

**VARIASI GENETIK PERTUMBUHAN PADA UJI PROVENANS DAN UJI
KETURUNAN *Eusideroxylon zwageri* DI BONDOWOSO, JAWA TIMUR**
*Genetic Variation in Growth in Provenance and Progeny Trials of *Eusideroxylon zwageri*
in Bondowoso, East Java*

Mudji Susanto

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta 55582
Telp. (0274) 895954, 896080, Fax. (0274) 896080

ABSTRACT

*A provenance test for ex-situ conservation and a progeny test of *Eusideroxylon zwageri* was established in 2006 and 2008 at Sumberwringin, Bondowoso, East Java. The trials were evaluated every year to examine genetic and environment effects on growth. There were significant differences among provenances for height both at the provenance and progeny test. The differences among families within provenance was statistically significant for height and diameter. Estimated individual heritabilities at one year old for height and diameter were high ($h_i^2 = 0.58$ for height and $h_i^2 = 0.52$ for diameter).*

Key Words : *Provenance, family, variance, heritability*

ABSTRAK

Uji provenans untuk konservasi eks-situ dan uji keturunan *Eusideroxylon zwageri* masing-masing telah dibangun pada tahun 2006 dan 2008 di KHDTK Sumberwringin, Bondowoso, Jawa Timur. Setiap tahun, uji-uji tersebut dievaluasi untuk mengetahui pengaruh genetik dan lingkungan terhadap pertumbuhan pohon. Hasil evaluasi menunjukkan adanya keragaman tinggi pohon yang disebabkan oleh perbedaan provenans pada uji provenans dan uji keturunan *E. zwageri*. Keragaman tinggi pohon dan diameter batang di antara famili di dalam provenans pada uji keturunan sangat signifikan. Estimasi heritabilitas individu pada umur satu tahun cukup tinggi yaitu $h_i^2 = 0,58$ untuk tinggi pohon dan $h_i^2 = 0,52$ untuk diameter batang.

Kata Kunci : *Provenans, famili, varians, heritabilitas*

I. PENDAHULUAN

Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T. et B.) juga dikenal dengan nama kayu besi borneo, belian (Kalimantan), bulian, ataupun onglen (Sumatera), merupakan salah satu jenis pohon penyusun hutan tropika basah yang tersebar di Sumatera Bagian Selatan, Kepulauan Bangka-Belitung dan hampir seluruh wilayah Kalimantan. Jenis ini dapat ditemukan pada berbagai jenis tanah dari dataran rendah hingga pada ketinggian 800 m dpl, merupakan jenis toleran terhadap naungan dan mempunyai pertumbuhan yang sangat lambat.

Kayu ulin mempunyai banyak keunggulan baik dari segi fisik maupun nilai ekonominya. Kayu ini mempunyai serat lurus dan termasuk kayu kelas I (kekuatan maupun keawetannya). Oleh karena itulah kayu ini banyak digunakan masyarakat pada berbagai kepentingan konstruksi di darat maupun di laut seperti: bangunan/ rumah, jembatan, bantalan, rangka kapal, dermaga dst. Kayu ulin juga menempati posisi penting dalam budaya masyarakat Dayak (Kalimantan) khususnya untuk pembangunan rumah adat (rumah panjang), senjata/peralatan berburu (sumpit) maupun perkakas lainnya.

Mulai tahun 2003, Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan telah melakukan serangkaian kegiatan penelitian ulin dalam rangka untuk menyelamatkan keanekaragaman genetik ulin. Kegiatan yang telah dilakukan adalah eksplorasi benih ulin di Sumatera dan Kalimantan, pembangunan konservasi eks-situ/uji provenans *E. zwageri* di Bondowoso, dan analisis keragaman genetik ulin dengan DNA.

Pada tahun 2007 koleksi benih secara individual dilakukan di Kalimantan dan Sumatera sebagai materi pembangunan plot uji keturunan *E. zwageri* di Bondowoso tahun 2008. Plot konservasi eks-situ tersebut dibangun dengan maksud untuk mempertahankan keanekaragaman genetik ulin antar pohon induk dari sebaran alami dalam rangka menyediakan materi untuk pemuliaan di masa depan dan konservasi genetik ulin.

