

KERAGAMAN DAN ESTIMASI PARAMETER GENETIK BIBIT MAHONI DAUN LEBAR (*Swietenia macrophylla* King.) DI INDONESIA

Variation and Estimation of Genetic Parameter of Swietenia macrophylla King. Seedling in Indonesia

Mashudi¹, Mudji Susanto¹ dan/and Darwo²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta

² Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16118 Po. Box 331
Email: masshudy@yahoo.com; darwop3h@gmail.com

Tanggal diterima: 23 Mei 2017; Tanggal direvisi: 18 Desember 2017; Tanggal disetujui: 24 Desember 2017

ABSTRACT

Swietenia macrophylla King. is an exotic species from Latin America. It had been planted in Indonesia since 1870 by the Dutch. This species is important construction timber in Indonesia. This study aimed to measure variation and genetic parameter estimation of *S. macrophylla* seedling as material of progeny trial development. The experimental design used Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of two factors, namely the land race (A) (Banjar-West Java, Samigaluh-Kulonprogo, Bondowoso-East Java and Lombok- West Nusa Tenggara) and mother trees (B) (35 mother trees). Five seedlings were recorded and repeated 5 times for each mother tree. In this study factor B nested in factor A. The result showed that land race significantly affected to height, stem diameter, and index of robustness; while the mother trees significantly affected to height, stem diameter, number of leaf, and index of robustness. Individual heritability of height, stem diameter, number of leaf, and index of robustness character were 0.35, 0.40, 0.17, and 0.48 respectively, while family heritability of height, stem diameter, number of leaf, and index of robustness character were 0.74, 0.75, 0.54, and 0.77 respectively. Genetic correlation between height and stem diameter (0.70), height and index of robustness (0.40), number of leaf and index of robustness (0.52) were positive value. While genetic correlation between height and number of leaf (-0.03), stem diameter and number of leaf (-0.46) and stem diameter and index of robustness (-0.67) were negative value.

Keywords : Genetic correlation, heritability, land race, Swietenia macrophylla, variation genetic

ABSTRAK

Mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla* King.) merupakan jenis eksotik dari Amerika Latin yang telah ditanam di Indonesia sejak tahun 1870 oleh Belanda. Jenis ini merupakan kayu pertukangan yang penting di Indonesia. Tujuan penelitian adalah mengetahui keragaman dan nilai parameter genetik bibit *S. macrophylla* sebagai materi untuk membangun uji keturunan. Rancangan percobaan yang digunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok Pola Tersarang yang terdiri dari dua faktor, yaitu ras lahan (Banjar-Jabar, Samigaluh-Kulonprogo, Bondowoso-Jatim, dan Lombok-NTB); dan pohon induk (35 pohon induk). Masing-masing pohon induk diamati 5 bibit dan diulang sebanyak 5 kali. Pada penelitian ini faktor pohon induk bersarang dalam faktor ras lahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa ras lahan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang, dan indeks kekokohan, sedang pohon induk berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang, jumlah daun, dan indeks kekokohan. Nilai heritabilitas individu sifat tinggi, diameter batang, jumlah daun, dan indeks kekokohan berturut-turut sebesar 0,35, 0,40, 0,17, dan 0,48, serta nilai heritabilitas famili untuk sifat tinggi, diameter batang, jumlah daun dan indeks kekokohan berturut-turut sebesar 0,74, 0,75, 0,54, dan 0,77. Korelasi genetik antara tinggi dengan diameter batang (0,70), tinggi dengan indeks kekokohan (0,40), dan jumlah daun dengan indeks kekokohan (0,52) bernilai positif. Sementara itu korelasi genetik antara tinggi dengan jumlah daun (-0,03), diameter batang dengan jumlah daun (-0,46), dan diameter batang dengan indeks kekokohan (-0,67) bernilai negatif.

Kata kunci : Heritabilitas, keragaman genetik, korelasi genetik, ras lahan, *Swietenia macrophylla*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan baku kayu untuk industri perindustrian di Indonesia cenderung meningkat dari tahun ke tahun, sementara itu produksi kayu dari hutan alam di luar Jawa terjadi sebaliknya. Berkaitan dengan semakin menurunnya kemampuan produksi hutan alam secara lestari untuk menyediakan bahan baku industri, pembangunan hutan tanaman dengan produktivitas tinggi merupakan suatu ke-niscayaan. Salah satu jenis yang potensial untuk pengembangan hutan tanaman adalah mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla* King.).

