatan produktivitas tegakan menjadi salah satu kunci untuk memenuhi pasokan bahan baku untuk

industri tersebut. Tanpa adanya peningkatan produktivitas tegakan, maka peningkatan pasokan bahan baku industri ini akan sangat sulit untuk dipenuhi. Di samping peningkatan produktivitas secara kuantitas, tuntutan peningkatan kualitas

bahan baku juga sangat diperlukan dalam efisiensi proses industri pulp dan kertas. Dengan kata lain, produktivitas tegakan yang tinggi akan menghasilkan ketersediaan volume bahan baku (m^3) yang besar, dan apabila dipadukan dengan kualitas bahan baku kayu yang baik, maka akan mampu memberikan hasil kuantitas dan kualitas pulp yang tinggi.

Acacia hibrid merupakan spesies hasil persilangan antara *Acacia mangium* dan *A. auriculiformis* baik secara alami maupun secara buatan. Keunggulan jenis *Acacia* hibrid telah dibuktikan, antara lain pertumbuhannya cepat, berbatang lurus, berkulit tipis, kemampuan *self-pruning*nya baik, lebih tahan terhadap serangan hama/penyakit dan mampu tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan tempat tumbuh serta mempunyai sifat-sifat kayu yang lebih baik dibandingkan dengan *A. mangium* (Nikles *et al.* 1998; Kha, 2000; Yahya *et al.* 2010; Rukeya *et al.* 2010; Kha *et al.* 2012). Keunggulan *Acacia* hibrid secara genetik dapat dipertahankan hanya melalui perbanyakan secara vegetatif (klon) (Hardiyanto, 2004). Perbanyakan secara generatif kurang menguntungkan karena variasi fenotipenya terlalu besar yang disebabkan karena proses segregasi dari alel-alel induknya yang bersifat heterozygot. Selain itu munculnya individu

dengan kinerjanya buruk juga akan semakin besar karena bertemunya alel-alel resesif dari pohon induknya dalam proses segregasi.

Memperhatikan keunggulan jenis *Acacia* hibrid sebagaimana diuraikan di atas, maka pengembangan klon hibrid *Acacia* telah dimulai sejak tahun 2002 dengan membangun plot kebun persilangan di Wonogiri, Jawa Tengah. Saat ini kegiatan penelitian pengembangan hibrid *Acacia* di telah sampai pada tahap pengujian klon hibrid *Acacia* hasil penyerbukan buatan antara *A. mangium* dan *A. auriculiformis* di Wonogiri, Jawa Tengah. Variasi pertumbuhan klon yang diuji tersebut pada umur 12 bulan akan diuraikan dalam tulisan ini.

II. BAHAN DAN METODE

Deskripsi lokasi

Pembangunan plot uji klon dilakukan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK), Alas Ketu, Wonogiri, Jawa Tengah ($7^{\circ} 80' LS$, $110^{\circ} 93' BT$) dengan ketinggian tempat 141 m dpl, beriklim C (Schmidt dan Ferguson) dan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 1.645 mm/tahun dengan rata-rata suhu harian sebesar $26,5^{\circ}C$. Deskripsi kondisi sifat fisik dan kimia tanah berdasarkan hasil analisis tanah yang dilakukan di Balai Penelitian Tanah, Bogor disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis tekstur dan kimia tanah pada kedalaman 0-20 cm di plot uji klon hibrid *Acacia* di Wonogiri, Jawa Tengah

Sifat	Nilai	Harkat
Pasir (%)	1,3-7,4	Tesktur lempung (<i>clay</i>)
Debu (%)	16,8-46	
Lempung (%)	64,9-83,2	
Total C organik C (Walkley & Black) (%)	1,9-2,01	Rendah
Total N (Kjeldahl) (%)	0,19-0,2	Rendah
C/N	10-11	Rendah
P ₂ O ₅ tersedia P (Bray 1) (ppm)	3,5-4,9	Sangat rendah
Ca dapat ditukar (cmol/kg)	6,28-9,3	Sedang
Mg dapat ditukar (cmol/kg)	2,51-3,49	Sedang
K dapat ditukar (cmol/kg)	0,16-0,62	Sedang
pH (H ₂ O)	4,8-5,1	Masam
pH (KCl)	4,4-4,5	Masam