II. METODE PENELITIAN

1. Bahan

a. Uji provenans

Uji provenans (plot konservasi *ex-situ* ulin) ditanam di KHDTK (Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus) Sumberwringin-Bondowoso pada bulan Desember 2006. Uji provenans dirancang menggunakan rancangan acak lengkap berblok (*Randomized Complete Block Design*) dengan 3 ulangan. Pemilihan blok didasarkan pada perbedaan jenis tegakan naungan. Ulangan 1 berupa tegakan *Pinus* sp., ulangan 2 berupa semak belukar dan ulangan 3 berupa tegakan *Eucalyptus pellita*. Populasi (provenans) ulin yang diuji berasal dari Nanga Tayap-Kalimantan Barat; Sumber Barito-Kalimantan Tengah; Sepaku-Kalimantan Timur dan Seruyan Hulu-Kalimantan Tengah. Jarak tanam 5 m x 5 m dengan jumlah pohon sebanyak 25 pohon per plot.

b. Uji keturunan

Uji keturunan *half-sib* ditanam di KHDTK Sumberwringin-Bondowoso pada bulan Desember 2008. Uji keturunan dirancang dengan

menggunakan rancangan blok tak lengkap (*Incomplete Block Design*), 4 ulangan dengan jarak tanam 5 m x 5 m dan 1 pohon tiap plot (*single plot*). Jumlah famili sebanyak 49, berasal dari 3 provenans. Informasi benih yang digunakan dalam uji keturunan ulin disajikan pada Tabel 1.

KHDTK Sumberwringin-Bondowoso, Jawa Timur mempunyai ketinggian 800 m dpl, dengan rata-rata curah hujan 1.800 mm/tahun dan suhu udara antara maksimum 28° C dan suhu udara minimum 20° C.

2. Pengukuran

Sifat yang diukur berupa diameter pangkal batang dan tinggi pohon pada semua pohon di uji provenans dan uji keturunan ulin. Pengukuran di uji provenans dilakukan pada umur 3 tahun, sedangkan pengukuran di uji keturunan dilakukan pada umur 1 tahun.

3. Analisis Statistik

a. Analisis varians

Data dari hasil pengukuran kemudian dianalisis secara statistik. Model analisis varians yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Uji provenans:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + e_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijkl} : pengamatan plot ke-k pada ulangan i, provenans ke ke-j

μ : rerata umum

B_i : pengaruh ulangan ke-i

P_j : pengaruh provenans ke-j

e_{ijk} : sisa (residual)

- Uji keturunan:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + R_{j(i)} + C_{k(i)} + P_l + F_{m(l)} + e_{ijklm}$$

Keterangan:

Y_{ijkl} : pengamatan individu

μ : rerata umum

B_i : pengaruh ulangan ke-i

$R_{j(i)}$: pengaruh baris ke-j dalam ulangan i

$C_{k(i)}$: pengaruh kolom ke-k dalam ulangan i

P_l : pengaruh provenans ke-l

$F_{m(l)}$: pengaruh famili ke-m dalam provenans ke-l

e_{ijklm} : sisa (*error*)

Perhitungan komponen varians diperoleh dengan menggunakan analisis model campuran. Ulangan dan provenans sebagai pengaruh pasti

Tabel 1. Informasi benih yang digunakan pada uji keturunan ulin di Bondowoso, Jawa Timur

No.	Provenans	Jumlah Famili	Garis Lintang	Garis Bujur Timur	Tinggi Tempat d.p.l (m)
1	Senami, Batanghari, Jambi	7	1°40'LS - 1°52'LS	103°10'00" BT sampai dengan 103°12'30" BT	80
2	Labanan, Berau, Kaltim	29	2°48'LU - 2°52'LU	117°20'00" BT sampai dengan 117°22'30" BT	100
3	Kutai Kertanegara, Kaltim	13	1°LS - 1°2'LS	117°00" BT sampai dengan 117°1'30" BT	60

(fixed effect), sedangkan kolom dalam ulangan, baris dalam ulangan dan famili dalam provenans sebagai pengaruh random (random effect) berdasar REML (Restricted Maximum Likelihood).

b. Heritabilitas individu

Komponen varians famili dalam provenans digunakan untuk mengestimasi nilai heritabilitas individu (h_i^2) dengan rumus sebagai berikut:

$$h_i^2 = 1/r * \sigma_f^2 / \sigma_p^2$$

Keterangan:

- r : koefisien kekerabatan (coefficient of relationship)
 σ_f^2 : komponen varians di antara famili dalam provenans
 σ_p^2 : komponen varians fenotipik ($\sigma_f^2 + \sigma_e^2$)
 σ_e^2 : komponen varians sisa (error)