S. macrophylla merupakan jenis eksotik dari famili Meliaceae yang secara alami tersebar di Amerika Latin. Tanaman *S. macrophylla* mulai dibudidayakan di Indonesia khususnya di Jawa sejak tahun 1870-an oleh Belanda (Krisnawati, Kallio, & Kanninen, 2011). Awalnya jenis ini ditanam di pinggir jalan sebagai tanaman peneduh di sepanjang jalan Daendels (Merak sampai Banyuwangi). Saat ini tanaman *S. macrophylla* banyak dibudidayakan karena kayunya mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan merupakan pemasok kayu pertukangan yang cukup penting di Indonesia. Kayu *S. macrophylla* dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, kayu lapis (*plywood/ veneer*), mebel (*furniture*), panel, frame, lantai (*flooring*), bodi mobil, interior perahu, *moulding*, dan lain-lain.

S. macrophylla termasuk tipe tanaman yang mampu hidup pada berbagai jenis tanah yang bebas genangan, reaksi tanah sedikit asam sampai basa, tanah gersang, atau marginal. Jenis ini juga mampu bertahan hidup walaupun tidak hujan selama berbulan-bulan. Pertumbuhan tanaman ini akan optimal apabila ditanam pada tanah subur, bersolum dalam dengan aerasi baik dan pH 6,5–7,5 serta elevasi sampai ketinggian 1.000 m dari permukaan laut (Mindawati & Megawati, 2013). Krisnawati *et al.* (2011) menyampaikan

bahwa rata-rata riap tahunan (*Mean Annual Increment-MAI*) volume tegakan *S. macrophylla* umur 15–30 tahun pada tapak dengan kesuburan sedang berkisar antara 7,7–19,3 m³/ha/tahun. Mengacu pada hasil tersebut maka produktivitas hutan tanaman *S. macrophylla* perlu ditingkatkan. Untuk meningkatkan produktivitas hutan tanaman *S. macrophylla* kegiatan pemuliaan perlu dilakukan. Tuntutan ini didukung oleh hasil penelitian Siregar, Siregar, & Novita (2007) yang menginformasikan bahwa ke-ragaman genetik *S. macrophylla* dari Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan penanda isozim cukup tinggi sehingga seleksi me-mungkinkan untuk dilaksanakan. Dalam kegiatan pemuliaan, keragaman genetik memegang peran yang sangat penting sebab dengan nilai keragaman genetik yang tinggi maka seleksi yang dilakukan akan dapat menghasilkan perolehan genetik yang tinggi pula. Terkait dengan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui keragaman dan nilai parameter genetik bibit *S. macrophylla* sebagai materi untuk membangun uji keturunan yang nantinya akan dikonversi menjadi kebun benih semai.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di per-semaian Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Yogyakarta. Secara geografis lokasi penelitian berada pada 7°40'35'' LS dan 110°23'23''BT, ketinggian tempat 287 m di atas permukaan laut, curah hujan rata-rata 1.878 mm/tahun, suhu rata-rata 27°C dan kelembaban relatif 73%. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai Oktober 2016. Letak geografis dan ketinggian tempat 4 ras lahan *S. macrophylla* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Letak geografis dan ketinggian tempat dari empat ras lahan *S. macrophylla* (*Geographic position and altitude for four land races sources of S. macrophylla*)

No.	Ras lahan (<i>Land race</i>)	Propinsi (<i>Province</i>)	Letak geografis (<i>Geographic position</i>)	Ketinggian tempat (<i>Altitude</i>) (m dpl)
1	Banjar, Ciamis	Jawa Barat	007°21,144' - 007°30,026' LS dan 108°29,393' - 108°39,667' BT	75-250
2	Samigaluh, Kulonprogo	Daerah Istimewa Yogyakarta	007°40,217' - 007°41,155' LS dan 110°07,417' - 110°08,100' BT	400-500
3	Bondowoso	Jawa Timur	007°50,315' - 007°59,448' LS dan 113°48, 217' - 113°59,671' BT	700-800
4	Lombok	Nusa Tenggara Barat	008°31,913' - 008°40,835' LS dan 116°14,311' - 116°23,718' BT	250-500

B. Prosedur Kerja

1. Penyiapan bibit

Untuk mendapatkan benih yang baik, buah diunduh dari pohon induk yang fenotipenya bagus. Buah yang telah diunduh selanjutnya diekstraksi dan kemudian dikecambahkan dalam bak tabur. Bak tabur yang digunakan berukuran 30x40x15 cm yang di dalamnya diisi pasir halus setebal 10–12 cm. Pengecambahan benih dilakukan dengan cara membenamkan benih pada media tabur sedalam 2/3 bagian benih dengan posisi sayap di atas dengan jarak tanam 5x3 cm. Untuk menjaga kelembaban dilakukan penyiraman 1–2 kali sehari atau tergantung kondisi dan untuk mengurangi intensitas sinar matahari, di atas bedeng tabur dipasang naungan (paranet) dengan kerapatan ±60%. Benih *S. macrophylla* berkecambah pada 10–21 hari setelah penaburan dan pada hari ke-30 dilakukan penyapihan.