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa tanah pada lokasi plot uji klon bersifat masam dan termasuk dalam kelas tekstur tanah lempung (*clay*) dengan rata-rata kandungan lempung, debu dan pasir berturut-turut sebanyak 67,37% , 7,53% dan 5,1% (Foth, 1984). Berdasarkan asal batuan induknya, yaitu batuan kars/*limestone*, biasanya tanah yang terjadi bersifat netral atau cenderung basa. Namun demikian, hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah pada lokasi uji tergolong asam, hal ini diduga karena pengaruh pemupukan menggunakan pupuk urea yang dilakukan oleh petani pesanggem terhadap tanaman palawija yang ditanam di sela-sela klon hibrid. Pupuk urea tersebut pada keadaan tanah kering akan mengalami oksidasi (nitrifikasi) sehingga meningkatkan konsentrasi H⁺ dalam tanah

sehingga m menyebabkan tanah menjadi asam.

Rancangan percobaan

Pemapanan plot uji klon dilakukan menggunakan desain percobaan *Incomplete Block Design* (IBD) dengan jumlah klon sebanyak 44, plot tunggal dan 20 replikasi. Sebagai pembanding digunakan 4 kont rol sebagai berikut :

- kontrol 1: rata-rata tinggi klon *A. auriculiformis* dari KBSUK F-1 Wonogiri, Jawa Tengah.
- kontrol 2: rata-rata tinggi klon *A. mangium* dari KBSUK F-2 grup B, provenans terbaik (provenans Oriomo, PNG), Kalimantan Timur.
- kontrol 3: rata-rata tinggi semai *A. mangium* dari KBSUK F-2 grup B, provenans terbaik (provenan Oriomo, PNG), Kalimantan Timur.

- kontrol 4: rerata tinggi tanaman umur 1 tahun pada populasi awal di KBSUK F-1 di Wonogiri, Jawa Tengah.

Analisis data

Model

Analisis data dilakukan dengan menggunakan model linier sebagai berikut (Falconetr, 1981) .

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + R_{j(Bi)} + C_{k(Bi)} + K_l + e_{ijkl} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- Y_{ijkl} : Hasil observasi fenotipe.
- μ : Efek tetap rerata populasi
- B_i : Efek blok ke-*i*
- $R_{j(Bi)}$: Efek baris ke-*j* (bersarang dalam blok ke-*i*)
- $C_{k(Bi)}$: Efek kolom ke-*k* (bersarang dalam blok ke-*i*)
- K_l : Efek klon ke-*l*
- e_{ijk} : Galat

Apabila hasil analisis menggunakan model tersebut tidak menunjukkan adanya pengaruh baris dan kolom pada tinggi tanaman, maka efek baris dan kolom akan dihilangkan dari model tersebut sehingga Tabel Anova dan Tabel Komponen Varians akan disesuaikan. Analisis varians

dilakukan untuk mengevaluasi signifikansi antar efek. Analisis varians dan estimasi komponen varians dilakukan menggunakan perangkat lunak SAS 9.1. Uraian Anova dan komponen varians disajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel komponen varians

Sumber variasi	Kuadrat rata-rata (KR)	Kuadrat rata-rata harapan (KRH)
Blok	KRb	$\sigma^2e + f\sigma^2c(b) + f\sigma^2r(b) + f\sigma^2b$
Baris (blok)	$KRr(b)$	$\sigma^2e + f\sigma^2r(b)$
Kolom (blok)	$KRc(b)$	$\sigma^2e + f\sigma^2c(b)$
Klon	KRk	$\sigma^2e + b\sigma^2k$
Error	KRe	σ^2e

Keterangan :

- σ^2e : varians eror
- $\sigma^2c(b)$: varians kolom bersarang dalam blok

- $\sigma^2r(b)$: varians baris bersarang dalam blok
- σ^2k : varians klon
- b : rata-rata harmonik jumlah blok
- f : rata-rata harmonik jumlah klon

