

**PENGARUH SELEKSI TERHADAP PEROLEHAN GENETIK
PADA UJI KETURUNAN GENERASI PERTAMA (F-1) JABON MERAH
(*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) DI WONOGIRI**

*Effect of selection on genetic gain of first-generation seedling seed orchards of jabon merah
(Anthocephalus macrophyllus (Roxb.) Havil) established in Wonogiri*

Surip¹, Sapto Indrioko², Arif Nirsatmanto³, dan Teguh Setyaji³

¹Mahasiswa Pasca Sarjana, Prodi Ilmu Kehutanan

Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

Jl. Agro No.1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

email: soerip@yahoo.com

²Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

Jl. Agro No. 1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

³Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan

Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

Tanggal diterima: 16 Desember 2016, Tanggal direvisi: 2 Januari 2017, Disetujui terbit: 21 Mei 2017

ABSTRACT

*Selection is a fundamental process in the establishment of a progeny trial that will be converted into a seedling seed orchard. In present study, selection practiced in first-generation progeny trial of jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) was observed. The study was aimed to find out a criteria selection accompanied with the effective coefficient weight for predicting genetic gain in the first-generation progeny trial of jabon merah. The trial was established in Wonogiri which was laid out in randomized complete block design (RCBD) using 55 families, 4 replications, 4 tree-plot with a spacing of 4 x 2 meter. Measurement was conducted at 40 months after planting covering tree height, diameter at breast height, stem straightness, stem volume. First within-plot selection by culling 2 poorer trees within each plot was practiced at 46 months age. Selection differential from within-plot selection was used to derive coefficient weight which was then applied to predict genetic gain. Results of study showed that selection differential from first within-plot selection were positive for all measured traits. Stem volume was observed as highest priority trait with coefficient weight for each trait were -0.0863 (height), 0.1426 (diameter), 0.2195 (stem straightness), 2.3025 (stem volume). Prediction of genetic gain from within-plot selection were 3,50% (height), 3,58% (diameter), 3,41% (stem straightness), 7,40% (stem volume). While the gain from family selection were 2,80%, 3,75%, 3,54%, 7,10% for height, diameter, stem straightness, stem volume, respectively.*

Keywords: *within-plot selection, family selection, tree improvement, genetic parameter, coefficient weight.*

ABSTRAK

Seleksi merupakan tahapan penting dalam pembangunan plot uji keturunan yang akan dikonversi menjadi kebun benih semai. Penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap seleksi yang dilaksanakan pada plot uji keturunan generasi pertama jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil). Tujuan penelitian adalah mendapatkan kriteria seleksi yang tepat dengan koefisien bobot yang efektif untuk digunakan dalam penghitungan prediksi perolehan genetik pada plot uji keturunan generasi pertama jabon merah. Plot uji keturunan dibangun di Wonogiri menggunakan rancangan percobaan acak lengkap berblok (*randomized completely block design / RCBD*), 55 famili, 4 ulangan, 4 pohon per plot (*tree-plot*), jarak tanam 4 x 2 meter. Pengukuran dilakukan umur 40 bulan meliputi tinggi, diameter setinggi dada, kelurusan batang, dan volume batang. Penjarangan seleksi dalam plot pertama (membuang 2 pohon terjelek di dalam setiap plot) dilaksanakan umur 46 bulan. Diferensial seleksi hasil penjarangan seleksi selanjutnya diturunkan untuk mendapatkan nilai koefisien bobot masing-masing sifat sebagai kriteria seleksi untuk digunakan dalam menghitung prediksi perolehan genetik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diferensial seleksi hasil seleksi dalam plot pertama memberikan angka positif pada seluruh sifat. Prioritas seleksi tertinggi ditemukan pada volume batang dengan nilai koefisien bobot masing-masing sifat sebesar -0,0863 (tinggi); 0,1426 (diameter); 0,2195 (kelurusan batang) dan 2,3025 (volume batang). Nilai prediksi perolehan genetik hasil seleksi dalam plot sebesar 3,50% (tinggi); 3,58% (diameter); 3,41% (kelurusan batang) dan 7,40% (volume batang). Prediksi perolehan genetik pada seleksi famili berturut turut sebesar 2,80%; 3,75%; 3,54% dan 7,10% untuk tinggi, diameter, kelurusan batang dan volume batang.

Kata kunci: *seleksi dalam plot, seleksi famili, pemuliaan tanaman, parameter genetik, koefisien bobot*

I. PENDAHULUAN

Jabon merah (*Athocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) merupakan salah satu jenis tanaman hutan yang cepat tumbuh (*fast growing species*) dan relatif tahan terhadap hama penyakit (Pratiwi, 2003). Tanaman ini dikenal sebagai bahan baku industri pulp dan kertas, kayu lapis (*plywood*) dan pertukangan. Sifat kayunya termasuk kelas awet IV dan kelas kuat II-III, memiliki serat panjang, tebal dinding serat tipis dan tergolong kualitas dua sebagai bahan baku pulp dan kertas (Lempang, 2014). Jabon merah mulai banyak dikembangkan di hutan tanaman industri (HTI) dan hutan rakyat di Sulawesi, Maluku, Kalimantan dan Jawa.

Jabon merah potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam pembangunan hutan tanaman sebagai bahan kayu pertukangan serta baku pulp dan kertas. Upaya peningkatan produktivitas hutan tanaman jabon merah perlu terus dilakukan, melalui penerapan sistem budidaya tanaman yang tepat maupun penggunaan benih unggul hasil pemuliaan tanaman. Pemerintah melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan nomor: SK. 707/Menhut-II/2013 telah menetapkan jabon (jabon merah dan jabon putih) sebagai salah jenis tanaman hutan yang benihnya wajib diambil dari sumber benih bersertifikat (Kementerian Kehutanan, 2013).