Koefisien kekerabatan (r) untuk untuk menghitung heritabilitas individu diasumsikan sebesar 1/2,5 - untuk famili-famili *half-sib*, karena di hutan alam kecenderungan terjadinya *neighbourhood inbreeding* (perkawinan antar pohon-pohon dari spesies yang sama yang masih berkerabat) cukup besar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keragaman Pertumbuhan

Hasil pengukuran di plot konservasi *ex-situ* ulin dan uji keturunan disajikan di Tabel 2 dan analisis variansnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2 pada uji provenans menunjukkan bahwa populasi Semboja mempunyai pertumbuhan yang paling lambat dibandingkan dengan populasi lainnya. Plot uji keturunan ulin menunjukkan bahwa populasi Labanan Berau-Kalimantan Timur mempunyai tinggi pohon yang paling cepat, namun mempunyai pertumbuhan diameter pangkal yang paling lambat dibandingkan dengan populasi lainnya.

Analisis berdasarkan rancangan Blok Tak Lengkap telah dilakukan di uji keturunan *E. zwageri*, namun sumber variasi baris dan kolom tidak signifikan, sehingga analisis dilakukan berdasarkan Rancangan Acak Lengkap Berblok.

Hasil uji provenans (Tabel 3) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan di antara ulangan untuk tinggi pohon dan diameter pangkal batang. Seperti diketahui bahwa ulangan berupa tegakan yang memiliki kondisi tempat tumbuh (intensitas cahaya) yang berbeda, namun per-

Tabel 2. Rata-rata tinggi pohon dan diameter pangkal batang di uji provenans dan uji keturunan *Eusideroxylon zwageri* di Bondowoso, Jawa Timur

Plot Uji	Provenans (Populasi)	Tinggi Pohon (cm)	Diameter pangkal batang (cm)
Uji Provenans (3 th.)	Sanggau-Kalbar	72,2	1,17
	Belitung-Bangka	66,1	1,10
	Durian Luncuk-Jambi	64,6	1,01
	Semboja-Kaltim	43,2	0,88
	Rata-rata	61,4	1,05
Uji Keturunan (1 th.)	Semani Batanghari-Jambi	53,2	0,61
	Labanan Berau-Kaltim	61,1	0,59
	Kutai Kertanegara-Kaltim	55,9	0,61
	Rata-rata	58,6	0,60

Tabel 3. Analisis varians tinggi pohon dan diameter pangkal batang di uji provenans dan uji keturunan *Eusideroxylon zwageri*

Plot Uji	Sumber Variasi	Derajat bebas	Kuadrat Rerata
Uji provenans umur 3 tahun			
a. Tinggi pohon	Ulangan	2	243,76ns
	Provenans	3	474,38*
	Eror	6	99,52
b. Diameter	Ulangan	2	0,92 ns
	Provenans	3	5,12***
	Eror	6	0,55
Uji Keturunan umur 1 tahun			
a. Tinggi pohon	Ulangan	3	428,12ns
	Provenans	2	1244,63**
	Famili (Provenans)	46	423,67**
	Eror	143	196,29
b. Diameter	Ulangan	3	0,074*
	Provenans	2	0,004 ns
	Famili (Provenans)	46	0,050**
	Eror	143	0,023

Keterangan : ** : signifikan pada taraf kepercayaan 0,01;

* : signifikan pada taraf kepercayaan 0,05; NS: tidak signifikan

bedaan lingkungan tersebut tidak mempengaruhi laju pertumbuhan tinggi dan diameter pangkal batang pada uji provenans.

Hasil uji provenans menunjukkan adanya perbedaan di antara provenans yang signifikan untuk tinggi pohon dan diameter pangkal batang. Untuk membedakan provenans mana yang berbeda, selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 memperlihatkan perbedaan antar provenans secara jelas untuk sifat tinggi dan diameter. Perbedaan pertumbuhan tinggi pohon terdapat dua kelompok provenans yang berbeda secara nyata. Kelompok Sanggau-Kalimantan Barat, Belitung-Bangka, Durian Luncuk-Jambi mempunyai pertumbuhan tinggi yang sama, tetapi kelompok provenans tersebut mempunyai

pertumbuhan tinggi pohon yang berbeda dengan provenans Semboja-Kalimantan Timur.

