

INTERAKSI FAMILI × LOKASI PADA UJI KETURUNAN GENERASI KEDUA *Acacia mangium* DI SUMATERA DAN KALIMANTAN

Family × Site Interaction IN Second Generation Progeny Test of Acacia Mangium In Sumatera And Kalimantan

Teguh Setyaji

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

ABSTRACT

The study was conducted to investigate the existence of family × site interactions observed in second generation open-pollinated progeny test of *Acacia mangium* in two locations: Lipatkain, Riau (Sumatera) and Kenangan, East Kalimantan. The progeny tests were established using 51-55 families originated from Oriomo River Papua New Guinea provenance. There were 31 common families tested at the both sites. Growth on both sites was significantly different between families. The average height and diameter was 15,9 m and 13,3 cm respectively at Kenangan, and 17,0 m and 16,6 cm respectively at Lipatkain. Family × site interactions were highly significant for height and diameter. The ratio of variance component of interaction to the family variance component ($\sigma_{n}^2 / \sigma_f^2$) for diameter (1,6) and height (1,2) were largerr than Shelbourne's critical value (0,5), indicating the low genotypic stability at family level for the both traits where the diameter was more sensitive than height to changing site conditions. Genetic correlations between the same trait at different sites were low: 0.45 for height and 0.38 for diameter. The greatest genetic gain and relative efficiency of family selection were generally expected from selecting and planting families in the same site.

Key words: Family x site interactions, *Acacia mangium*, progeny test.

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengetahui interaksi famili × lokasi pada uji keturunan generasi ke dua *Acacia mangium* di dua lokasi: Lipat Kain, Riau (Sumatera) dan Kenangan, Kalimantan Timur (Kalimantan). Kebun benih tersebut dibangun dengan menggunakan 51-55 famili yang berasal provenans Oriomo River, Papua New Guinea. Terdapat 31 famili yang sama diuji di kedua uji keturunan tersebut. Pertumbuhan tanaman pada ke dua lokasi berbeda nyata di antara famili dengan rerata tinggi dan diameter berturut-turut 15,9 m dan 13,3 cm di Kenangan, 17,0 m dan 16,6 cm di Lipatkain. Interaksi famili × lokasi (σ_{n}^2) sangat signifikan. Nisbah komponen varians interaksi terhadap komponen varians famili ($\sigma_{n}^2 / \sigma_f^2$) untuk diameter (1,6 dan tinggi (1,2) di atas nilai kritis Shelbourne (0,5) yang menunjukkan rendahnya stabilitas genetik di tingkat famili untuk kedua sifat tersebut, di mana diameter lebih sensitif daripada tinggi terhadap perubahan kondisi lokasi. Korelasi genetik di antara sifat yang sama pada lokasi yang berbeda bernilai positif dan tergolong rendah yaitu sebesar 0,45 pada untuk tinggi dan 0,38 untuk diameter. Perolehan genetik dan efisiensi seleksi famili terbesar didapat dari seleksi dan penanaman yang dilakukan pada lokasi yang sama.

Kata kunci: interaksi famili × lokasi, *Acacia mangium*, uji keturunan .

Tanggal diterima : 25 Februari 2013; Direvisi : 12 April 2013; Disetujui terbit : 01 Juli 2013

I. PENDAHULUAN

Acacia mangium merupakan salah satu jenis tanaman cepat tumbuh yang telah digunakan secara luas dalam pengembangan hutan tanaman di Indonesia. Setidaknya 1,3 juta hektar pertanaman *A. mangium* telah dibangun dengan tujuan utamanya sebagai penghasil bahan baku industri pulp dan kertas (Departemen Kehutanan, 2003). Pertanaman *A. mangium* di Indonesia diperkirakan akan terus bertambah luas sejalan dengan kebijakan pemerintah melalui Kementerian Kehutanan yang telah menetapkan target pembangunan hutan tanaman industri seluas 5 juta hektar (Anonymous, 2005). Dalam rangka penyediaan benih unggul untuk pertanaman jenis *A. mangium*, Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (BBPBPTH) Yogyakarta bekerjasama dengan JICA (*Japan International Cooperation Agency*) sejak tahun 2000/2001 telah membangun 31 Kebun Benih Semai Uji Keturunan (KBSUK) generasi ke dua di beberapa lokasi, antara lain: Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Pulau Laut, Riau dan Jawa Tengah. Kebun benih ini merupakan hasil konversi uji keturunan melalui penjarangan genetik. Berbagai penelitian pendukung telah dilakukan terkait dengan kebun-kebud benih tersebut termasuk

di antaranya penelitian mengenai interaksi genotip \times lingkungan.

