**VARIASI PERTUMBUHAN PADA UJI KETURUNAN MERBAU
(*Intsia bijuga* O.Ktze) DI SOBANG, BANTEN**

*Growth variations in progeny test of Merbau (*Intsia bijuga* O.Ktze) in Sobang, Banten*

Mahfudz¹, M. Na'iem², Sumardi² dan E.B Hardiyanto²

¹Balai 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

²Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Jogjakarta
Jl. Flora, Bulaksumur Yogyakarta 55582, Telp. (0274) 584136, Fax. (0274) 550541

ABSTRACT

The aims of this study were to investigate the adaptability, genetic variation of growth character, and genetic correlation among tested plants. The design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 100 tested families from 8 populations, with 4 tree plots and 6 replications. The spacing was 4mx4m. The results showed that adaptabilty of plant was very good, with high percentage of plant survival (91.64%). There were significants variations within families and within populations on height, diameter and branching. The individual heritability (h^2_i) on height and diameter were high (0.50 and 0.40) and moderate on branching (0.24). The family heritability (h^2_f) was moderate on height, diameter and branching (0.56, 0.50, and 0.46 respectively). The genetic correlation (rg) between plant height and diameter was 0.96.

Key Words : *Merbau, adaptability, heritability, genetic correlation*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan hidup tanaman, variasi genetik karakter pertumbuhan dan korelasi genetik antar karakter tanaman. Uji keturunan dibangun di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Sobang Banten. Rancangan yang digunakan adalah RCBD, terdiri dari 100 famili dari 8 populasi, 4 pohon perplot, dan 6 ulangan. Jarak tanam yang digunakan adalah 4m x 4m. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan hidup tanaman sangat baik yang ditunjukkan dengan persen hidup yang tinggi yaitu 91,64%. Terdapat perbedaan yang nyata diantara famili maupun populasi yang diuji untuk karakter tinggi, diameter dan percabangan. Nilai taksiran heritabilitas individu (h^2_i) untuk sifat tinggi dan diameter tergolong tinggi (0,50 dan 0,40) serta sedang untuk percabangan (0,24). Sedangkan heritabilitas famili (h^2_f) tergolong sedang untuk parameter tinggi, diameter dan percabangan (0,56, 0,50 dan 0,46). Korelasi genetik (rg) antara pertumbuhan tinggi dan diameter adalah 0,96.

Kata Kunci : *Merbau, adaptabilitas, heritabilitas, korelasi genetik*

I. PENDAHULUAN

Intsia bijuga atau merbau merupakan salah satu jenis tanaman yang sudah sangat dikenal dalam perdagangan kayu di Indonesia maupun dunia karena kegunaan dan nilai ekonominya yang tinggi. Kayu merbau banyak digunakan untuk konstruksi bangunan, bantalan kereta api, rangka jembatan, dinding, lantai, moulding, dan furnitur. Limbahnya juga dapat digunakan untuk briket arang. Penyebaran jenis ini di Indonesia meliputi Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Timor, Maluku dan Papua. Potensi kayu merbau terbesar di Indonesia saat ini berada di Papua yang mencakup Propinsi Papua dan Papua Barat yaitu mencapai 84,4% dari seluruh merbau yang diproduksi (Tong *et al.*, 2009). Wilayah yang berpotensi mempunyai tegakan merbau pada hutan produksi di Papua seluas 16.705.921 ha mencapai 5.615.137 ha dengan potensi merbau pada 50 cm *up* sebesar 13,67 m³/ha (Kayoi, 2009).

