

**EVALUASI UJI KETURUNAN PULAI DARAT (*Alstonia angustiloba* Miq.)
UMUR TIGA TAHUN DI WONOGIRI, JAWA TENGAH**
*Evaluation of *Alstonia angustiloba* Miq. progeny trial
at three years old at Wonogiri, Central Java*

Mashudi dan Mudji Susanto

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

Tanggal diterima: 6 Juni 2016, Tanggal direvisi: 27 Juni 2016, Disetujui terbit: 17 November 2016

ABSTRACT

*Evaluation were observed at three years old of *Alstonia angustiloba* Miq. progeny trial at Wonogiri, Central Java. The experimental design of the trial was laid out in Randomized Complete Block Design consisting of 43 families, 6 replications, 4 tree-plot and spacing of 3 x 3 meters. This study was aimed to observe the adaptability, the growth variation (height, stem diameter and stem volume) and the estimates of heritability, genetic correlation and phenotypic correlation among the three growth traits. The results of study showed that the adaptability was not significantly different between populations and families with survival rate at $80.04 \pm 25.34\%$. Analysis of variance showed that population and families were significantly different for height, stem diameter and stem volume. Pendopo, Carita, and Lubuk Linggau were the best populations in height growth (3.12 – 3.4 m) and stem diameter (4.07 – 4.65 cm). Pendopo population was the best population in stem volume (0.0047 m^3). The estimates of individual heritabilities were around 0.32; 0.20, and 0.13 for height, stem diameter and stem volume, respectively. While the family heritabilities were around 0.59; 0.49, and 0.42 for height, stem diameter and stem volume, respectively. Genetic and phenotypic correlation among the three traits were positive and strong at 0.96 and 0.86 for height and diameter, 0.92 and 0.80 for height and stem volume then 0.89 and 0.95 for diameter and stem volume.*

Keywords: *Alstonia angustiloba*, adaptability, growth variation, heritability, genetic correlation, phenotypic

ABSTRAK

Evaluasi dilakukan pada plot uji keturunan pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) umur tiga tahun di Wonogiri, Jawa Tengah. Plot uji keturunan dibangun dengan menggunakan rancangan percobaan *Randomized Complete Block Design* (RCBD) dengan jumlah famili yang diuji sebanyak 43 famili, 6 blok, 4 pohon per plot dengan jarak tanam 3 x 3 m. Studi ini dilakukan untuk mengetahui daya adaptasi, keragaman pertumbuhan sifat tinggi, diameter batang dan volume pohon serta taksiran nilai heritabilitas dan korelasi genetik dan fenotipik antara tiga sifat tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya adaptasi tanaman tidak berbeda nyata antar populasi dan antar famili, yaitu dengan rata-rata persen hidup tanaman sebesar $80,04 \pm 25,34\%$. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi, diameter batang dan volume pohon berbeda nyata antar populasi dan antar famili. Populasi Pendopo, Carita dan Lubuk Linggau merupakan populasi terbaik dalam pertumbuhan tinggi (3,12 - 3,4 m) dan diameter batang (4,07 – 4,65 cm). Populasi Pendopo merupakan populasi terbaik dalam volume pohon ($0,0047 \text{ m}^3$). Taksiran nilai heritabilitas individu sifat tinggi sebesar 0,32; sifat diameter batang sebesar 0,20 dan volume pohon sebesar 0,13. Taksiran nilai heritabilitas famili sebesar 0,60 untuk sifat tinggi, 0,49 untuk sifat diameter batang dan 0,42 untuk volume pohon. Korelasi genetik antara tinggi dengan diameter batang, tinggi dengan volume pohon dan diameter batang dengan volume pohon tanaman pulai darat umur 3 tahun bernilai positif dan cukup kuat, yaitu berturut-turut sebesar 0,96; 0,92 dan 0,89. Korelasi fenotipik antar tiga sifat tersebut juga bernilai positif cukup kuat berturut-turut sebesar 0,86; 0,80 dan 0,95.

Kata kunci: *Alstonia angustiloba*, daya adaptasi, keragaman pertumbuhan, heritabilitas, korelasi genetik, fenotipik

I. PENDAHULUAN

Pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) merupakan jenis tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Tanaman ini termasuk jenis

cepat tumbuh (*fast growing species*) dan asli Indonesia (*local species*) yang secara alami tumbuh di pulau Jawa, Sumatera dan Kalimantan (Soerianegara & Lemmnes, 1994). Fenomena tersebut menunjukkan bahwa pulai

darat mempunyai potensi yang tinggi untuk pengembangan hutan tanaman. Dalam dunia perdagangan, kayu pulai darat dapat digunakan untuk pembuatan peti, korek api, hak sepatu, barang kerajinan seperti wayang golek dan topeng, cetakan beton, pensil “*slate*” dan pulp. Saat ini terdapat ketimpangan antara penawaran dan permintaan kayu pulai sebagai bahan baku industri, sebagai contoh industri kerajinan di Patuk, Gunung Kidul, Yogyakarta terdapat ketimpangan $\pm 60 \text{ m}^3$ per bulan (Mashudi & Leksono, 2014).

