PENINGKATAN GENETIK PADA PEMULIAAN *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*
*Genetic Improvement in The Breeding of *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi**

Mudji Susanto, Anto Rimbawanto, Prastyono dan Noor Khomsah Kartikawati

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta

Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta 55582

Telp. (0274) 895954, 896080, Fax. (0274) 896080

ABSTRACT

*The breeding program of *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* in Indonesia was started in 1994 by the Institute for Biotechnology and Forest Tree Improvement in cooperation with CSIRO-Australia. An assessment of progeny test of *M. cajuputi* at Paliyan at 23 months and at Sukun, Ponorogo at 36 months old were conducted to ascertain the patterns of genetic variation in growth and foliar oil and to estimate genetic parameters in growth and foliar oil. Based on the evaluation, genetic variation on growth and oil yield were high. Genetic gain estimation for growth and oil yield were 11.83 to 20.38 % in the progeny test seedling seed orchard of *M. Cajuputi* at Sukun, Ponorogo.*

Key Words : *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*, oil concentration, 1,8-cineole, progeny test, genetic parameter

ABSTRAK

Pemuliaan *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* di Indonesia dimulai tahun 1995 oleh kerjasama antara Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan dengan CSIRO-Australia. Evaluasi uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan pada umur 23 bulan dan di Sukun, Ponorogo umur 36 bulan telah dilakukan untuk mempelajari variasi genetik pertumbuhan kayu putih dan estimasi parameter genetik pertumbuhan dan sifat minyak. Hasil evaluasi di kedua kebun benih uji keturunan tersebut menunjukkan adanya keragaman genetik pada pertumbuhan dan sifat minyak. Prediksi peningkatan genetik sifat pertumbuhan dan rendemen minyak melalui seleksi pada kebun benih uji keturunan di Sukun, Ponorogo antara 11,83% sampai dengan 20,38%.

Kata Kunci : *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*, konsentrasi minyak, 1,8-cineole, uji keturunan, parameter genetik

I. PENDAHULUAN

Kegiatan pemuliaan pada dasarnya bertujuan untuk menghasilkan benih unggul melalui serangkaian kegiatan, antara lain seleksi, pengujian, perkawinan (persilangan), pembangunan kebun benih dan produksi benih. Salah satu persyaratan yang penting dalam melaksanakan pemuliaan suatu sifat dari suatu spesies pohon adalah variasi genetik yang cukup luas. Dengan demikian suatu populasi dasar dengan basis genetik yang luas sangat diperlukan dalam uji keturunan untuk membangun populasi pemuliaan yang akan menghasilkan genotip superior dengan variasi yang tinggi melalui perkawinan. Untuk memproduksi benih yang dapat mencukupi kebutuhan, maka dibangun sumber benih dari hasil perbanyakan atau replikasi populasi pemuliaan.

Pada tahun 1995, program pemuliaan tanaman *M. cajuputi* dimulai atas kerjasama antara Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan-Yogyakarta dengan CSIRO Forestry and Forest Product-Australia. Doran *et al.* (1998) telah menyusun *breeding plan M. cajuputi* di Indonesia sebagai berikut :

1. Pembangunan Uji Keturunan
2. Pembangunan Kebun pangkas dan Uji Klon
3. Plot perolehan genetik
4. Pembangunan tegakan provenansi
5. Penyerbukan Buatan

Kerjasama tersebut telah menghasilkan antara lain: "*Breeding Plan for Melaleuca cajuputi in Indonesia*", benih *M. cajuputi* dari seleksi pada tegakan alam di Kepulauan Maluku dan Northern Australia serta dari tegakan tanaman di P. Jawa, pembangunan populasi dasar *M.*

cajuputi yaitu melalui pembangunan uji keturunan *M. cajuputi* skala kecil di Paliyan, Gunungkidul, D.I. Yogyakarta, pembangunan uji keturunan *M. cajuputi* skala produksi di Gundih Jawa Tengah dan Sukun, Ponorogo Jawa Timur, dan pembangunan plot provenan *M. cajuputi* di Purwobinangun-Yogyakarta.