Interaksi genotip \times lingkungan diindikasikan oleh adanya genotip yang bagus di satu tempat tetapi tidak selalu bagus di tempat lainnya (Falconer, 1989). Genotip yang stabil diekspresikan oleh genotip atau klon dengan kemampuannya untuk tetap menunjukkan ranking penampilan yang sama di kondisi lingkungan yang berbeda (Khalil, 1984). Interaksi genotip \times lingkungan dapat terjadi pada berbagai tingkatan struktur genetik seperti jenis, provenans, famili ataupun individual (Barnes, 1984). Adanya interaksi berdampak pada penurunan perolehan genetik secara keseluruhan yang diperoleh melalui serangkaian seleksi pada masing-masing tingkatan struktur genetik tersebut (Barnes *et. al.* 1984, Zobel dan Talbert, 1984). Meskipun cukup penting dan perlu dipelajari (Hardiyanto, 2004), interaksi genotip \times lingkungan pada *A. mangium* belum banyak dilaporkan di Indonesia (Nirsatmanto, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi famili \times lokasi pada uji keturunan generasi ke dua (F_2) *A. mangium* yang dibangun di Lipatkain, Riau dan Kenangan, Kalimantan Timur. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan perbaikan strategi

pemuliaan (*breeding strategy*) dan penyebaran (*deployment strategy*) benih unggul untuk skala operasional.

II. BAHAN DAN METODA PENELITIAN

2.1. Bahan Penelitian

Penelitian dilakukan pada uji keturunan *half-sib* generasi ke dua grup B (Provenans Oriomo River, Papua New Guinea). Uji keturunan ini dibangun oleh Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (BBPBPTH) pada tahun 2001 bekerja sama dengan PT. Arara Abadi di Lipat Kain, Riau dan PT.

ITCI Hutani Manunggal di Kenangan, Kalimantan Timur. Secara lengkap deskripsi ke dua lokasi disajikan pada Tabel 1. Desain yang digunakan adalah acak lengkap berblok (*randomized completely block*), 51-55 famili, 4 pohon/plot, jarak tanam 4 m x 2 m dengan 10 blok sebagai ulangan. Pengukuran pertumbuhan pada tinggi pohon dan diameter batang dilakukan pada umur 3 tahun setelah tanam. Sebanyak 31 famili yang sama pada ke dua lokasi digunakan dalam analisis ini. Uji keturunan secara bertahap dikonversi menjadi kebun benih semai melalui penjarangan genetik.

Tabel 1. Deskripsi singkat informasi lingkungan lokasi penelitian.

Informasi lingkungan	Lokasi	
	Lipatkain, Riau	Kenangan, Kalimantan Timur
Letak geografis	0° S 100°32'E	0°57'-1°05'S 116°44'-116°58'E
Iklim (Schmidt-Fergusson)	Tipe A	Tipe A
Curah hujan (mm/th)	2781	2696
Ordo tanah	Ultisol	Ultisol
Ketinggian tempat (m dpl)	50	0-150
Kelerengan (%)	2	0-40

Sumber : Leksono, B. dan Chigira, O., (2001)

2.2. Metoda Analisis Data

Analisis varians dilakukan pada tiap lokasi (*single site*) dan antar lokasi (*across site*) menggunakan data rerata plot dengan model linear sebagai berikut (Matheson dan Raymond, 1984; Johson, 1992) (Persamaan 1 dan 2):

$$Y_{ij} = \mu + B_i + F_j + E_{ij} \quad (\text{tiap lokasi}) \quad (1)$$

di mana Y_{ij} adalah pengamatan pada blok ke- i dan famili ke- j , μ : rata-rata populasi, B_i : pengaruh blok ke - i , F_j : pengaruh famili ke- j , E_{ij} : random error pada pengamatan ke- ij .