Ripitabilitas klon

Besarnya ripitabilitas klon dan ripitabilitas ramet dihitung dengan

mengikuti formula sebagai berikut (Hardiyanto, 2003) :

Ripitabilitas klon (heritabilitas rata-rata klon) :

$$H^2_k = \frac{\sigma^2_k}{\sigma^2_k + (\sigma^2_e / b)} \dots\dots\dots (2)$$

dengan standar error :

$$SE_{H^2_k} = \frac{SE_{\sigma^2_k} \cdot \sigma^2_k}{\sigma^2_k + (\sigma^2_e / b)}$$

Ripitabilitas ramet (heritabilitas individu)

$$H^2_r = \frac{\sigma^2_k}{\sigma^2_k + \sigma^2_e} \dots\dots\dots (3)$$

dengan standar error :

$$SE_{H^2_r} = \frac{SE_{\sigma^2_k} \cdot \sigma^2_k}{\sigma^2_k + \sigma^2_e}$$

standar error komponen varians klon dihitung dengan formula sebagai berikut (Anderson dan Bancroft (1952) dalam Hardiyanto (2003) :

$$SE_{\sigma^2_k} = [2/k^2 \sum_i (MS_i)^2 / (df_i + 2)]^0.$$

Keterangan :

- H^2_c : ripitabilitas klon,
- H^2_r : ripitabilitas ramet,
- $SE_{\sigma^2_k}$: Standar error komponen varians klon
- σ^2_c : komponen varians klon,
- σ^2_e : komponen varians galat,
- b : rata-rata harmonik jumlah blok
- k : koefisien klon
- MS : Kuadrat Tengah
- Df : Derajat bebas

Korelasi antara nilai pemuliaan pohon induk dengan rata-rata tinggi klon

Prediksi nilai pemuliaan pohon induk dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (White dan Hodge, 1989):

$$\hat{g} = C'V^{-1}(y-\alpha) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- \hat{g} : prediksi nilai nilai pemuliaan
- C' : transpos matriks C, matriks yang tersusun dari elemen-elemen yang merupakan nilai kovarians hasil observasi dengan nilai pemuliannya
- V^{-1} : invers matrik V, matriks yang tersusun dari elemen-elemen yang merupakan nilai varians dan kovarians hasil observasi
- $(y-\alpha)$: standar deviasi hasil observasi dan rerata famili

Korelasi antara tinggi klon umur 12 bulan dengan prediksi nilai pemuliaan pohon induk *A. mangium* dan *A. auriculiformis* dihitung menggunakan regresi linier dengan persamaan sebagai berikut (Gomez dan Gomez, 1984).

$$Y = \alpha + \beta X \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- Y : Variabel bebas
- X : Variabel tak bebas
- α : Intersep
- β : Koefisien regresi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata persen hidup klon yang diuji pada umur 12 bulan tergolong tinggi yaitu sebesar 93,8%, sementara itu rata-rata persen hidup kontrol sebesar 90%. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman dapat beradaptasi dengan baik pada lokasi uji dengan kondisi tanah bertekstur lempung dan asam (rata-rata pH H₂O 4,9) dan mengalami kekahatan unsur N dan P (Tabel 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa hibrid *Acacia* mampu tumbuh dengan baik pada lahan dengan kondisi tanah asam dan miskin unsur hara. Hasil penelitian lain di India menunjukkan bahwa hibrid *Acacia* mampu tumbuh dengan baik pada tanah merah yang terdegradasi pada umur 1-8 tahun (Patil *et al.*, 2012). Hibrid *Acacia* juga tumbuh lebih baik dibandingkan dengan *A. mangium* di

Ba Vi (Vietnam) dengan kondisi tanah bukit gundul dan miskin hara (Kha, 2001).