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta telah memulai program pemuliaan jabon merah sejak tahun 2010. Program ini disusun dalam upaya penyediaan benih unggul dan merupakan program pemuliaan jabon merah yang pertama di Indonesia. Sebagai jenis tanaman hutan yang baru dikembangkan dan dalam upaya penguatan strategi pemuliaannya, masih banyak informasi dan IPTEK pemuliaan jabon merah yang perlu dikaji dan dikembangkan, khususnya berkaitan dengan proses seleksi dan pembangunan populasi pemuliaan. Proses seleksi diarahkan untuk menunjukkan adanya peningkatan perolehan

genetik dan mencegah kemungkinan terjadinya kehilangan potensi perolehan genetik (*loss potential genetic gain*).

Informasi parameter genetik dan optimalisasi proses seleksi dengan kriteria dan koefisien bobot seleksi dalam pemuliaan jabon merah belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji informasi parameter genetik dalam menentukan kriteria seleksi serta koefisien bobot prioritas seleksi yang tepat serta dampaknya terhadap perolehan genetik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap proses seleksi yang lebih terarah dan konsisten (*straight forward*) serta mencegah hilangnya potensi genetik pada plot uji keturunan generasi pertama (F-1) jabon merah di Wonogiri.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan dilokasi plot uji keturunan F-1 jabon merah di Kabupaten Wonogiri, Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada 7° 80' S dan 110° 93' E dengan ketinggian tempat 141 m dpl. Kondisi klimatologis lokasi penelitian termasuk beriklim tipe C (Schmidt-Fergusson) dengan curah hujan rata-rata per tahun 1.645 mm serta suhu rata-rata harian sebesar 26,5°C (Sunarti, Na'iem, Hardiyanto, & Indrioko, 2013).

B. Bahan dan alat penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman jabon merah umur 40 bulan plot uji keturunan F-1, peta rancangan percobaan, blangko pengukuran tanaman (*tallysheet*) dan cat kayu. Peralatan yang digunakan adalah galah ukur, pita diameter, kuas, dan alat tebang (*chain saw*) serta komputer.

C. Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam pembangunan plot uji keturunan F-1 jabon merah adalah rancangan acak lengkap ber-blok (*randomized complete block design/RCBD*) dengan jumlah famili yang diuji sebanyak 55

famili, jumlah blok sebanyak 4 blok, jumlah *tree plot* sebanyak 4 pohon per plot, jarak tanam 4 x 2 meter (Setyaji, Sunarti, Nirsatmanto, Surip, Kartikaningtyas & yuliasuti, 2012). Seleksi dalam plot dilaksanakan pada umur 46 bulan dengan menebang 2 pohon terjelek di dalam setiap plot.

D. Pengumpulan data dan analisa data

1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran terhadap persen hidup tanaman dan beberapa sifat (karakter) pertumbuhan tanaman yaitu sifat tinggi, diameter dan kelurusan batang dengan menggunakan intensitas sampling sebesar 100%. Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan dua cara yaitu sistim skala metrik untuk karakter tinggi pohon (meter) dan diameter batang setinggi dada (cm), dan sistim skor untuk karakter kelurusan batang dengan menggunakan 3 nilai skor (skor 1: bengkok, skor 2 : agak bengkok, dan skor 3: lurus) (Nirsatmanto & Kurinobu, 2002). Data tinggi pohon dan diameter selanjutnya digunakan untuk menghitung volume batang dengan rumus sebagai berikut (Susila, 2009):

$$V = (1/4 * 3,14 * (D)^2 / 10.000) * T * 0,87.....(1)$$

Keterangan:

- D : diameter batang setinggi dada(cm)
- T : tinggi pohon (meter)
- 0,87 : bilangan bentuk

2. Analisa data

Analisis varians dilakukan dengan menggunakan data individual pohon dengan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + BF_{ij} + E_{ijk}.....(2)$$

Keterangan:

- Y_{ijk} : pengamatan individu pohon ke-*ijk*
- μ : rata-rata umum
- B_i : pengaruh tetap blok ke-*i*
- F_j : pengaruh random famili ke-*j*,
- BF_{ij} : pengaruh random interaksi famili ke-*j* dan blok ke-*i*,
- E_{ijk} : random error

Parameter genetik yang dihitung meliputi nilai heritabilitas, korelasi genetik, dan perolehan genetik. Nilai heritabilitas, meliputi heritabilitas

famili dan heritabilitas individual, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Zobel & Talbert, 1984) :

Heritabilitas individual:

$$h^2_i = 4. \sigma^2_f / [\sigma^2_f + \sigma^2_{bf} + \sigma^2_w](3)$$

Keterangan:

- h^2_i : heritabilitas individu
- σ^2_f : komponen varians famili
- Bf : komponen varians interaksi blok x famili
- σ^2_w : komponen varians dalam plot

Standar error heritabilitas individu:

$$S.E. h^2_i = [4S.E.\sigma^2_f] / [\sigma^2_f + \sigma^2_{bf} + \sigma^2_w].....(4)$$

Keterangan:

- S.E. h^2_i : standar error heritabilitas individu
- S.E. σ^2_f : standar error komponen varians famili

Heritabilitas famili:

$$h^2_f = \sigma^2_f / [\sigma^2_f + \sigma^2_{bf}/b + \sigma^2_w/nb].....(5)$$

Keterangan:

- h^2_f : heritabilitas famili
- b : rerata harmonik jumlah blok
- n : rerata harmonik jumlah pohon per plot

Standar error heritabilitas famili:

$$S.E. h^2_f = [S.E.\sigma^2_f] / [\sigma^2_f + \sigma^2_{bf} + \sigma^2_w](6)$$

Keterangan:

- S.E. h^2_f : standar error heritabilitas famili
- S.E. σ^2_f : standar error komponen varians famili

