



**PARAMETER GENETIK PADA KOMBINASI UJI PROVENAN DAN UJI
KETURUNAN *Araucaria cunninghamii* ASAL MANOKWARI (PAPUA)
DI BONDOWOSO, JAWA TIMUR**

(Genetic parameters on Combination Provenance-Progeny Test of Araucaria cunninghamii Origin from Manokwari (Papua) in Bondowoso, East Java)

Dedi Setiadi* dan M. Anis Fauzi

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

*E-mail: setiadi2009@yahoo.com

Diterima 5 Februari 2013; revisi terakhir 27 April 2015; disetujui 21 Mei 2015

ABSTRAK

Araucaria cunninghamii sebagai bahan baku pulp serat panjang perlu dipertimbangkan di masa mendatang yang saat ini masih diimport dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pulp serat panjang di Indonesia. Sumber benih unggul dari jenis tersebut perlu dipersiapkan sejak dini untuk mengetahui peningkatan genetik yang dihasilkan. Kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* di Bondowoso, Jawa Timur adalah salah satu penelitian yang dibangun untuk menghasilkan benih *A.cunninghamii* yang berkualitas di masa yang akan datang. Plot ini dirancang menggunakan rancangan acak lengkap berblok (RCBD) dengan 28 famili, 4 pohon per plot dan 8 blok dengan jarak tanam 4 x 3 m. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada umur 5 dan 10 tahun rerata tinggi dan diameter pohon berturut-turut sebesar 5,47 m; 8,20 cm dan 16,05 m; 20,59 cm, rerata volume pohon/ha sebesar 8,02 m³/ha dan 74,52 m³/ha; riap volume pohon sebesar 1,60 m³/ha/tahun; 7,45 m³/ha/tahun. Pada umur 5 tahun berbeda nyata terhadap diameter batang, sedangkan pada umur 10 tahun menunjukkan perbedaan yang nyata antar provenan terhadap kedua sifat yang diukur. Pada umur 5 dan 10 tahun nilai heritabilitas famili dan individu tergolong sedang, $h^2_f = 0,4 - 0,5$, $h^2_i = 0,2 - 0,3$ dan $h^2_f = 0,40 - 0,47$, $h^2_i = 0,28 - 0,29$ sedangkan heritabilitas di dalam famili (h^2_{wf}) sebesar 0,41 - 0,48. Korelasi genetik umur 5 dan 10 tahun cukup tinggi ($rg=0,62; 0,82$). Taksiran peningkatan genetik untuk tinggi pohon dan diameter batang dari hasil seleksi di dalam famili adalah sebesar 0,10% dan 0,07% pada umur 5 tahun serta 0,53% dan 1,01% pada umur 10 tahun.

Kata kunci: *A.cunninghamii*, pertumbuhan, provenan dan uji keturunan

ABSTRACT

Araucaria cunninghamii as long fiber pulp raw material needs to be considered in the future which is currently imported from other countries to supply long-fiber pulp raw material in Indonesia. The improved seed sources need to be prepared early to determine the genetic gain. Combination provenance-progeny test of *A.cunninghamii* in Bondowoso, East Java is one of the researches that it was built to produce improved seed of *A.cunninghamii* in the future. The trial is laid out in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 28 families, 4 trees per plot and 8 replicate with a spacing of 4 x 3 m. The results show that the average of height and diameter growth at the age of 5 and 10 years were 5.47 m; 8.20 cm and 16.05 m; 20.59 cm, volume/ha of the trees were 8.02 m³/ha and 74.52 m³/ha, and mean annual increment for volume were 1.60 m³/ha/year and 7.45 m³/ha/year. At 5 years old, stem diameter was significant between provenances, while at the age of 10 years significant differences for both traits. At the age of 5 and 10 years of family and individual heritability values were moderate, $h^2_f = 0.40 - 0.50$, $h^2_i = 0.2 - 0.3$; and $h^2_f = 0.40 - 0.47$, $h^2_i = 0.28 - 0.29$, while within family heritability (h^2_{wf}) was 0.41 - 0.48). Genetic correlation at age of 5 and 10 years was quite high ($rg=0.62; 0.82$). Estimation of genetic gain for height and diameter by within family selection was 0.10% and 0.07% for 5 years and 0.53% and 1.01% for 10 years.