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + B_j(L)_i + F_k + LF_{ik} + E_{ijk} \quad (\text{antar lokasi}) \quad (2)$$

di mana Y_{ijk} adalah pengamatan lokasi ke-i, blok ke-j dalam lokasi ke-i dan famili ke-k, μ : rata-rata populasi, L_i : pengaruh lokasi ke - i, $B_j (L_i)$: pengaruh blok ke - j dalam lokasi ke - i, F_k : pengaruh famili ke-k, LF_{ik} : pengaruh interaksi antara famili ke-k dan lokasi ke -i, E_{ijk} : random error pada pengamatan ke-ijk.

Analisis varians dan rata-rata kuadrat harapan untuk Penentuan komponen varians pada setiap lokasi maupun gabungannya disusun menurut Wright (1976) (Tabel 2 dan 3) :

Tabel 2. Analisis varians dan rerata kuadrat harapan untuk penentuan komponen varians satu lokasi.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Rerata	Kuadrat rerata Harapan
Blok	$b - 1$	KRB	$\sigma_e^2 + nf \sigma_b^2$
Famili	$f - 1$	KRF	$\sigma_e^2 + nb \sigma_f^2$
Error	$bf(n-1)$	KRE	σ_e^2

di mana σ_b^2 adalah komponen varians blok, σ_f^2 : komponen varians famili, σ_e^2 : komponen varians error (pohon dalam plot), b : jumlah blok, f : jumlah famili, n : jumlah pohon per plot.

Tabel 3. Analisis varians dan rerata kuadrat harapan untuk penentuan komponen varians gabungan antar lokasi.

Sumber Variasi	Derajad Bebas	Kuadrat Rerata	Kuadrat Rerata Harapan
Lokasi	$l - 1$	KRL	$\sigma_e^2 + nb \sigma_{\beta l}^2 + nf \sigma_{b(l)}^2 + nfb \sigma_l^2$
Blok (Lokasi)	$l(b-1)$	KRB(L)	$\sigma_e^2 + nf \sigma_{b(l)}^2$
Famili	$f - 1$	KRF	$\sigma_e^2 + nb \sigma_{\beta l}^2 + nbl \sigma_f^2$
Famili \times Lokasi	$(f - 1)(l - 1)$	KRFL	$\sigma_e^2 + nb \sigma_{\beta l}^2$
Error	$bf(n-1)$	KRE	σ_e^2

di mana σ_l^2 adalah komponen varians lokasi, $\sigma_{b(l)}^2$: komponen varians blok dalam lokasi, $\sigma_{\beta l}^2$: komponen varians famili, $\sigma_{\beta l}^2$: komponen varians interaksi famili \times lokasi, σ_e^2 : komponen varians error, l : jumlah lokasi, b : jumlah blok per lokasi, f : jumlah famili, n : jumlah pohon per plot.

Heritabilitas famili dihitung dengan menggunakan formula Wright (1976); Zobel dan Talbert (1984) (persamaan 3 dan 4) seperti berikut:

$$h^2_f = \sigma_f^2 / [\sigma_e^2/b + \sigma_f^2] = \sigma_f^2 / [MS_f / \text{coef. } \sigma_f^2] \text{ (tiap lokasi)} \quad (3)$$

$$h^2_f = \sigma_f^2 / [\sigma_e^2/bl + \sigma_{\beta l}^2/l + \sigma_f^2] = \sigma_f^2 / [MS_f / \text{coef. } \sigma_f^2] \text{ (antar lokasi)} \quad (4)$$

dimana h^2_f adalah heritabilitas famili, σ_f^2 : komponen varians famili, $\sigma_{\beta l}^2$: komponen varians interaksi famili - lokasi, σ_e^2 : komponen

varians error, l : jumlah lokasi, b : jumlah blok per lokasi, $\text{coef. } \sigma_f^2$: koefisien komponen varians famili, MS_f : rerata kuadrat famili.