Secara umum terdapat variasi pertumbuhan tinggi di antara klon-klon yang diuji pada umur 12 bulan (Tabel 3). Sebagian besar tinggi klon berkisar antara 2,1–3 m dengan rata-rata tinggi klon sebesar 2,8 m. Untuk mengetahui besarnya variasi pertumbuhan tinggi antar klon yang diuji dilakukan analisis varians. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tinggi tanaman yang sangat nyata ($P < 0,01$) di antara 44 klon yang diuji pada umur 12 bulan (Tabel 4). Perbedaan ini merupakan efek dari faktor genetik yang cukup besar terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan merupakan indikasi bahwa terdapat potensi seleksi yang besar untuk mendapatkan klon hibrid *Acacia* yang unggul

Tabel 3. Rata-rata tinggi klon *Acacia* hibrida umur 12 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah

Rata-rata tinggi (m)	Jumlah klon
1- 2	6
2,1- 3	24
3,1- 4	11
4,1- 5	3
Total jumlah klon	44

Table 4. Analisis varians sifat tinggi klon *Acacia* hibrid umur 12 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Nilai F
Replikasi	19	36,82	1,93	
Klon	43	8,83	8,83**	25,44
Eror	749	238,49		

** sangat berbeda nyata pada taraf uji 1%

Apabila dibandingkan dengan rata-rata tinggi tanaman pada populasi asal pohon induk di KBSUK F-1 *A. mangium* pada umur yang sama (kontrol 4), terdapat 12 klon yang terbukti lebih unggul.

Persentase peningkatan tinggi 12 klon tersebut dibandingkan dengan populasi awal (kontrol 4) dan beberapa kontrol lainnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Peningkatan pertumbuhan tinggi dari 12 klon terbaik terhadap beberapa pembanding (kontrol) pada umur 12 bulan

Ranking	Klon	Rata-rata tinggi (m)	Superioritas terhadap kontrol 1 ¹⁾ (%)	Superioritas terhadap kontrol 2 ²⁾ (%)	Superioritas terhadap kontrol 3 ³⁾ (%)	Superioritas terhadap kontrol 4 ⁴⁾ (%)
1	44	4,48a	13,71	17,28	13,13	35,35
2	16	4,17ab	5,84	9,16	5,30	25,98
3	25	4,10abc	4,06	7,33	3,51	23,87
4	38	3,88 bcd	-1,50	1,57	-4,04	17,22
5	12	3,83 bcde	-2,80	-0,03	-0,03	15,71
6	29	3,79 bcde	-2,80	-1,00	-0,05	14,50
7	42	3,70 cdef	-6,10	-3,00	-0,07	11,78
8	20	3,67 cdef	-6,90	-4,00	-0,07	10,88
9	36	3,52 defg	-10,70	-8,00	-0,11	6,34
10	40	3,45 defg	-0,12	-10,00	-0,13	4,23
11	17	3,39 efgh	-14,00	-11,00	-0,14	2,42
12	4	3,37 efghi	-14,00	-12,00	-0,15	1,81
Kontrol 1		3,94				
Kontrol 2		3,82				
Kontrol 3		3,96				
Kontrol 4		3,31				

1) Klon *A. auriculiformis* dari KBSUK F-1, Wonogiri

2) Semai *A. mangium* dari KBSUK F-2 (grup B, provenans PNG)

3) Klon *A. mangium* dari KBSUK F-2 (grup B, provenans PNG)

4) Populasi umur 1 tahun di KBSUK F-1 *A. mangium*, di Wonogiri, Jawa Tengah

Sebanyak 12 klon dari 44 klon yang diuji terbukti lebih superior dibandingkan dengan kontrol berupa populasi asal induknya di KBSUK F-1 (kontrol 4) dengan superioritas klon terhadap kontrol 4 berkisar 1,81-35,35%. Sebanyak 3 klon dari 12 klon tersebut yaitu klon nomor 44, 16 dan 25 mempunyai rata-rata tinggi lebih besar dibandingkan dengan rata-rata klon *A.*

auriculiformis (kontrol 1), semai *A. mangium* (kontrol 3) dan rerata klon *A. mangium* (kontrol 4). Superioritas tiga klon tersebut terhadap kontrol 1, 2 dan 3 berturut-turut berkisar 4-13,7%, 7,3-17,3% dan 3,5-13,1% pada umur 12 bulan. Ketiga klon tersebut merupakan hasil hibridisasi dengan asal induk betina (*A. mangium*) berasal dari Claudi River,

Australia dan induk jantan (*A. auriculiformis*) berasal dari Queensland, kecuali nomor 16 berasal dari Papua New Guinea.