Penyapihan dilakukan pada polibag ukuran 10x15 cm dengan menggunakan media saph top soil+kompos dengan perbandingan 4:1. Penyapihan dilakukan pada pagi hari, dengan tujuan untuk mengurangi kerusakan kecambah karena pengaruh suhu udara. Untuk mengurangi intensitas sinar matahari, di atas bedeng saph dipasang naungan (paranet) dengan kerapatan ±60%. Agar pertumbuhan bibit

setelah disapih optimal kegiatan pemeliharaan perlu dilakukan. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama/penyakit. Sampai umur 1 bulan kegiatan penyiraman dilakukan dua kali/hari, yaitu pada pagi dan sore dan selepas umur 1 bulan penyiraman dilakukan satu kali/hari yaitu pada pagi hari. Kegiatan penyiangan dilakukan secara rutin (sebulan sekali). Pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila ada tanda-tanda serangan hama dan atau penyakit dengan menggunakan insektisida untuk serangan hama dan fungisida untuk serangan penyakit.

2. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan pada saat bibit berumur 5 bulan setelah penyapihan. Karakter yang diamati meliputi: tinggi bibit, diameter batang (2 cm dari permukaan media), jumlah daun, dan indeks kekokohan.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok (RALB) Pola Tersarang yang terdiri dari dua faktor, yaitu ras lahan (A) dan pohon induk (B). Faktor A terdiri dari 4 ras lahan, yaitu Banjar- Jawa Barat, Samigaluh – Kulonprogo – DIY,

Bondowoso – Jawa Timur dan Lombok – Nusa Tenggara Barat. Faktor B terdiri dari 35 pohon induk (ras lahan Banjar 10 pohon induk, Samigaluh 10 pohon induk, Bondowoso 5 pohon induk dan Lombok 10 pohon induk). Dalam penelitian ini faktor B bersarang dalam faktor A. Masing-masing pohon induk diamati 5 bibit dan diulang sebanyak 5 kali.

D. Analisis Data

1. Analisis varians

Data hasil pengamatan dan pengukuran dianalisis menurut prosedur Rancangan Acak Lengkap Berblok Pola Tersarang. Untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan sidik ragam (analisis varians) dengan model sebagai berikut (Sastrosupadi, 2013):

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + B_k(A_j) + R * B_k(A_j) + \varepsilon_{ijkl}$$

Dimana :

Y_{ijkl} = Rata-rata pengamatan individu ke-l pada ulangan ke-i, ras lahan ke-j, pohon induk ke-k; μ = Rata-rata umum; R_i = pengaruh ulangan ke-i; A_j = pengaruh ras lahan ke-j; $B_k(A_j)$ = Pengaruh pohon induk ke-k tersarang dalam ras lahan ke-j dan ε_{ijkl} = galat.

2. Heritabilitas

Heritabilitas individu dan famili ditaksir menggunakan persamaan berikut (Hardiyanto, 2010) :

$$h^2_i = \frac{3 \sigma^2_f}{\sigma^2_f + \sigma^2_{fb} + \sigma^2_e}$$

$$h^2_f = \frac{\sigma^2_f}{\sigma^2_f + \sigma^2_{fb/B} + \sigma^2_{e/NB}}$$

Keterangan :

h^2_i = Nilai heritabilitas individu
 h^2_f = Nilai heritabilitas famili
 σ^2_f = Komponen varian famili

σ^2_{fb} = Komponen varian interaksi famili dan blok

B = Rerata harmonik jumlah blok

N = Rerata harmonik jumlah individu per plot (ulangan)

σ^2_e = Komponen varian error

Pada persamaan heritabilitas individu, komponen varian famili (σ^2_f) diasumsikan sebesar $1/3$ varian genetik aditif (σ^2_A), karena materi genetik (benih) dikumpulkan dari pohon induk di hutan tanaman dengan penyebukan alami.

3. Korelasi genetik

Taksiran korelasi genetik antar sifat dihitung menggunakan formula berikut (Hardiyanto, 2010):

$$r_g = \frac{\sigma_{f(xy)}}{(\sigma^2_{f(x)} \cdot \sigma^2_{f(y)})^{1/2}}$$

Keterangan :

r_g = Korelasi genetik

$\sigma_{f(xy)}$ = Komponen kovarian famili untuk sifat x dan y

$\sigma^2_{f(x)}$ = Komponen varian famili untuk sifat x

$\sigma^2_{f(y)}$ = Komponen varian famili untuk sifat y

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran diketahui bahwa tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan cukup bervariasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata tinggi bibit antar pohon induk berkisar antara 27,57–45,52 cm (rata-rata $36,8 \pm 8,35$ cm), diameter batang berkisar antara 0,31–0,51 cm (rata-rata $0,41 \pm 0,10$ cm), jumlah daun berkisar antara 8,44–11,88 helai (rata-rata $10,46 \pm 2,21$ helai) dan indeks kekokohan berkisar antara 7,65–12,19 (rata-rata $9,13 \pm 1,71$). Hasil analisis

varians menunjukkan bahwa ras lahan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang, dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan. Kemudian pohon induk berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang, jumlah daun dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan.

