

SELEKSI DAN PEROLEHAN GENETIK PADA UJI KETURUNAN NYAWAI (*Ficus variegata* Blume) DI BANTUL

Selection and genetic gain in progeny trial of nyawai (Ficus variegata Blume) at Bantul

Lilie Haryjanto, Prastyono dan Yayan Hadiyan

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
email: liek_ht@yahoo.com

Tanggal diterima: 3 Maret 2018, Tanggal direvisi: 17 April 2018, Disetujui terbit: 9 September 2018

ABSTRACT

Nyawai (Ficus variegata Blume) is a fast growing species which is promising for forest industrial plantation. Tree improvement of nyawai was then initiated through some progeny trials involving wide range of genetic base in Bantul. Study on initial growth reported that nyawai originated from Cilacap-Pangandaran showed higher genetic variation than those from other locations. However, further growth performance including the effect of selection in the progeny trial was not reported. This study was aimed to observe the growth and genetic parameter of nyawai in the progeny trial at advanced age. The genetic gain resulted from series of within plot selection was also estimated. The design of progeny trial was a randomized complete block with 19 families from Cilacap-Pangandaran, 4 non-contiguous tree-plot, 7 blocks at spacing of 5 m × 5 m. The observed traits were height, diameter at breast height and volume at four years of age. The results of study showed that survival rate was high at 89%. The mean annual increment for height, diameter and volume were 1.52 m/yr; 2.35 cm/yr and $8.65(\times 10^{-3})$ m³/yr, respectively. The proportion of variance to the total variance for family, plot and within plot ranged from 0.06% to 2.10%, 25.54% to 27.50% and 70.57% to 73.91%, respectively. In general, narrow-sense heritability for individual, family and within family were low. Genetic gain from within family selection that was practiced as within plot selection using selection ratio 25% were also low ranging from 0.19% to 1.91% for all traits.

Keywords: *genetic parameter, within plot selection, tree improvement, fast growing species*

ABSTRAK

Nyawai (*Ficus variegata* Blume) merupakan jenis cepat tumbuh potensial untuk pembangunan hutan tanaman industri. Pemuliaan pohon nyawai diawali dengan membangun beberapa uji keturunan dengan basis genetik yang luas di Bantul. Studi pada awal pertumbuhan dilaporkan bahwa nyawai yang berasal dari Cilacap – Pangandaran menunjukkan variasi genetik yang tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Namun demikian, penampilan pertumbuhan lebih lanjut pada umur dewasa dan efek seleksi pada uji keturunan tersebut belum dilaporkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan dan parameter genetik pada uji keturunan nyawai pada umur dewasa. Disamping itu juga dilakukan estimasi perolehan genetik hasil dari berbagai seri seleksi dalam plot. Rancangan percobaan plot uji keturunan adalah Rancangan Acak Lengkap Berblok dengan 19 famili dari Cilacap - Pangandaran, 4 *non-contiguous tree-plot*, 7 ulangan dengan jarak tanam 5 m × 5 m. Sifat yang diamati yaitu tinggi, diameter setinggi dada dan volume pada umur 4 tahun. Hasil penelitian menunjukkan daya adaptasi pada plot uji keturunan sebesar 89%. Riap rata-rata tahunan untuk tinggi, diameter dan volume masing-masing sebesar 1,52 m/th; 2,35 cm/th dan $8,65 \times 10^{-3}$ m³/th. Proporsi varians terhadap varians total untuk famili, plot dan dalam plot secara berurutan berkisar 0,06% - 2,10%; 25,54% - 27,50% dan 70,57% - 73,91%. Secara umum, heritabilitas individu dan famili serta heritabilitas di dalam famili rendah. Perolehan genetik hasil seleksi dalam famili yang merupakan seleksi dalam plot pada rasio seleksi 25% juga menunjukkan nilai yang rendah berkisar antara 0,19% - 1,91% pada ketiga sifat yang diamati.

Kata kunci: *parameter genetik, seleksi dalam plot, pemuliaan pohon, jenis cepat tumbuh*

I. PENDAHULUAN

Nyawai (*Ficus variegata* Blume) termasuk famili Moraceae memiliki sinonim: *F. cordifolia* Blume, *F. subracemosa* Blume, *F. racemifera* Roxb. dan *Covellia racemifera*

(Roxb.) Miq (Chaudhary et al., 2012). Nyawai termasuk jenis cepat tumbuh (Effendi, 2009, 2012; Effendi & Mindawati, 2015). Pada umur 2 tahun, rata-rata riap tinggi sebesar 3,45 m per tahun dan riap diameter 3,61 cm per tahun (Effendi, 2012). Kayunya berwarna cerah,

uning keputihan dengan corak baik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku kayu lapis bagian luar, kayu pertukangan dan pulp (Siagian, Lestari, & Yoswita, 2004). Jenis ini memiliki prospek untuk dikembangkan sebagai jenis untuk Hutan Tanaman Industri (HTI) baik dengan pola monokultur maupun pola campuran (Effendi & Mindawati, 2015). Hingga saat ini penanaman nyawai dalam skala besar masih terbatas. Di areal PT. ITCIKU, Kalimantan Timur, sampai 2008 telah ditanam nyawai lebih dari 500 ha baik monokultur maupun campuran dengan jenis lain (Effendi, 2009).