Rata-rata deviasi ranking famili merupakan salah satu indikator terjadinya interaksi genotip dan lingkungan (Barnes dkk., 1984; Matheson dan Raymond, 1984; Gwaze dkk., 2001). Derajat perubahan ranking tiap famili diperhitungkan dengan menggunakan metode Matheson dan Raymond (1984), Johnson (1992) dan Gwaze

dkk. (2001), yaitu deviasi absolut ranking famili pada tiap lokasi terhadap ranking antar lokasi dihitung dan dijumlahkan dengan hasil perhitungan dari lokasi lainnya kemudian dibagi dengan jumlah lokasi. Famili-famili dengan deviasi ranking terbesar merupakan famili penyumbang terjadinya interaksi (famili interaktif).

Untuk menguji bahwa interaksi diakibatkan oleh beberapa famili yang interaktif maka dilakukan analisis ulang dengan tidak melibatkan beberapa famili interaktif tersebut. Pengaruh besaran dan signifikansi interaksi kemudian diamati kembali.

Korelasi genetik masing-masing sifat pada dua lokasi yang berbeda (korelasi "Tipe B") dihitung menggunakan persamaan (5) (Johnson, 1997) sebagai berikut :

$$r_B = \sigma^2 F / (\sigma^2 F + \sigma^2 FL) \quad (5)$$

dimana r_B adalah korelasi genetik, $\sigma^2 F$: komponen varians famili dan $\sigma^2 FL$: komponen varians interaksi famili - lokasi .

Perolehan genetik di lokasi y sebagai respon seleksi fenotip yang dilakukan di lokasi x (G_{yx}) ditaksir dengan menggunakan Persamaan (6) (Burdon, 1977; Matheson dan Raymond, 1984; Johnson, 1992) sebagai berikut:

$$G_{yx} = h_x h_y \cdot r_{Gxy} \cdot 2\sigma^2 P_y \quad (6)$$

di mana h_x adalah akar kuadrat heritabilitas famili (h^2_f) pada lokasi seleksi x, h_y : akar kuadrat heritabilitas famili (h^2_f) pada lokasi penanaman y, r_{Gxy} : korelasi genetik antara lokasi x dan y pada suatu sifat dan $2\sigma^2 P_y = 2$ kali varians rata-rata famili (Johnson, 1992).

Efisiensi seleksi fenotip yang dilakukan pada lokasi x untuk ditanam di lokasi y (dengan asumsi intensitas seleksi kedua lokasi sama) dihitung dengan persamaan Burdon (1977); Matheson dan Raymond, (1984); Johnson, (1992) sebagai berikut (Persamaan 7):

$$G_{x/y} / G_{y/y} = r_{Gxy} \cdot h_x / h_y \quad (7)$$

di mana $G_{x/y}$ adalah perolehan genetik dari seleksi pada lokasi x untuk ditanam pada lokasi y, $G_{y/y}$: perolehan genetik dari seleksi pada lokasi y untuk ditanam pada lokasi y, h_x : akar kuadrat heritabilitas famili (h^2_f) pada lokasi x dan h_y : akar kuadrat heritabilitas famili (h^2_f) pada lokasi y.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen varians dan heritabilitas family

Nilai rata-rata pertumbuhan, hasil analisis varians dan nilai heritabilitas famili masing-masing sifat yang diamati pada tiap lokasi dan antar lokasi secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 4. Pertumbuhan tanaman umur 3 tahun bervariasi dengan tinggi rata-rata

15,9 m di Kenangan dan 17,0 m di Lipatkain. Demikian pula halnya dengan diameter batang tanaman, rata-rata 13,3 cm di Kenangan dan 16,6 cm di Lipatkain. Pada umur yang sama, di Wonogiri (Jawa Tengah) pertumbuhan tinggi rata-rata tanaman berkisar antara 8 - 9 m dan diameter berkisar 8 - 9 cm (Faid, 2005). Wright (1976) menyebutkan bahwa timbulnya variasi dalam pertumbuhan tanaman cenderung sebagai akibat adanya respons terhadap lingkungan seperti halnya perbedaan letak menurut garis lintang-bujur, curah hujan, jenis tanah maupun ketinggian tempat.