Salah satu perusahaan yang telah mengembangkan hutan tanaman pulai dalam skala yang cukup luas adalah PT. Xylo Indah Pratama (XIP) di Musi Rawas, Sumatera Selatan dengan tujuan untuk mensuplai kebutuhan bahan baku pensil “*slate*”. Hutan tanaman dikembangkan dalam bentuk hutan rakyat, dengan kapasitas produksi kayu sebesar $\pm 50\%$ dari kapasitas yang dibutuhkan (Mashudi & Adinugraha, 2013). Produktivitas hutan tanaman yang dibangun relatif belum tinggi dengan rata-rata riap tinggi pohon sebesar 1,04 m/tahun dan diameter batang sebesar 2,86 cm/tahun pada tanaman umur 4 tahun (Muslimin & Lukman, 2007). Rendahnya produktivitas hutan tanaman pulai ini terjadi karena benih yang digunakan dalam penanaman diperoleh dari tegakan yang belum terseleksi dan belum dimuliakan (Mashudi & Adinugraha, 2014). Oleh karena itu salah satu aspek yang cukup penting untuk ditempuh dalam mendukung peningkatan produktivitas tegakan pulai adalah penyediaan benih tanaman yang bermutu dan berkualitas melalui pemuliaan tanaman.

Salah satu langkah strategis yang dapat dilakukan untuk mewujudkan kegiatan pemuliaan tanaman adalah dengan pembangunan plot uji keturunan. Plot uji keturunan merupakan salah satu bentuk populasi pemuliaan tanaman yang nantinya dapat dilakukan seleksi secara bertahap untuk bisa menghasilkan keturunan dan benih yang unggul. Agar seleksi dapat dilaksanakan secara tepat,

efektif dan efisien, maka diperlukan informasi parameter genetik berdasarkan data dari plot uji keturunan yang ada. Seleksi pada plot uji keturunan suatu jenis akan efektif dilakukan apabila populasi yang diuji memiliki keragaman genetik yang cukup tinggi sehingga potensi perolehan genetiknya besar. Berdasarkan analisis menggunakan penanda DNA molekuler menunjukkan bahwa keragaman genetik pulai masih cukup tinggi, yaitu berkisar antara 0,1370 – 0,2254 (Hartati et al., 2007). Dengan keragaman yang cukup tinggi ini diharapkan kegiatan seleksi pada plot uji keturunan pulai darat dapat dilakukan secara efektif.

Dalam rangka mendukung upaya pemuliaan pulai darat, plot uji keturunan generasi pertama (F-1) telah dibangun di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Wonogiri, Jawa Tengah. Untuk mengetahui informasi parameter genetik secara komprehensif maka evaluasi plot uji keturunan dilaksanakan secara periodik. Dalam penelitian ini disampaikan hasil evaluasi plot uji keturunan pulai darat pada umur 3 tahun. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya adaptasi, keragaman pertumbuhan sifat tinggi, diameter batang dan volume pohon serta taksiran nilai heritabilitas dan korelasi genetik serta fenotipik antara tiga sifat tersebut pada umur 3 tahun.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada plot uji keturunan generasi pertama (F-1) pulai darat yang berlokasi di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Wonogiri, Jawa Tengah. Secara administratif lokasi uji terletak di Desa Sendangsari, Kecamatan Giriwono, Kabupaten Wonogiri, Propinsi Jawa Tengah. Jenis tanah lokasi studi adalah Grumosol dan Mediteran. Ketinggian tempat $\pm 141 \text{ m dpl}$ dengan rata-rata curah hujan 1.878 mm/tahun, suhu udara maksimum berkisar $30^\circ - 38^\circ \text{C}$ dan

minimum berkisar 20° - 23°C serta rata-rata kelembaban relatif 67,5% (BBPBPTH, 2011).

B. Bahan dan rancangan penelitian

Bahan yang dipergunakan adalah tanaman plot uji keturunan pulai darat umur 3 tahun yang berlokasi di KHDTK Wonogiri, Jawa Tengah. Materi genetik yang digunakan untuk membangun uji keturunan berasal dari 4

populasi, yaitu: Carita-Banten; Pendopo-Muara Enim; Lubuk Linggau-Musi Rawas dan Solok-Sumatera Barat (Tabel 1). Plot uji keturunan dibangun menggunakan rancangan percobaan *Randomized Complete Block Design* (RCBD) dengan jumlah famili yang diuji sebanyak 43 famili, 4 pohon per plot, 6 blok dan jarak tanam 3 x 3 m.

Tabel 1. Letak geografis, ketinggian tempat, curah hujan dan jumlah famili dari 4 populasi sebaran alami pulai darat yang diuji di plot uji keturunan generasi pertama

Populasi	Kabupaten/ Propinsi	Letak geografis	Ketinggian tempat (m dpl)	Rata-rata curah hujan (mm/tahun)	Jumlah famili
Carita	Banten	105°53' – 106°01' BT 6°14' – 6°25' LS	30 – 100	2000	15
Pendopo	Muara Enim, Sumatera Selatan	103°34' – 103°58' BT 3°20' – 3°32' LS	90 – 150	2780	9
Lubuk Linggau	Musi Rawas, Sumatera Selatan	102°44' – 103°01' BT 3°15' – 3°24' LS	120 – 200	2760	15
Solok	Sumatera Barat	100°20' – 101°00' BT 0°35' – 0°50' LS	500 – 600	2800	4

Sumber: Mashudi & Adinugraha, (2014).