Keywords: *A. cunninghamii*, growth, Provenance-progeny test

I. PENDAHULUAN

Araucaria cunninghamii sebagai salah satu jenis konifer yang berpotensi sebagai bahan baku industri pulp serat panjang belum dikembangkan di Indonesia, sementara di Australia sudah dikembangkan dalam hutan tanaman yang luas. Jenis ini tersebar secara alami pada dataran tinggi di Queensland-Australia Selatan, Papua Nugini dan Papua, Indonesia (Dieters *et al.*, 2007). Pada masa pemerintahan kolonial Belanda direncanakan dibangun hutan tanaman *A.cunninghamii* pada skala industri di daerah Kebar, Papua untuk mendukung rencana pembangunan industri pulp dan paper. Rencana tersebut diawali dengan membangun tanaman *A.cunninghamii* tahap pertama seluas 1.000 ha pada tahun 1961-1962 dan rencananya akan diperluas ke seluruh dataran Kebar dan Prafi. Namun program hutan tanaman jenis ini tidak berlanjut, karena pada tahun 1963 pemerintah Belanda telah meninggalkan Papua (Kapisa, 2002)

Sumber genetik *A. cunninghamii* yang tersebar secara alami di Papua Nugini (PNG) dan Papua hingga saat ini belum banyak digunakan untuk materi hutan tanaman. Program pemuliaan intensif telah dilakukan di Queensland untuk spesies ini sejak sekitar tahun 1950 (Stefenon, *et al.*, 2006) dan menghasilkan perolehan genetik yang tinggi yaitu sebesar 20% pada generasi pertama. Sebaliknya upaya pemuliaan jenis yang sama di PNG kurang intensif karena belum memberikan keuntungan yang berarti bagi industri di PNG.

Dalam program pemuliaan pohon, informasi keragaman genetik dari individu penyusun suatu populasi sangat menentukan keberhasilan program dimaksud. Keunggulan suatu provenan dari hasil penelitian merupakan informasi awal untuk melanjutkan program pemuliaan pada tahap berikutnya. Oleh karena produk akhir dari program pemuliaan pohon adalah tersedianya benih unggul sebagai bahan tanaman komersial, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan uji untuk mengetahui variasi antar populasi/provenan dan antar individu sebagai bahan seleksi dalam pembangunan sumber benih unggul. Kombinasi uji provenan dan uji keturunan merupakan salah satu cara untuk mengetahui variasi tersebut yang dapat dikonversi menjadi kebun benih semai (KBS).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman pertumbuhan dan nilai parameter genetik antar provenan dan individu di dalam provenan dari jenis *A.cunninghamii* asal Manokwari (Papua) melalui kombinasi uji provenan dan uji keturunan di Bondowoso, Jawa Timur.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tanaman kombinasi uji provenan dan keturunan *A. cunninghamii* di bangun pada bulan Desember 2002 dan pengukuran dilakukan pada umur 1 tahun sampai dengan umur 10 tahun. Lokasi tanaman berada di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (BBPBPTH) Yogyakarta di Bondowoso, Jawa Timur. Secara administratif hutan penelitian tersebut terletak di Desa Wringin Anom, Kecamatan Sukosari, Kabupaten Bondowoso. Tapak uji keturunan memiliki tipe iklim B dengan rerata curah hujan sebesar 2.400 mm/tahun. Musim hujan mulai bulan November sampai dengan April dengan suhu terendah 17°C dan suhu tertinggi 30°C. Jenis tanahnya termasuk Andosol. Tapak tergolong datar, terletak pada ketinggian tempat 800 m di atas permukaan laut (Setiadi dan Susanto, 2012).

B. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A. cunninghamii* asal Manokwari (Papua) sebanyak 28 famili yang berasal dari 3 sumber benih (Pegunungan Nerwah, Puan dan Tumbii) sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Data sumber benih dan jumlah famili yang digunakan dalam penelitian ini, selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Acak Lengkap Berblok (RCBD) yang terdiri atas 28 famili dari 3 provenan dengan 8 ulangan (blok), 4 pohon per plot (*tree plot*) dan jarak tanam 4 x 3 m. Karakter yang diukur dalam penelitian ini adalah tinggi pohon, diameter batang setinggi dada (dbh) dan volume pohon. Pengukuran dilakukan pada umur 1- 5 dan 10 tahun.