Tabel 4 menampilkan komponen varians famili (σ_f^2), komponen varians eror (σ_e^2) dan interaksi famili \times lokasi (σ_{fl}^2) pada analisis tiap lokasi maupun antar lokasi. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa interaksi famili \times lokasi signifikan ($p=0,01$) baik untuk tinggi maupun diameter, yang mengindikasikan adanya interaksi antara famili yang diuji dengan lokasi di mana famili tersebut ditanam (Matheson dan Raymond, 1984). Dari Tabel 4 juga dapat diketahui

rasio $\sigma_{fl}^2 / \sigma_f^2$ untuk diameter batang (1,6) lebih tinggi daripada nilai rasio tinggi pohon (1,2). Nilai rasio ke dua sifat tersebut telah jauh melampaui di atas ambang batas nilai kritis yang disampaikan oleh Shelbourne (Matheson dan Raymond, 1984) yang besarnya 0,5. Matheson dan Raymond (1984) menyebutkan bahwa besaran nilai rasio $\sigma_{fl}^2 / \sigma_f^2$ yang melampaui ambang batas nilai kritis Shelbourne merupakan salah satu indikasi adanya interaksi di antara famili yang ditanam dengan lingkungannya. Semakin besar nilai rasio pada suatu sifat maka akan semakin besar pula interaksinya dengan lingkungannya. Dengan demikian perbedaan nilai rasio pada kedua sifat yang diamati dalam penelitian ini (di mana nilai rasio diameter batang lebih besar dari tinggi pohon) menunjukkan bahwa diameter batang lebih sensitif terhadap pengaruh lingkungan dibandingkan dengan tinggi pohon. Oleh karena itu menurut Johnson (1992) dengan tanpa mengabaikan adanya pengaruh interaksi pada tinggi pohon, seleksi pada tingkat famili perlu lebih memerhatikan diameter batang.

Tabel 4. Komponen varians dan nilai heritabilitas famili tiap lokasi dan antar lokasi .

Lokasi	Sifat	
	tinggi	diameter
Lipatkain, Riau		
rerata	17,0 m	16,6 cm
komponen varians famili (σ_f^2)	0,11	0,28
komponen varians eror (σ_e^2)	2,52	5,24
heritabilitas famili (h_f^2)	0,51	0,56

Kenangan, Kaltim		
rerata	15,96 m	13,28 cm
komponen varians famili (σ_f^2)	0,13	0,26
komponen varians eror (σ_e^2)	2,48	5,03
heritabilitas famili (h_f^2)	0,64	0,64
Antar lokasi		
rerata	16,4 m	14,61 cm
komponen varians famili (σ_f^2)	0,04	0,11
komponen varians famili × site (σ_{fl}^2)	0,06	0,18
komponen varians eror (σ_e^2)	1,99	5,54
heritabilitas famili (h_f^2)	0,55	0,51
rasio $\sigma_{fl}^2 / \sigma_f^2$	1,234	1,615

Perubahan ranking

Perubahan ranking famili dan rerata deviasinya dapat dilihat pada Tabel 5. Ranking famili pada masing-masing sifat yang diamati tidak stabil dengan kisaran nilai rerata deviasi ranking famili yang cukup lebar pada masing-masing famili. Menurut Barnes dkk., (1984); Matheson dan Raymond, (1984); Gwaze dkk., (2001) deviasi rerata

ranking famili yang cukup lebar merupakan indikator adanya interaksi genotip dengan lingkungan. Famili-famili dengan deviasi ranking terbesar merupakan famili penyumbang terjadinya interaksi (famili interaktif). Famili interaktif cenderung tidak stabil pada suatu sifat pertumbuhan tertentu (Matheson dan Raymond, 1984; Johnson, 1992).

Tabel 5. Ranking famili untuk tinggi pohon dan diameter batang pada masing-masing lokasi.

Famili	Rangking							
	Tinggi				Diameter			
	Lipatkain	Kenangan	Antar lokasi	Deviasi	Lipatkain	Kenangan	Antar lokasi	Deviasi
3108	20	29	28	4,5	31	17	28	7,5
3109	11	6	7	2,5	23	22	22	0,5
3110	1	16	2	8	9	26	15	8,5
3111	18	15	16	1,5	8	9	8	0,5
3112	9	28	22	9,5	3	29	16	13
3113	3	21	9	9	24	30	29	3,5
3114	22	12	18	5	21	21	23	2
3115	8	8	6	2	1	19	5	9
3116	14	17	15	1,5	2	13	2	5,5
3117	27	13	21	7	28	5	14	11,5
3118	5	20	13	7,5	19	28	26	4,5
3119	15	7	11	4	6	8	9	2
3120	10	3	4	3,5	11	7	4	5
3121	4	10	5	3	18	15	17	1,5
3136	2	24	25	12	15	23	18	4
3122**	16	30	19	7	20	18	1	18