Dalam pembangunan hutan tanaman, penggunaan materi genetik unggul menjadi suatu kebutuhan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan telah mengawali program pemuliaan nyawai melalui pembangunan plot uji keturunan nyawai di Mangunan, Bantul pada tahun 2012. Program pemuliaan ini difokuskan pada upaya meningkatkan produksi sebagai bahan baku kayu pertukangan dengan prioritas sifat yang dimulihkan meliputi sifat tinggi, diameter dan volume. Sifat-sifat ini diketahui dipengaruhi oleh banyak gen, sehingga metode genetika kuantitatif bisa digunakan untuk menghitung besaran variasi genetik yang akan mempengaruhi fenotipnya (White, Adam, & Neale, 2007).

Sebanyak tiga plot uji keturunan nyawai yang telah dibangun meliputi tiga sub galur, yaitu sub galur Nusa Tenggara Barat, sub galur Banyuwangi dan sub galur Cilacap-Pangandaran dengan jumlah famili yang diuji secara berturut-turut masing-masing sebanyak 17, 15 dan 19 famili. Hasil studi awal pertumbuhan menunjukkan bahwa sub galur Cilacap – Pangandaran memiliki variasi genetik yang sangat nyata di antara famili dan memiliki estimasi heritabilitas individu maupun heritabilitas famili tertinggi dibandingkan 2 sub galur lainnya (Haryjanto, Prastyono, & Yuskianti, 2014). Hal ini memberikan indikasi bahwa sub galur Cilacap – Pangandaran merupakan sub galur yang potensial dalam

pemuliaan nyawai. Namun demikian pengamatan lebih lanjut pada umur tanaman dewasa dan pengaruh penerapan strategi pemuliaan melalui seleksi belum dilaporkan. Sebagaimana diketahui bahwa variasi genetik dan proses seleksi merupakan bagian penting dalam strategi pemuliaan tanaman untuk mendapatkan tanaman yang unggul secara genetik. Berkaitan dengan hal tersebut di atas, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pertumbuhan dan parameter genetik pada tanaman dewasa serta pengaruh seleksi dalam plot (*within plot selection*) terhadap perolehan genetik pada plot uji keturunan nyawai yang dibangun di Bantul.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan penelitian adalah tegakan pada plot uji keturunan nyawai yang dibangun di Blok Kediwung, RPH Mangunan, Dinas Kehutanan dan Perkebunan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang secara administrasi pemerintahan termasuk Desa Mangunan, Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul. Secara geografis plot uji berada pada 07°57'30''-07°57'54''LS dan 110°26'07''-110°26'29'' BT, dan 75 m di atas permukaan laut (dpl). Sedangkan kondisi klimatologis adalah curah hujan rata-rata 1.502 mm/th, iklim termasuk tropis basah (*humid tropical climate*) tipe Af sampai Am dari klasifikasi iklim Koppen (atau tipe iklim C menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson), dengan jenis tanah Latosol merah kekuningan (Oxisol) (Bappeda Kabupaten Bantul, 2011). Plot uji keturunan nyawai dibangun menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok (*Randomized Complete Block Design – RCBD*) dengan 19 famili, 4 *non-contiguous tree-plot*, 7 ulangan, dan ditanam pada jarak tanam 5 × 5 m. Semua famili yang diuji pada plot ini berasal dari sebaran alam nyawai di Cilacap – Pangandaran (Haryjanto et al., 2014).

B. Metode

1. Pengumpulan data

Sifat yang diamati yaitu tinggi total (m), diameter setinggi dada (cm) dan volume pohon (m³). Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 4 tahun setelah penanaman. Volume pohon dihitung dengan rumus (Qirom & Supriyadi, 2013):

$$\ln V = a + b \ln (D) + c \ln (H) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- V = volume pohon (m³)
- D = diameter setinggi dada (cm)
- H = tinggi pohon (m)
- a = - 9,22846; b = 1,7456; c=0,9759

2. Analisis statistik

Data hasil pengukuran sebanyak 474 dan setelah dihilangkan dari pencilan menjadi 387 individu dari 19 famili.

Analisis varians dilakukan menggunakan data individual dengan model linear sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + FB_{ij} + \epsilon_{ijk} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

Y_{ijk} , μ , B_i , F_j , FB_{ij} dan ϵ_{ijk} berturut-turut adalah pengamatan individu pohon ke- k pada blok ke- i dan famili ke- j , rerata umum, efek tetap blok ke- i , efek random famili ke- j , efek random interaksi famili ke- i dan blok ke- j , serta random error pada pengamatan ke- ijk .

3. Parameter genetik dan seleksi

Efek famili diasumsikan sebagai efek random, dan rerata efek genetik dari famili dengan penyerbukan terbuka adalah $\sigma^2 A = 4\sigma^2_f$, dimana $\sigma^2 A$ adalah varian genetik aditif dan σ^2_f adalah komponen varians famili (White et al., 2007; Wright, 1976; Zobel & Talbert, 1984).