C. Pengumpulan data

Data diambil dengan cara melakukan pengukuran sifat pertumbuhan tanaman dengan intensitas sampling 100%. Sifat yang diukur meliputi tinggi pohon dan diameter batang. Tinggi pohon diukur menggunakan galah meter, sedang diameter batang diukur pada ketinggian 1,3 m dbh dengan menggunakan kaliper. Mengingat bentuk batang pulai tidak silindris dan keterbatasan alat (kaliper) yang digunakan maka pengukuran diameter dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari pengukuran pada dua sisi yang berbeda, yaitu diameter terkecil dan diameter terbesar. Selanjutnya data tinggi pohon dan diameter batang digunakan untuk menghitung volume pohon dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sumadi et al., 2010):

$$V = 0,000077 \cdot D^{2,304} \cdot H^{0,241}$$

dengan :

V = volume batang pohon (m³),

D = diameter batang pada ketinggian 1,3 m (dbh) (cm),

H = tinggi pohon (m).

D. Analisis data

Analisis varians untuk daya adaptasi tanaman dilakukan dengan menggunakan data rata-rata persentase hidup tanaman per plot dengan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + F_k(P_j) + E_{ijk}$$

dengan:

Y_{ijk} : pengamatan rata-rata plot pada blok ke-i, populasi ke-j dan famili ke-k;

μ : rerata umum pengamatan;

B_i : pengaruh blok ke-i;

P_j : pengaruh populasi ke-j;

$F_k(P_j)$: pengaruh famili ke-k bersarang dalam populasi ke-j;

E_{ijk} : random error.

Untuk sifat pertumbuhan tanaman (tinggi, diameter batang dan volume pohon), analisis varians dilakukan dengan menggunakan data individual. Model linier yang digunakan untuk analisis sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + F_k(P_j) + B_i * F_k(P_j) + E_{ijkl}$$

dengan:

- Y_{ijkl} : pengamatan pada blok ke-i, populasi ke-j, famili ke-k dan individu ke-l;
 μ : rerata umum pengamatan;
 B_i : pengaruh blok ke-i;
 P_j : pengaruh populasi ke-j;
 $F_k(P_j)$: pengaruh famili ke-k bersarang dalam populasi ke-j;
 $B_i * F_k(P_j)$: pengaruh interaksi blok ke-i dengan famili ke-k yang bersarang dalam populasi ke-j;
 E_{ijkl} : random error.

Apabila perlakuan pada hasil masing-masing analisis varians menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf uji 1% atau 5% untuk mengetahui perbedaan di dalam masing-masing perlakuan.

Heritabilitas individu dan famili sifat tinggi pohon, diameter batang dan volume pohon ditaksir menggunakan persamaan berikut ini:

$$h^2_i = \frac{3\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 + \sigma_e^2}$$

$$h^2_f = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2/B + \sigma_e^2/NB}$$

Keterangan:

- h^2_i = nilai heritabilitas individu
 h^2_f = nilai heritabilitas famili
 σ_f^2 = komponen varian famili
 σ_{fb}^2 = komponen varian interaksi famili dan blok
 σ_e^2 = komponen varian error
 B = rerata harmonik jumlah blok
 N = rerata harmonik jumlah individu per plot

Pada persamaan heritabilitas individu, komponen varians famili (σ_f^2) diasumsikan sebesar $1/3$ varians genetik aditif (σ^2_A), karena

bunga pulai darat berumah satu (*hermaprodit*) dan pembungaannya cenderung serempak sehingga potensi kawin sendiri atau kawin kerabat di alam cukup tinggi.

Taksiran korelasi genetik antar sifat dihitung menggunakan formula berikut (Zobel & Talbert, 1984):

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

Keterangan:

- r_g = korelasi genetik
 $\sigma_{f(xy)}$ = komponen kovarian famili untuk sifat x dan y
 $\sigma_{f(x)}^2$ = komponen varian famili untuk sifat x
 $\sigma_{f(y)}^2$ = komponen varian famili untuk sifat y

Taksiran korelasi fenotipik antar sifat dihitung menggunakan analisis korelasi Pearson (Hardiyanto, 2008) dengan formula sebagai berikut:

$$r_p = \frac{\sigma_{p(xy)}}{(\sigma_{p(x)}^2 \cdot \sigma_{p(y)}^2)^{1/2}}$$

Keterangan :

- r_p = korelasi fenotipik
 $\sigma_{p(xy)}$ = komponen kovarian fenotipik untuk sifat x dan y
 $\sigma_{p(x)}^2$ = komponen varian fenotipik untuk sifat x
 $\sigma_{p(y)}^2$ = komponen varian fenotipik untuk sifat y