Standar error komponen varians famili dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Anderson & Bancroft, 1952) :

$$S.E.\sigma^2_f = [2/k^2 \sum_i (MS_i)^2 / (df_i + 2)]^{0.5}(7)$$

Keterangan:

- S.E. σ^2_f : standar error komponen varians famili
- k : koefisien rerata kuadrat famili
- MS_i : rerata kuadrat tengah ke-*i* yang digunakan untuk estimasi komponen ke-*n*
- df_i : derajat bebas untuk MS_i

Korelasi fenotipik (r_{pij}) dan korelasi genetik (r_{gij}) antara 4 (empat) sifat dihitung

menggunakan rumus sebagai berikut (Falconer, 1981) :

Korelasi fenotipik

$$r_{pij} = cov_{w(i,j)} / (\sigma_{wi}^2 * \sigma_{wj}^2)^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- r_{pij} : korelasi fenotipik,
- $cov_{w(i,j)}$: komponen kovarians dalam plot sifat ke -i dan ke-j,
- σ_{wi} : komponen varians dalam plot sifat ke-i,
- σ_{wj} : komponen varians dalam plot sifat ke-j

Korelasi genetik

$$r_{gij} = cov_{f(i,j)} / (\sigma_{fi}^2 * \sigma_{fj}^2)^{1/2} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

- r_{gij} : korelasi genetik,
- $cov_{f(i,j)}$: komponen kovarians famili sifat ke -i dan ke-j,
- σ_{fi} : komponen varians famili sifat ke-i,
- σ_{fj} : komponen varians famili sifat ke-j

Prediksi perolehan genetik dan indeks seleksi dihitung mengikuti prosedur sebagaimana disampaikan oleh Kurinobu, Nirsatmanto, dan Leksono (1996). Vektor nilai diferensial seleksi (ΔP_i) dihitung sebagai selisih perbedaan antara rata-rata populasi setelah seleksi dalam plot pertama (2 pohon terjelek dibuang dalam setiap plot) dengan rata-rata populasi awal. Selanjutnya koefisien bobot aktual (b_i) dihitung sebagai berikut (Yamada, 1977):

$$b_i = P_w^{-1} \times \Delta P_i \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

P_w^{-1} : inversematriks varians dan kovarians fenotipik dalam plot

Pemilihan satu pohon terbaik di dalam setiap plot dilakukan secara simulasi berdasarkan nilai indeks seleksi (I_k) yang dihitung menggunakan nilai koefisien bobot aktual (Rumus 10) sebagai berikut:

$$I_k = b_i \times \Delta y_{kl} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

Δy_{kl} : vektor nilai deviasi dalam plot individu pohon ke-k di dalam sifat ke-l

Vektor nilai diferensial seleksi (ΔP_w) dihitung sebagai selisih perbedaan antara rata-

rata populasi setelah simulasi seleksi dalam plot (memilih 1 pohon terbaik dalam setiap plot) dengan rata-rata populasi awal. Selanjutnya koefisien bobot simulasi seleksi dalam plot (b_w) dihitung sebagai berikut:

$$b_w = P_w^{-1} \times \Delta p_w \dots\dots\dots(12)$$

Perolehan genetik seleksi dalam plot (Δg_w) dihitung dengan rumus sebagai berikut (Yamada, 1977):

$$\Delta g_w = G_w \times b_w \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

G_w : matrik varians-kovarians genetik dalam plot

Untuk mengetahui ketepatan penggunaan koefisien bobot dengan kondisi seleksi aktualnya, maka dilakukan analisa korelasi/biserial correlation (r_b) sebagai berikut: $r_b = (Is - I) / (Iq - I) \dots\dots\dots(14)$

Keterangan:

- I : rata-rata nilai indeks seluruh populasi
- Is : rata-rata nilai indeks populasi terseleksi berdasarkan seleksi aktual
- Iq : rata-rata nilai indeks populasi terseleksi berdasarkan Rumus (11)

Perolehan genetik seleksi famili (Δg_f) dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hazel, 1943):

$$\Delta g_f = G_f \times b_f / (b_f \times P_f \times b_f)^{1/2} \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan:

- G_f : matrik varians-kovarians genetik
- P_f : matrik varian-kovarian fenotipik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persen hidup dan pertumbuhan tanaman

Pengamatan sampai dengan umur 40 bulan, daya adaptasi tanaman di dalam plot uji keturunan F-1 Jabon merah di Wonogiri, secara umum tergolong cukup baik. Hal ini sebagaimana terlihat dari rata-rata persen hidup tanaman secara keseluruhan sebesar 81,8%. Seluruh famili yang diuji juga masih terwakili di dalam plot uji keturunan dengan rata-rata persen hidup tanaman per famili bervariasi dari 50% sampai 100%. Berdasarkan data jumlah individu tanaman dalam plot (maksimal 4 pohon per plot), rata-rata persen hidup tanaman di dalam plot sebesar 86,3% atau rata-rata jumlah tanaman

yang hidup di dalam setiap plot sebesar 3,45 tanaman.

Data persen hidup tanaman sebagaimana disampaikan di atas menunjukkan bahwa daya adaptasi tanaman jabon merah masih cukup tinggi di dalam plot uji keturunan generasi pertama yang dibangun di Wonogiri dimana kondisi lahan merupakan lahan marginal dengan rata-rata curah hujan tahunan yang rendah (1.645 mm/tahun). Lahan di Wonogiri yang berdekatan dengan lokasi plot uji keturunan jabon merah secara umum merupakan tanah yang termasuk dalam kelas tekstur tanah lempung (*clay*) dengan kandungan unsur hara esensial yang rendah (Sunarti et al., 2013). Lebih lanjut dilaporkan bahwa secara klimatologis lokasi plot uji keturunan beriklim C (Schmidt dan Ferguson) dengan curah hujan tahunan sebesar 1.645 mm/tahun.