Tabel 1. Informasi Sumber benih pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* asal Manokwari (Papua) di Bondowoso, Jawa Timur

Table 1. Seed sources information on combination provenance-progeny test of *A.cunninghamii* origin from Manokwari (Papua) in Bondowoso, East Java

No	Provenan (Provenance)	Grs Lintang (Latitude)	Grs Bujur (Longitude)	Tinggi Tempat (Altitude)/m
1	Nerwah	01°05'	133°01'	1250-1300
2	Puan	04°01'	132°04'	1200-1350
3	Tumbii	08°59'	134°09'	1300-1350



Gambar 1. Sebaran alam jenis *A. cunninghamii* di Manokwari, Papua.
Figure 1. Natural distribution of *A. cunninghamii* in Manokwari, Papua.

Data hasil pengukuran, dianalisis dengan menggunakan analisis varian untuk mengetahui variasi antar provenan dan variasi antar famili di dalam provenan. Model dari analisis varian yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + F(P)_k + BF(P)_{ik} + E_{ijkl}$$

Keterangan:

- Y_{ijkl} = Pengamatan individu pohon ke- k dari famili ke- j dalam blok ke- i
- μ = Nilai rerata umum
- B_i = Efek blok ke i
- P_j = Efek provenan ke j
- $F(P)_k$ = Efek famili ke k di dalam provenan ke j

- $BF(P)_{ik}$ = efek interaksi blok ke i pada famili ke k di dalam provenan ke j
- E_{ijkl} = random error pada pengamatan ke $ijkl$

Heritabilitas famili di dalam famili, dan individu setiap sifat yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Zobel dan Talbert, 1984);

$$h^2_f = \frac{\sigma^2_f}{\sigma^2_f + (\sigma^2_{bf}) / b + (\sigma^2_e) / nb}$$

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

$$h^2_{wf} = \frac{3 \sigma^2_f}{\sigma^2_e + \sigma^2_{bf}}$$

Keterangan:

- h^2_f = Nilai heritabilitas famili
- h^2_i = Nilai heritabilitas individu
- h^2_{wf} = Nilai heritabilitas di dalam famili
- σ^2_f = Komponen varian famili
- σ^2_{bf} = Komponen varian interaksi antara blok dan famili
- σ^2_e = Komponen varian eror
- n = Rerata harmonik jumlah pohon per plot
- b = Rerata harmonik jumlah blok

Komponen varian famili (σ^2_f) diasumsikan sebesar 1/3 varian genetik aditif (σ^2_A), karena benih dikumpulkan dari pohon induk dengan penyerbukan alami pada hutan alam dimana sebagian benih kemungkinan hasil dari kawin kerabat (Hardiyanto, 2007).

Perolehan genetik digunakan untuk mengekspresikan respons terhadap seleksi, dihitung dengan menggunakan rumus (Cotteril dan Dean, 1990; William dan Matheson, 1994):

$$G = h^2 S = h^2 i \sigma_p$$

Keterangan:

- G = Taksiran perolehan genetik
- h^2 = Heritabilitas
- S = Diferensial seleksi
- I = Intensitas seleksi (Becker, 1992)
- σ_p = Standar deviasi phenotype

Korelasi genetik (r_g) dihitung menurut metodologi dari William and Matheson (1994) yang didasarkan rumus sebagai berikut:

$$r_g = \frac{Cov_f(X, Y)}{[\sigma^2(x) \cdot \sigma^2(y)]^{1/2}}$$

Keterangan:

- $Cov_f(X,Y)$ = Kovarian dua sifat (x dan y) pada level famili
- $\sigma^2(x)$ = Varian sifat (x) pada level famili
- $\sigma^2(y)$ = Varian sifat (y) pada level famili

Volume pohon ditaksir dengan menggunakan rumus umum sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times T \times f \text{ (Simon, 1996)}$$

Keterangan:

- V = Volume pohon (m^3)
- D = Diameter batang (cm)
- T = Tinggi pohon (m)
- f = Faktor angka bentuk = 0,486 (Setiadi *et al.*, 2013)

Sedangkan penaksiran riap volume tanaman (*Mean Annual Increment/MAI*) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Susila, 2011):

$$MAI \text{ volume} = [(10.000 : \text{luas plot}) \times n \text{ pohon} \times v \text{ pohon}] : \text{umur tanaman}$$

Keterangan:

- MAI = Riap volume rata-rata tahunan ($m^3/ha/tahun$)
- n = Jumlah pohon di dalam plot penelitian
- v = Volume pohon rata-rata