Kebutuhan akan merbau di pasar lokal, regional, nasional bahkan di pasaran internasional mengalami peningkatan yang cukup signifikan, sehingga sering penawaran dan permintaan tidak seimbang (permintaan selalu lebih tinggi dibanding penawaran). Pemenuhan kebutuhan kayu merbau sampai saat ini masih dilakukan dari hutan alam. Tekanan yang tinggi terhadap hutan alam merbau perlu diimbangi dengan upaya penanaman yang memadai. Apalagi jenis ini pernah direkomendasikan untuk digunakan dalam pembangunan hutan tanaman khususnya di Papua yaitu sebagai bahan baku industri (Tokede dkk., 2006). Apabila pembangunan hutan tanaman merbau dapat dilakukan, maka keberadaan hutan alam tropika humida

tentunya akan dapat dipertahankan untuk fungsi ekologis maupun ekonomis bagi masyarakat di sekitar hutan.

Untuk mendukung upaya penanaman dan pembangunan hutan tanaman, maka ketersediaan benih unggul sangat diperlukan mengingat pertumbuhan merbau sangat lambat. Penggunaan benih terutama benih hasil pemuliaan diharapkan akan dapat meningkatkan produktivitas tanaman merbau. Kegiatan pemuliaan dimaksudkan untuk mengoptimalkan atau memaksimalkan perolehan genetik untuk sifat-sifat tertentu seperti persen jadi tanaman, pertumbuhan, bentuk batang, kemampuan adaptabilitas dan sifat-sifat lain yang diinginkan (Zobel dan Talbert, 1984). Kegiatan pemuliaan merbau yang mempunyai peran strategis sebagai landasan dasar dalam pembangunan hutan tanaman (Trihartono dan Mahfudz, 2007) sampai saat ini belum banyak dilakukan. Oleh karena itu upaya pemuliaan antara lain melalui pembangunan uji keturunan sangat diperlukan dalam menyediakan benih unggul merbau tersebut.

Terkait dengan kebutuhan benih merbau unggul, pada tahun 2008 Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (B2PBPTH) telah membangun uji keturunan merbau yang berlokasi di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Sobang, Banten. Pembangunan uji keturunan dilakukan untuk menguji berbagai famili merbau yang berasal dari berbagai sebaran merbau di Papua, Papua Barat dan Banten. Plot uji keturunan ini nantinya akan dikonversi menjadi kebun benih semai merbau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan hidup tanaman, variasi genetik pada karakter pertumbuhan dan korelasi

genetik antar karakter tanaman pada plot uji keturunan merbau di KHDTK Sobang Banten umur 18 bulan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plot uji keturunan merbau di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Sobang. Secara geografis lokasi KHDTK Sobang terletak pada posisi $06^{\circ} 37'10'' - 06^{\circ} 38'15''$ LS dan $105^{\circ} 39'05'' - 105^{\circ} 40'15''$ BT. Berdasarkan pengelolaan hutan, KHDTK Sobang terletak di wilayah pemangkuan hutan RPH Tali Alas, BKPH Sobang, KPH Banten, Perum Pehutani Unit III Jawa Barat. Secara administrasi pemerintahan KHDTK Sobang terletak di Desa Karangbolong, Kecamatan Cigeulis, Kabupaten Pandeglang, Propinsi Banten. Ketinggian tempat bervariasi antara 85 - 175 m dpl. Jenis tanah pada lokasi ini podsolik merah kuning dan regosol. Topografinya bergelombang dengan kemiringan 0-8% dan 16-25%.

B. Metode Penelitian

Uji keturunan ditanam pada bulan Maret 2008, dirancang mengikuti rancangan acak lengkap berblok (*Randomized Complete Blok Design*) yang terdiri atas 8 populasi (Babo, Bintuni, Carita, Sorong, Manimeri, Oransbari, Sarmi dan Wasior), 100 famili, 4 pohon per plot dengan jumlah ulangan 6. Jarak tanam yang digunakan dalam plot uji keturunan adalah 4 m x 4 m. Luas areal plot uji keturunan adalah 3,84 ha.

Pengukuran tinggi, diameter dan jumlah cabang dilakukan pada bulan Oktober 2009.

Pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan meteran, sedangkan pengukuran diameter setinggi 10 cm dilakukan menggunakan kaliper. Karakter percabangan dievaluasi menggunakan skor : 1 = jika percabangan sudah muncul dari pangkal batang, 2 = jika percabangan mulai muncul dari bagian tengah tanaman dan 3 = jika tidak ada percabangan.

C. Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan analisis varians. Jika terdapat perbedaan yang nyata akan dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Model untuk uji keturunan *half-sib* dengan rancangan acak lengkap berblok (*Randomized Complete Blok Design*), secara simbolis dapat disajikan sebagai berikut :

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

Keterangan :

Y_{ijkl} = Pengamatan pada individu pohon ke-l, dari populasi ke-j, famili ke-k dan blok ke-i;

μ = Rerata umum eksperimen;

B_i = Efek blok ke- i;

P_j = Efek populasi ke-j;

$F(P)_k$ = Efek famili ke-k yang bersarang dalam populasi ke- j;

$BF(P)_{ik}$ = Efek interaksi blok ke-i pada famili ke-k ;

E_{ijkl} = *Random error*. Pada analisis ini blok dan populasi diasumsikan sebagai variabel tetap (*fixed*), sedangkan famili diasumsikan sebagai variabel *random*.

Verifikasi data dilakukan untuk mendeteksi adanya pencilan sebelum melakukan analisis varians. Pencilan data kemudian dihilangkan dan tidak dimasukkan dalam analisis selanjutnya.

Heritabilitas individu dan famili ditaksir mengikuti rumus sebagai berikut (Hardiyanto, 2007) :

$$h_i^2 = \frac{3\sigma_f^2}{(\sigma_f^2 + \sigma_{bf}^2 + \sigma_e^2)}$$

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{(\sigma_f^2 + \sigma_{bf/b}^2 + \sigma_{e/nb}^2)}$$

Keterangan :

h_i^2 = heritabilitas individu;

h_f^2 = heritabilitas famili;

σ_f^2 = komponen varians famili;

σ_{bf}^2 = komponen varians interaksi blok dan famili;

σ_e^2 = komponen varians error;

n = rerata harmonik jumlah pohon per plot;

b = rerata harmonik jumlah blok.

Korelasi genetik antar sifat dihitung dengan menggunakan persamaan menurut Fins dkk. (1992) sebagai berikut :

$$r_{12} = \frac{\text{covala2}}{\sqrt{(\sigma_{a1}^2 \cdot \sigma_{a2}^2)}}$$

Keterangan :

r_{12} = korelasi genetik;

Cov a1a2 = komponen kovarians antara dua sifat;

σ_{a1}^2 = komponen varians aditif untuk sifat 1

σ_{a2}^2 = komponen varians aditif untuk sifat 2

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daya Adaptasi Tanaman

Berdasarkan pengamatan pada umur 18 bulan persentase hidup rata-rata tanaman mencapai 91,64%. Rata-rata persentase hidup yang tinggi menunjukkan kecenderungan adaptabilitas tanaman merbau yang baik di Sobang. Berdasarkan asal populasinya (Tabel 1), terdapat variasi persentase hidup diantara populasi. Populasi Wasior memberikan persentase hidup terendah (87,50%) dan populasi Muskona/Bintuni menunjukkan persentase hidup tertinggi (94,17%).

Adaptabilitas yang tinggi pada merbau dapat disebabkan oleh tingkat keragaman genetik merbau yang masih cukup tinggi. Rata-rata keragaman genetik merbau pada 6 populasi yaitu Waigo, Seram, Haltim, Nabire, Wasior dan Oransbari dengan analisis isoenzim sebesar 0,392 (Yudohartono, 2008), sedangkan rata-rata keragaman genetik empat populasi merbau (Manokwari, Nabire, Ternate dan Carita) yang diteliti dengan RAPD yaitu sebesar 0,296 (Rimbawanto dan Widyatmoko, 2006). Besarnya keragaman genetik dapat mencerminkan sumber genetik yang diperlukan untuk mendukung adaptasi ekologi suatu jenis dalam jangka pendek dan evolusi dalam jangka panjang (Lande dan Shannon, 1996). Rata-rata persentase hidup