Heritabilitas individu (h^2_i), heriabilitas famili (h^2_f) dan heritabilitas di dalam famili (h^2_w) dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sebbenn, Pontinha, Giannotti, & Kageyama, 2003):

$$h^2_i = \frac{4\sigma^2_f}{\sigma^2_w + \sigma^2_b + \sigma^2_f} \dots \dots \dots (3)$$

$$h^2_f = \frac{\sigma^2_f}{\sigma^2_w / TB + \sigma^2_{fb} / B + \sigma^2_f} \dots \dots \dots (4)$$

$$h^2_w = \frac{3\sigma^2_f}{\sigma^2_w} \dots \dots \dots (5)$$

dimana:

- σ^2_f = komponen varians famili;
- σ^2_{fb} = komponen varians plot;
- σ^2_w = komponen varians dalam plot;
- B = jumlah blok;
- T = jumlah pohon per plot

Korelasi genetik antara dua sifat (r_{Gxy}) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Zobel & Talbert, 1984):

$$r_{Gxy} = \frac{\sigma_{f(xy)}}{\sqrt{\sigma^2_{f(x)} \cdot \sigma^2_{f(y)}}} \dots \dots \dots (6)$$

dimana:

- $\sigma_{f(xy)}$: komponen kovarians antara sifat x dan y ,
- $\sigma^2_{f(x)}$: komponen varians famili untuk sifat x ,
- $\sigma^2_{f(y)}$: komponen varians famili untuk sifat y .

Pada penelitian ini seleksi dilakukan dalam famili (*within family selection*) dengan rasio seleksi 75%, 50% dan 25%, yang diseleksi dengan meninggalkan 3, 2 dan 1 *tree-plot* dari 4 *tree-plot*. Seleksi dilakukan dalam plot (*within plot selection*) dikarenakan jumlah famili yang terbatas. Perolehan genetik sebagai respon seleksi dihitung menurut (Zobel & Talbert, 1984; Falconer & Mackay, 1996):

$$R = ih^2_w \sigma_w \dots \dots \dots (7)$$

$$R (\%) = \frac{R}{\bar{x}} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

dimana:

- R = perolehan genetik absolut;
- R (%) = perolehan genetik relatif;
- I = intensitas seleksi dalam plot (tabel intensitas seleksi menurut Becker, 1992);
- σ_w = simpangan baku fenotipe dalam plot;
- \bar{x} = rerata awal fenotipe sebelum dilakukan seleksi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan tanaman

Persen hidup tanaman nyawai pada plot uji keturunan di Bantul sampai umur 4 tahun cukup baik, yaitu sebesar 89%. Rata-rata persen hidup tanaman antar famili berkisar 82,1% - 96,4% dan dalam setiap plot berkisar 25% -

100% atau rata-rata tanaman yang hidup dalam setiap plot sebanyak 3,6 tanaman. Kematian tanaman pada plot ini banyak terjadi pada saat umur tanaman kurang dari 1 tahun, yaitu $\pm 10\%$, tetapi setelah umur 2 tahun kematian tanaman hampir tidak ditemukan (Haryjanto et al., 2014; Haryjanto & Prastyono, 2015; Haryjanto, 2017). Tanah pada tapak penelitian tergolong marginal dengan jenis tanah yaitu Oxisol. Jenis tanah ini mempunyai horison penciri oksik yang telah mengalami pelapukan kimia-fisika sangat lanjut, Kapasitas Tukar Kation (KTK) liat sangat rendah dan mineral mudah lapuk tinggal sedikit hingga habis sama sekali (Hardjowigeno, 1993; Rachim, Arifin, & Nadeak, 2011).

Pada umur 4 tahun, rerata tinggi tanaman sebesar 6,10 m, diameter sebesar 9,41 cm dan volume pohon sebesar $34,60 (\times 10^{-3} \text{m}^3)$ atau rata-rata riap untuk tinggi, diameter dan volume pohon berturut-turut sebesar 1,52 m/th; 2,35 cm/th dan $8,65 (\times 10^{-3} \text{m}^3/\text{th})$. Riap ini lebih rendah dibandingkan nyawai yang ditanam di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Cikampek dimana sampai umur 2 tahun, rata-rata riap tinggi 3,45 m/th dan rata-rata riap diameter 3,61 cm/th (Effendi, 2012).

Rendahnya riap tinggi dan diameter nyawai di Bantul kemungkinan karena perbedaan perlakuan pemupukan mengingat jenis tanahnya sama yaitu Latosol merah kekuningan (Oxisol). Di KHDTK Cikampek tanahnya diberi pupuk organik sebanyak 4 ton per 0,25 ha dan pemberian pupuk anorganik pada tanaman tumpangsari (Effendi, 2012). Perbedaan perlakuan pemupukan ini menjadikan riap tinggi, diameter dan volume pohon nyawai di Bantul tidak secepat dengan riap tinggi, diameter dan volume pohon jenis-jenis cepat tumbuh lainnya. Riap jabon (*Anthocephalus cadamba*) untuk tinggi, diameter dan volume berturut-turut sebesar 3,9 m/th; 5,97 cm/th dan $81,79 (\times 10^{-3} \text{m}^3/\text{th})$ (Indrajaya & Siarudin, 2013) dan *Acacia mangium* sebesar 3,8m/th; 3,8cm/th dan $47,93 (\times 10^{-3} \text{m}^3/\text{th})$ (Ruby, Supriyo, & Sutanto, 1997).