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran tanaman pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* asal Manokwari (Papua) umur 1-5 dan 10 tahun untuk karakter pertumbuhan yang diamati, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata tinggi, diameter dan volume pohon pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A. cunninghamii* asal Manokwari (Papua) sampai 10 tahun di Bondowoso, Jawa Timur
Table 2. Means of height, diameter and volume on combination provenance-progeny test of *A.cunninghamii* origin from Manokwari (Papua) until 10 years in Bondowoso, East Java

No	Karakter yang diukur	Rata-rata (umur 5-10 tahun)					
		1	2	3	4	5	10
1	Tinggi (m) (<i>height</i>)	1,01	2,60	3,54	4,42	5,47	16,05
2	Diameter (cm) (<i>dbh</i>)	1,46	2,74	3,81	5,50	8,20	20,59
3	Volume pohon (m^3)/ha (<i>tree volume</i>)/ha	0,05	0,43	1,12	2,92	8,02	74,52
4	Riap volume ($m^3/ha/tahun$) (<i>MAI</i>) ($m^3/ha/year$)	0,05	0,21	0,37	0,73	1,60	7,45

Tabel 2 tampak bahwa rata-rata tinggi tanaman sampai umur 5 tahun terus meningkat sebesar 5,47 m dan rata-rata diameter sebesar 8,20 cm, sedangkan taksiran volume pohon/ha rata-rata sebesar 8,20 m^3/ha dengan taksiran riap volume

tegakan/ha/tahun sebesar 1,60 $m^3/ha/tahun$. Pada umur 10 tahun rata-rata tinggi dan diameter sebesar 16,05 m; 20,59 cm dan taksiran volume pohon/ha sebesar 74,52 m^3/ha dengan taksiran riap volume tegakan/ha/tahun sebesar 7,45 $m^3/ha/tahun$.

Pertumbuhan tanaman pada penelitian ini lebih cepat bila dibandingkan dengan pertumbuhan araukaria dari populasi lain dan di tempat yang berbeda, seperti Sao Paulo (Brazil) yang menunjukkan bahwa pada umur 21 tahun rata-rata tinggi sebesar 6,77 m dan diameter 9,95 cm, dengan taksiran volume pohon 0,011 m³ (Sebbenn, *et al.*, 2005). Sementara itu pada jenis konifer lainnya (*Pinus caribaea*) pada uji provenan umur 10 tahun di Guangdong (Cina Selatan) menunjukkan rata-rata tinggi sebesar 9,80 m dan diameter 14,49 cm dengan taksiran volume pohon 0,018 m³ (Zhi-Gang, 1996). Pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa tanaman *A.cunninghamii* asal Manokwari (Papua) mempunyai kemampuan beradaptasi

dan respon pertumbuhan yang lebih baik pada lingkungan yang baru (di Bondowoso, Jawa Timur). Dilihat dari pertumbuhan tanaman pada uji tersebut, diameter batang nampak mempunyai proporsi yang lebih besar dibandingkan dengan tinggi pohon. Pada umumnya pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman dari jenis ini cenderung mempunyai proporsi yang hampir sama sehingga pada populasi tersebut terlihat kurang tinggi karena diameter yang besar, pertumbuhan tinggi pada uji tersebut lebih baik bila dibandingkan dengan uji coba di tempat lain. Hasil analisis varian untuk pertumbuhan tinggi dan diameter pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* umur 5 dan 10 tahun di Bondowoso disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis varian tinggi dan diameter pada kombinasi uji provenans dan uji keturunan *A.cunninghamii* umur 5 dan 10 tahun di Bondowoso, Jawa Timur

Table 3. Analysis of variance of height and diameter on combination provenance-progeny test of *A.cunninghamii* age 5 and 10 years in Bondowoso, East Java

Sumber variasi (source of variation)	Derajat bebas (df)	Kuadrat Tengah (Mean square)	
		Tinggi (height)	Diameter (Dbh)
Umur 5 tahun (age of 5 years)			
Blok (Block)	7	0,884**	2,363**
Provenan (Provenance)	2	0,033 ^{ns}	0,796**
Famili (Provenan)	25	0,136**	0,552**
Blok*Famili (Provenan)	165	0,166**	0,385**
Galat (Error)	526	0,076	0,163
Umur 10 tahun (age of 10 years)			
Blok (Block)	7	68,118**	54,884**
Provenan (Provenance)	2	10,785**	11,564**
Famili (Provenan)	25	3,835**	12,201**
Blok*Famili (Provenan)	165	6,100**	10,265**
Galat (Error)	526	3,097	5,922