Tabel 1. Persentase hidup tanaman merbau dari 8 populasi merbau

No	Populasi	Persentase hidup (%)
1	Babo	93,06
2	Muskona/Bintuni	94,17
3	Carita	89,44
4	Waigo/Sorong	93,75
5	Manimeri/Bintuni	93,40
6	Oransbari/Manokwari	88,54
7	Sarmi	90,83
8	Wasior	87,50
	Rata-rata	91,64

diatas 90% merupakan indikator yang baik dalam pertanaman uji (Na'iem, 2004). Selain itu kondisi plot uji keturunan di Sobang juga tidak jauh berbeda dengan persyaratan tumbuh merbau. Merbau tergolong jenis yang memiliki relung ekologis yang luas. Merbau dapat tumbuh pada tanah kering berbatu, tanah berpasir, tanah liat dan tanah lembab yang tidak tergenang air, mulai dataran rendah sampai dataran tinggi dengan elevasi 0 - 600 m dpl pada kisaran iklim yang cukup lebar yaitu tipe iklim A-D menurut tipe iklim Schmidth dan Ferguson (Tong dkk., 2009). Persentase hidup tanaman merbau yang tinggi yaitu mencapai 93% juga terjadi pada plot konservasi eksitu merbau di Bondowoso, Jawa Timur (Mahfudz dkk., 2009).

B. Keragaman Sifat Pertumbuhan

Hasil analisis data uji keturunan merbau umur 18 bulan menunjukkan rerata tinggi tanaman 0,78 m, diameter 0,91 cm dan skor percabangan 2,56. Hasil analisis varians

menunjukkan bahwa famili dan asal populasi berpengaruh secara signifikan terhadap sifat tinggi, diameter maupun percabangan tanaman ($\alpha = 0,01$) sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Variasi pertumbuhan pada tingkat populasi berkisar antara 0,69 m sampai 0,85 m untuk tinggi; 0,83 cm sampai 0,96 cm untuk diameter dan 2,24 - 2,67 cabang untuk percabangan. Peringkat pertumbuhan yang telah diuji dengan uji perbandingan berganda Duncan (Tabel 3) menunjukkan bahwa rerata pertumbuhan tinggi dan diameter terbaik dicapai oleh populasi dari Manimeri dan kemudian berturut-turut populasi dari Wasior, Muskona dan Babo. Nilai skor percabangan terbaik dicapai oleh populasi Wasior dan Manimeri yaitu 2,67.

Secara umum populasi-populasi dari Manimeri dan Muskona yang secara geografis berdekatan, memberikan pertumbuhan di lapangan yang lebih baik bila dibandingkan dengan populasi dari Sarmi, Sorong maupun

Tabel 2. Analisis varian pertumbuhan uji keturunan merbau umur 18 bulan di KHDTK Sobang

Sumber Variasi	db	Kuadrat Tengah	F hitung	Pr>F
a. Tinggi				
Blok	5	1,871	79,78**	<0,001
Populasi	7	1,278	54,49**	<0,001
Famili(P)	92	0,302	12,86**	<0,001
BlokxFam(P)	494	0,112	4,76**	<0,001
Error	1511	0,023		
b. Diameter				
Blok	5	0,624	26,62**	<0,001
Populasi	7	0,780	30,39**	<0,001
Famili(P)	92	0,183	7,31**	<0,001
BlokxFam(P)	494	0,076	3,26**	<0,001
Error	1511	0,023		
c. Percabangan				
Blok	5	2,235	8,68**	<0,001
Populasi	7	6,143	23,85**	<0,001
Famili(P)	92	0,900	3,500**	<0,001
BlokxFam(P)	494	0,540	2,10**	<0,001
Error	1493	0,260		

Keterangan : ** = signifikan pada taraf uji 1 %.