3123	26	9	12	8,5	4	4	13	9
3124*/**	12	14	26	13	12	11	30	28,5
3125	21	27	30	6	25	27	21	5
3126**	23	26	31	6,5	7	25	31	15
3127*/**	25	31	14	14	30	31	6	24,5
3128	13	11	17	5	16	1	12	7,5
3129	24	5	20	9,5	13	6	20	10,5
3130*/**	19	18	1	17,5	22	16	3	15,5
3131	7	1	3	3	5	10	10	2,5
3132*/**	6	2	24	20	17	2	25	15,5
3133	29	22	29	3,5	29	20	27	4,5
3134*	1	25	27	14	26	24	24	1
3135*	30	23	10	16,5	27	12	19	7,5
3137	17	4	8	6,5	10	14	11	2
3138	28	19	23	4,5	14	3	7	5,5

Keterangan : (*): famili interaktif pada sifat tinggi ; (**): famili interaktif pada sifat diameter

Dari Tabel 5 dapat diketahui enam famili paling interaktif pada tinggi pohon, yaitu famili nomor 3124,3127,3130,3132, 3134, 3135, dan pada diameter batang, yaitu famili nomor 3122, 3124, 3126, 3127, 3130 dan 3132. Merujuk hasil penelitian sebelumnya oleh Setyaji (2011), tidak dilibatkannya famili-famili interaktif tersebut akan menurunkan nilai varians interaksi famili \times lokasi (σ_{fl}^2) sekaligus meningkatkan secara nyata nilai varians famili (σ_f^2) dan nilai heritabilitas famili (h_f^2) pada masing-masing sifat, demikian pula halnya dengan rasio komponen interaksi dengan komponen varians famili ($\sigma_{fl}^2 / \sigma_f^2$) akan menjadi lebih baik (lebih kecil). Sebagaimana halnya yang telah dilakukan oleh Johnson (1992), eliminasi 8 famili paling interaktif pada sifat diameter, kelurusan batang dan kualitas percabangan pada *Pinus radiata* di New South Wales dapat menurunkan interaksi

famili \times lokasi pada sifat-sifat tersebut. Nilai heritabilitas ke tiga sifat meningkat meskipun dalam skala yang kecil yaitu 0,04 untuk diameter; 0,08 untuk kelurusan batang dan 0,05 untuk kualitas percabangan. Lebih lanjut disebutkan oleh Johnson (1992) juga oleh Matheson dan Raymond (1984) yang melakukan penelitian pada jenis tanaman yang sama, tidak dilibatkannya (eliminasi) famili-famili interaktif pada sifat-sifat tertentu, potensi perolehan genetik yang hilang akibat seleksi individual (C_I) maupun seleksi famili (C_F) dapat diperbaiki

Perolehan genetik

Untuk mendapatkan nilai taksiran perolehan genetik terlebih dahulu harus didapatkan nilai korelasi genetik antar sifat antar lokasi yang diuji. Korelasi genetik antar lokasi uji pada masing-masing sifat yang diuji dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Estimasi korelasi genetik (atas diagonal) dan korelasi fenotip (bawah diagonal) antar lokasi uji pada masing-masing sifat.

Sifat/Lokasi	Lokasi	
	Lipatkain, Riau	Kenangan, Kaltim
Tinggi:		
Lipatkain, Riau	-	0,45
Kenangan, Kaltim	0,305	-
Diameter:		
Lipatkain, Riau	-	0,38
Kenangan, Kaltim	0,193	-

Dari Tabel 6 di atas dapat diketahui bahwa korelasi genetik antar lokasi pada masing-masing sifat bernilai positif dan relatif rendah dengan besaran masing-masing 0,45 pada tinggi dan 0,38 pada diameter. Ini berarti pada kedua sifat tersebut peningkatan genetik yang diperoleh di Lipatkain akan direspons secara positif dengan derajat yang lebih rendah di Kenangan demikian pula sebaliknya. Oleh karena itu pada sifat tinggi dan diameter, bilamana sifat tersebut akan digunakan sebagai kriteria

utama dalam seleksi famili, ke dua lokasi tersebut harus diletakkan pada *breeding zone* yang terpisah (Burdon, 1977).