Keterangan:

**= Berbeda nyata pada taraf uji 0,01

^{ns} = Berbeda tidak nyata pada taraf uji 0,05

Remarks:

**= Significant differrent at 0,01 level

^{ns} = Non-significant differrent at 0,05 level

Dari Tabel 3 nampak bahwa pada umur 5 tahun di antara provenan yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi pohon, tetapi berbeda pada pertumbuhan diameter. Sedangkan pada umur 10 tahun di antara provenan yang diuji berbeda yang nyata untuk kedua sifat yang diukur. Hasil ini merupakan suatu petunjuk bahwa pertumbuhan tinggi dan diameter dipengaruhi kuat oleh faktor genetik, dan memberikan kesempatan untuk dapat melakukan seleksi, guna meningkatkan perolehan genetiknya. Keragaman yang tinggi antara famili dan provenan menunjukkan adanya variabilitas, keragaman pada level famili (bersarang dalam provenan) juga sangat menguntungkan dalam proses seleksi.

Hardiyanto (2007) menyatakan bahwa tidak ada hasil seleksi tanpa adanya variasi sehingga analisis varian dalam suatu evaluasi tanaman uji keturunan sangat penting untuk dilakukan karena dapat mengetahui seberapa besar variabilitas antar famili yang diuji. Adanya perbedaan diantara famili dan provenan yang diuji menunjukkan bahwa di dalam setiap individu pohon terdapat variasi antar provenan dan antar individu (Zobel dan Talbert, 1984).

Mengetahui sejak awal adanya keragaman sifat tinggi dan diameter tanaman sangat penting maknanya bagi plot pemuliaan tanaman hutan yang memiliki tujuan akhir untuk menghasilkan tanaman *A.cunninghamii* yang unggul sebagai salah satu jenis konifer

yang berpotensi sebagai bahan baku industri pulp serat panjang. Dari hasil studi pada jenis konifer dilaporkan bahwa pada umumnya umur yang paling efisien untuk melakukan seleksi adalah antara 5-10 tahun terhadap daur tanaman antara 25-50 tahun (McKeand, 1988; Dieters, *et al.*, 2007). Sehingga hasil penelitian ini merupakan umur optimal untuk melakukan seleksi untuk dikonversi menjadi kebun benih semai.

Besarnya nilai heritabilitas penting untuk diketahui karena merupakan faktor yang

sangat menentukan di dalam keberhasilan program seleksi dan pemuliaan pohon, terutama hal ini akan memengaruhi perolehan genetik. Untuk menentukan metode seleksi dan menaksir besarnya nilai perolehan genetik dari hasil seleksi yang tepat, diperlukan informasi nilai heritabilitas yang merupakan proporsi varian genetik terhadap varian total dari sifat yang diukur. Pada umur 5 dan 10 tahun taksiran nilai heritabilitas famili, di dalam famili dan individu terhadap kedua sifat yang diukur disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Taksiran nilai heritabilitas dan korelasi genetik untuk karakter tinggi dan diameter umur 5 dan 10 tahun pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* di Bondowoso, Jawa Timur

Table 4. The estimated of heritability and genetic correlation of height and diameter on 5 and 10 years on combination provenance-progeny test of *A.cunninghamii* age 5 and 10 years in Bondowoso, East Java

Umur (Age)	Karakter (Character)				h^2_{wf}	Korelasi genetik (Genetic correlation)
	Tinggi (Height)		Diameter (Diameter)			
	h^2_f	h^2_i	h^2_f	h^2_i		
5	0,40	0,20	0,40	0,20	0,41	0,62
10	0,50	0,30	0,47	0,30	0,48	0,82