Hasil analisis varians untuk tinggi, diameter dan volume pohon disajikan pada Tabel 1. Keragaman sifat tinggi, diameter dan volume pohon secara nyata dipengaruhi oleh blok, famili maupun interaksi blok dengan famili.

Tabel 1. Analisis varians untuk tinggi, diameter dan volume pohon pada plot uji keturunan nyawai umur 4 tahun di Bantul

Sumber variasi	Derajat bebas	Kuadrat Tengah		
		Tinggi	Diameter	Volume pohon
Blok	6	5,50**	53,46**	2,28 **
Famili	18	4,13**	16,55**	1,18 **
Blok x famili	108	3,39**	15,60**	0,98 **
Galat	248			

Keterangan: ** = berpengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 99%

Keragaman karena pengaruh blok kemungkinan karena kemiringan plot uji lebih dari 30° , sehingga tingkat kesuburan tapak bervariasi antara blok di bagian atas dengan bagian bawah. Keragaman karena pengaruh famili diduga karena pengaruh jarak antara pohon induk di populasi asal cukup jauh. Eksplorasi materi genetik di populasi Cilacap dilakukan minimal jarak antar pohon induk sekitar 100 m untuk mencegah terkoleksinya

individu pohon yang masih berkerabat dekat dan meminimalkan kemungkinan terjadinya *inbreeding* (Yuskianti & Setiawan, 2012). Pengaruh famili sangat nyata pada sifat tinggi dan diameter telah teramati saat tanaman berumur 6 bulan, 12 bulan, 2 tahun dan 3 tahun (Haryjanto, 2017; Haryjanto, Prastyono, & Charomaini, 2015; Haryjanto et al., 2014). Pengaruh famili terhadap keragaman sifat tinggi dan diameter juga dijumpai pada jenis-jenis

tanaman tropis seperti *Eucalyptus urophylla* (Dlamini, Pipatwattanakul, & Maelim, 2017), *A. mangium* (Nirsatmanto, 2012), *Falcataria moluccana* (Hadiyan, 2010), *Araucaria cunninghamii* (Setiadi, 2010, 2011). Keragaman sifat tinggi dan diameter juga disebabkan karena adanya pengaruh interaksi faktor genetik (famili) dengan faktor lingkungan (blok). Hal ini sebagaimana ditunjukkan dengan adanya peringkat penampilan famili yang tidak stabil antarblok. Sebagai contoh, penampilan sifat tinggi famili 11 pada blok 1, blok 2, blok 5 dan blok 6 berturut-turut menduduki peringkat pertama, kedua belas, kedua dan keempat dari 19 famili di masing-masing blok (data tidak ditampilkan).

B. Parameter genetik

Estimasi komponen varians sifat tinggi, diameter dan volume pohon disajikan pada Tabel 2. Proporsi masing-masing komponen varians terhadap komponen varians total untuk ketiga sifat tersebut pada kisaran 0,06% - 2,10% (famili), 25,54% - 27,50% (plot) dan 70,57% - 73,91% (dalam plot). Proporsi terbesar ditemukan pada komponen varians dalam plot

dan diikuti secara berturut-turut lebih rendah pada komponen varians plot dan famili. Tingginya komponen varians dalam plot kemungkinan dikarenakan pola konfigurasi *tree-plot* yang digunakan yaitu *non-contiguous plot*. Pada *tree-plot* tipe ini, pohon plot dalam satu blok letaknya tidak beraturan, yang memungkinkan jarak antar *tree-plot* ada yang dekat maupun jauh sehingga variasi lingkungan dalam *tree-plot* menjadi besar. Hal ini didukung dengan jarak tanam yang cukup lebar (5 × 5 m) sehingga variabilitas tapak dalam plot menjadi besar. Proporsi komponen varians famili sifat tinggi lebih besar daripada sifat diameter yang artinya nilai heritabilitas sifat tinggi berpotensi memberikan nilai lebih besar daripada sifat diameter. Besarnya proporsi komponen varians akan memberikan pengaruh terhadap nilai heritabilitas. Semakin kecilnya proporsi komponen varians famili akan berdampak pada kecilnya nilai heritabilitas karena taksiran nilai heritabilitas merupakan perbandingan antara varians famili terhadap varians total fenotipe (Williams, Matheson, & Harwood, 2002).