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daya adaptasi

Daya adaptasi tanaman di suatu lokasi penanaman dicerminkan oleh persen hidup tanaman. Semakin tinggi persen hidup tanaman di suatu lokasi penanaman berarti semakin tinggi daya adaptasi tanaman di lokasi tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata persen hidup tanaman pada plot uji keturunan pulai darat umur 3 tahun sebesar $80,04\% \pm 25,34\%$. Rata-rata persentase hidup tanaman pada umur 3 tahun tersebut menurun dibandingkan dengan persentase hidup tanaman umur 1 tahun yaitu sebesar $95,7\%$ (Mashudi dan Adinugraha, 2014). Hal ini terjadi karena pada periode umur antara 1 sampai 2 tahun lokasi plot uji

(Wonogiri) mengalami bulan kering yang cukup panjang (6 bulan tanpa hujan) sehingga menyebabkan kematian tanaman cukup tinggi akibatnya persen hidup tanaman pada umur 2 tahun menjadi 82,07% (Mashudi & Adinugraha,

2013; Mashudi & Baskorowati, 2016). Untuk mengetahui pengaruh asal populasi dan famili terhadap persen hidup tanaman maka dilakukan analisis varians yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis varians persen hidup tanaman pada plot uji keturunan pulau darat umur 3 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah

Sumber variasi	Derajat bebas	Kuadrat tengah
Blok	5	4445,73643
Populasi	3	1487,39825 ^{ns)}
Famili(populasi)	39	689,84873 ^{ns)}
Galat	210	642,1650
Total	257	

Keterangan: ns : tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa asal populasi dan famili tidak berpengaruh nyata terhadap persen hidup tanaman (Tabel 2). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa cekaman kekeringan berdampak relatif sama terhadap persen hidup tanaman pulau darat antar populasi maupun antar famili. Nio dan Banyo (2011) menyampaikan bahwa cekaman kekeringan pada tanaman secara internal dikendalikan oleh gen. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa famili-famili penyusun uji keturunan pulau darat yang berasal dari 4 populasi dengan jarak yang berjauhan memiliki gen pengendali cekaman kekeringan yang relatif sama daya kendalinya. Beberapa bentuk kendali tanaman yang tahan terhadap kekeringan diantaranya pengendalian tekanan turgor, pengendalian transpirasi, pembentukan daun yang kecil dan sukulen serta peningkatan akumulasi prolin (Djazuli, 2010; Farooq et al., 2009; Marlian et al., 2010; Setiawan et al., 2012). Bentuk kendali tanaman pulau darat terhadap cekaman kekeringan diduga melalui mekanisme peningkatan akumulasi prolin, sebab kadar prolin pada tanaman meningkat dengan meningkatnya cekaman kekeringan (Knipp & Honermeir, 2005). Setiawan et al. (2012) menyampaikan bahwa peningkatan akumulasi prolin dapat

menurunkan potensial osmotik sel sehingga tekanan turgor sel dapat terjaga.

B. Keragaman pertumbuhan

Hasil pengukuran tinggi, dan diameter batang serta penghitungan volume pohon tanaman uji keturunan pulau darat umur 3 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah menunjukkan adanya keragaman. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman sebesar $3,1 \pm 0,6$ m, diameter batang sebesar $4,1 \pm 1,2$ cm dan volume pohon sebesar $0,004 \pm 0,002$ m³. Untuk mengetahui keragaman pertumbuhan terhadap variabel yang diamati maka dilakukan analisis varians sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Analisis varians memperlihatkan bahwa asal populasi dan famili berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter batang dan volume pohon tanaman uji keturunan pulau darat umur 3 tahun di Wonogiri (Tabel 3). Pengaruh yang nyata asal populasi dan famili terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter batang juga terjadi saat tanaman uji keturunan pulau darat berumur 1 tahun (sebelum mengalami cekaman kekeringan) dan 2 tahun (sesudah mengalami cekaman kekeringan) (Mashudi & Adinugraha, 2014; Mashudi & Baskorowati, 2016). Hal tersebut memberikan informasi bahwa dari umur satu sampai tiga tahun pertumbuhan tinggi dan diameter batang tanaman uji keturunan pulau darat tetap

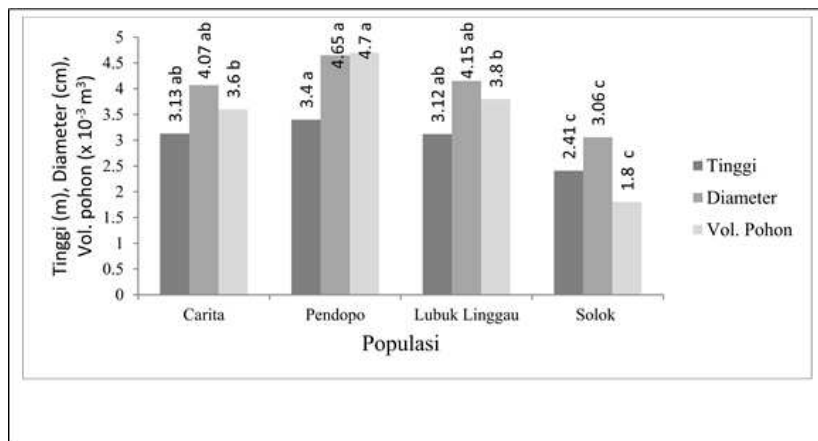
beragam. Disamping itu pertumbuhan tinggi dan diameter batang juga tetap beragam dengan adanya cekaman kekeringan yang menyebabkan cukup banyak tanaman yang mengalami kematian (13,63%). Mashudi (2015) juga menyampaikan bahwa pulai darat dengan tipologi pertumbuhan yang khas yaitu percabangan berkarang dan bertingkat menghasilkan panjang *internode* (segmen/ruas

batang) yang beragam. Fenomena tersebut sesuai dengan hasil penelitian Hartati et al. (2007) yang menginformasikan bahwa keragaman genetik pulai dengan penanda DNA cukup tinggi. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji DMRT terhadap keragaman pertumbuhan tinggi, diameter batang dan volume pohon antar populasi disajikan pada Gambar 1.