Perbedaan pertumbuhan diameter di antara provenans terlihat mengikuti pola seperti pada pertumbuhan tinggi. Provenans Semboja-Kalimantan Timur memiliki pertumbuhan diameter batang jauh lebih rendah dibandingkan dengan

Tabel 4. Uji Duncan di uji provenans *E. zwageri* untuk tinggi pohon dan diameter

Sifat	Provenans	Rerata
Tinggi pohon (cm)	Sanggau-Kalbar	72,2a
	Belitung-Bangka	66,1a
	Durian Luncuk-Jambi	64,6a
	Semboja-Kaltim	43,2b
Diameter (cm)	Sanggau-Kalbar	1,17a
	Belitung-Bangka	1,10ab
	Durian Luncuk-Jambi	1,01cb
	Semboja-Kaltim	0,88c

Keterangan: Rerata yang memiliki huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf kepercayaan 0,05

tiga provenans yang lain. Variasi pertumbuhan antar provenans juga ditemukan pada jenis-jenis lainnya seperti *Acacia mangium* (Harwood dan Williams, 1992; Hardiyanto dan Arisman, 2004; Nirsatmanto, 2005), *Acacia auriculiformis* (Susanto, 2001), *Paraserianthes falcataria* (Susanto, 1999), *Melaleuca cajuputi* (Susanto *et al.*, 2003), dan *Pinus tecunumanii* (Hodge dan Dvorak, 1999).

Keragaman tinggi pohon juga signifikan pada level provenans dan famili di dalam provenans di uji keturunan. Keragaman di antara famili di dalam provenans mengindikasikan bahwa di antara famili mempunyai keragaman genetik yang tinggi untuk tinggi pohon. Keragaman yang tinggi di antara famili di dalam provenans sesuai dengan hasil analisis DNA yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil analisis variasi genetik dari DNA analisis, telah diketahui, bahwa keragaman genetik di antara populasi sebesar 0,182 dan di dalam populasi ulin sebesar 0,378 (Rimbawanto *et al.*, 2006). Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman genetik di dalam populasi atau provenans sangat tinggi.

Keragaman yang tinggi untuk tinggi pohon di antara famili pada uji keturunan ulin di Bondowoso Jawa Timur tersebut sangat menguntungkan pada program pemuliaan di masa yang akan datang. Namun diameter pangkal batang tidak menunjukkan variasi di antara provenans tersebut. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh umur uji keturunan tersebut baru berumur 1 tahun sehingga perbedaan pertumbuhan diameter di antara provenans belum muncul. Ulin dikenal memiliki pertumbuhan yang sangat lambat. Diameter terbesar yang pernah dijumpai pada ulin umur 40 tahun adalah 36 cm. Untuk

mencapai diameter 50 cm diperkirakan perlu waktu lebih dari 100 tahun (Soerianegara dan Lemmens, 1996).

B. Komponen Varians dan Heritabilitas Individu

Hasil penaksiran komponen varians berdasarkan model yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Estimasi komponen varians pertumbuhan di uji keturunan *E. zwageri* di Bondowoso, Jawa Timur

Sifat	σ^2_f	σ^2_e
Tinggi pohon	61,54	203,79
Diameter	0,006	0,024
Besarnya dalam % terhadap total varians		
Sifat	σ^2_f (%)	σ^2_e (%)
Tinggi pohon	23,19	76,81
Diameter	20,72	79,27

Keterangan :

σ^2_f = komponen varians famili dalam provenans

σ^2_e = komponen varians sisa (*error*)

Tabel 5 menunjukkan bahwa untuk tinggi pohon, komponen varians famili sebesar 23,19% sedangkan komponen varians sisa (non-genetik atau lingkungan) sebesar 76,81% terhadap varians total. Untuk sifat diameter pangkal batang besarnya varians famili sisa sebesar 20,72% dan komponen varians sisa sebesar 79,27% terhadap varians total. Kendali faktor genetik sampai umur 1 tahun pada pertumbuhan tinggi dan diameter termasuk cukup baik, namun demikian faktor lingkungan juga berpengaruh cukup besar pada pertumbuhan tinggi pohon dan diameter pangkal batang. Hal tersebut juga terjadi pada uji keturunan *Melaleuca cajuputi* pada tinggi pohon mempunyai varians sisa sebesar 81,03% dan varians famili sebesar 18,97%, sedangkan diameter pangkal batang

mempunyai varians sisa sebesar 85,25% dan varians famili sebesar 14,74% (Susanto, 2008). Pada uji keturunan *Eucalyptus pellita* di Kalimantan Selatan dan Riau umur 1 sampai dengan 6 tahun (Leksono, 2008) dan uji keturunan *Acacia mangium* umur 4 sampai dengan 36 bulan mempunyai varian sisa yang sangat tinggi dibandingkan dengan varians famili untuk diameter batang dan tinggi pohon (Leksono, 2008).