Taksiran perolehan genetik per unit intensitas seleksi (i) dan efisiensi seleksi famili terhadap suatu sifat pada suatu lokasi untuk ditanam pada lokasi lainnya dapat dilihat pada Tabel 7. Pada tabel tersebut diasumsikan apabila seleksi dan penanaman dilakukan pada lokasi yang sama ($x = y$) maka nilai $r_{Gxy} = 1$ (Johnson, 1992).

Tabel 7. Taksiran perolehan genetik per unit intensitas seleksi, dengan efisiensi seleksi famili yang ditunjukkan dalam persentasi (dalam kurung) dengan asumsi seleksi di lokasi X untuk ditanam di lokasi Y.

Lokasi seleksi (X)	Lokasi penanaman (Y)	
	Lipatkain, Riau	Kenangan, Kaltim
Tinggi:		
Lipatkain, Riau	0,23(100)	0,23(84)
Kenangan, Kaltim	0,25 (108)	0,28(100)
Diameter:		
Lipatkain, Riau	0,39(100)	0,20(50)
Kenangan, Kaltim	0,22(56)	0,41(100)

Keterangan: efisiensi seleksi di lokasi Y untuk ditanam di lokasi Y diasumsikan 100%.

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa perolehan genetik pada ke dua sifat yang diuji lebih tinggi ketika seleksi famili dan penanaman dilakukan pada lokasi yang sama. Tergambar jelas pada diameter ketika seleksi dan penanaman dilakukan pada lokasi yang sama di Lipatkain (efisiensi seleksi famili 100%) didapatkan perolehan genetik sebesar 0,39 namun ketika hasil seleksi tersebut ditanam di Kenangan didapatkan perolehan genetik sebesar 0,20 dengan tingkat efisiensi seleksi famili sebesar 50%. Demikian pula sebaliknya, ketika seleksi dan penanaman dilakukan pada lokasi yang sama di Kenangan didapatkan perolehan genetik sebesar 0,41 dengan efisiensi seleksi famili 100% namun ketika ditanam ke Lipatkain didapatkan perolehan genetik sebesar 0,22 dengan tingkat efisiensi seleksi familinya 56%.

Dari Tabel 7 juga dapat diketahui efek yang ditimbulkan ketika penanaman dilakukan di lokasi yang berbeda dari lokasi seleksinya. Penurunan perolehan genetik maupun tingkat efisiensi seleksi famili pada diameter lebih besar bila dibandingkan dengan tinggi pohon. Hal tersebut dimungkinkan berkaitan erat dengan kuatnya pengaruh lingkungan pada diameter serta nilai korelasi genetik yang relatif rendah pada sifat tersebut.

Mengacu data dan informasi di atas, menurut Zobel dan Talbert (1984) strategi pemuliaan pada generasi selanjutnya dapat diarahkan pada setidaknya dua alternatif pilihan. Strategi yang pertama adalah pemuliaan untuk lokasi yang spesifik yang berarti setiap lokasi diperlakukan sebagai zona pemuliaan (*breeding zone*) tersendiri, dan strategi yang kedua adalah mencari famili-famili yang penampilannya relatif stabil di kedua lokasi. Pada wilayah yang luas, pemuliaan pohon diarahkan untuk mengembangkan varietas pohon yang mempunyai daya adaptasi yang tinggi pada berbagai kondisi lingkungan, sehingga memerlukan kondisi genotip yang stabil.