Tabel 3. Analisis varians tinggi, diameter batang dan volume pohon tanaman uji keturunan pulai darat umur 3 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah

Sumber variasi	Derajat bebas	Kuadrat tengah		
		Tinggi	Diameter batang	Volume pohon
Blok	5	19,9112080 (**)	77,255485 (**)	0,00029851 (**)
Populasi	3	17,5388579 (**)	46,201898 (**)	0,00015418 (**)
Famili(populasi)	39	1,3675470 (**)	5,585994 (**)	0,00001894 (**)
Blok*famili(populasi)	185	1,6457484 (**)	7,619767 (**)	0,00002484 (**)
Galat	526	0,3565402	1,451404	0,00000579
Total	758			

Keterangan: **=berbeda nyata pada taraf 1%



Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 1% untuk masing-masing sifat

Gambar 1. Hasil uji DMRT tinggi, diameter batang dan volume pohon antar populasi tanaman uji keturunan pulai darat umur 3 tahun

Hasil uji DMRT sifat tinggi, diameter batang dan volume pohon menunjukkan bahwa pengaruh yang nyata pada pertumbuhan tinggi dan diameter batang disebabkan oleh adanya perbedaan dalam dua kelompok, sedangkan pada sifat volume pohon disebabkan oleh adanya perbedaan dalam tiga kelompok (Gambar 1). Pada saat tanaman uji keturunan pulai darat berumur satu tahun dan dua tahun

pertumbuhan diameter batang juga disebabkan oleh adanya perbedaan dalam 2 kelompok seperti pada saat umur tiga tahun, namun untuk pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan oleh adanya perbedaan dalam 3 kelompok (Mashudi & Adinugraha, 2014; Mashudi & Baskorowati, 2016). Dengan demikian pada rentang umur tersebut pertumbuhan tinggi tanaman cenderung lebih dinamis dibanding pertumbuhan diameter

batang. Pada umur satu sampai tiga tahun pertumbuhan tinggi dan diameter batang populasi Pendopo, Carita dan Lubuk Linggau selalu lebih baik dari populasi Solok. Fenomena tersebut sejalan dengan hasil penelitian Hartati et al. (2007) bahwa pulau darat populasi Pendopo, Carita dan Lubuk Linggau berdasarkan perhitungan jarak genetik terkelompok dalam satu *cluster*, sedangkan populasi Solok masuk dalam *cluster* yang lain.

Pada umur 3 tahun perbedaan pertumbuhan tinggi antar famili tanaman uji keturunan pulau darat disebabkan oleh 12 kelompok, diameter batang disebabkan 14 kelompok dan volume pohon disebabkan 15 kelompok. Pada umur satu tahun dan dua tahun perbedaan sifat tinggi antar famili tanaman pulau darat di Wonogiri disebabkan oleh 16 kelompok dan 11 kelompok, sedang untuk sifat diameter batang masing-masing disebabkan oleh 7 kelompok (Mashudi & Baskorowati, 2016). Data tersebut memberi informasi bahwa

keragaman pertumbuhan tinggi menurun dengan adanya cekaman kekeringan tetapi berangsur naik kembali dengan bertambahnya umur. Untuk diameter batang adanya cekaman kekeringan tidak menurunkan keragaman dan dengan bertambahnya umur keragamannya bertambah. Dengan demikian dapat disampaikan bahwa sampai umur tiga tahun keragaman pertumbuhan tinggi dan diameter batang tanaman pulau darat cenderung meningkat. Keragaman pertumbuhan tinggi dan diameter batang antar famili juga terjadi pada jenis pulau gading (*Alstonia scholaris*) umur dua tahun pada plot uji keturunan di Gunung Kidul (Mashudi & Baskorowati, 2015).

C. Heritabilitas

Taksiran nilai heritabilitas untuk sifat tinggi, diameter batang dan volume pohon pada plot uji keturunan pulau darat umur 3 tahun disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Taksiran nilai heritabilitas individu dan heritabilitas famili sifat tinggi, diameter batang dan volume pohon tanaman pulau darat umur 3 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah

Parameter	Heritabilitas individu (h^2_i)	Heritabilitas famili (h^2_f)
Tinggi	0,32	0,59
Diameter batang	0,20	0,49
Volume pohon	0,13	0,42

Taksiran nilai heritabilitas menunjukkan bahwa nilai heritabilitas individu untuk karakter tinggi tanaman, diameter batang dan volume pohon masing-masing sebesar 0,32; 0,20 dan 0,13, kemudian nilai heritabilitas famili untuk karakter tinggi tanaman, diameter batang dan volume pohon masing-masing sebesar 0,59; 0,49 dan 0,42 (Tabel 4). Menurut Cotterill & Dean (1990), heritabilitas individu karakter tinggi tersebut termasuk kriteria tinggi, sedangkan untuk karakter diameter batang dan volume pohon termasuk dalam kriteria moderat. Kriteria moderat sampai tinggi tersebut mengindikasikan bahwa keragaman genetik pulau darat relatif cukup tinggi. Fenomena tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Hartati

et al. (2007) dan hasil analisis varians (Tabel 3). Tingginya keragaman genetik pulau darat tersebut kemungkinan disebabkan karena materi genetik yang digunakan untuk membangun plot uji keturunan berasal dari populasi-populasi yang jaraknya cukup berjauhan (Tabel 1).