Perhitungan estimasi nilai komponen varians untuk masing-masing sifat yang diamati terhadap varians total disajikan pada Tabel 2.

Heritabilitas merupakan parameter genetik yang sangat penting dalam

kegiatan pemuliaan tanaman, sebab nilainya dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar proporsi faktor genetik dari induk diwariskan kepada keturunannya (Mangoendidjojo, 2009). Estimasi nilai heritabilitas untuk sifat tinggi, diameter batang, jumlah daun dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan disajikan pada Tabel 3.

Untuk mengetahui keeratan hubungan antar sifat dilakukan perhitungan nilai korelasi genetik sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel (Table) 2. Estimasi komponen varians dan proporsi masing-masing komponen varians terhadap total variasi pada bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan (*Component variance estimation and proportion of each variance component to total variation in 5 month age of S. macrophylla seedling*)

Sumber Variasi (Sources of variation)	Tinggi (Height)		Diameter batang (Stem diameter)		Jumlah daun (Number of leaf)		Indeks kekokohan (Index of robustness)	
	Komp. varians (Variance component)	Persen (%)	Komp. varians (Variance component)	Persen (%)	Komp. varians (Variance component)	Persen (%)	Komp. varians (Variance component)	Persen (%)
Ulg.	0,00000	0,00	0,000038	0,33	0,01919	0,36	0,003801	0,09
RL	4,11989	5,13	0,001002	8,57	0,00000	0,00	0,48891	11,84
PI (RL)	6,19301	7,70	0,000660	5,65	0,29248	5,56	0,68346	16,55
Ulg.*PI (RL)	2,99962	3,73	0,000598	5,11	0,33224	6,31	0,14326	3,47
Galat	67,06974	83,44	0,009394	80,34	4,62229	87,77	2,81097	68,05
Total	80,38226	100,00	0,011692	100,00	5,2662	100,00	4,130401	100,00

Keterangan (Remarks): Ulg. = Ulangan (Replication); RL = Ras lahan (Land Race); PI = Pohon induk (Mother tree).

Tabel (Table) 3. Estimasi nilai heritabilitas individu dan heritabilitas famili sifat tinggi, diameter batang, jumlah daun dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan (*Estimation of individual heritability and family heritability to height, stem diameter, number of leaf and index of robustness in 5 month age of S. macrophylla seedling*)

Parameter (Parameter)	Heritabilitas individu (Individual heritability) (h^2_i)	Heritabilitas famili (Family heritability) (h^2_f)
Tinggi (Height)	0,35	0,74
Diameter batang (Stem diameter)	0,40	0,75
Jumlah daun (Number of leaf)	0,17	0,54
Indeks kekokohan (Index of robustness)	0,48	0,77

B. Pembahasan

1. Keragaman genetik

Ras lahan berpengaruh nyata terhadap tinggi, diameter batang, dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Mashudi (2016) yang menginformasikan bahwa pertumbuhan tinggi dan diameter batang bibit *S. macrophylla* umur 2 bulan berbeda nyata antar asal sumber benih. Data tersebut sesuai dengan hasil penelitian Siregar *et al.* (2007) yang menyampaikan bahwa keragaman genetik *S. macrophylla* dari Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan penanda isozim cukup tinggi ($h_e = 0,326$) dengan proporsi keragaman antar asal sumber benih sebesar 23%. Fakta ini diperkuat oleh penelitian Degen, Ward, Lemes, Navaro, Cavers, & Sebbenn (2013) yang menginformasikan bahwa deferensiasi populasi *S. macrophylla* pada sebaran alamnya di Amerika Latin berjalan cukup kuat. Fenomena tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Rohandi & Widayani (2010) dan Escalante, Saravia, & Bravo (2012) yang menginformasikan bahwa asal sumber benih berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit *S. macrophylla*. Beberapa hasil penelitian tersebut memberi informasi bahwa *S. macrophylla*

sebagai jenis eksotik di Indonesia, keragaman genetiknya relatif cukup tinggi sehingga informasi tersebut sangat penting untuk menyusun strategi pemuliaan jenis ini di Indonesia.