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa taksiran nilai heritabilitas famili, individu dan di dalam famili umur 5 dan 10 tahun berturut-turut sebesar: $h^2_f = 0,40 - 0,50$, $h^2_i = 0,20 - 0,30$, dan $h^2_f = 0,40 - 0,47$, $h^2_i = 0,20 - 0,30$, sedangkan nilai heritabilitas di dalam famili (h^2_{wf}) sebesar 0,41 - 0,48. Dengan mengacu pada batasan nilai heritabilitas oleh Cotterill dan Dean (1990), nilai heritabilitas dalam penelitian ini tergolong sedang. Dalam program pemuliaan, seleksi yang paling tepat diaplikasikan adalah seleksi famili, seleksi di dalam famili atau kombinasi keduanya (Matheson dan Raimond, 1994; Matziris, D., 2005; Fries, A. dan Ericsson, T., 2006). Hal ini dikarenakan seleksi antar individu hanya akan efektif apabila nilai heritabilitas individu tergolong tinggi sehingga seleksi massa tepat untuk dilakukan. Pada uji keturunan *A.cunninghamii* umur 15 tahun di Queensland, menghasilkan nilai heritabilitas individu untuk sifat pertumbuhan tergolong sedang, untuk tinggi pohon sebesar 0,19 dan diameter batang sebesar 0,22 (Eisemann, *et al.*, 1990). Demikian pula hasil penelitian pada jenis konifer lainnya (*Pinus sylvertris*) umur 10 tahun, nilai heritabilitas individu untuk tinggi pohon sebesar 0,18 dan diameter batang sebesar 0,26 (Adam, *et al.*, 2007). Beberapa hasil penelitian pada konifer lainnya juga mempunyai nilai heritabilitas yang berbeda (Praselia, 2008; Muslimin *et al.*, 2013) baik

antar jenis tanaman maupun umur yang berbeda, bahkan pada umur dan jenis yang sama (*Pinus elliotii*). Hal ini dapat terjadi karena nilai heritabilitas sifat-sifat pohon berbeda untuk spesies, tempat, waktu, pola percobaan, umur tanaman dan prosedur perhitungan yang berbeda (Zobel dan Talbert, 1984). Namun dengan jumlah famili yang hanya 28 maka seleksi antar famili tidak efektif dilakukan karena jumlah minimal famili untuk KBS adalah 25 famili. Dengan demikian seleksi di dalam famili merupakan metode seleksi yang dapat diterapkan.

Korelasi genetik antar sifat sangat berguna untuk program pemuliaan pohon, terutama untuk pengembangan dua sifat berdasarkan seleksi atas satu sifat secara tidak langsung, dengan harapan dari seleksi untuk satu sifat akan memperbaiki sifat yang lainnya. Disamping itu, korelasi genetik juga dapat digunakan untuk menduga gen-gen yang mengendalikan kedua sifat tersebut (Zobel dan Talbert, 1984). Nilai korelasi genetik pada umur 5 dan 10 tahun (Tabel 4) antara kedua sifat yang diukur (tinggi dan diameter) juga memberikan nilai positif sebesar 0,62 dan 0,82. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan korelasi genetik yang tinggi, maka peningkatan diameter batang akan diikuti dengan peningkatan tinggi pohon atau sebaliknya. Beberapa hasil penelitian pada uji keturunan

A.cunninghamii umur 8 tahun di Queensland dilaporkan bahwa korelasi genetik antara tinggi pohon dan diameter batang sebesar 0,86 (Dieters, *et al.*, 2007), sedangkan pada umur 15 tahun sebesar 0,69 (Harding, *et al.*, 1991). Penelitian uji keturunan pada *Pinus banksiana* umur 5 tahun, korelasi genetik antara tinggi pohon dan diameter batang sebesar 0,78 (Weng, *et al.*, 2006). Pada kebanyakan jenis pohon, kedua sifat tersebut senantiasa menunjukkan korelasi genetik yang tinggi, sehingga dalam taksasi volume atau perhitungan parameter yang lain dengan menggunakan kedua sifat tersebut cukup menggunakan salah satu sifat saja. Untuk pengukuran pohon yang sudah tua atau sangat tinggi, maka informasi tersebut sangat berharga terutama karena akurasi pengukuran tinggi sudah menurun sehingga banyak digunakan sifat diameter untuk taksasi volume atau sifat yang lain. Dengan demikian pelaksanaan seleksi akan menjadi lebih efisien, baik dari sisi biaya maupun waktu. Namun demikian untuk kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A. cunninghamii* asal Manokwari (Papua) ini masih relatif muda sehingga kinerja parameter genetik masih labil, maka masih perlu dikaji korelasinya dalam beberapa tahun ke depan saat umur tanaman relatif lebih tua dan peningkatan genetik sesuai dengan yang diharapkan.