Tabel 2. Estimasi komponen varians untuk tinggi, diameter dan volume pohon pada plot uji keturunan nyawai umur 4 tahun di Bantul

Sifat	σ_f^2	σ_{fb}^2	σ_w^2	σ_T^2
Tinggi	0,0482 (2,10%)	0,6285 (27,33%)	1,6231 (70,57%)	2,2999 (100%)
Diameter	0,0587 (0,55%)	2,7272 (25,54%)	7,8928 (73,91%)	10,6788 (100%)
Volume	0,4119 (0,06%)	180,9031 (27,50%)	476,4440 (72,43%)	657,7590 (100%)

Keterangan: σ_f^2 = komponen varians famili; σ_{fb}^2 = komponen varians antar plot; σ_w^2 = komponen varians dalam plot; σ_T^2 = komponen varians total; angka dalam kurung = proporsi (%) masing-masing komponen varians terhadap varians total

Besarnya proporsi komponen varians dalam plot dalam penelitian ini mengindikasikan besarnya variasi tanaman di dalam plot sehingga seleksi dalam plot (*within plot selection*) berpotensi memberikan tambahan perolehan genetik pada uji keturunan nyawai. Hal yang sama dijumpai pada uji provenans-keturunan *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. (Sebbenn et al., 2003), kebun benih komposit *A. mangium* (Nirsatmanto, 2012), uji provenans-keturunan *Cedrela odorata*

(Hernández-Máximo1 et al., 2016). Di samping itu, seleksi dalam plot dalam penelitian ini juga memiliki kelebihan karena dapat menjaga keragaman genetik. Hal ini mengingat jumlah famili yang diuji jumlahnya terbatas (19 famili), sehingga strategi pemuliaan yang ditempuh untuk meningkatkan produktivitas tanaman adalah melalui penjarangan seleksi dalam plot dan tanpa melakukan penjarangan seleksi antar famili. Strategi seleksi lain yang bisa ditempuh adalah dengan meningkatkan intensitas seleksi

(IS) pada level individu sebagai induk vegetatif yang diikuti dengan perbanyakan klonal.

Estimasi heritabilitas individu untuk sifat tinggi, diameter dan volume pohon pada umur 4 tahun secara berurutan masing-masing sebesar 0,084; 0,022 dan 0,003 (Tabel 3) dan termasuk kategori rendah menurut (Cotterill & Dean, 1990). Nilai heritabilitas individu sifat tinggi ini berbeda dengan nilai heritabilitas pada umur yang lebih muda (1-3 tahun) yang tergolong sedang, yaitu secara berturut-turut sebesar 0,153; 0,22 dan 0,13 (Haryjanto, 2017; Haryjanto et al., 2015, 2014). Sementara itu estimasi heritabilitas individu untuk sifat diameter juga termasuk kategori rendah pada semua pengamatan sampai umur 4 tahun (Tabel 3). Secara umum estimasi heritabilitas individu pada sifat tinggi lebih besar daripada diameter. Hasil yang sama juga dijumpai pada beberapa jenis tanaman tropis (Hodge, Dvorak, Uruena, & Rosales, 2002; Pinyopusarerk, Doran, Williams, & Wasuwanich, 1996).

Estimasi heritabilitas famili untuk tinggi, diameter dan volume pohon pada umur 4 tahun secara berurutan masing-masing sebesar 0,221; 0,070 dan 0,009, sedangkan heritabilitas dalam famili sebesar 0,089; 0,022 dan 0,003 (Tabel 3).

Kedua nilai heritabilitas ini termasuk kategori rendah. Pada pengamatan umur 1 tahun sampai 3 tahun, heritabilitas famili sifat tinggi dan diameter sebagian besar juga tergolong kategori rendah (Haryjanto, 2017; Haryjanto et al., 2015, 2014).

Estimasi heritabilitas baik individu maupun famili pada sifat tinggi, diameter dan volume ini tidak ada yang termasuk kategori tinggi. Hal ini menunjukkan komponen varians famili cukup kecil proporsinya dalam menyumbang varians total fenotipe. Rerata komponen varians famili sifat tinggi, diameter dan volume $\pm 0,90\%$, sedangkan sisanya merupakan varians yang disebabkan karena lingkungan. Nilai ini lebih kecil bilamana dibandingkan dengan jenis lain seperti *Alstonia scholaris* umur 2 tahun di Playen ($\pm 10\%$) (Mashudi & Baskorowati, 2015). Rendahnya komponen varians famili kemungkinan disebabkan karena besarnya *error* pada plot uji keturunan baik karena *plot error* maupun *within plot error*. Kedua *error* tersebut disebabkan karena adanya variasi blok yang besar dan variasi karena konfigurasi *tree-plot* yang digunakan.