Carita. Informasi pertumbuhan khususnya tinggi dan diameter sangat penting untuk program pemuliaan selanjutnya terutama untuk melakukan seleksi. Adanya variasi suatu sifat yang muncul disebabkan karena sebaran geografis merbau yang luas. Zobel dan Talbert (1984) menyebutkan bahwa perbedaan geografi mempengaruhi sifat genetik.

Variasi juga terjadi pada famili penyusun uji keturunan di Sobang. Famili nomer 70, 81, 54, 112 dan 49 menempati 5 ranking teratas untuk tinggi, famili nomer 70, 5, 81, 114 dan 58 menempati 5 ranking teratas untuk diameter dan famili nomer 11, 91, 80, 50, dan 14 menempati ranking teratas untuk skor percabangan. Kelima ranking teratas dan terbawah untuk setiap parameter disajikan pada Tabel 4.

Merbau termasuk tanaman yang lambat tumbuh (*slow growing*), sehingga rerata tinggi tanaman pada umur 18 bulan sebesar 0,78 m dan diameter 0,91 cm masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan uji coba penanaman di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus

(KHDTK) Anggresi Manokwari. Dari hasil pengamatan satu tahun setelah penanaman, persentase hidup tanaman mencapai 79,24% dengan rata-rata riap tinggi 24,47 cm/tahun. Pertumbuhan merbau akan lebih cepat setelah umur 5 tahun. Pada umur lima tahun setelah penanaman riap tinggi rata-rata tahunan mencapai 89 cm/tahun dan riap diameter rata-rata tahunan sebesar 0,73 cm/tahun. Hasil pertumbuhan tanaman muda pada periode awal penanaman mengindikasikan bahwa jenis merbau memiliki prospek pertumbuhan yang baik di lapangan (Tokede dkk., 2006).

C. Taksiran Heritabilitas

Hasil perhitungan pada plot uji keturunan umur 18 bulan menunjukkan taksiran heritabilitas individu (h^2_i) untuk sifat tinggi dan diameter tergolong tinggi (0,50 dan 0,40) serta sedang untuk percabangan (0,24). Heritabilitas famili (h^2_f) tergolong sedang untuk parameter tinggi, diameter dan percabangan masing-masing 0,56, 0,50 dan 0,46. Heritabilitas individu (h^2_i) di bawah 0,1 dipandang rendah, 0,1 - 0,3 disebut

Tabel 3. Rerata pertumbuhan merbau dan hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

Populasi	Tinggi (m)	Diameter (cm)	Skor percabangan
Manimeri/Bintuni	0,85a	0,96a	2,67a
Wasiar	0,84a	0,95a	2,67a
Muskona/Bintuni	0,77b	0,90b	2,53b
Babo	0,76bc	0,89b	2,57ab
Oransbari/Manokwari	0,73cd	0,90b	2,62ab
Waigo/Sorong	0,72de	0,88b	2,51b
Sarmi	0,70de	0,84c	2,56ab
Carita	0,69e	0,83c	2,24c
Rata-rata	0,78	0,91	2,56

Keterangan : Angka-angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat $p = 0,05$

Tabel 4. Rangkang teratas dan terbawah berdasarkan uji DMRT DMRT
(*Duncan Multiple Range Test*) pada Uji Keturunan di Sobang

Rangking	No	Nomer Famili		
		Tinggi (m)	Diameter (cm)	Skor percabangan
Atas	1.	70 (1,18)	70(1,22)	11 (2,95)
	2.	81 (1,03)	5(1,20)	91 (2,95)
	3.	54 (1,01)	81(1,12)	80 (2,93)
	4.	112(1,01)	114(1,12)	50 (2,90)
	5.	49 (0,99)	58(1,11)	14 (2,90)
Bawah	1.	64 (0,59)	34 (0,76)	36 (2,00)
	2.	86 (0,58)	38 (0,76)	40 (2,00)
	3.	45 (0,56)	35 (0,72)	41 (2,00)
	4.	35 (0,53)	33 (0,72)	9 (1,96)
	5.	92 (0,48)	92 (0,68)	32 (1,89)