Berdasarkan data persen hidup dengan seluruh famili masih terwakili dan rata-rata jumlah tanaman per plot sebesar 3,45 tanaman menunjukkan bahwa kegiatan seleksi famili (*family selection*) dan seleksi dalam plot (*within-plot selection*) layak untuk bisa dilakukan. Hal ini mengingat seluruh famili masih terwakili dan seleksi dalam plot yang akan dilakukan merujuk pada pemilihan dua pohon terbaik dalam plot. Kondisi plot uji keturunan F-1 jabon merah yang digunakan dalam penelitian ini secara umum memenuhi syarat dan layak untuk

digunakan sebagai bahan penelitian yang berkaitan dengan seleksi dalam plot dan seleksi famili. Rasio persen hidup tanaman menjadi faktor yang sangat penting dalam pemuliaan tanaman hutan yang memiliki daur rotasi pendek, khususnya berkaitan dengan parameter produktivitas tegakan, disamping untuk menjaga validitas analisa data (Chambers & Borralho, 1997).

Data pertumbuhan tanaman dan kelurusan batang jabon merah di dalam plot uji keturunan disajikan pada Tabel 1. Walaupun tumbuh pada lahan marginal, jabon merah di plot uji keturunan menunjukkan rasio rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman (meter) per satuan unit diameter (cm) yang relatif proporsional, yaitu sebesar 0,858. Hal ini menunjukkan bahwa sampai dengan umur 40 bulan, secara umum diameter tanaman jabon merah memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tinggi tanaman. Lemahnya laju pertumbuhan tinggi pada tanaman jabon merah ini mungkin disebabkan oleh kualitas dan kesuburan tanah yang rendah. Pertumbuhan tinggi lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi tanah, sedangkan pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh kerapatan dan tingkat kompetisi tegakan (Clutter, Fortson, Pienaar, Britste, & Bailey, 1983). Mpapa (2013) melaporkan bahwa riap diameter jabon merah tidak berkorelasi nyata dengan curah hujan dan suhu.

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan tanaman pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri umur 40 bulan

Parameter	Tinggi (m)	Diameter (cm)	Kelurusan batang	Volume (m ³)
Rata-rata	11,32 ± 1,99	13,19 ± 2,79	2,74 ± 0,53	0,148 ± 0,08
Maksimal	17	22,5	3	0,518
Minimal	4,3	4,4	1	0,005
Standar deviasi	1,99	2,79	0,53	0,080
Koefisien variasi	13,73	19,45	17,48	44,52

Perbedaan laju pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman pada jabon merah di plot uji keturunan juga terlihat dari tingkat variasi fenotipik yang muncul. Nilai koefisien variasi diameter lebih besar dibandingkan dengan nilai koefisien variasi pada tinggi tanaman (Tabel 1). Hal ini memberikan indikasi bahwa faktor

penghambat pertumbuhan tanaman, yaitu kondisi tanah marginal, diduga telah menekan munculnya ekspresi variasi fenotipik tinggi tanaman sehingga variasi tinggi tanaman rendah. Lemahnya efek kompetisi tanaman jabon merah pada umur 40 bulan telah meningkatkan munculnya ekspresi variasi fenotipik yang lebih

besar pada diameter batang. Variabilitas genetik yang berhubungan dengan adaptasi terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan adalah fungsi dari provenan/populasi, tetapi masih terdapat variabilitas yang bisa dieksplotasi dalam pohon (Zobel & Talbert, 1984).

Volume batang pada jabon merah di plot uji keturunan menunjukkan koefisien variasi yang lebih besar dibandingkan dengan tinggi tanaman dan diameter batang (Tabel 1). Karena adanya efek dari proses penghitungan, terhadap volume batang yang merupakan fungsi dari tinggi dan diameter. Variasi yang muncul pada sifat tinggi dan diameter terakumulasi dan memberikan kontribusi terhadap meningkatnya variasi fenotipik pada volume batang. Clutter et al. (1983) mengemukakan bahwa volume tegakan tidak hanya berhubungan dengan volume pohon tetapi juga berhubungan dengan faktor lain, seperti pertumbuhan diameter, kerapatan tegakan dan tempat tumbuh.

Secara umum tanaman jabon merah di plot uji keturunan adalah berbatang lurus (Tabel 1). Kisaran skor kelurusan batang yang digunakan, yaitu skor 1 sampai dengan skor 3, rata-rata skor kelurusan batang tanaman jabon merah adalah 2,74. Proporsi jumlah tanaman pada masing-masing nilai skor adalah $\pm 4,21\%$ merupakan skor 1, $\pm 17,39\%$ skor 2 dan $\pm 78,40\%$ skor 3 dengan nilai koefisien variasi sebesar 17,48%. Kondisi ini memberikan indikasi bahwa variasi fenotipik tanaman jabon merah terhadap kelurusan batang relatif rendah, namun lebih tinggi dibandingkan dengan variasi fenotipik pada tinggi tanaman.

Data pertumbuhan dan variasi fenotipik menunjukkan bahwa tanaman jabon merah di plot uji keturunan mempunyai habitus tanaman jabon merah yang normal. Kondisi lahan yang marginal tidak memberikan dampak yang buruk terhadap perubahan habitus jabon merah. Pemuliaan jabon merah yang dilakukan melalui pembangunan plot uji keturunan di Wonogiri, Jawa Tengah diharapkan akan memberikan hasil yang baik. Setyaji, Nirsatmanto, dan Surip (2014) menyampaikan bahwa jabon merah

mempunyai kemampuan beradaptasi lebih baik pada kondisi lingkungan baru ataupun di luar tempat tumbuh aslinya.