Tabel 3. Estimasi heritabilitas pada berbagai umur dan sifat pada plot uji keturunan nyawai di Bantul

Umur (tahun)	Sifat	h_i^2	h_f^2	h_w^2	Sumber
1	Tinggi	0,153	0,310	-	(Haryjanto et al., 2014)
	Diameter	0,096	0,276	-	
2	Tinggi	0,22	0,49	-	(Haryjanto et al., 2015)
	Diameter	0,09	0,29	-	
3	Tinggi	0,13	0,32	-	(Haryjanto, 2017)
	Diameter	0,03	0,32	-	
4	Tinggi	0,084	0,221	0,089	Penelitian ini
	Diameter	0,022	0,070	0,022	
	Volume	0,003	0,008	0,003	

Keterangan: h_i^2 = heritabilitas individu; h_f^2 = heritabilitas famili; h_w^2 = heritabilitas dalam famili

Dari ketiga sifat yang diamati, secara umum sifat tinggi memiliki heritabilitas yang paling tinggi dengan heritabilitas individu sebesar 0,08, heritabilitas famili sebesar 0,22 dan heritabilitas dalam famili sebesar 0,09 diikuti sifat diameter dan volume pohon (Tabel 3). Urutan besaran estimasi heritabilitas ini

sesuai dengan urutan besar efek varians famili ketiga sifat tersebut yaitu sebesar 2,10%; 0,55% dan 0,06% secara berurutan untuk sifat tinggi, diameter dan volume pohon (Tabel 2). Hal ini menunjukkan potensi perolehan genetik tertinggi akan didapatkan pada sifat tinggi, baik seleksi individu, dalam famili maupun antar

famili. Namun demikian secara umum estimasi semua nilai heritabilitas dalam famili pada penelitian ini termasuk rendah. Rendahnya nilai heritabilitas ini memberikan indikasi bahwa peran faktor genetik pada uji keturunan nyawai dalam penelitian ini adalah lemah pada sifat tinggi, diameter dan volume pohon. Kondisi ini memberikan implikasi bahwa perolehan genetik melalui seleksi akan terbatas. Hal yang sama juga dijumpai pada uji keturunan *A. angustifolia* (Bert.) O. Ktze. (Sebbenn et al., 2003).

Korelasi genetik di antara ketiga sifat tersebut lebih dari 1. Nilai korelasi genetik ini berada di luar nilai yang seharusnya yaitu kurang dari 1 baik positif maupun negatif (Davidson, 1995). Rendahnya komponen varians famili ketiga sifat tersebut menyebabkan komponen pembagi pada penghitungan korelasi genetik rendah (Persamaan 6). Sedikitnya jumlah famili yang diuji pada plot uji keturunan ini (19 famili) juga cenderung menyebabkan bias penghitungan korelasi genetik dibandingkan nilai heritabilitas (White et al., 2007). Penelitian lain yang menunjukkan korelasi genetik lebih dari 1 juga dijumpai pada *Pinus caribea* var. *hondurensis* (Harding,

Kanowski, & Woolaston, 1991), *Pinus caribea* (Ledig & Whitmore, 1981) dan *Tectona grandis* L. F (Muslimin, Sofyan, & Islam, 2013).

C. Seleksi dan perolehan genetik

Estimasi heritabilitas famili menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan estimasi heritabilitas dalam famili maupun heritabilitas individu (Tabel 3), yang berarti bahwa potensi perolehan genetik paling tinggi akan didapatkan pada seleksi famili. Namun demikian mengingat jumlah famili yang diuji jumlahnya terbatas (19 famili), maka untuk mengurangi terjadinya kawin kerabat/*inbreeding*, dalam penelitian ini seleksi dilakukan hanya di dalam famili yang merupakan seleksi dalam plot (*within plot selection*). Metode seleksi ini memberikan kemungkinan *inbreeding* paling rendah di antara metode seleksi lainnya (Zobel & Talbert, 1984) dan mampu menjaga basis keragaman genetik maupun memaksimalkan perolehan genetik (Isik & Isik, 1999). Hasil perolehan genetik hasil seleksi dalam plot dengan rasio seleksi sebesar 75% ($i=0,1763$), 50% ($i=0,5207$) dan 25% ($i=1,0558$) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata sifat pertumbuhan dan perolehan genetik (%) hasil seleksi dalam plot menggunakan tiga skenario rasio seleksi pada uji keturunan nyawai di Bantul

	Intensitas seleksi			
	100%	75%	50%	25%
		Tinggi		
Rerata (m)	6,10	6,26	6,58	7,17
Perolehan genetik absolut (m)		0,04	0,08	0,12
Perolehan genetik relatif (%)		0,64	1,23	1,91
		Diameter		
Rerata (cm)	9,41	9,78	10,51	11,80
Perolehan genetik absolut (cm)		0,02	0,04	0,06
Perolehan genetik relatif (%)		0,23	0,44	0,68
		Volume		
Rerata ($\times 10^{-3} \text{ m}^3$)	34,60	37,08	42,62	53,67
Perolehan genetik absolut ($\times 10^{-3} \text{ m}^3$)		0,022	0,043	0,067
Perolehan genetik relatif (%)		0,06	0,13	0,19
Jumlah individu	381	349	260	133

Perolehan genetik relatif tertinggi ditemukan pada sifat tinggi, diikuti diameter dan volume pohon. Hasil ini sesuai dengan urutan nilai heritabilitas dalam famili pada masing-

masing sifat yang diamati (Tabel 3). Perolehan genetik relatif yang didapatkan sebesar tiga kali jika seleksi dilakukan dari intensitas seleksi 75% ke 50% dan dua kali dari intensitas seleksi

50% ke 25%. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian pada kebun benih komposit *A. mangium* yang meningkat dua kali pada setiap skenario rasio seleksi tersebut (Nirsatmanto, 2012).