Pohon induk berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang, jumlah daun, dan indeks kekokohan bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan. Pengaruh yang nyata pohon induk terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang dan jumlah daun juga terjadi pada pertumbuhan bibit *S. macrophylla* umur 2 bulan (Mashudi, 2016). Hal tersebut memberikan informasi bahwa dari umur dua sampai lima bulan pertumbuhan tinggi, diameter batang, dan jumlah daun bibit *S. macrophylla* antar pohon induk tetap beragam. Fenomena tersebut sesuai dengan hasil penelitian Siregar *et al.* (2007) yang menginformasikan bahwa proporsi keragaman genetik di dalam populasi *S. macrophylla* dari Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan penanda isozym sebesar 77%. Proporsi tersebut men-cerminkan bahwa keragaman genetik dari individu-individu penyusun populasi cukup tinggi sehingga keragaman per-tumbuhan anakan antar pohon induk signifikan perbedaannya.

Tabel (Table) 4. Estimasi nilai korelasi genetik (r_g) antar sifat bibit *S. macrophylla* umur 5 bulan (*Estimation of genetic correlation (r_g) between characters in 5 month age of S. macrophylla seedling*)

Korelasi genetik (Genetic correlation) (r_g)	Tinggi (Height)	Diameter batang (Stem diameter)	Jumlah daun (Number of leaf)	Indeks kekokohan (Index of robustness)
Tinggi (Height)		0,40	-0,03	0,40
Diameter batang (Stem diameter)	0,40		-0,46	-0,67
Jumlah daun (Number of leaf)	-0,03	-0,46		0,52
Indeks kekokohan (Index of robustness)	0,40	-0,67	0,52	

Keragaman genetik yang cukup tinggi disebabkan oleh cukup besarnya proporsi komponen varians untuk masing-masing sifat yang diamati terhadap varians total, sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1. Komponen varian ras lahan memberikan sumbangan sebesar 5,13% terhadap tinggi tanaman; 8,57% terhadap diameter batang; dan 11,84% terhadap indeks kekokohan. Sementara itu komponen varian pohon induk memberikan sumbangan sebesar 7,70% terhadap tinggi tanaman; 5,65% terhadap diameter batang; 5,56 terhadap jumlah daun; dan 16,55 terhadap indeks kekokohan. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa faktor genetik untuk sifat tinggi dan diameter batang masing-masing menempati proporsi antara 5–10%. Nilai tersebut lebih tinggi bila dibanding dengan penelitian Muslimin, Sofyan, Suherman, Harisman, Voviarti, & Susanti (2017) pada uji keturunan *S. macrophylla* King. umur 1 tahun di Kemampo, Sumatera Selatan. Pada penelitian tersebut faktor genetik untuk sifat tinggi menempati proporsi sebesar 4,57% dan 3,69% untuk sifat diameter batang. Hal ini terjadi kemungkinan karena materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini sebarannya relatif lebih luas dibanding dengan materi genetik yang digunakan dalam penelitian Muslimin *et al.* (2017), sehingga keragaman genetik dalam penelitian ini lebih tinggi. Disamping itu materi genetik tersebut sebagian besar berasal dari tanaman di daerah Sumatera Selatan dan Lampung, dimana pada dua daerah tersebut pengembangan tanaman *S. macrophylla* relatif belum lama dan materi genetik yang digunakan untuk membangun berasal dari tanaman di pulau Jawa.

Proporsi komponen varian galat atau varian individu di dalam ulangan (plot) pada penelitian ini memiliki nilai sangat tinggi, hal tersebut mengindikasikan bahwa keragaman bibit di dalam plot tinggi. Tingginya nilai

keragaman bibit di dalam plot bisa disebabkan oleh keragaman genetik di antara individu bibit di dalam satu pohon induk dan atau faktor di luar kendali penelitian. Dalam penelitian ini keragaman genetik antar individu anakan di dalam satu pohon induk sangat mungkin terjadi karena materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini dikoleksi dari hutan tanaman sehingga perkawinan silang (*out crossing*) sangat mungkin terjadi. Hasil penelitian Lemes, Grattapaglia, Proctor, & Gribel (2007) menginformasikan bahwa *out crossing rate* pada jenis ini sebesar 93,25%. Dalam perkawinan silang di alam, satu pohon induk sangat terbuka untuk dibuahi oleh serbuk sari dari banyak induk jantan, akibatnya benih yang dikoleksi dari satu pohon induk berpotensi memiliki ke-ragaman genetik yang tinggi. Nilai komponen varian galat yang cukup tinggi juga ditemukan pada jenis nyawai (*Ficus variegata* Blume.) umur 8 bulan di persemaian (Haryjanto & Prastyono, 2014), tanaman *Eucalyptus pellita* umur 12 bulan dan *Acacia mangium* umur 4 sampai 36 bulan (Leksono, 2008) serta tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) umur 23 bulan (Susanto, 2008).