Taksiran perolehan genetik merupakan respon dari adanya seleksi, yang dilakukan untuk memperbaiki suatu sifat agar diperoleh peningkatan hasil dari satu generasi ke generasi berikutnya. Taksiran perolehan genetik ditentukan oleh nilai heritabilitas, besaran intensitas seleksi (i) dan standar deviasi fenotipik yang merupakan akar kuadrat dari variasi fenotipik (Zobel dan Talbert, 1984). Seberapa besar perolehan genetik dapat dicapai, sangat erat kaitannya dengan nilai heritabilitas masing-masing karakter atau sifat. Taksiran nilai heritabilitas yang tinggi akan menghasilkan perolehan genetik yang tinggi dan sebaliknya apabila nilai heritabilitasnya rendah, perolehan genetiknya juga relatif rendah (William dan Matheson, 1994; White *et al.*, 2007). Nilai taksiran ini juga dapat digunakan untuk menentukan strategi pemuliaan pada generasi berikutnya berdasarkan perolehan genetik yang diperoleh dari beberapa metode seleksi yang akan diterapkan pada suatu populasi hutan (Hardiyanto, 2007). Oleh karena jumlah per pohon per plot dalam kombinasi uji provenan dan uji keturunan ini tinggal tersisa

3 pohon, maka harus disisakan 1 pohon per plot untuk menghindari efek kawin kerabat (*inbreeding effect*). Hasil perhitungan nilai taksiran perolehan genetik untuk sifat tinggi pohon dan diameter batang pada penelitian ini sebesar 0,10% dan 0,07% untuk umur 5 tahun, serta 0,53% dan 1,01% untuk umur 10 tahun.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Rata-rata tinggi pohon dan diameter batang pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* asal Manokwari (Papua) di Bondowoso, Jawa Timur pada umur 5 tahun sebesar 5,47 m dan 8,20 cm sedangkan pada umur 10 tahun sebesar 16,05 m dan 20,59 cm, rerata volume pohon/ha sebesar 8,02 m³/ha dan 74,52 m³/ha, riap volume pohon/ha/tahun sebesar 1,60 m³/ha/tahun dan 7,45 m³/ha/tahun. Perbedaan antar provenan yang diuji pada sifat tinggi pohon dan diameter batang baru nampak pada umur 10 tahun. Pada umur 5 dan 10 tahun nilai heritabilitas famili dan individu tergolong sedang berturut-turut untuk $h^2_f = 0,4 - 0,5$, $h^2_i = 0,2 - 0,3$ dan $h^2_f = 0,40 - 0,47$, $h^2_i = 0,28 - 0,29$ sedangkan di dalam famili (h^2_{wf}) sebesar 0,41 - 0,48) dengan korelasi genetik cukup tinggi ($r_g = 0,62 - 0,82$). Peningkatan genetik untuk sifat tinggi dan diameter umur 5 dan 10 tahun berturut-turut sebesar 0,10% dan 0,07% serta 0,53 dan 1,01%.

B. SARAN

Perlunya pengamatan lebih lanjut untuk mengetahui variasi pertumbuhan tanaman pada plot kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A.cunninghamii* asal Manokwari (Papua) di Bondowoso, Jawa Timur untuk mengetahui efisiensi seleksi dan stabilitas genetik pada pertanaman kombinasi dan uji keturunan *A.cunninghamii*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti dan teknisi tim peneliti Araukaria dan teman-teman di KHDTK Bondowoso, Jawa Timur yang telah membantu dalam pembangunan uji provenan dan keturunan *A. cunninghamii*, serta pelaksanaan pengamatan dan pengukuran di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Adam. J. P., R.J. Roussea and J.C. Adam. (2007). Genetic Performance and Maximizing Genetic