Evaluasi untuk melihat keragaman genetik dari beberapa sifat yang penting di uji keturunan di Paliyan dan Sukun, Ponorogo sangat diperlukan. Keragaman genetik dari sifat kuantitatif penting tersebut diukur dan ditentukan melalui estimasi parameter genetik. Sifat-sifat yang penting yang mempunyai korelasi pada peningkatan produksi dan kualitas minyak kayu putih adalah pertumbuhan, kadar 1,8-cineole dalam minyak dan rendemen minyak.

II. METODE PENELITIAN

A. Kebun Benih Uji Keturunan Kayu Putih di Paliyan, Gunungkidul

1. Bahan

Kebun Benih Uji keturunan Kayu Putih dibangun Maret 1998 di Paliyan, Gunungkidul. Uji keturunan tersebut secara geografis terletak pada 8° LS dan 110°29'59" BT dengan ketinggian kurang lebih 60 m dari permukaan laut. Uji keturunan tersebut ditanam pada lahan bekas tanaman *Gliricidia* dengan jenis tanah Vertisol. Suhu tertinggi (maksimal) rata-rata sebesar 33°C dan suhu terendah (minimal) rata-rata sebesar 25°C. Curah hujan tahunan antara 1.000 mm sampai dengan 1.500 mm dengan 7-8 bulan kering. Uji keturunan tersebut dibangun dengan menggunakan 20 famili yang terdiri dari 18 famili berasal dari 6 provenan *M. cajuputi* subsp.

cajuputi dari tegakan alam dari Kepulauan Maluku dan Australia bagian utara.

Kebun benih uji keturunan tersebut dibangun dengan desain blok tak lengkap dengan 10 ulangan dengan blok tak lengkap. Jumlah pohon setiap plot adalah 10 dengan model linier (baris) dengan jarak tanam 3 m antar baris dan 1,5 m antar pohon di dalam baris. Informasi benih yang digunakan di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan disajikan pada Tabel 1.

2. Pengukuran

Pada umur 23 bulan kebun benih uji keturunan tersebut dilakukan pengukuran dari 4 sifat yang meliputi : tinggi pohon, diameter pohon, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole. Pengukuran rendemen minyak dengan cara sampel daun disuling di laboratorium, sedangkan kadar 1,8-cineole diukur menggunakan Gas Chromatography (GC).

Tabel 1. Informasi benih yang digunakan di uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan, Gunungkidul

No. Grup provenans	Nama grup provenans (Provenance)	No. Famili	Nama Provenans	Garis lintang (Selatan)	Garis Bujur (Timur)	Tinggi tempat d.p.l (m)
1	Buru Island, Indonesia	1	Ratgelombe ng	03°08'33"	126°54'36"	40
		2	Masarete	03°22'38"	127°08'12"	20
		3	Masarete	03°22'38"	127°08'12"	20
		5	Masarete	03°22'38"	127°08'12"	20
		25	Masarete	03°22'38"	127°08'12"	20
2	Ceram Island, Indonesia	8	Waipirit	03°19'43"	128°20'20"	10
		9	Pelita Jaya	03°03'00"	128°08'00"	100
		10	Pelita Jaya	03°03'00"	128°08'00"	100
		11	Pelita Jaya	03°03'00"	128°08'00"	100
		12	Cotonea	03°04'22"	128°08'00"	30
		13	Cotonea	03°04'22"	128°08'00"	30
		14	Cotonea	03°04'22"	128°08'00"	30
3	Ambon Island Indonesia	18	Suli	03°37'02"	128°18'40"	60
4	Northern Territory Australia	19	Wangi	13°09'	130°35'	30
		20	Port Keats	14°14'02"	129°31'11"	5
5	Western Australia	21	Beagle Bay	16°58'33"	122°40'04"	10
		22	Beagle Bay	16°58'33"	122°40'04"	10
		23	Waterbank	17°46'	122°16'	10
6	Gundih Java Indonesia	24	Gundih Pltn (Control)	07°11'07"	110°54'19"	60
7	<i>M. viridiflora</i> Tanimbar Indonesia	15	Selaru Island	08°12'24"	130°59'48"	15