4. Heritabilitas dan korelasi genetik

Estimasi nilai heritabilitas individu sifat tinggi, diameter batang, jumlah daun dan indeks kekokohan berturut-turut sebesar 0,35; 0,40; 0,17, dan 0,48, sementara itu nilai heritabilitas famili untuk sifat tinggi, diameter batang, jumlah daun dan indeks kekokohan berturut-turut sebesar 0,74; 0,75; 0,54, dan 0,77 (Tabel 3). Nilai tersebut menunjukkan bahwa heritabilitas sifat tinggi, diameter batang dan indeks kekokohan termasuk dalam kriteria tinggi sedangkan untuk jumlah daun termasuk dalam kriteria sedang (moderat). Menurut Cotteril & Dean (1990) heritabilitas individu termasuk dalam kriteria rendah

jika nilainya $< 0,1$, sedang (moderat) jika nilainya berkisar antara $0,1 - 0,3$ dan tinggi jika nilainya $> 0,3$. Nilai heritabilitas sedang sampai tinggi tersebut memberikan petunjuk bahwa potensi keragaman genetik *S. macrophylla* cukup tinggi. Fenomena tersebut didukung oleh hasil penelitian Siregar *et al.* (2007) serta proporsi nilai komponen varian ras lahan dan pohon induk terhadap total komponen variannya cukup besar (Tabel 2).

Tingginya nilai heritabilitas *S. macrophylla* kemungkinan karena perhitungan dilakukan masih pada tingkat bibit di persemaian sehingga kondisi lingkungannya relatif masih seragam. Tingginya nilai heritabilitas diduga juga terjadi karena proporsi keragaman genetik di dalam ras lahan cukup besar (77%) (Siregar *et al.*, 2007) dan materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari beberapa ras lahan yang jaraknya berjauhan (Tabel 1) sehingga nilai varian genetik dari individu-individu penyusunnya cukup tinggi (Mangoendidjojo, 2009). Nilai heritabilitas yang cukup tinggi pada tingkat bibit di persemaian juga terjadi pada jenis nyawai (*Ficus variegata* Blume) umur 8 bulan (Haryjanto & Prastyono, 2014) dan meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.) umur 18 bulan (Mashudi, 2017).

Penelitian tingkat lapang oleh Muslimin *et al.* (2017) pada plot uji keturunan *S. macrophylla* umur 1 tahun di Kemampo, Sumatera Selatan menunjukkan bahwa nilai heritabilitas individu sifat tinggi dan diameter batang masing-masing sebesar 0,22 dan 0,19 dan heritabilitas famili masing-masing sebesar 0,47 dan 0,42. Penelitian di Mexico pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *S. macrophylla* umur 5 tahun dihasilkan nilai heritabilitas individu untuk sifat tinggi sebesar 0,26 pada lahan yang kurang subur dan 0,31 pada lahan yang subur (Wightman, Ward, Haggard, Santiago, & Cornelius, 2008). Pada dua penelitian tersebut nilai

heritabilitasnya lebih kecil dibanding dengan nilai heritabilitas pada tingkat bibit di persemaian. Hal tersebut dapat dipahami karena di tingkat persemaian kondisi lingkungan relatif se-ragam sehingga nilai heritabilitas yang diperoleh relatif lebih tinggi (Haryjanto & Prastyono, 2014). Dibanding di persemaian, tanaman di tingkat lapang nilai heritabilitasnya cenderung akan berkurang karena proporsi faktor lingkungan cukup besar pengaruhnya terhadap fenotipe. Pada tingkat lapang, nilai heritabilitas berpotensi untuk berubah sebab pengendalian gen terhadap pertumbuhan tanaman dimungkinkan berubah seiring dengan bertambahnya umur (Missanjo, Thole, & Manda, 2013). Disamping umur, perbedaan lokasi uji dan jenis tanaman menjadi penyebab nilai heritabilitas berubah, sebab nilai heritabilitas hanya berlaku untuk jenis tertentu dan pada lokasi tertentu (Mashudi & Susanto, 2016). Beberapa jenis tanaman yang mengalami perubahan nilai heritabilitas karena bertambahnya umur diantaranya : jati (*Tectona grandis*) (Hadiyan, 2009), araukaria (*Araucaria cunninghamii*) (Setiadi, 2010; Setiadi & Susanto, 2012), *Eucalyptus pellita* (Leksono, 2008), dan *Acacia mangium* (Nirsatmanto, Kurinobu, & Shiraishi, 2012).

Korelasi genetik antar sifat dalam ilmu pemuliaan lazimnya digunakan untuk efisiensi pelaksanaan seleksi. Jika korelasi bernilai positif kuat dan konsisten sampai tanaman siap diseleksi maka pelaksanaan seleksi bisa menggunakan dasar satu sifat saja. Korelasi genetik bernilai positif menunjukkan bahwa perbaikan satu sifat akan diikuti oleh perbaikan sifat yang lain dengan derajat hubungan se-besar nilai korelasinya, sebaliknya untuk korelasi negatif perbaikan satu sifat akan diikuti oleh penurunan sifat yang lain dengan derajat hubungan sebesar nilai korelasinya.