Berdasarkan besarnya nilai estimasi komponen varians (Tabel 6), diketahui bahwa besarnya estimasi nilai ripitabilitas klon dan ripitabilitas ramet menunjukkan kategori nilai sedang-tinggi (Falconer, 1989). Besarnya nilai ripitabilitas klon dan ripitabilitas ramet berturut-turut adalah $0,96 \pm 0,2$ dan $0,59 \pm 0,1$. Hasil penelitian lain pada klon jenis *E. grandis* umur 2 tahun di Portugal menunjukkan nilai ripitabilitas klon yang hampir sama, yaitu sebesar 0,87 – 0,91 (Boralho *et al.*, 1992) dan klon *E. camaldulensis* umur 3 tahun di Vietnam yaitu sebesar 0,72 -0,88 (Kien, 2009). Nilai perkiraan ripitabilitas yang besar tersebut menunjukkan bahwa potensi daya ulang perbanyak klon pada hibrid *Acacia* cukup besar, sehingga hibrid *Acacia* sangat tepat dikembangkan dalam perhutanan klon (*clonal forestry*).

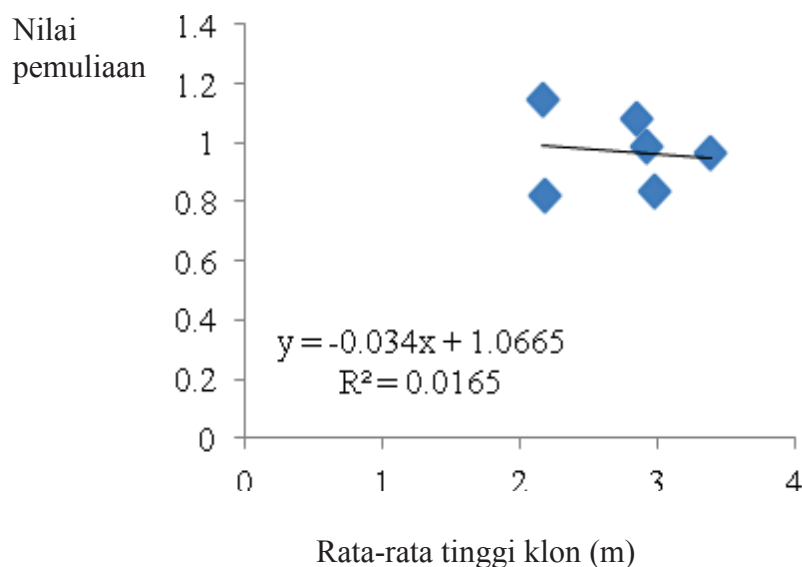
Berdasarkan hasil analisis korelasi antara nilai pemuliaan (*breeding value*) pertumbuhan tinggi pada pohon induk dengan rata-rata tinggi klon yang diuji pada umur 1 bulan, diketahui bahwa besarnya nilai korelasi (*r*) pada pohon induk *A. auriculiformis* lebih besar dibandingkan dengan pohon induk *A. mangium*, yaitu berturut-turut sebesar 0,83 dan 0,15. Nilai korelasi yang tinggi pada pohon induk *A.*