- Gain Through Direct and Indirect Selection in Cherrybark Oak. *Silvae Genetica*, 56 (2), 80-87.
- Becker, W.A. (1992). Manual of Quantitative Genetic. Fifth Edition. Washington. United State of America: Academic Enterprises.
- Cotteril, P.P. and C.A. Dean. (1990). Successful Tree Breeding with Index Selection. Australia: CSIRO Division of Forestry and Forest Product.
- Dieters, M. G Nikles, D. G. Murray. (2007) Achievements in forest tree improvement in Australia and New Zealand. Genetic improvement and conservation of *Araucaria cunninghamii* in Queensland. *Australian Forestry*, 70(2), 75-85.
- Eisemann, R. L., K.J. Harding, and D.B. Eccles. (1990). Genetic parameters and predicted selection response for growth and wood properties in a population of *Araucaria cunninghamii*. *Silvae Genetica*, 39(5), 206-216.
- Fries, A., and T. Ericsson. (2006). Estimating Genetic Parameter for Wood Density of Scot Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genetica*, 55(2), 84-92.
- Hardiyanto, E.B. (2007). *Hand Out Mata Kuliah Pemuliaan Pohon* (Program Pasca Sarjana). Yogyakarta: Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Harding, K.J. and R.R. Woolaston. (1991). Genetic Parameters for Wood and Growth Properties in *Araucaria cunninghamii*. *Silvae Genetica*, 40, 232-237.
- Kapisa, N. (2002). Natural distribution of *Araucaria cunninghamii* in Kebar, Manokwari, Papua, Indonesia. *Proceedings of the International Conference on Advances in Genetic Improvement of Tropical Tree Species*. Yogyakarta, Indonesia, 1-3 October 2002. Centre for Improvement, Yogyakarta, 99-103.
- Matheson, A.C., and C.A. Raymond. (1994). Effects of thinning in progeny test on estimates of genetic parameters in *Pinus radiata*. *Silvae Genetica*, 33(4), 125-128.
- Matziris, D. (2005). Genetic Variation and Realized Genetic Gain from Black Pine Tree Improvement. *Silvae Genetica*, 54(3), 96-104.
- McKeand, S.E. (1988). Optimum Age for Family Selection for Growth in Genetic Test of Loblolly pine. *Journal of Tropical Forest Science*, 34, 400-411.
- Muslimin, I., M. Na'iem, dan E. K. Hardiyanto. 2013. Evaluasi Awal Produksi Getah Uji Keturunan *Pinus merkusii* Jung. Et de Vriese Di KPH Banyumas Barat. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 7(1), 29-40.
- Prasetya, R. Y. (2008). Potensi Getah Pertanaman Uji Keturunan *Pinus merkusii* Jung. Et de Vriese Materi Introduksi Asal Aceh di RPH Sumberjati, BKPH Sempolan, KPH Jember. *Skripsi Mahasiswa Jurusan Budidaya Hutan*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan).
- Sebbenn AM, Zanatto ACS, Freitas MLM, Sato AS and Etori LC. (2005). Genetic Variation in *Araucaria cunninghamii* Provenances in Luiz Antonio-SP, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 5, 435-442.
- Setiadi, D., M. Susanto., dan M. A. Fauzi. (2013). Tree Breeding *Araucaria cunninghamii* to Increase Productivity of Sap and Wood. *The 2nd Inafor Program Celebrating a 100-Year Forestry Research in Indonesia Forestry Research for Sustainable Forest Management and Community Welfare*. Forda (Forestry Research and Development Agency) Ministry of Forestry-Republic of Indonesia. Jakarta, Indonesia 27-28, 2013. ISBN: 978-979-8452-62-8, 248-253.
- Simon, H. (1996). *Metode Inventore Hutan*, Edisi I (Cetakan ke-2) Yogyakarta: Aditya Media.
- Stefenon, V.M., O. Galling, and R. Finkeldey. (2006). Phylogenetic Relationship within Genus *Araucaria* (*Araucariaceae*) Assessed by Means of AFLP Fingerprints. *Silvae Genetica*, 55(2), 45-52.
- Setiadi, D. dan M. Susanto. (2012). Variasi Genetik pada Kombinasi Uji Provenans dan Uji Keturunan *Araucaria cunninghamii* di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6(3), 157-165.
- Susila, I.W.W. (2011). Model Dugaan Volume dan Riap Tegakan Sengon (*Paraserienthes falcataria* Beker) di desa Suter, Kintamani Bali. *Agroteksos*, 21(1), 29-38.
- Weng, Y.H., K.J. Tosh., Y.S. Park., and M.S. Fullarton. (2007). Age-age Trends in Genetic Parameters for Jack Pine and Their Implications for Early Selection. *Silvae Genetica*, 56(5), 242-252.
- White, T.L., W.T. Adam, and D.B. Neale. (2007). *Forest Genetic*. UK: CABI Publishing.
- William E.R. and A.C. Matheson. (1994). *Experimental Design and Analysis for Use in Tree Improvement*. Australia: ACIAR-CSIRO.
- Zhi-Gang, P. and D.G Nikles. (1996). Ten-year result of a provenance test of Caribbean pine in south China. Tree Improvement for Sustainable tropical forestry. *QFRI-IUFRO Conference*. Caloundra, Queensland, Australia. 27 October-1 November 1996, 108-109.
- Zobel, B.J. and J.T. Talbert. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. New York: John Willey and Sons. Inc.