Korelasi genetik antara tinggi dengan diameter batang nilainya positif cukup tinggi (0,70), sedang korelasi genetik antara tinggi dengan indeks kekokohan (0,40) dan jumlah daun dengan indeks kekokohan (0,52) bernilai positif kurang tinggi (Tabel 4). Sementara itu korelasi genetik antara sifat tinggi dengan jumlah daun (-0,03) dan diameter batang dengan jumlah daun (-0,46) nilainya negatif kurang tinggi serta diameter batang dengan indeks kekokohan (-0,67) nilainya negatif cukup tinggi.

Korelasi genetik antara sifat tinggi dengan diameter batang bernilai positif cukup tinggi, hal ini dapat dipahami karena penambahan tinggi tanaman lazimnya akan diikuti oleh penambahan diameter batang. Fenomena tersebut juga ditemui pada beberapa jenis tanaman kehutanan, diantaranya nyawai (*Ficus variegata* Blume) (Haryjanto & Prastyono, 2014), pulau gading (*Alstonia scholaris*) (Husada, 2013), araukaria (*Araucaria cunninghamii*) (Setiadi, 2010), dan sengon (*Falcataria moluccana*) (Ismail & Hadiyan, 2008). Yang perlu diperhatikan adalah korelasi genetik antara tinggi dengan indeks kekokohan yang bernilai positif karena dengan bertambahnya nilai indeks kekokohan maka bibit semakin kurus (Yudhohartono & Fambayun, 2012). Bibit dengan nilai indeks kekokohan yang tinggi (kurus) akan rentan terhadap kerusakan pada saat penanganan, angin dan kekeringan (Haase, 2008). Indeks kekokohan bibit termasuk kategori baik apabila nilainya lebih kecil dari 6 (Jaenicke, 1999). Dalam penelitian ini, korelasi genetik antara diameter batang dengan indeks kekokohan (-0,67) bernilai negatif cukup tinggi dan ini merupakan indikasi yang positif, sebab dengan bertambahnya diameter batang akan diikuti dengan menurunnya nilai indeks kekokohan (bibit semakin kokoh).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Keragaman pertumbuhan tinggi, diameter batang dan indeks kekokohan dipengaruhi oleh ras lahan dan pohon induk. Keragaman pertumbuhan jumlah daun dipengaruhi oleh pohon induk. Estimasi nilai heritabilitas individu sifat tinggi, diameter batang dan indeks kekokohan termasuk dalam kriteria tinggi, yaitu masing-masing sebesar 0,35, 0,40 dan 0,48 sedangkan untuk jumlah daun termasuk dalam kriteria sedang (moderat yaitu sebesar 0,17). Korelasi genetik antara tinggi dengan diameter batang nilainya positif cukup tinggi, sedang korelasi genetik antara tinggi dengan indeks kekokohan dan jumlah daun dengan indeks kekokohan bernilai positif kurang tinggi. Korelasi genetik antara sifat tinggi dengan jumlah daun dan diameter batang dengan jumlah daun bernilai negatif kurang tinggi serta diameter batang dengan indeks kekokohan bernilai negatif cukup tinggi.

B. Saran

Pengendalian gen terhadap pertumbuhan tanaman sangat dimungkinkan berubah seiring dengan bertambahnya umur dan perubahan lokasi uji. Terkait dengan hal tersebut penelitian lanjutan untuk mengetahui keragaman dan nilai parameter genetik *S. macrophylla* pada tingkat lapang perlu dilakukan secara berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai DIPA APBN Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Maman Sulaeman dan Samsudin yang telah membantu penelitian dan pengumpulan data. Begitu juga kepada