B. Kebun Benih Uji Keturunan Kayu Putih di Sukun, Ponorogo

1. Bahan

Kebun Benih Uji keturunan Kayu Putih dibangun Desember 2000 di Sukun, Ponorogo. Uji keturunan tersebut secara geografis terletak pada $7^{\circ}52'31''$ S lintang selatan dan $111^{\circ}33'22''$ bujur timur dengan ketinggian 261 m dari permukaan laut. Suhu tertinggi (maksimal) rata-rata sebesar 32°C dan suhu terendah (minimal) rata-rata sebesar 15°C . Curah hujan tahunan antara kurang lebih 800 mm dengan 7 bulan kering. Uji keturunan tersebut dibangun dengan menggunakan 82 famili berasal dari 6 provenan *M. cajuputi* subsp. *cajuputi* dari tegakan alam dari Kepulauan Maluku dan hutan tanaman dari Gundih, Jateng dan Ponorogo, Jatim.

Kebun benih uji keturunan tersebut dibangun dengan desain blok tak lengkap dengan 4 ulangan dengan blok tak lengkap. Jumlah pohon setiap plot adalah 6 dengan 3 pohon kearah kolom dan 2 pohon kearah baris dengan jarak tanam 4 m antar baris dan 2 m antar di dalam baris.

Informasi benih yang digunakan di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan disajikan pada Tabel 2.

2. Pengukuran

Pada umur 36 bulan kebun benih uji keturunan tersebut dilakukan pengukuran dari 4 sifat yang meliputi : tinggi pohon, diameter pohon, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole. Pengukuran rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole menggunakan GC.

C. Analisa Statistik

1. Analisa varian

Data dari hasil pengukuran di atas kemudian dianalisa secara statistik. Model analisis varian yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

Y_{ijkl} adalah rata-rata plot famili ke-m di dalam provenan ke-l pada kolom ke-k dalam ulangan i dan baris ke-j dalam ulangan i pada ulangan ke-i

Tabel 2. Informasi benih yang digunakan di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan

No. Grup Provenan	Jumlah famili	Nama Provenan	Garis lintang (Selatan)	Garis Bujur (Timur)	Tinggi tempat d.p.l (m)
1	1	Masarete-Buru	$03^{\circ}22'55''$	$127^{\circ}07'48''$	15
2	6	Cotonea-Ceram	$3^{\circ}04'19''$	$128^{\circ}06'43''$	20-60
3	21	Suli	$03^{\circ}36'40.8''$	$128^{\circ}18'01.6''$	60
4	26	Pelitajaya-Ceram	$03^{\circ}03'43.8''$	$128^{\circ}08'26.1''$	80-120
5	11	Ponorogo-Jatim	$7^{\circ}52'30''$	$111^{\circ}33'20''$	258
6	17	Gundih -Jateng	$07^{\circ}11'07''$	$110^{\circ}54'19''$	60

μ adalah rata-rata umum

B_i adalah pengaruh ulangan ke- i

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

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

G_l adalah pengaruh grup atau provenan ke- l

$F_{m(l)}$ adalah pengaruh famili ke- m yang bersarang (*nested*) dalam grup atau provenan ke- l

e_{ijklm} adalah pengaruh sisa (residual)/error

2. Heritabilitas individu

Komponen varian famili dalam provenans digunakan untuk mengestimasi nilai heritabilitas individu (dinotasikan 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 = varian diantara famili dalam provenan

σ_p^2 = varian phenotipik

$$= (\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_t^2)$$

σ_m^2 = varian diantara plot

σ_t^2 = varian diantara pohon dalam plot

(Williams & Matheson, 1994)

Koefisien kekerabatan untuk menghitung heritabilitas individu adalah 0,4 lebih besar dari pada 0,25 untuk famili-famili *half-sib*, hal ini disebabkan karena famili-famili dari tegakan alam *M. cajuputi* dalam open polinasi biasanya ada yang *inbreeding* dari hasil *selfing* dan *neighbourhood inbreeding*.