auriculiformis menandakan bahwa kemampuan daya gabung umum pada *A. auriculiformis* tinggi, sehingga berpotensi menghasilkan hibrid yang baik apabila disilangkan dengan *A. mangium*. Nilai korelasi yang rendah pada pohon induk *A. mangium* menandakan bahwa kemampuan daya gabung umum pada *A. mangium* relatif rendah, sehingga generasi pertama hibrid yang dihasilkan cenderung intermediet. Meskipun demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan hal ini, karena pada penelitian ini tidak dilakukan analisis terhadap daya gabung umum pada masing-masing pohon induk yang disebabkan karena pola persilangan yang dihasilkan tidak teratur. Hasil penelitian lain pada hibrid *Acacia* alami yang dilaporkan oleh Sedgley dan Harbard (1992) dalam Kha (2000) menunjukkan bahwa berdasarkan hasil analisis menggunakan isozym, sifat genotipe hibrid *Acacia* lebih menyerupai *A. auriculiformis*. Hasil yang hampir sama juga dilaporkan oleh Volker (2002) menjelaskan bahwa penampilan hibrid antara *E. globulus* dan *E. nitens* tidak berkorelasi dengan nilai pemuliaan induknya. Berbeda pada *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var *Hondurensis* di Queensland, korelasi antara induk *Pinus elliottii* dan hibridnya memperlihatkan korelasi yang tidak konsisten (Dieters dan Dungey, 2000). Beberapa hal yang menyebabkan

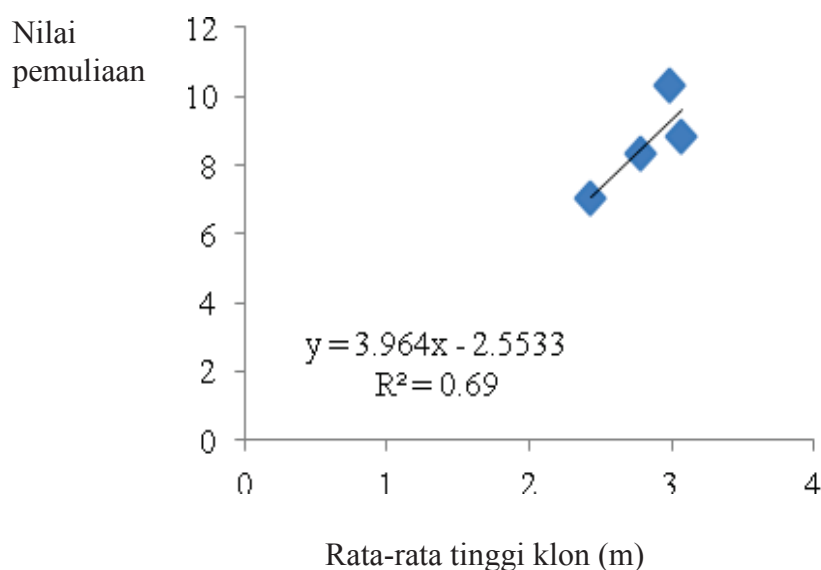
korelasi antara induk *Pinus elliottii* dan hibridnya tidak konsisten adalah antara lain adalah jumlah sampel induk yang digunakan terlalu sedikit, adanya kesalahan eksperimen dan tingginya variasi aditif serta adanya interaksi antara genotipe dan lingkungan.

Tabel 6. Komponen varians, riptabilitas klon dan ramet

Parameter	Nilai
Komponen varians klon	0,499
Komponen varians eror	0,347
Ripitabilitas klon	0,96
Ripitabilitas ramet	0,59



Gambar 1. Korelasi antara nilai pemuliaan (*breeding value*) induk betina (*A. mangium*) dan rata-rata tinggi klon umur 12 bulan



Gambar 2. Korelasi antara nilai pemuliaan (*breeding value*) induk jantan (*A. auriculiformis*) dan rata-rata tinggi klon umur 1 tahun