B. Variasi genetik

Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh famili disajikan pada Tabel 2. Faktor genetik memberikan pengaruh yang sangat nyata pada seluruh sifat yang diamati umur 40 bulan dengan ditunjukkan nilai signifikansi pada taraf uji 1% ($p < 0,0001$) pada sumber variasi famili.

Besarnya variasi famili yang ditemukan pada plot uji keturunan F-1 jabon merah mencerminkan tingkat variasi genetik dari pohon induk yang terdapat di populasi alamnya. Merujuk pada jumlah famili yang diuji dan lokasi sebaran alam dari pohon induknya, besarnya variasi genetik yang ada diduga disebabkan oleh dua faktor. Pertama, jumlah famili yang diuji diambil dari 55 pohon induk yang tersebar berjauhan satu sama lainnya (rata-rata berjarak minimal 100 meter) di populasi alamnya diduga mampu meningkatkan range variasi genetik tanaman jabon merah. Kedua, lokasi populasi alam di wilayah Konawe, Sulawesi Tenggara secara geografis terletak mendekati garis khatulistiwa ($4^{\circ} 14' 45'' - 4^{\circ} 18' 38''$ LS dan $122^{\circ} 29' 34'' - 122^{\circ} 31' 50''$ LU), dimana semakin mendekati garis ekuator populasi-populasi alam kecenderungan memiliki diversitas yang lebih besar. Biodiversitas pada fauna tropis seperti *Alcelaphus buselaphus*, *Acanthochromis polyacanthus*, *Calidris alpine*, *Salmo solar* juga cenderung semakin meningkat dengan menurunnya garis lintang yang mendekati garis khatulistiwa (Martin & Mckay, 2004).

Interaksi famili x blok pada plot uji keturunan jabon merah menunjukkan tingkat signifikansi yang bervariasi diantara empat sifat yang diamati (Tabel 2). Sifat tinggi dan volume batang, interaksi famili x blok menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada uji taraf 1%, sedangkan pada sifat diameter dan kelurusan batang menunjukkan pengaruh yang nyata pada taraf 5%. Hal ini memberikan indikasi bahwa walaupun famili memberikan pengaruh yang

sangat nyata ($p < 0,0001$) pada seluruh sifat yang diamati, kekuatan pengaruh genetiknya akan bervariasi di antara keempat sifat tersebut. Sifat dengan variasi genetik yang besar tetapi interaksi famili x blok yang lemah akan memberikan pengaruh genetik yang lebih kuat. Hubungan kedua sumber variasi ini (famili dan interaksi famili x blok) di dalam satu sifat yang sama adalah bahwa semakin besar variasi famili maka interaksi famili x blok cenderung semakin lemah, begitu pula sebaliknya bahwa semakin kecil

variasi famili maka interaksi x blok cenderung semakin kuat. Shelbourne (1972) melaporkan bahwa interaksi genetik dengan lingkungan akan memberikan dampak yang cukup besar dalam pelaksanaan seleksi apabila besarnya rasio variasi interaksi terhadap variasi famili melebihi angka 50%. Plot uji keturunan jabon merah umur 40 bulan, pengaruh genetik cenderung akan lebih kuat responnya terhadap sifat diameter batang dan kelurusan batang dibandingkan dengan terhadap sifat tinggi dan volume batang.

Tabel 2. Hasil analisis varians sifat tinggi, diameter, kelurusan batang dan volume batang pada uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri umur 40 bulan

Sumber variasi	db	Tinggi	Diameter	Kelurusan batang	Volume
Blok	3	121,4486	48,4740	0,6992	0,1133
Famili	54	6,7581**	15,5416**	0,5043**	0,0107**
Blok x Famili					
Famili	156	5,4115**	8,4893*	0,3019*	0,0072**
Dalam plot	498	2,4119	6,5878	0,2299	0,0043

Keterangan:

** : signifikan pada level 1%

* : signifikan pada level 5%

Tabel 3. Nilai komponen varians, heritabilitas famili dan individu sifat tinggi, diameter, kelurusan batang dan volume batang pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri umur 40 bulan

Komponen varians	Tinggi (m)	Diameter (cm)	Kelurusan batang	Volume (m ³)
Famili	0,0950 (2,78%)	0,5246 (6,82%)	0,0222 (8,09%)	0,0002 (3,72%)
Blok x Famili	0,9150 (26,74%)	0,5800 (7,54%)	0,0219 (8,01%)	0,0009 (16,22%)
Dalam plot	2,4119 (70,49%)	6,5878 (85,64%)	0,2299 (83,90%)	0,0043 (80,06%)
Heritabilitas Famili	0,213 ± 0,176	0,463 ± 0,183	0,464 ± 0,189	0,315 ± 0,115
Heritabilitas Individu	0,131 ± 0,115	0,285 ± 0,116	0,298 ± 0,126	0,182 ± 0,107

C. Heritabilitas dan korelasi genetik

Estimasi komponen varians dan nilai heritabilitas empat sifat yang diamati pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri disajikan pada Tabel 3. Seluruh sifat yang diamati, proporsi komponen varians terhadap total variasi terbesar ditunjukkan pada sumber variasi dalam plot (70,49% - 85,64%), diikuti oleh komponen varians interaksi famili x blok (7,54% - 26,74%) dan terkecil pada komponen varians famili (2,78% - 8,09%). Diameter batang dan kelurusan batang memiliki proporsi komponen varians dalam plot (>83%) dan famili (>6%) lebih besar dibandingkan dengan sifat

tinggi dan volume batang. Namun sebaliknya sifat tinggi dan volume batang memiliki proporsi komponen varians interaksi famili x blok (>16%) yang lebih besar dibandingkan pada sifat diameter dan kelurusan batang.