3. Perolehan genetik

Menurut Shelbourne (1992) bahwa prediksi perolehan genetik (ΔG) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta G = h_i^2 * i * \sigma_p^2$$

Keterangan :

i = intensitas seleksi

h_i^2 = heritabilitas individu untuk suatu sifat

σ_p^2 = varian phenotipik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Evaluasi

Rata-rata tinggi pohon diameter batang setinggi 30 cm, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole dari hasil evaluasi kebun benih uji keturunan *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* di Paliyan pada umur 23 bulan disajikan pada Tabel 3.

Rata-rata tinggi pohon diameter batang, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole dari hasil evaluasi kebun benih uji keturunan *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* di Sukun-Ponorogo umur 36 bulan disajikan pada Tabel 4.

Analisis keragaman dari data yang diperoleh untuk tinggi pohon, diameter, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole di uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun-Ponorogo pada umur 36 bulan disajikan pada Tabel 5.

Estimasi heritabilitas individu dari tinggi, diameter, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan disajikan pada Tabel 6.

Table 3. Rata-rata tinggi pohon, diameter, rendemen minyak and kadar 1,8-cineole dari famili dan provenan *M. cajuputi* subsp. *cajuputi* pada uji keturunan di Paliyan pada umur 23 bulan

No. Grup Provenan	Nama Grup Provenan	No. Kode Famili	Nama Provenan	Tinggi pohon (m)	Diameter (cm)	Rendemen minyak (W/W% DW)	Kadar 1,8-cineole (% dari total minyak)
1	Pulau Buru	1	Ratgelombe ng	3,0	3,5	1,9	42,7
		2	Masarete	2,6	2,8	1,8	60,2
		3	Masarete	2,6	2,8	1,7	50,9
		5	Masarete	2,4	2,7	1,5	53,4
		25	Masarete	3,0	3,3	1,4	51,3
	Rata-rata grup 1			2,7	3,0	1,6	51,7
2	Pulau Seram	8	Waipirit	2,7	3,3	1,5	44,5
		9	Pelita Jaya	2,3	2,2	1,6	47,2
		10	Pelita Jaya	2,5	2,7	2,1	46,5
		11	Pelita Jaya	2,4	3,0	1,4	57,6
		12	Cotonea	2,4	2,7	1,4	53,9
		13	Cotonea	2,6	3,0	1,5	49,2
		14	Cotonea	3,1	3,5	2,3	53,5
	Rata-rata grup 2			2,6	3,0	1,7	50,5
3	Pulau Ambon	18	Suli	2,2	2,5	2,1	49,6
4	Northern Territory	19	Wangi	2,7	3,2	1,3	56,1
		20	Port Keats	2,5	2,8	1,8	55,3
	Rata-rata grup 4			2,6	3,0	1,5	55,7
5	Western Australia	21	Beagle Bay	1,9	1,5	2,1	45,5
		22	Beagle Bay	2,5	3,2	1,4	49,3
		23	Waterbank	2,4	2,8	1,7	47,4
	Rata-rata grup 5			2,3	2,6	1,7	47,6
6	Gundih	24	Gundih Pltn (Control)	3,2	3,8	1,4	51,3

(Sumber : Susanto *et al.*, 2003)

Estimasi heritabilitas individu dari tinggi, diameter, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun, Ponorogo disajikan pada Tabel 7.

Table 4. Rata-rata tinggi pohon, diameter, rendemen minyak and kadar 1,8-cineole provenan *M. cajuputi subsp. cajuputi* pada uji keturunan di Sukun, Ponorogo umur 36 bulan

Nama Provenan	Tinggi pohon (cm)	Diameter (cm)	Rendemen (%)	1,8-Cineole (%)
Masarete-Buru	342,50	5,74	4,12	42,25
Cotonea-Ceram	320,84	5,17	3,61	38,65
Suli-Ambon	388,43	4,56	4,25	39,11
Pelitajaya-Ceram	324,97	5,11	3,45	39,98
Ponorogo-Jatim	347,06	6,16	3,44	39,57
Gundih -Jateng	358,95	6,31	4,26	37,77

Tabel 5. Analisis varian ke 4 sifat di uji keturunan *M. cajuputi* umur 36 bulan di Sukun, Ponorogo