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi awal yang dilakukan pada klon hibrid *Acacia* umur 12 bulan, telah diperoleh 3 klon terbaik dengan keunggulan rata-rata tinggi tanaman dibanding kontrol 1,2,3 dan 4 berkisar antara 3,51-35,35%. Klon tersebut adalah klon 44, 16 dan 25 dengan rata-rata tinggi tanaman berturut-turut sebesar 4,5 m, 4,2 m, dan 4,1 m. Evaluasi lanjutan akan dilakukan setiap tahun sekali sampai umur tanaman mencapai 4-5 tahun sehingga akan diperoleh klon terbaik pada akhir daur tanaman.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada seluruh anggota tim Populasi Pemuliaan untuk Jenis Unggulan Kayu Pulp di BBPBPTH yang telah bekerja keras dalam pemapanan, pemeliharaan dan pengukuran di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Borralho, N.M.G, Almeida, I.M. dan Cotterill, P.P. 1992. Genetic control of young *Eucalyptus globulus* clone in Portugal. *Silvae Genetica* 41(2):70-77.
- Dieters, M.J. dan Dungey, H.S. 2000. Relationship between the relative importance of non-additive variance and the genetic correlation between hybrid and parental populations in some *Pinus* species. Dalam: Dungey, H.S, Dieters, M.J., dan Nikles, D.G. (eds). *Proceedings of QFRI/CRC-SPF symposium*. 9-14 April. Noosa. Queensland. Australia.
- Falconer DS. 1989. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Scientific & Technical. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Foth, H.D. 1984. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Diterjemahkan oleh: Purbayanti, E.D., Lukiwati, D.R., dan Trimulatsih, R. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. pp.40-42.
- Gomez, K. A. dan Gomez, A. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley and Sons. New York. Brisbane. Toronto. Singapore.
- Hardiyanto EB. 2004. *Silvikultur dan Pemuliaan A. mangium*. Di dalam: Hardiyanto, EB dan Arisman H, editor. *Pembangunan Hutan Tanaman Industri. Pengalaman di PT. Musi Hutan Persada, Sumatera Selatan*. Polydor. Yogyakarta. pp 207-268.
- Hardiyanto, E.B. 2003. *Growth and genetic improvement of E. pellita in South Sumatera, Indonesia*. Dalam: Turnbull, J.W. (eds). *Eucalyptus in Asia*. ACIAR Proceedings. No. 111. Zhangjiang. Cina.
- Kha LD. 2000. *Studies on natural hybrid of A. mangium and A. auriculiformis in Vietnam*. *Journal of Tropical Forest Science* 12(4):794-803.
- Kha, L.D. 2001. *Studies on the use of natural hybrids between Acacia mangium and Acacia auriculiformis in Vietnam*. Agriculture Publishing House. Hanoi.
- Kha, L.D., Harwood, C.E. dan Kien, N.D. 2012. *Growth and wood basic density of Acacia hybrid clones at three location in Vietnam*. *New Forest*. Number 43. pp.13 -29. DOI 10.1007/s 1056-011-926-y.
- Kien, N.D. 2009. *Improvement of Eucalyptus plantation grown pulp production*. Doctoral-thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppala.
- Nikles, D.G., Harwood, C.E., Robson, K.J., Pomroy, P.C. dan Keenan, R.J. 1998. *Management and use of ex*

- situ genetic resources of some tropical *Acacias* species in Queensland. Di dalam: Turnbull JW, Cropton HR dan Pinyopusarek K. (eds). Developments in Acacias planting. ACIAR Proceedings. No. 82: Canberra, Australia.
- Patil, S.J., Patil, H.Y., Mutanal, S.M., dan Shahpurmath, G. 2012. Growth and Production of *Acacia mangium* Clones on Shallow Red Soil. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 25(1): 94-95.
- Rokeya, U.K., Hossain, M.A., Ali, M.R. dan Paul, S.P. 2010. Physical and mechanical properties of (*Acacia auriculiformis* x *A. mangium*) Hybrid *Acacia*. Journal of Bangladesh Academy of Sciences. Number 32. Volume 2. pp. 181-187.
- Volker, P.W. 2002. Quantitative Genetic of *Eucalyptus globulus*, *E. nitens* and their F1 hybrid. Dissertation. University of Tasmania. Australia.
- White, T.L. dan Hodge, G.R. 1989. *Predicting Breeding Values with Applications in Forest Tree Improvement*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Yahya. R., Sugiyama, J. dan Gril, J. 2010. Some anatomical features of *Acacia* hybrid, *A. mangium* and *A. auriculiformis* grown in Indonesia with regard to pulp yield and strength paper. Journal of Tropical Forest Science 33(3): 343-351.