anggota tim peneliti pemuliaan kayu pertukangan dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Cotteril, P.P., & Dean, C.A. (1990). *Successful tree breeding with index selection*. CSIRO Division of Forestry and Forest Product, Australia.
- Degen, B., Ward, S.E., Lemes, M.R., Navarro, C., Cavers, S., & Sebbenn, A.M. (2013). Verifying the geographic origin of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) with DNA-fingerprint. *S. Forensic Science International: Genetics*, 7(1), 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.06.003>
- Escalante, E., Saravia, P., & Bravo, F. (2012). Survival and growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) seedlings in two provenance trials in Bolivia. *Ecologia En Bolivia*, 47(1), 37–52.
- Haase, D.L. (2008). Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes*, 52(2), 24–30.
- Hadiyan, Y. (2009). Keragaman pertumbuhan uji keturuna jati (*Tectona grandis* L.F.) umur 5 tahun di Ciamis, Jawa Barat. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 3(2), 95–102.
- Hardiyanto, E.B. (2010). *Diktat mata kuliah pemuliaan pohon lanjut*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Haryjanto, L., & Prastyono. (2014). Pendugaan parameter genetik semai nyawai (*Ficus variegata* Blume) asal Pulau Lombok. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(1), 37–45.
- Husada, A. (2013). *Evaluasi uji keturunan pulai gading (*Alstonia scholaris*) pada umur 4 tahun di Petak 93, Playen, Gunung Kidul, Yogyakarta*.
- Ismail, B., & Hadiyan, Y. (2008). Evaluasi awal uji keturunan sengon (*Falcataria moluccana*) umur 8 bulan di Kabupaten Kediri Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 2(3), 1–7.
- Jaenicke, H. (1999). Practical guidelines for research nurseries. In *Good tree nursery practices* (pp. 8–15). Nairobi, Kenya: ICRAF.
- Krisnawati, H., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Swietenia macrophylla* King.: *Ecology, silviculture and productivity*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Leksono, B. (2008). *Study on breeding strategy of *Eucalyptus pellita* (Doctoral Thesis)*. The University of Tokyo.
- Lemes, M.R., Grattapaglia, D., Proctor, J., & Gribel, R. (2007). Flexible mating system in a logged population of *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae): implications for the management of a threatened neotropical tree species. *Plant Ecology*, 192(2), 169–179.
- Mangoendidjojo, W. (2009). *Dasar-dasar pemuliaan tanaman*. Yogyakarta: Kanisius.
- Mashudi. (2016). Keragaman pertumbuhan bibit mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla* King.) dari dua populasi di Yogyakarta. In A. Hayati, D. Winarni, H. Purnobasuki, Ni'matuzahroh, T. Soedarti, & Kuncoro, E.P. (Eds.), *Prosiding Nasional Biodiversitas VI* (pp. 121–129). Surabaya: Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

- Mashudi. (2017). Keragaman dan estimasi parameter genetik meranti tembaga (*Shorea leprosula* Miq.) dari beberapa provenan di Kalimantan. In A. Asngad, Suparti, Hariyatmi, Djumadi, E. Setyaningsih, T. Rahayu, ... Y. Sidiq (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek* (pp. 264–271). Surakarta: Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UMS Surakarta.
- Mashudi, & Susanto, M. (2016). Evaluasi uji keturunan pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) umur tiga tahun di Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 10, 83–93.
- Mindawati, N., & Megawati. (2013). *Manual budidaya mahoni (*Swietenia macrophylla* King.)*. Bogor, Indonesia: Puslitbang Peningkatan Produktivitas Hutan dan Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan.
- Missanjo, E., Thole, G.K., & Manda, V. (2013). Estimation of genetic and phenotypic parameters for growth traits in clonal seed orchard of *Pinus kesiya* in Malawi. *International Scholarly Research Network Forestry*, (1–6).
- Muslimin, I., Sofyan, A., Suherman, E., Harisman, Y., Voviarti, H., & Susanti, D. (2017). Evaluasi awal uji keturunan mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) umur 1 tahun di Kemampo, Banyuasin, Sumatera Selatan. In Lukman, A.H., Nurfatriani, F., Lelana, N.E., & Djaenudin, R.D. (Eds.), *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian* (pp. 39–45). Palembang: Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang.
- Nirsatmanto, A., Kurinobu, S., & Shiraishi, S. (2012). Evaluation for the efficiency of early selection in *Acacia mangium* seedling seed orchards based on age trends in genetic parameter. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 9(1), 16–24.
- Rohandi, A., & Widyani, N. (2010). Pertumbuhan tiga provenans mahoni asal Kostarika. *Tekno Hutan Tanaman*, 3(1), 7–11.
- Sastrosupadi, A. (2013). *Rancangan percobaan praktis bidang pertanian* (Cetakan ke). Yogyakarta: Kanisius.
- Setiadi, D. (2010). Keragaman genetik uji provenan dan uji keturunan *Araucaria cunninghamii* pada umur 18 bulan di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 4(1), 1–8.
- Setiadi, D., & Susanto, M. (2012). Variasi genetik pada kombinasi uji provenans dan uji keturunan *Araucaria cunninghamii* di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6(3), 157–166.
- Siregar, U.J., Siregar, I.Z., & Novita, I. (2007). Keragaman fenotipik dan genetik mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Jawa Tengah dan Jawa Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Yang Dibiayai oleh Hibah Kompetitif* (pp. 161–164). Bogor.
- Susanto, M. (2008). Analisis Komponen Varian Uji Keturunan *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* di Paliyan, Gunungkidul. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 5(Suplemen No. 1), 199–207.
- Wightman, K.E., Ward, S.E., Haggard, J.P., Santiago, B.R., & Cornelius, J.P. (2008). Performance and genetic variation of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*

King) in provenance and progeny trials in the Yucatan Peninsula of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 255(2), 346–355.

Yudhohartono, T.P., & Fambayun, R.A. (2012). Karakteristik pertumbuhan semai binuang asal provenan Pasaman, Sumatera Barat. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6(3), 143–156.