Nilai heritabilitas individu jenis pulau darat dengan kriteria moderat sampai tinggi mencerminkan bahwa taksiran nilai komponen varians genetik proporsinya cukup tinggi dari varians fenotipiknya, sehingga kontribusi faktor genetik cukup tinggi dalam mengendalikan pertumbuhan. Namun demikian nilai heritabilitas pulau darat ini dimungkinkan akan mengalami perubahan seiring dengan pertambahan umur tanaman. Menurut Missanjo

et al. (2013), pengendalian gen terhadap pertumbuhan tanaman dimungkinkan berubah seiring dengan pertambahan umur tanaman. Perubahan nilai heritabilitas karena bertambahnya umur terjadi pada beberapa jenis tanaman, diantaranya *Acacia mangium* (Nirsatmanto et al., 2012), *Eucalyptus pellita* (Leksono, 2008), *Aracaria cunninghamii* (Setiadi, 2010; Setiadi & Susanto, 2012) dan *Jati/Tectona grandis* (Hadiyan, 2009). Proporsi komponen varians genetik yang cukup tinggi juga ditemukan pada tanaman uji keturunan pulai gading (*Alstonia scholaris*) umur 2 tahun di Gunung Kidul (Mashudi & Baskorowati, 2015) dan *Araucaria cunninghamii* umur 5 tahun di Bandowoso (Setiadi & Susanto, 2012).

Nilai heritabilitas jenis pulai darat di plot uji keturunan ini jauh lebih tinggi bila dibanding dengan nilai heritabilitas individu untuk sifat tinggi (0,05) dan diameter batang (0,05) serta heritabilitas famili untuk sifat tinggi (0,11) dan diameter batang (0,11) jenis legaran (*Alstonia spectabilis*) umur 3 tahun di Wanagama, Gunung Kidul (Handoyo, 2011). Namun nilai heritabilitas pulai darat lebih rendah jika dibanding dengan nilai heritabilitas pulai gading umur 2 tahun di Playen, Gunung Kidul yaitu sebesar 0,53 dan 0,44 untuk nilai heritabilitas individu sifat tinggi dan diameter batang serta 0,67 dan 0,63 untuk nilai heritabilitas famili sifat tinggi dan diameter batang (Mashudi & Baskorowati, 2015). Hal ini terjadi kemungkinan karena materi genetik yang digunakan untuk membangun uji keturunan legaran berasal dari sebaran yang relatif sempit yaitu Kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta (Dewi, 2008), sehingga keragaman genetiknya kemungkinan relatif rendah, akibatnya nilai heritabilitas yang dihasilkan rendah. Sedang untuk jenis pulai gading, materi genetik yang digunakan untuk membangun uji keturunan berasal dari sebaran

(Solok, Bali, Lombok, Timor dan Jayapura) yang relatif lebih luas dibanding dengan materi genetik yang digunakan untuk membangun uji keturunan pulai darat (Tabel 1) sehingga nilai heritabilitas yang dihasilkan lebih tinggi. Disamping sebarannya, perbedaan jenis tanaman dan lokasi uji juga merupakan kunci pokok yang menyebabkan nilai heritabilitas berbeda, sebab nilai heritabilitas hanya berlaku untuk jenis tertentu dan pada lokasi tertentu.

D. Korelasi genetik dan fenotipik

Korelasi genetik merupakan korelasi antara nilai pemuliaan (*breeding value*) untuk sifat yang berbeda dan terutama disebabkan oleh gen-gen yang mempengaruhi lebih dari satu sifat (*pleiotrofi*), sedangkan korelasi fenotipik merupakan korelasi di antara nilai yang diukur dari dua sifat pada suatu populasi (Hardiyanto, 2008). Dalam ilmu pemuliaan pohon, korelasi genetik antar sifat digunakan untuk efisiensi pelaksanaan seleksi. Jika korelasi tersebut positif kuat dan konsisten hingga umur tanaman siap diseleksi maka pelaksanaan seleksi bisa efektif dan efisien sebab kegiatan seleksi bisa menggunakan satu sifat saja.