Perbedaan proporsi antara komponen varians dalam plot (terbesar dan terendah) pada kedua kelompok sifat (kelompok tinggi-volume batang dan kelompok diameter-kelurusan batang) adalah berkisar 21%, sedangkan perbedaan proporsi antara komponen varians interaksi famili x blok adalah berkisar 254%. Proporsi komponen varians lebih besar ditemukan pada komponen varians dalam plot (Tabel 3), tetapi variasi terbesar di antara nilai

proporsi komponen varians ditemukan pada komponen varians interaksi famili x blok. Indikasi bahwa besarnya interaksi famili x blok menjadi pengendali besarnya pengaruh genetik diantara empat sifat tanaman yang diamati pada plot uji keturunan jabon merah di Wonogiri.

Secara umum heritabilitas famili menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan heritabilitas individu, dengan taksiran nilai heritabilitas famili tergolong rendah - sedang berkisar antara 0,213 - 0,464, sedangkan heritabilitas individu tergolong sedang berkisar antara 0,131 - 0,298. Nilai heritabilitas yang tinggi pada sifat diameter batang dan kelurusan batang ini akan sangat menguntungkan dalam proses seleksi plot uji keturunan jabon merah. Hal ini karena kedua sifat tersebut merupakan sifat yang paling mudah untuk diukur dan diamati di lapangan, khususnya pada pelaksanaan seleksi dalam plot. Hardiyanto (1996) menyampaikan bahwa dengan nilai

heritabilitas yang tinggi pada sifat diameter dan kelurusan batang, maka kedua sifat ini dapat dijadikan kriteria seleksi yang dapat meningkatkan perolehan genetik.

Korelasi genetik menggambarkan seberapa besar pengaruh genetik pada satu sifat tanaman terhadap sifat tanaman yang lainnya. Hasil perhitungan korelasi genetik dan fenotipik antar sifat yang diukur pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri disajikan pada Tabel 4. Korelasi genetik bernilai positif dan secara umum menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan korelasi fenotipik. Nilai korelasi genetik berkisar 0,73-0,99, sedangkan nilai korelasi fenotipiknya berkisar 0,49- 0,95. Korelasi diantara sifat pertumbuhan tanaman (tinggi, diameter dan volume) menunjukkan nilai yang lebih tinggi (>0,97) dibandingkan dengan korelasi antara masing-masing sifat pertumbuhan tersebut dengan sifat kelurusan batang (0,7-0,8).

Tabel 4. Korelasi genetik dan fenotipik antar sifat yang diukur (tinggi, diameter, kelurusan batang, dan volume batang) pada uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri umur 40 bulan

Sifat yang diukur	Tinggi	Diameter	Kelurusan batang	Volume
Tinggi	-	0,994	0,756	0,996
Diameter	0,900	-	0,830	0,970
Kelurusan batang	0,544	0,596	-	0,725
Volume	0,918	0,957	0,498	-

Keterangan: Angka bagian atas diagonal merupakan nilai korelasi genetik dan bagian bawah diagonal merupakan nilai korelasi fenotipik

Terdapat 2 implikasi hubungan antara korelasi genetik dengan nilai heritabilitas pada efektivitas seleksi di dalam plot uji keturunan jabon merah. Pertama, heritabilitas yang lebih tinggi untuk sifat diameter dan kelurusan batang menunjukkan bahwa seleksi pada kedua sifat ini memiliki potensi perolehan genetik yang tinggi. Kedua, korelasi genetik yang tinggi antara diameter dengan sifat pertumbuhan lainnya (tinggi dan volume batang) menunjukkan bahwa seleksi berdasarkan diameter mampu memberikan tambahan perolehan genetik pada tinggi dan volume batang. Keseluruhan sifat diameter dan kelurusan batang bisa menjadi kriteria seleksi yang efektif dalam meningkatkan

nilai perolehan genetik seluruh sifat yang diamati, yaitu tinggi, diameter, volume batang, dan kelurusan batang).

D. Seleksi dan perolehan genetik

1. Seleksi dalam plot (*within-plot selection*)

Hasil seleksi dalam plot pertama dan simulasi seleksi dalam plot kedua terhadap nilai diferensial seleksi, koefisien bobot dan perolehan genetik masing-masing sifat menggunakan data umur 40 bulan disajikan pada Tabel 5. Hasil seleksi dalam plot pertama memberikan nilai diferensial yang positif pada sifat tinggi, diameter, kelurusan batang dan volume batang dengan rasio diferensial seleksi terhadap rata-rata

populasi awal berturut-turut sebesar 4,44%, 8,30%, 3,64% dan 18,40%. Hasil simulasi seleksi dalam plot kedua yang dilakukan menggunakan koefisien bobot hasil seleksi dalam plot pertama juga menunjukkan nilai diferensial seleksi yang positif dan bahkan lebih besar dibandingkan nilai diferensial seleksi pada seleksi dalam plot pertama. Nilai diferensial yang positif hasil seleksi dalam plot juga pernah dilaporkan untuk jenis *Acacia mangium* dan *Eucaliptus pellita* (Kurinobu et al., 1996; Nirsatmanto & Kurinobu, 2002).

Berdasarkan kuantifikasi hasil seleksi dalam plot pertama, nilai koefisien bobot tertinggi ditunjukkan oleh volume batang, diikuti secara berurutan untuk sifat kelurusan batang, diameter dan yang terkecil sifat tinggi (Tabel 5). Volume batang tidak menjadi kriteria seleksi pada saat seleksi aktual dalam plot pertama, tetapi mendapatkan dampak positif yang terbesar sebagaimana terefleksikan pada nilai diferensial seleksi yang terbesar untuk volume batang dibandingkan dengan ketiga sifat lainnya.