Nilai komponen varians tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung heritabilitas individu dengan hasil disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Estimasi heritabilitas individu diuji keturunan *E. zwageri* di Bondowoso, Jatim

Sifat	Heritabilitas Individu (h^2)
Tinggi pohon	0,58
Diameter	0,52

Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa nilai heritabilitas individu untuk tinggi pohon dan diameter termasuk katagori tinggi. Berdasarkan estimasi heritabilitas individu tersebut, maka kedua sifat tersebut merupakan sifat prioritas yang digunakan dalam seleksi pohon di antara famili. Nilai heritabilitas individu tersebut diperoleh dari hasil analisis pada tanaman berumur 1 tahun sehingga pada umur-umur selanjutnya bisa mengalami perubahan sesuai dengan kondisi pertumbuhan dan perlakuan di uji keturunan tersebut. Hal ini juga terjadi di uji keturunan *A. mangium* dari provenans Queensland yang menunjukkan adanya nilai heritabilitas individu yang berbeda-beda dari umur 1 sampai dengan 8 tahun untuk sifat tinggi pohon dan diameter batang (Nirsatmanto, 2005), dan pada uji keturunan *E. pellita* nilai heritabili-

tas individu juga berbeda-beda dari umur 1 sampai dengan 6 tahun untuk sifat tinggi pohon dan diameter batang (Leksono, 2008).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Keragaman genetik pertumbuhan ulin dari famili cukup tinggi. Akan tetapi evaluasi pada umur-umur berikutnya perlu dilakukan untuk memberikan informasi yang lebih baik mengenai variasi genetik ulin dan dalam menentukan strategi pemuliaan yang tepat untuk spesies berdaur panjang ini.
2. Tiga jenis tanaman naungan yang diuji (*P. merkusii*, *E. pellita* dan semak belukar) tidak mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tinggi pohon dan diameter pangkal batang ulin sampai umur 3 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada : Dr. Anto Rimbawanto dan Dr. AYPBC Widyatmoko yang telah melaksanakan Analisis DNA *E. zwageri*; Lukman Hakim, S.Hut dan Anis Fauzi, S.Hut yang telah membantu melaksanakan koleksi materi genetik *E. zwageri* di populasi alam. Sukijan dan Rusdi Alvian yang telah membantu dalam pembuatan persemaian dan penanaman di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyanto, E. dan H. Arisman. 2004. Pembangunan Hutan Tanaman *Acacia mangium*. PT. Musi Hutan Persada.

- Harwood, C.E. dan E.R.Williams. 1992. A review of Provenance Variation in Growth of *Acacia mangium*. In : Carron, L.T. and Aken, K.M. (eds) Breeding Technologies for Tropical *Acacia*. ACIAR Proceeding No. 37:22-30.
- Hodge, G.R and W.S. Dvorak. 1999. Genetic Parameter and Provenance Variation of *Pinus tecunumanii* in 78 International Trials. *Forest Genetics* 6(3):157-180.
- Leksono, B. 2008. *Study on Breeding Strategy of Eucalyptus pellita*. The University of Tokyo.
- Nirsatmanto, A. 2005. *Study on Statistical Genetic Analysis and The Application to The Breeding in Acacia mangium*. Kyushu University.
- Rimbawanto, A; AYPBC. Widyatmoko, dan Harkinto. 2006. Keragaman Populasi *E. zwageri* Kalimantan Timur berdasarkan Penanda RAPD. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* Vol. 3 No. 3.
- Soerianegara, I dan R.H.M. Lemmens (ed). 1996. *Timber Trees : Major Commercial Timbers*. PROSEA Bogor.
- Susanto, M. 1999. Analisa Parameter Genetik Uji Keturunan *Paraserianthes falcataria* Umur 3 Tahun di Candirot, Jawa Tengah. *Bulletin Penelitian "Pemuliaan Pohon" Visi & Misi BP3BTH Yogyakarta* Vol.: 3 No.1.
- Susanto, M. 2001. Evaluasi Uji Keturunan *Acacia auriculiformis* umur 70 bulan di Dua Lokasi Terpisah di Sumatera Selatan dan Jawa Tengah. *Buletin Kehutanan* No. 49. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Susanto, M.; J.C. Doran; R. Arnold; dan A. Rimbawanto. 2003. Genetic variation in Growth and oil Characteristics of *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* and Potential for Genetic Improvement. *Journal of Forest Tropical Forest Science*. Forest Research Institute Malaysia, Kepong, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Susanto, M. 2008. Analisa Komponen Varian Uji Keturunan *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* di Paliyan, Gunungkidul. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol.5 Suplemen No.1.