Sumber variasi	db	Kuadrat Tengah			
		Tinggi	Diameter	Rendemen minyak	1,8-cineole
Ulangan	3	111710,62 ***	5,69 *	1781,57 ***	277,80 NS
Baris (Ulangan)	36	11698,96 ***	6,54 ***	365,24 ***	103,50 NS
Kolom (Ulangan)	36	101142,56 ***	3,73 ***	153,13 NS	149,76 NS
Provenan	5	101855,82***	79,92***	1161,12***	99,70 NS
Famili (Provenan)	76	6926,24***	2,29***	202,18***	184,60 NS
Error	925	3737,52	1,51	148,22	151,08

Keterangan: * = signifikan pada taraf uji $0,01 < P < 0,05$;
*** = signifikan pada taraf uji $P < 0,01$
NS = tidak berbeda nyata

Tabel 6. Estimasi heritabilitas individu dari 4 sifat di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan umur 23 bulan

Sifat	σ^2_t	σ^2_m	σ^2_f	h^2_i
Tinggi pohon	0,613	0,019	0,112	0,38
Diameter	0,826	0,101	0,216	0,47
1,8-Cineole	62,741	- 6,452	15,323	0,53
Rendemen Minyak	0,491	0,004	0,094	0,40

(Sumber : Susanto, 2002)

Keterangan:
 σ^2_t = varians pohon di dalam plot
 σ^2_m = varians plot
 σ^2_f = varian famili
 h^2_i = heritabilitas individu

Estimasi heritabilitas individu dan perbaikan atau perolehan genetik dari tinggi pohon, diameter, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole di kebun benih uji keturunan di Paliyan disajikan pada Tabel 8.

Estimasi heritabilitas individu dan perbaikan atau perolehan genetik dari tinggi pohon, diameter, rendemen minyak dan kadar 1,8-cineole kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun, Ponorogo disajikan pada Tabel 9.

Tabel 7. Estimasi heritabilitas individu dari 4 sifat di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun, Ponorogo umur 36 bulan

Sifat	σ^2_t	σ^2_m	σ^2_f	h^2_i
Tinggi pohon	3076,46	540,14	880,17	0,49
Diameter	1,30	0,22	0,54	0,65
1,8-Cineole	147,64	-16,00	7,97	1,14
Rendemen Minyak	142,36	-17,25	22,39	0,38

Keterangan:

σ^2_t = varians pohon di dalam plot

σ^2_m = varians plot

σ^2_f = varians famili

h^2_i = heritabilitas individu

Table 8. Estimasi perolehan genetik dari 4 sifat di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan umur 23 bulan dengan mempertahankan 15 famili terbaik

Sifat	Rata-rata kebun benih	σ^2_p	ΔG	ΔG (%)
Tinggi (m)	2,5	0,74	0,38	15
Diameter (cm)	2,9	1,14	0,58	20
Kadar 1,8-cineole (%)	50,8	71,61	5,3	10
Rendemen Minyak	1,7	0,59	0,36	21

(Sumber : Susanto *et al.*, 2003)

Keterangan:

σ^2_p = varians fenotipik, ΔG = perolehan genetik

Table 9. Estimasi perolehan genetik dari 4 sifat di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun, Ponorogo umur 36

Sifat	Rata-rata kebun benih	σ^2_p	ΔG	ΔG (%)
Tinggi (cm)	323,10	4496,77	38,21	11,83
Diameter (cm)	5,32	2,06	1,09	20,38
Kadar 1,8-cineole (%)	39,42	139,61	1,92	4,88
Rendemen Minyak (%)	3,84	147,50	0,54	13,97

Keterangan :

σ^2_p = varians fenotipik, ΔG = perolehan genetik

B. Keragaman genetik pertumbuhan dan sifat minyak

Hasil evaluasi kebun benih uji keturunan di Paliyan menunjukkan adanya keragaman pertumbuhan dan sifat minyak diantara famili maupun provenan. Diantara famili, besarnya rendemen minyak berkisar antara 1,3% s/d 2,3% dan besarnya kadar 1,8-cineole berkisar antara 42,7% s/d 60,2 %.