Tabel 5. Nilai diferensial seleksi, koefisien bobot dan perolehan genetik hasil seleksi dalam plot pertama dan simulasi seleksi dalam plot ke-dua pada uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri umur 40 bulan

Sifat yang diukur	Tipe Seleksi				
	Aktual seleksi*		Simulasi seleksi**		Perolehan Genetik (%)
	Diferensial Seleksi	Koefisien Bobot	Diferensial Seleksi	Koefisien Bobot	
	$r_b = 0,89$				
Tinggi	0,5018	-0,0863	0,5429	-0,5193	3,50
Diameter	1,1077	0,1426	1,7574	0,2183	3,58
Kelurusan batang	0,0998	0,2195	0,1701	0,5258	3,41
Volume	0,0273	2,3025	0,0439	11,3139	7,40

Keterangan:

* : seleksi penjarangan dilapangan (2 pohon /plot)

** : seleksi untuk menentukan pohon terbaik dalam plot (1 pohon/plot)

Efektifnya koefisien bobot hasil seleksi dalam plot pertama uji keturunan F-1 jabon merah terlihat pada tingginya nilai *biserial correlation* (r_b) yaitu sebesar 0,89 (Tabel 5). Hal ini memberikan indikasi bahwa koefisien bobot yang diturunkan dari nilai diferensial seleksi dalam plot pertama mencerminkan kondisi aktual pertumbuhan tanaman jabon merah di plot uji keturunan. Efektifnya koefisien bobot juga terefleksikan dengan baik pada besarnya perolehan genetik (*genetic gain*) hasil seleksi dalam plot kedua, yaitu berkisar 3%-7% (Tabel 5). Genetik gain ini dihitung berdasarkan hasil simulasi seleksi dalam plot kedua yang merupakan akhir tahapan seleksi dalam plot, yaitu meninggalkan 1 pohon terbaik di dalam plot. Perolehan genetik terbesar ditemukan pada sifat volume batang ($\pm 7\%$). Sifat tinggi, diameter dan kelurusan batang mendapatkan perolehan

genetik yang hampir sama ($\pm 3\%$). Hal ini memberikan indikasi bahwa disamping nilai diferensial seleksi, besarnya variasi genetik dan korelasi genetik dalam plot pada masing-masing sifat memberikan pengaruh yang besar terhadap perolehan genetik.

2. Seleksi famili

Untuk mengetahui efektivitas koefisien bobot yang dihasilkan dari aktual seleksi dalam plot pertama terhadap seluruh tahapan seleksi pada plot uji keturunan jabon merah, dilakukan pengujian pengaruhnya terhadap perolehan genetik pada seleksi famili. Hasil penghitungan perolehan genetik seleksi famili disajikan pada Tabel 6.

Perbedaan prioritas kriteria seleksi dari dua model kriteria seleksi ditunjukkan pada perbedaan nilai koefisien bobot yang dihasilkan

(Tabel 6). Berdasarkan nilai *inverse* fenotipik standar deviasi, diameter mendapatkan koefisien bobot terbesar, yang secara berturut-turut diikuti semakin mengecil pada tinggi, kelurusan batang, dan volume batang. Berdasarkan aktual seleksi, koefisien bobot terbesar ditemukan pada volume batang, diikuti kelurusan batang, diameter dan tinggi. Volume batang mendapatkan prioritas tertinggi sebagai kriteria seleksi pada model aktual seleksi, sebaliknya volume batang mendapatkan prioritas terendah pada model *inverse* fenotipik standar deviasi. Sifat tinggi pada aktual seleksi mendapatkan prioritas terendah, sedangkan pada model *inverse* fenotipik standar deviasi mendapatkan prioritas

kedua setelah diameter. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan jumlah sifat absolut yang sebenarnya digunakan sebagai kriteria seleksi. Aktual seleksi yang dilakukan pada seleksi dalam plot pertama adalah bersifat subyektif secara fenotipik dan kriteria seleksi yang digunakan dalam pemilihan pohon cenderung dilakukan menggunakan lebih dari 3 kriteria seleksi (tinggi, diameter dan kelurusan batang). Kriteria seleksi yang digunakan model *inverse* fenotipik standar deviasi lebih pasti, yaitu dibatasi hanya pada 4 data kriteria seleksi yang ditetapkan (tinggi, diameter, kelurusan batang dan volume batang).

Tabel 6. Prediksi perolehan genetik gain berdasarkan seleksi famili pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri umur 40 bulan

Sifat yang diukur	Model kriteria seleksi			
	<i>Inverse</i> fenotipik standar deviasi		Aktual seleksi dalam plot	
	Koefisien Bobot **	Perolehan Genetik (%)	Koefisien Bobot *	Perolehan Genetik (%)
Tinggi	2,9742	2,21	-0,0863	2,80
Diameter	5,2153	3,65	0,1426	3,75
Kelurusan batang	1,5978	3,41	0,2195	3,54
Volume	0,1070	6,47	2,3025	7,10

Keterangan:

* : dihasilkan dari aktual seleksi penjarangan dilapangan (2 pohon /plot)

** : diturunkan dari nilai ekonomis (*inverse* fenotipik standar deviasi)

Hasil penghitungan perolehan genetik menunjukkan bahwa aktual seleksi menghasilkan nilai perolehan genetik seleksi famili yang lebih besar dibandingkan dengan model *inverse* fenotipik standar deviasi. Koefisien bobot yang dihasilkan dari aktual seleksi dalam plot pertama memberikan dampak positif terhadap nilai perolehan genetik pada seleksi famili. Koefisien bobot yang berbeda, terhadap kedua model tipe seleksi menunjukkan urutan perolehan genetik yang sama, yaitu terbesar pada volume, diikuti secara berturut-turut semakin rendah oleh diameter, kelurusan batang dan tinggi.