Terdapat dua implikasi hasil perolehan genetik pada seleksi ini dikaitkan dengan strategi pemuliaan nyawai. Pertama, konfigurasi *tree-plot* menggunakan *non-contiguous tree-plot* memberikan dampak error dalam plot yang besar, sehingga perlu digunakan konfigurasi lain dalam membangun uji keturunan nyawai untuk mengurangi error dalam plot misalnya tipe *line-tree-plot*. Dalam tipe ini, pohon dalam plot letaknya tidak terlalu berjauhan sehingga kondisi lingkungan mikronya relatif lebih seragam. Di samping itu, penggunaan rancangan lain seperti *Incomplete Block Design* (IBD) kemungkinan akan dapat mengurangi *plot error*. Hal ini disebabkan karena efek blok akan berkurang dengan adanya pembagian blok ke dalam blok yang lebih kecil sehingga lingkungan lebih seragam (White et al., 2007). Implikasi kedua, jumlah famili yang terbatas menyebabkan seleksi antar famili tidak dapat dilakukan. Meskipun uji keturunan dibangun dengan sistem *sub line*, sebaiknya jumlah famili yang dilibatkan cukup banyak, yaitu 20-40 famili (White et al., 2007). Untuk mendapatkan peningkatan genetik yang lebih tinggi, dapat dilakukan menggunakan intensitas seleksi yang lebih tinggi namun tetap mempertahankan jumlah famili, misalnya seleksi dua individu terbaik dari famili terbaik sebagai pohon plus untuk diperbanyak secara vegetatif. Klon-klon tersebut dapat digunakan untuk pengembangan hutan tanaman nyawai secara klonal (*clonal forestry*).

IV. KESIMPULAN

Pertumbuhan nyawai pada plot uji keturunan menunjukkan adaptabilitas pertumbuhan yang baik pada lahan marginal. Secara umum nilai heritabilitas plot uji keturunan nyawai pada umur 4 tahun rendah

untuk sifat tinggi, diameter dan volume pohon. Berdasarkan rancangan percobaan yang digunakan dan jumlah famili yang diuji pada plot uji keturunan nyawai di Bantul, maka seleksi hanya bisa dilakukan melalui seleksi dalam famili dengan perolehan genetik tertinggi sebesar 1,91% (tinggi), 0,68% (diameter) dan 0,067% (volume).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Arif Setiawan, S.Hut (teknisi) dan Sunaryanto (staf KHDTK) Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan yang telah membantu pelaksanaan pengukuran tanaman, staf RPH Mangunan, Dinas Kehutanan dan Perkebunan DIY yang telah mengamankan plot penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kabupaten Bantul. (2011). *RPJMD Kabupaten Bantul 2011-2015*.
- Becker, W. A. (1992). *Manual Quantitative Genetics* (Fifth). Pullman, USA: Academic Enterprises.
- Chaudhary, L. B., Sudhakar, J. V., Kumar, A., Bajpai, O., Tiwari, R., & Murthy, G. V. S. (2012). Synopsis of the genus *Ficus L.* (Moraceae) in India. *Taiwania*, 57(2), 193–216.
- Cotterill, P. P., & Dean, C. A. (1990). *Successful Tree Breeding with Index Selection*. CSIRO-Division of Forestry and Forest Product. Australia.
- Davidson, J. (1995). *Training Manual Tree Breeding and Propagation*. Los Banos, Philippines: UNDP/FAO Regional Project on Improved Productivity of Man-Made Forest through Application of Technological Advances in Tree Breeding and Propagation (FORTIP).
- Dlamini, L. N., Pipatwattanakul, D., & Maelim, S. (2017). Growth variation and heritability in a second-generation *Eucalyptus urophylla* progeny test at Lad Krating Plantation, Chachoengsao province, Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 51(3), 158–162.
<http://doi.org/10.1016/j.anres.2016.12.005>
- Effendi, R. (2009). Nyawai: a Propising Pioneer Tree Species. *Centre for Plantation Forest*