Tanaman pulai darat dengan model arsitektur *prevost* memiliki tipologi pertumbuhan yang khas, dimana pada model ini dijumpai masa tumbuh dan masa istirahat (*stagnant*) pertumbuhan tingginya. Fenomena pertumbuhan yang khas tersebut mungkin akan berpengaruh terhadap korelasi genetik dan korelasi fenotipik antara tinggi tanaman dengan diameter batang, tinggi tanaman dengan volume pohon dan diameter batang dengan volume pohon. Hasil perhitungan korelasi genetik dan korelasi fenotipik antar sifat tanaman uji keturunan pulai darat umur 3 tahun di Wonogiri disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Taksiran nilai korelasi genetik (r_g) dan korelasi fenotipik (r_p) antar sifat tanaman uji keturunan pulai darat umur 3 tahun

r_g r_p	Tinggi tanaman	Diameter batang	Volume pohon
Tinggi tanaman		0,96	0,92
Diameter batang	0,86		0,89
Volume pohon	0,80	0,95	

Keterangan: korelasi genetik (r_g) antar sifat (di atas diagonal), korelasi fenotipik (r_p) antar sifat (di bawah diagonal)

Tabel 5 menunjukkan bahwa pola korelasi genetik searah dengan pola korelasi fenotipik, yaitu bernilai positif. Menurut Aryana (2009) korelasi genetik yang searah dengan korelasi fenotipik akan memudahkan dalam menentukan karakter yang akan diseleksi berdasarkan karakter morfologinya (fenotipnya), sebab pada kondisi ini pengaruh perbedaan fenotip mencerminkan perbedaan genotip.

Dalam penelitian ini, nilai korelasi genetik dan korelasi fenotipik antara tinggi tanaman dengan diameter batang bernilai positif kuat yaitu masing-masing sebesar 0,96 dan 0,86. Tingginya nilai korelasi genetik dan fenotipik ini memberikan indikasi bahwa peningkatan tinggi tanaman akan diikuti oleh peningkatan diameter batang atau sebaliknya dengan derajat hubungan masing-masing sebesar 96% dan 86%. Dengan demikian walaupun pulai darat memiliki tipologi pertumbuhan tinggi yang khas, yaitu ada masa tumbuh dan masa istirahat, namun hubungan pertumbuhan antara tinggi dan diameter batang relatif kuat. Fenomena tersebut cukup menarik sebab pertumbuhan tinggi tanaman pulai darat terjadi secara berkala, dimana pada masa (periode) tumbuh meninggi laju pertumbuhan *internode* (ruas) berjalan relatif cepat dan akan berhenti setelah mencapai panjang tertentu. Mashudi (2015) menyampaikan panjang *internode* antar famili tanaman uji keturunan pulai darat umur 2,5 tahun di Wonogiri berkisar antara 126,29 – 236,10 cm. Walaupun dengan karakter pertumbuhan yang berkala, namun secara genetik dan fenotipik hubungan pertumbuhan

tinggi dan diameter batang tanaman pulai darat cukup kuat.

Korelasi genetik dan korelasi fenotipik antara tinggi tanaman dengan volume pohon juga menunjukkan nilai positif cukup kuat yaitu masing-masing sebesar 0,92 dan 0,80. Demikian juga korelasi genetik dan korelasi fenotipik antara diameter batang dengan volume pohon juga menunjukkan nilai positif cukup kuat yaitu masing-masing sebesar 0,89 dan 0,95. Hal ini dapat dipahami karena volume pohon merupakan fungsi dari tinggi tanaman dan diameter batang.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa korelasi genetik sifat tinggi tanaman dengan diameter batang dan tinggi tanaman dengan volume pohon lebih besar dari korelasi fenotipiknya, tetapi sebaliknya korelasi genetik antara sifat diameter batang dengan volume pohon lebih rendah dari korelasi fenotipiknya. Korelasi genetik lebih besar dari korelasi fenotipik mengindikasikan bahwa fenotip yang ada tidak sepenuhnya merupakan ekspresi dari genetik, sedang korelasi genetik lebih kecil dari korelasi fenotipik mengindikasikan bahwa faktor lingkungan dan interaksi genetik dengan lingkungan mendukung ekspresi gen-gen dalam *pleiotropisme* (satu gen mengendalikan beberapa sifat) dan *linkage* (dua atau lebih gen terletak pada koromosom yang sama dan cenderung diturunkan secara bersama) (Muslimin et al., 2013; Martono, 2009).