Data pada uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan menunjukkan adanya individu pohon yang mempunyai kualitas minyak yang superior yaitu rendemen minyak sampai 4,78% dan kadar 1,8-cineole sampai 73%. Individu-individu pohon yang mempunyai sifat-sifat yang superior tersebut dipilih untuk dijadikan sumber bahan vegetatif untuk pembuatan kebun pangkas atau dapat dijadikan sumber benih klon. Dalam memilih individu pohon, setiap pohon yang terpilih tidak boleh dari satu famili, atau dengan kata lain setiap satu famili hanya diwakili oleh satu pohon yang terbaik. Famili yang dipilih juga harus merupakan famili-famili yang unggul.

Tabel 5 menunjukkan adanya keragaman diantara ulangan pada tinggi pohon, diameter batang dan rendemen minyak pada uji keturunan *M. Cajuputi* di Sukun Ponorogo, sedangkan kadar 1,8-cineole menunjukkan tidak adanya keragaman. Perbedaan baris di dalam ulangan juga menyebabkan keragaman pada tinggi pohon, diameter batang dan rendemen minyak. Namun perbedaan kolom di dalam ulangan hanya mempengaruhi terhadap tinggi pohon dan diameter batang saja, sedangkan keragaman untuk kedua sifat minyak tidak signifikan adanya perbedaan kolom tersebut. Adanya keragaman ketiga sifat tersebut yang disebabkan oleh baris di

dalam ulangan menandakan bahwa di dalam ulangan terdapat perbedaan lingkungan tempat tumbuh searah baris.

Keragaman tinggi pohon, diameter batang dan rendemen minyak signifikan pada level famili di dalam provenan dan provenan, tetapi kadar 1,8-cineole tidak signifikan pada level famili di dalam provenan dan level provenan. Hal tersebut berarti bahwa sumber geografi tidak mempengaruhi keragaman terhadap kadar 1,8-cineole tersebut.

Diantara provenan rata-rata besarnya tinggi pohon berkisar antara 320,84 - 388,43 cm, diameter batang berkisar antara 5,11 - 6,31 cm dan rendemen minyak berkisar antara 3,44% s/d 42,26%. Provenan Gundih mempunyai rendemen minyak tertinggi yaitu rata-rata sebesar 4,26%, hal ini selisih sedikit dengan rendemen minyak dari Masarete-Buru. Salah satu referensi menyebutkan bahwa tanaman kayu putih di Gundih berasal dari P. Buru yang datangkan oleh pemerintah Belanda pada tahun pada abad 1926 (Doran *et al.*, 1998). Hal ini menyebabkan provenan Gundih mempunyai rendemen minyak yang tinggi sebanding dengan provenan Buru.

Keragaman yang sangat tinggi pada tinggi pohon, diameter batang dan rendemen minyak diantara famili di dalam provenan mengindikasikan bahwa diantara famili mempunyai keragaman genetik yang tinggi untuk ketiga sifat tersebut. Induk pohon dari famili-famili yang diuji mempunyai perbedaan tempat tumbuh terutama tinggi tempat dan garis lintang. Tinggi tempat sangat berhubungan dengan suhu udara, sedangkan garis lintang berhubungan dengan intensitas cahaya matahari yang diterima.

Keragaman yang tinggi pada tiga sifat tersebut diantara famili pada kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun, Ponorogo tersebut sangat menguntungkan pada program pemuliaan yang mengandalkan seleksi. Keragaman yang disebabkan oleh perbedaan famili juga dilaporkan oleh Doran *et al.* (1997) di uji keturunan *M. alternifolia* dan *M. linariifolia* di Australia, bahwa perbedaan provenan dan perbedaan famili di dalam provenan sangat signifikan terhadap keragaman rendemen minyak.

C. Peningkatan genetik

Menurut data hasil penelitian pada uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan tersebut, peningkatan sifat minyak dapat mencapai 10% - 21% dan pertumbuhan mencapai 15% - 20 % dari rata-rata setelah seleksi pertama. Waktu yang diperlukan untuk pencapaian peningkatan genetik tersebut adalah kurang dari 4 tahun dari mulai penanaman uji keturunan, waktu tersebut lebih pendek bila dibandingkan dengan yang dicapai pada jenis *M. alternifolia* di Australia yaitu 6 tahun untuk mencapai peningkatan 30% untuk sifat minyak (Doran *et al.*, 1997). Berdasarkan hasil dari evaluasi di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Paliyan tersebut, maka prediksi perolehan genetik dari pertumbuhan dan sifat minyak akan diuji di lapangan dengan lokasi di dekat uji keturunan tersebut dalam bentuk uji perolehan genetik (*genetic gain trial*).