IV. KESIMPULAN

Interaksi famili \times lokasi pada uji keturunan generasi kedua *A. mangium* ditemukan sangat signifikan dan penting dengan nilai nisbah $\sigma^2_{fl} / \sigma^2_f$ untuk diameter dan tinggi yang jauh lebih besar daripada nilai kritis Shelbourne (0,5). Enam famili berkontribusi paling besar terhadap interaksi famili \times lokasi.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT Arara Abadi dan staff, PT ITCI Hutani Manunggal dan staff dan juga

JICA atas kerjasama yang terjalin. Terimakasih juga kami sampaikan kepada Dr. Arif Nirsatmanto dan Tim Pemuliaan *Acacia - Eucalyptus* Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Jogjakarta ("Tim Acapela") atas dukungan dan kontribusinya yang tidak ternilai.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 2005. Teknologi pemuliaan *Acacia mangium*. Dalam: Prosiding seminar hasil penelitian *Acacia mangium*, Bogor, 6 Desember 2005. Rufi'ie, Prihatini, A., Subarudi dan Fatmawati, I.S. (eds.). pp.1 – 6. Pusat Penelitian Sosial dan Kebijakan Kehutanan. Bogor.
- Barnes, R.D, Burley, J., Gibson, G.L. dan de Leon, J.P.G. 1984. Genotype-environment interaction in tropical pines and their effect on the structure of breeding population. *Silvae Genetica* 33, 6 : 186-198.
- Faid, N.E. 2005. Evaluasi pertumbuhan pertanaman kebun benih semai komposit *A. mangium* Willd. generasi ke dua (F-2) di Wonogiri, Jawa Tengah. Skripsi S-1, Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd ed. Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Limited, Longman House, Burnt Mill, Harlow. Essex CM20 2JE, England.
- Burdon, R.D. 1977. Genetic correlation as a concept for studying genotype-environment interaction in forest tree breeding. *Silvae Genetica* 26, 5 – 6 : 168 – 175.
- Gwaze, D.P., Wolliams, J.A., Kanowski, P.J., dan Bridgewater, F.E. 2001. Interaction genotype with site for height and stem straightness in *Pinus taeda* in Zimbabwe. *Silvae Genetica* 50: 3 – 4
- Hardiyanto, E.B. 2004. Silvikultur dan pemuliaan *Acacia mangium*. Dalam: Pembangunan Hutan Tanaman Industri *Acacia mangium*, pengalaman di PT. Musi Hutan Persada, Sumatera Selatan. Hardiyanto, E.B. dan Arisman, H. (eds.) Polydoor. Yogyakarta. pp 207-268
- Johnson, I.G., 1992. Family - site interaction in *Radiata Pine* families in New South Wales, Australia. *Silvae Genetica* 41,1: 55 - 62.
- Johnson, R.G., 1997. Site to site genetic correlations and their implications on breeding zone size and optimum number of progeny test sites for Coastal Douglas-fir. *Silvae Genetica* 46, 5 : 280 – 285.
- Khalil, M.A.K., 1984. The potential of Poplar in the boreal regions II. Genotypic stability and productive quality of clones. *Silvae Genetica* 33,1: 8 – 11.
- Leksono, B. dan Chigira, O. 2001. General information of seed sources (F-2) of *A. mangium* in Riau. FTIP-P2-No.32. Forest Tree Improvement Project Phase II. Japan International Cooperation Agency (JICA) & Forestry Research and Development Agency, Ministry of Forestry in Indonesia (FORDA).
- Matheson, A.C. and Raymond, C.A. 1984. The impact of genotype × environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. *Aust. For. Rest.* 1984. 14 : 11-25
- Nirsatmanto, A., Suhaendi, H. and Charomaini, M., 1996. Investigation on family-site interaction of *Acacia mangium* seedling seed orchards established at two locations in Indonesia. In: Tropical plantation establishment, improving productivity through genetic practice. Rimbawanto, A., Widyatmoko, AYPBC., Suhaendi, H. and Furukoshi, T. (eds.) pp. III: 12 – 18. Proceeding International Seminar 19 – 21 December 1996, Yogyakarta. Forest Tree Improvement Research and Development Institute – Japan International Cooperation Agency.
- Setyaji, T., 2011. Interaksi genotip x lingkungan pada kebun benih semai uji keturunan generasi ke dua (F₂) *A. mangium* Willd. di empat lokasi di Sumatera dan

- Kalimantan. (Tesis S2) . Program Studi
Pasca Sarjana Ilmu Kehutanan
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wright, J.W., 1976. Introduction to forest
genetics. Academic Press Inc., New
York, San Francisco, London.
- Zobel, B. and Talbert, J. 1984. Applied forest tree
improvement. John Willey and Sons,
New York, Brisbane, Toronto,
Singapore.