IV. KESIMPULAN

Pada umur tiga tahun daya adaptasi tanaman pada plot uji keturunan generasi

pertama (F-1) pulau darat di Wonogiri tidak berbeda nyata antar populasi dan antar famili. Sedangkan pada pertumbuhan tinggi dan diameter batang menunjukkan perbedaan yang nyata. Taksiran nilai heritabilitas individu sifat tinggi, diameter batang dan volume pohon termasuk dalam kriteria moderat sampai tinggi. Sedangkan taksiran nilai heritabilitas famili termasuk dalam kriteria moderat. Korelasi genetik dan fenotipik antara tinggi dengan diameter batang, tinggi dengan volume pohon dan diameter batang dengan volume pohon bernilai positif dan cukup kuat ($\geq 0,8$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang membantu kelancaran penelitian ini, khususnya kepada Surip, S. Hut. dan Maman Sulaeman sebagai teknisi penelitian pulau dan Didik Indriyatmoko sebagai tenaga pengawas lapangan yang telah membantu dalam pembangunan plot penelitian dan pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryana, I.G.P.M. (2009). Korelasi fenotipik, genotipik dan sidik lintas serta implikasinya pada seleksi padi beras merah. *Crop Agro*, 2(1), 14-21.
- Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. (2011). *Sekilas Tentang Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Wonogiri*. Yogyakarta.
- Cotteril, P.P., & Dean, C.A. (1990). *Successful tree breeding with index selection*. CSIRO Division of Forestry and Forest Product, Australia.
- Dewi, K.U. (2008). *Uji keturunan legaran (Alstonia spectabilis R. Br.) pada tingkat semai (Skripsi)*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Djazuli, M. (2010). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan beberapa cekaman morfo-fisiologis tanaman nilam. *Buletin Litro*, 21(1), 8-17.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms, and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 185-212.
- Hadiyan, Y. (2009). Keragaman pertumbuhan uji keturunan jati (*Tectona grandis* L.F.) umur 5 tahun di Ciamis, Jawa Barat. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 3(2), 95-102.
- Handoyo, E. (2011). *Evaluasi uji keturunan legaran (Alstonia spectabilis R. Br.) pada umur 3 Tahun di Petak 18, Hutan Pendidikan Wanagama I, Gunung Kidul, Yogyakarta (Skripsi)*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hardiyanto, E.B. (2008). *Diktat mata kuliah pemuliaan pohon lanjut* (Tidak dipublikasikan). Program Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Hartati, D., Rimbawanto, A., Taryono, Sulistyaningsih, E., & Widyatmoko, A.Y.P.B.C. (2007). Pendugaan keragaman genetik di dalam dan antar provenan pulau (*Alstoniascholaris* (L.) Br.) menggunakan penanda RAPD. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 1(2), 89 – 98.
- Knipp, G., & Honermeier, B. (2005). Effect of water stress on proline accumulation of genetically modified potatoes (*Solanum tuberosum* L.) generating fructans. *Journal of Plant Physiology*, 163, 392-397.
- Leksono, B. (2008). *Study on breeding strategy of Eucalyptus pellita (Doctoral Tesis)*. The University of Tokyo.
- Maralian, H., A. Ebadi, T.R., Didar, & Eghari. (2010). Influence of water deficit stress on wheat grain yield and prolin accumulation rate. *African Journal of Agricultural Research*, 5(4), 286-289.
- Martono, B. (2009). Keragaman genetik, heritabilitas dan korelasi antar karakter kuantitatif nilam (*Pogostemon* sp.) hasil fusi protoplas. *Jurnal Litri*, 15(1), 9-15.
- Mashudi, & Baskorowati, L. (2016). Respon provenan dan famili tanaman uji keturunan pulau darat (*Alstonia angustiloba*) terhadap cekaman kekeringan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(1), 47-59.
- Mashudi, & Baskorowati, L. (2015). Estimasi parameter genetik pada uji keturunan *Alstonia scholaris* umur dua tahun di Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 9(1), 1-11.
- Mashudi. (2015). Variasi panjang internode tanaman uji keturunan pulau darat umur 30 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Sewindu BPTHBK, Mataram, 1 Oktober 2015* (pp. 217-225).

- Mashudi, & Adinugraha, H.A. (2014). Pertumbuhan tanaman pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) dari empat populasi pada umur satu tahun di Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(1), 75-84.
- Mashudi, & Leksono, B. (2014). Progress in the tree improvement of pulai (*Alstonia scholaris*) for forest community to supply handicraft raw material in Gunung Kidul, Yogyakarta. *Proceedings International Conference of Indonesia Forestry Researchers, Jakarta, Indonesia, 27 – 28 August 2013* (pp. 650-656).
- Mashudi & Adinugraha, H. (2013). Dampak kekeringan terhadap plot uji keturunan pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) di KHDTK Wonogiri, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Hutan dan Kesehatan Pengusahaan Hutan untuk Produktivitas Hutan* (pp. 293-301), Bogor, 14 Juni 2012.
- Missanjo, E., Thole, G.K., & Manda, V. (2013). Estimation of genetic and phenotypic parameters for growth traits in a clonal seed orchard of *Pinus kesiya* in Malawi. *International Scholarly Research Network Forestry*, 1-6.
- 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.
- Muslimin, I., & Lukman, A.H. (2007). Pola pertumbuhan pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) di Kabupaten Musi Rawas, Sumatera Selatan. *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian* (pp. 161-166). Balai Litbang Hutan Tanaman Palembang di Padang 20 September 2006.
- Nio, A.A., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanah. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 166-173.
- 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.
- 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.
- Setiadi, D. (2010). Keragaman genetik uji provenans dan uji keturunan *Araucaria cunninghamii* umur 18 bulan di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 4(1), 1-8.
- Setiawan, Tohari, & Shiddieq, D. (2012). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap akumulasi prolin tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Ilmu Pertanian*, 15(2), 85-99.
- Soerianegara, I., & Lemmens, R.H.M.J. (1994). *Plant resources of South East Asia 5, Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Bogor: Prosea.
- Sumadi, A., Nugroho, A.W., & Rahman, T. (2010). Model penduga volume pohon pulai gading di Kabupaten Musi Rawas – Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(2), 107-112.
- Zobel, B.J., & Talbert, J.T. (1984). *Applied forest tree improvement* (p.505). New York: John Wiley & Sons.