menengah dan di atas 0,3 dianggap tinggi (Cotterill dan Dean, 1990). Selanjutnya Leksono (1994) menyatakan bahwa heritabilitas famili (h^2_f) di bawah 0,40 rendah, 0,40 - 0,60 dikatakan heritabilitas menengah dan di atas 0,60 dianggap tinggi. Nilai heritabilitas famili untuk tinggi sebesar 0,56 menunjukkan bahwa 56% sifat tinggi diwariskan secara genetik, sedangkan pengaruh lingkungan adalah 44%. Nilai heritabilitas individu maupun famili yang tinggi dan sedang untuk karakter tinggi, diameter dan percabangan mengindikasikan bahwa variasi pertumbuhan sifat tinggi, diameter dan percabangan pada tingkat individu dan famili cukup kuat dipengaruhi faktor genetik. Pertumbuhan terus berlangsung karena umur tanaman yang masih muda. Nilai heritabilitas pada plot uji keturunan tersebut juga masih dapat berubah. Nilai heritabilitas pada tanaman umumnya akan selalu berubah seiring pertambahan umur dan perubahan lingkungan serta pengendalian genetik karakter tersebut (Zobel dan Talbert, 1984). Besarnya nilai heritabilitas yang tinggi pada ketiga sifat tersebut akan membantu kegiatan seleksi.

Tampake dan Luntungan (2002) menyebutkan bahwa heritabilitas dapat digunakan sebagai alat ukur seleksi yang efisien.

D. Korelasi Genetik

Perbaikan sifat melalui seleksi pada tanaman dapat memberi dampak yang positif atau negatif terhadap sifat tanaman (Tampake dan Luntungan, 2002). Untuk itu perlu dilakukan perhitungan korelasi antara suatu sifat dengan sifat lainnya sehingga hasil perbaikan suatu sifat secara tidak langsung telah mencakup perbaikan sifat-sifat lain. Falconer (1960) menyebutkan bahwa faktor genetik yang menyebabkan terjadinya korelasi antara lain karena adanya "pleiotropi" yaitu ekspresi beberapa sifat yang dikendalikan oleh satu gen. Korelasi yang terjadi merupakan hasil akhir dari pengaruh semua gen yang bersegregasi atau perubahan lingkungan yang mengendalikan sifat-sifat yang berkorelasi sehingga terjadi korelasi positif bila gen-gen yang mengendalikan 2 sifat yang berkorelasi meningkatkan keduanya, sedangkan korelasi negatif bila terjadi perlawanan.

Perhitungan korelasi genetik dilakukan untuk melihat hubungan keeratan secara genetik antara tinggi dan diameter pada uji keturunan merbau ini. Hasil perhitungan korelasi genetik yang positif antara tinggi dan diameter pada penelitian ini yaitu r_g sebesar 0,96, menunjukkan bahwa perbaikan sifat diameter akan diikuti sifat tinggi sebesar 96%. Korelasi genetik tersebut dapat dimanfaatkan untuk membantu kegiatan seleksi yang akan dilaksanakan, karena dengan menyeleksi diameter secara tidak langsung akan memperbaiki pertumbuhan tinggi (Hadiyan, 2009).