Disamping terhadap perolehan genetik seleksi dalam plot (Tabel 5), penggunaan koefisien bobot dari aktual seleksi juga telah

memberikan nilai perolehan genetik pada seleksi famili yang lebih tinggi. Penggunaan koefisien bobot ini, prediksi total perolehan genetik berkisar 14% untuk volume batang, 7% untuk diameter dan kelurusan batang, dan 6% untuk tinggi. Koefisien bobot yang dihasilkan dari aktual seleksi pada seleksi dalam plot pertama cukup efektif dan mampu memberikan dampak positif terhadap total perolehan genetik hasil seleksi pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri.

IV. KESIMPULAN

Seleksi dalam plot pertama pada plot uji keturunan F-1 jabon merah menghasilkan nilai diferensial yang positif pada semua sifat yang diukur dan menghasilkan nilai koefisien bobot

masing-masing sifat tinggi sebesar -0,0863, diameter sebesar 0,1426, kelurusan batang sebesar 0,2195 dan volume batang sebesar 2,3025. Penggunaan koefisien bobot memberikan taksiran perolehan genetik hampir sama antara seleksi dalam plot dan seleksi famili yaitu berkisar 2,8%-3,75% untuk tinggi, diameter, kelurusan batang, dan 7,10%-7,40% untuk volume batang. Penggunaan koefisien bobot terbukti dapat mencegah kehilangan potensi perolehan genetik (*loss potential genetic gain*) sebesar 3%-26%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh Anggota Tim Pemuliaan Tanaman Kayu Pulp di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (BBPPBPTH) Yogyakarta yang telah membantu dalam pelaksanaan pengumpulan data dan seleksi pada plot uji keturunan F-1 jabon merah di Wonogiri. Tulisan ini merupakan bagian dari tesis penulis dari Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan UGM.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R. L., & Bancroft, T. A. (1952). *Statistical theory in research*. New York: McGraw-Hill.
- Chambers, P. G., & Borralho, N. M. (1997). Importance of Survival in Short-Rotation Tree Breeding Programs. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(6), 911-917.
- Clutter, J. L., Fortson, J. C., Pienaar, L. V., Britste, G. H., & Bailey, R. L. (1983). *Timber Management: Quantitative Approach*. New York, USA: John Wiley & Sons.
- Falconer, D. S. (1981). *Introduction to Quantitative Genetics*. New York, USA: Longman Inc.
- Hardiyanto, E. B. (1996). Genetik parameter estimates for stem form and diameter in two *Pinus merkusii* Jungh. de Vriese progeny tests in Java Indonesia. *Tree Improvement QFRI-IUFRO CONFERENCE*, 1.
- Hazel, L. N. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28, 476-490.
- Kementerian Kehutanan. Penetapan 5 Jenis Tanaman Hutan yang Benihnya Wajib Diambil dari

Sumber Benih Bersertifikat, Pub. L. No. SK. 707/Menhut-II/2013 (2013).

- Kurinobu, S., Nirsatmanto, A., & Leksono, B. (1996). Prediction genetic gain by within-plot selection in seedling seed orchards of *Acacia mangium* and *Eucalyptus* with application of retrospective selection index: Tree improvement for sustainable tropical forestry. In M. J. Dieters, A. C. Matheson, D. G. Nikles, C. E. Hrwood, & S. M. Walker (Eds.), *QFRI-IUFRO Conf.* (pp. 158-163). Caloundra, Queensland, Australia: Queensland Forestry Research Institute, Gympie.
- Lempang, M. (2014). Sifat dasar dan kegunaan kayu jabon merah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(2), 163-175.
- Martin, R. P., & Mckay, K. J. (2004). Latitudinal Variation in Genetic Divergence of Populations and the Potential for Future Speciation. *Evolution*, 58(5), 938-945.
- Mpapa, B. L. (2013). Laju pertumbuhan jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*) yang tumbuh di Kecamatan Batui Kabupaten Banggai. *Jurnal Ilmiah Mutiara Muhammadiyah*, 1(2), 81-85.
- Nirsatmanto, A., & Kurinobu, S. (2002). Trend of within-plot selection practiced in two seedling seed orchards of *Acacia mangium* in Indonesia. *Journal of Forest Research*, 7(2), 49-52.
- Pratiwi. (2003). Prospek Pohon Jabon untuk Pengembangan Hutan Tanaman. *Buletin Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan*, 4(1).
- Setyaji, T., Nirsatmanto, A., & Surip. (2014). Produktivitas dan variasi genetik Jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb)). Havil. provenan Sulawesi Tenggara. In *seminar nasional Benih Unggul B2PBPTH Yogyakarta*. Yogyakarta: Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Setyaji, T., Sunarti, S., Nirsatmanto, A., Surip, Kartikaningtyas, D., & Yuliasuti, D. S. (2012). *General information of seed source (F-1) of Anthocephalus cadamba and A. macrophyllus establishment in Wonogiri, Central Java Fiscal Year 2010-2012* (No. FTIP-P3-No.60). Yogyakarta.
- Shelbourne, C. A. J. (1972). Genotype-Environment Interaction: Its Study and Its Implications in Forestry Improvement. In *IUFRO Genetics-Sabrao joint Symposia*. Tokyo.
- Sunarti, S., Na'iem, M., Hardiyanto, E. B., & Indrioko, S. (2013). Breeding Strategy of

- Acacia Hybrid (*Acacia mangium* × *A. auriculiformis*) to Increase Forest Plantation Productivity in Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)*, XIX(2), 128–137. <https://doi.org/10.7226/jtjm.19.2.128>
- Susila, I. W. W. (2009). Riap Tegakan Duabanga (*Duabanga moluccana* Bl.) di Rarung. *Jurnal Hutan Dan Konservasi Alam*, VII(1), 47–58.
- Yamada, Y. (1977). Evaluation of the Culling Variate Used by Breeders in Actual Selection. *Genetic*, 86, 885–889.
- Zobel, B., & Talbert, J. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. New York: John Willey and Sons.