- Research and Development Newsletter*, pp. 1–3.
- Effendi, R. (2012). Kajian keberhasilan pertumbuhan tanaman nyawai (*Ficus variegata* Blume) di KHDTK Cikampek, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9(2), 95–104.
- Effendi, R., & Mindawati, N. (2015). *Budidaya jenis pohon nyawai (Ficus variegata Blume)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Group Ltd. UK.
- Hadiyan, Y. (2010). Evaluasi pertumbuhan awal Kebun Benih Semai Uji Keturunan Sengon (*Falcataria moluccana* sinonim: *Paraseriantes falcataria*) umur 4 bulan di Cikampek Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(2), 85–91.
- Harding, K. J., Kanowski, P. J., & Woolaston, R. R. (1991). Preliminary genetic parameter estimates for some wood quality characters of *Pinus caribea* var. *hondurensis* in Queensland, Australia. *Silvae Genetica*, 40, 152–156.
- Hardjowigeno, S. (1993). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Haryjanto, L. (2017). Variasi genetik pertumbuhan uji keturunan nyawai (*Ficus variegata* Blume) pada umur 3 tahun. In A. Septiasari, A. Astuti, I. N. Berlian, K. Kharismamurti, N. C. Merdekawati, & Y. R. Alkarim (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas "Pengelolaan Keanekaragaman Hayati Melalui Penerapan Bioteknologi"* (Vol. 6, pp. 93–96). Surakarta: Kelompok Studi Biodiversitas Program Studi Biologi FMIPA UNS.
- Haryjanto, L., Prastyono, & Charomaini, Z. (2015). Variasi pertumbuhan nyawai (*Ficus variegata* Blume) pada umur 2 tahun. *Wasian*, 2(1), 47–54.
- Haryjanto, L., Prastyono, & Yuskianti, V. (2014). Variasi pertumbuhan dan parameter genetik pada tiga plot uji keturunan nyawai (*Ficus variegata* Blume) di Bantul. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 8(3), 137–151.
- Hernández-Máximo1, E., López-Upton, J., Sánchez-Monsalvo1, V., Vargas-Hernández, J., JG, & Salazar-García. (2016). Early performance and genetic gain of *Cedrela odorata* families from wide-ranging sites in Mexico. *Journal of Tropical Forest Science*, 28(4), 446–456.
- Hodge, G. R., Dvorak, W. S., Uruena, H., & Rosales, L. (2002). Growth, provenance effects and genetic variation of *Bombacopsis quinata* in field tests in Venezuela and Colombia. *Forest Ecology and Management*, 158, 273–289.
- Indrajaya, Y., & Siarudin, M. (2013). Daur finansial hutan rakyat jabon di Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(4), 201–211.
- Isik, K., & Isik, F. (1999). Genetic variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: II. Branching and crown traits. *Silvae Genetica*, 48(6), 293–302.
<http://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.05.023>
- Ledig, F. T., & Whitmore, J. L. (1981). Heritability and genetic correlations for volume, foxtails, and other characteristics of *Caribbean pine* in Puerto Rico. *Silvae Genetica*, 30, 88–92.
- Mashudi, & Baskorowati, L. (2015). Estimasi parameter genetik pada uji keturunan *Alstonia scholaris* umur dua tahun di Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 9(1), 1–12.
- Muslimin, I., Sofyan, A., & Islam, S. (2013). Parameter genetik pada uji klon jati (*Tectona grandis* L. F) umur 5,5 tahun di Sumatera Selatan. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 7(2), 97–106.
<http://doi.org/10.20886/jpht.2013.7.2.97-106>
- Nirsatmanto, A. (2012). Genetic variation observed in composite seedling seed orchard of *Acacia mangium* Willd. at Central Java, Indonesia: implications for increasing genetic gain and seed production. *Journal of Forestry Research*, 9(2), 91–99.
- Pinyopusarerk, K., Doran, J. C., Williams, E. R., & Wasuwanich, P. (1996). Variation in growth of *Eucalyptus camaldulensis* provenances in Thailand. *Forest Ecology and Management*, 87, 63–73.
- Qirom, M. A., & Supriyadi. (2013). Model pendugaan volume pohon nyawai (*Ficus variegata* Blume) di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(4), 173–184.
- Rachim, D. A., Arifin, M., & Nadeak, W. (2011). *Klasifikasi Tanah di Indonesia*. Penerbit Pustaka Reka Cipta (PRC). Bandung.
- Ruby, K., Supriyo, H., & Sutanto, R. (1997). Evaluasi indeks loka pada tegakan *Acacia mangium* Willd di HTI PT Arara Abadi Propinsi Riau. *BPPS-UGM*, 10(1B), 1–11.

- Sebbenn, A. M., Pontinha, A. A. S., Giannotti, E., & Kageyama, P. Y. (2003). Genetic Variation in Provenance-Progeny Test of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in São Paulo, Brazil. *Silvae Genetica*, 52, 5–6.
- Setiadi, D. (2010). Keragaman genetik uji provenans dan uji keturunan *Araucaria cunninghamii* pada umur 18 bulan di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 4(1), 1–8.
- Setiadi, D. (2011). Evaluasi awal kombinasi uji provenans dan uji keturunan *Araucaria cunninghamii* umur 12 bulan di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 5(1), 1–8.
- Siagian, R. ., Lestari, S. ., & Yoswita. (2004). Sifat pulp sulfat kayu kurang dikenal asal Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 22(2), 75–86.
- White, T. L., Adam, W. T., & Neale, D. B. (2007). *Forest Genetics*. CABI Publishing. Wallingford.
- Williams, E. R., Matheson, A. C., & Harwood, C. E. (2002). *Experimental Design and Analysis For Tree Improvement* (second). CSIRO Publishing. Victoria.
- Wright, J. W. (1976). *Introduction to Forest Genetics*. Academic press. New York.
- Yuskianti, V., & Setiawan, A. (2012). Sebaran alami nyawai (*Ficus variegata*) di Gunung Selok Cilacap Jawa Tengah. *Wana Benih*, 13(1), 1–10.
- Zobel, B. J., & Talbert, J. (1984). *Applied Tree Improvement*. John Willey & Sons. New York.