IV. KESIMPULAN

1. Kemampuan hidup tanaman pada plot uji keturunan pada umur 18 bulan di Sobang sangat baik yaitu mencapai 91,64%. Rata-rata persentase hidup yang tinggi menunjukkan kecenderungan adaptabilitas tanaman merbau yang baik di Sobang.
2. Terdapat perbedaan yang nyata diantara famili maupun populasi yang diuji untuk karakter tinggi, diameter dan percabangan. Nilai taksiran heritabilitas individu (h^2_i) untuk sifat tinggi dan diameter tergolong tinggi (0,50 dan 0,40) serta sedang untuk percabangan (0,24). Heritabilitas famili (h^2_f) tergolong sedang untuk parameter tinggi, diameter dan percabangan masing-masing 0,56, 0,50 dan 0,46.
3. Hasil perhitungan nilai korelasi genetik antara tinggi dan diameter pada penelitian ini tergolong tinggi ($r_g = 0,96$), yang mengindikasikan bahwa perbaikan sifat diameter akan secara kuat diikuti perbaikan sifat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cotteril, P.P dan C.A. Dean. 1990. Successful tree breeding with index selection. CSIRO Devision of Forestry and Forest Product. Australia.
- Falconer, D.S. 1960. *Introduction to quantitative statistics*. The Ronald Press Co. New York, 365 pp.
- Fins, L. Sharon T.F, V.B. Janeth. 1992. *Handbook of quantitatif genetics*. Kluwer Academic Publisher. Dodrecht, The Netherland.
- Hadiyan, Y. 2009. Keragaman pertumbuhan uji keturunan jati umur 5 tahun di Ciamis, Jawa Barat. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 3 (2): 95-102
- Hardiyanto, E.B. 2007. *Uji keturunan*. Bahan Kuliah Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta
- Kayoi, M. 2009. Potensi hasil hutan merbau di Provinsi Papua. Makalah dalam Rapat Koordinasi Pengembangan Pemanfaatan Potensi Merbau Tahun 2009 di Jayapura. Pusdal IV. Jakarta (tidak diterbitkan).
- Lande, R.C. dan Shannon, S. 1996. The role of genetic variation in adaptation and population persistence in a changing environment. *Evolution* 50:434-437.
- Leksono, B. 1994. Variasi genetik produksi getah *Pinus merkusii* Jungh et. de Vriese. Thesis (S2). Program Studi Ilmu Kehutanan, Jurusan Ilmu-ilmu Pertanian. Fakultas Pasca Sarjana UGM (Tidak dipublikasikan).

- Mahfudz, T. Pamungkas, dan S. Pudjiono. 2009. Status konservasi merbau di Indonesia. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Bioteknologi dan Pemuliaan pada Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Yogyakarta
- Na'iem, M. 2004. Uji genetik sebagai elemen dasar kegiatan pemuliaan pohon *dalam* Dari Bukit-bukit Gundul Sampai ke Wanagama I. Yayasan Sarana Wanajaya, Jakarta.
- Rimbawanto, A. dan AYBC Widyatmoko. 2006. Keragaman genetik empat populasi *Intsia bijuga* berdasarkan penanda RAPD dan implikasinya bagi program konservasi genetik. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. **3** (3): 149-154.
- Tampake, H. dan H.T. Luntungan 2002. Pendugaan parameter genetik dan korelasi antar sifat -sifat morfologi kelapa. *Jurnal LITTRI* **8** (3): 97-102
- Tokede, M.J., B. V. Mambai, L. B. Pangkali dan Z. Mardiyadi. 2006. *Persediaan tegakan alam dan analisis perdagangan merbau di Papua*. WWF Region Sahul Papua. Jayapura.
- Tong, P.S., Chen, H.K., Hewitt, J. dan Affre A. 2009. *Review of trade in merbau for mayor range States*. Traffic Southeast Asia. Selangor-Malaysia.
- Trihartono, B. dan Mahfudz. 2007. Penggunaan benih yang berkualitas untuk pembangunan hutan tanaman. Makalah dalam Pertemuan Reboan Eselan I Dephut. B2PBPTH Jogjakarta. (tidak diterbitkan)
- Yudohartono, T. 2008. *Studi variasi genetik beberapa populasi merbau menggunakan penanda isoenzim dan pemanfaatannya dalam program konservasi genetik*. Tesis S2 Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Zobel, B.J. dan Talbert, J.T. 1984. *Applied forest tree improvement*. John Wiley and Sons. Canada.