Hasil analisa data dari kebun benih uji keturunan kayu putih di Sukun, Ponorogo menunjukkan heritabilitas individu untuk pertumbuhan dan rendemen minyak tergolong tinggi, sedangkan kadar 1,8-cineole tergolong

rendah, hal ini menunjukkan bahwa variasi genetik pertumbuhan dan rendemen minyak cukup tinggi sehingga sifat-sifat tersebut dapat ditingkatkan melalui program seleksi.

Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 memperlihatkan bahwa varian pohon di dalam plot lebih tinggi daripada varian lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman kayu putih memiliki sistem perkawinan secara alami yakni penyerbukannya terbuka secara bebas, sehingga satu pohon induk betina dapat dikawini oleh banyak pohon jantan di sekitarnya. Menurut Kartikawati (2008), besarnya nilai *outcrossing rate* pada tanaman kayu putih adalah 0,95. Besarnya nilai *outcrossing rate* ini akan mempengaruhi besarnya keragaman genetik keturunan-keturunan dalam satu famili.

Berdasarkan prediksi perolehan genetik sifat pertumbuhan dan rendemen minyak antara 11,83% sampai dengan 20,38% dari rata-rata di kebun benih uji keturunan tersebut.

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 4 sifat di kebun benih uji keturunan *M. Cajuputi* di Sukun, Ponorogo pada umur 36 bulan, maka strategi pemuliaan kayu putih di masa mendatang harus disusun lebih terarah pada sifat pertumbuhan dan rendemen minyak. Pertumbuhan dan rendemen minyak mempunyai variasi genetik yang cukup besar. Kadar 1,8-cineole tidak mempunyai variasi genetik yang cukup di kebun benih uji keturunan *M. cajuputi* di Sukun, Ponorogo, sehingga perlu dibuat strategi pemuliaan kadar 1,8-cineole yang efisien agar kadar cineole tersebut dapat ditingkatkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada :

- Dr. John C. Doran, CSIRO-Australia
- Dr. Eko Bhakti Hardiyanto, Dosen Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta yang telah banyak memberi masukan dalam penulisan ini.
- Sukijan (teknisi litbang kayu putih Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta).

DAFTAR PUSTAKA

- Doran, J.C., Baker, G.R., Murtagh G.J. and Southwell, I.A. 1997. Improving tea tree yield and quality through breeding and selection. RIRDC Research Paper Series No 97/53. Project No. DAN-87A.
- Doran, J.C., Rimbawanto, A., Gunn B.V. and Nirsatmanto A. 1998. Breeding plan for *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* in Indonesia. CSIRO Forestry and Forest Products, Australian Tree Seed Centre and Forest Tree Improvement Research and Development Institute, Indonesia.
- Kartikawati, N.K. 2008. Sistem perkawinan kayu putih (*Melaleuca cajuputi*). Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. Vol 5 Suplemen No 1. September 2008.
- Shelbourne C.J.A. 1992. Genetic gain from different kinds of breeding population and seed or plant production population. IUFRO paper in symposium "Intensive Forestry: The Role of Eucalyptus" held in Durban, South Africa, in September 1991.
- Susanto M. 2002. Evaluasi Uji Keturunan *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* umur 23 Bulan Di Paliyan Gunungkidul. Tesis Program Studi Ilmu Kehutanan Jurusan Ilmu-ilmu Pertanian. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Susanto, M., J. Doran, R.Arnold, and A. Rimbawanto. 2003. Genetic Variation in Growth and Oil Characteristic of *Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi* and Potential for Genetic Improvement. Journal of Tropical Forest Science. FRIM Kepong, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Williams, E.R. and Matheson, A.C. 1994. Design and Analysis of Trials for Use in Tree Improvement. CSIRO, Melbourne.