

**SELEKSI DAN PEROLEHAN GENETIK
PADA KEBUN BENIH SEMAI GENERASI KETIGA *Acacia mangium***
*Selection and genetic gain in third-generation seedling seed orchard of *Acacia mangium**

Betty Rahma Handayani, Sri Sunarti, dan Arif Nirsatmanto
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km.1,5 Purwobinangun, Pakem, Sleman Yogyakarta, Indonesia
email: bettyrh@biotifor.or.id

Tanggal diterima: 14 Februari 2017, Tanggal direvisi: 22 Februari 2017, Disetujui terbit: 26 Mei 2017

ABSTRACT

*One of the purposes of seedling seed orchard (SSO) establishment is to produce genetically improved seeds. The amount of genetic gain in the SSO is determined from a series of selection involving within and between family selection in which the gain is generally achieved from the accumulated increases of gain in successive advanced generation breeding cycles. In present study, the amount of genetic gain was predicted in third-generation SSO of *Acacia mangium* after first within-plot selection using a retrospective selection index's method. The SSO was established in Wonogiri, Central Java which was laid out in a randomized complete block design, 65 families, six replications, four trees-line plot and spacing of 2 m x 4 m. Actual within-plot selection was subjectively practiced in 40 months after planting. The observed traits for genetic gain prediction was height, diameter at breast height (dbh), and stem straightness using data collected at 24 months after planting. For calculating genetic gain based on multiple trait selection index, coefficient weight for each trait was then derived from the selection differential. The results of study showed that the first within plot selection was practiced mostly for imposing dbh rather than height or stem straightness with the relative gain was 6% for dbh, and 3% for both height and stem straightness. Using the derived coefficient weight, the expected genetic gain by family selection was found to be slightly lower than those predicted by within-plot selection at 3% for dbh, and 2% for both height and stem straightness.*

Keywords: *retrospective selection index, within-plot selection, family selection, advanced generation breeding*

ABSTRAK

Salah satu tujuan dari pembangunan kebun benih semai adalah untuk memproduksi benih unggul. Besarnya perolehan genetik dari benih unggul yang dihasilkan di kebun benih ditentukan oleh serangkaian kegiatan seleksi meliputi seleksi di dalam famili dan seleksi antar famili. Perolehan genetik juga dicapai melalui akumulasi peningkatan perolehan genetik pada beberapa generasi siklus pemuliaan. Dalam penelitian ini besarnya perolehan genetik dihitung pada kebun benih semai generasi ketiga *Acacia mangium* berdasarkan data setelah penjarangan seleksi dalam plot pertama menggunakan metode indek seleksi retrospektif (*retrospective selection index*). Kebun benih dibangun di Wonogiri, Jawa Tengah dengan rancangan percobaan acak lengkap berblok, 65 famili, 6 replikasi, 4 pohon per plot dan jarak tanam 4 m x 2 m. Penjarangan seleksi dalam plot pertama dilaksanakan secara subyektif berdasarkan kenampakan fenotipik tanaman pada umur 40 bulan setelah tanam. Prediksi perolehan genetik dihitung berdasarkan data pengukuran umur 24 bulan setelah tanam dengan variabel berupa tinggi tanaman, diameter setinggi dada (dbh) dan kelurusan batang. Perolehan genetik dihitung menggunakan indek seleksi multi sifat dimana koefisien bobot masing-masing sifat diturunkan dari nilai diferensial seleksi hasil seleksi dalam plot. Hasil studi menunjukkan bahwa seleksi dalam plot pertama di kebun benih *A. mangium* lebih diprioritaskan pada sifat dbh tanaman dibandingkan sifat tinggi dan kelurusan batang dengan prediksi perolehan genetik relatif sebesar 6% pada sifat dbh dan 3% baik pada tinggi maupun kelurusan batang. Dengan menggunakan koefisien bobot hasil seleksi dalam plot, perolehan genetik seleksi famili menunjukkan nilai yang lebih rendah, yaitu berkisar 3% untuk dbh dan 2% baik untuk tinggi maupun kelurusan batang.

Kata kunci: *indeks seleksi retrospektif, seleksi dalam plot, seleksi famili, pemuliaan generasi tingkat lanjut*

I. PENDAHULUAN

Pembangunan kebun benih semai memiliki tiga fungsi meliputi: 1) sebagai populasi untuk memproduksi benih unggul, 2)

sebagai populasi pengujian genetik untuk mengetahui parameter genetik, dan 3) sebagai populasi untuk menyediakan materi dasar dalam pemuliaan generasi selanjutnya (Zobel &

Talbert, 1984). Kebun benih semai siap memproduksi benih unggul setelah dilakukan serangkaian seleksi berdasarkan parameter genetik hasil pengujian genetik. Tingkat produktivitas benih unggul yang dihasilkan di kebun benih diukur dari nilai perolehan genetiknya (*genetic gain*) pada beberapa sifat yang menjadi target seleksi. Pada program pemuliaan generasi tingkat lanjut (*advanced generation breeding program*), perolehan genetik secara akumulatif dihitung berdasarkan jumlah perolehan genetik dari setiap generasi pemuliaan yang dilampai. Beberapa program pemuliaan melalui pembangunan kebun benih dan uji perolehan genetik telah dilakukan pada beberapa jenis tanaman cepat tumbuh *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* (Nirsatmanto, 2016; Setyaji, Sunarti, & Nirsatmanto, 2016)

Pada plot uji keturunan dengan rancangan percobaan menggunakan plot berganda (*multiple tree-plot*), proses seleksi untuk dikonversi menjadi kebun benih semai dilaksanakan melalui beberapa tahapan, meliputi seleksi dalam plot (*within-plot selection*) dan seleksi famili (*family selection*) (Wright, 1976). Berbeda dengan seleksi famili yang lebih terarah, seleksi dalam plot merupakan seleksi pertama yang dilaksanakan berdasarkan sifat fenotipik dan cenderung bersifat subyektif. Nirsatmanto dan Kurinobu (2002) melaporkan bahwa perolehan genetik pada kebun benih semai melalui seleksi multi sifat (*multiple traits*) tidak selalu dapat diprediksi secara tepat karena adanya tahapan seleksi dalam plot dimana prioritas target sifat cenderung ditetapkan secara subyektif.

Salah satu cara untuk mengurangi ketidakpastian kemungkinan prediksi perolehan genetik dari adanya seleksi dalam plot adalah dengan penerapan indeks seleksi retrospektif (*retrospective selection index*), dimana koefisien bobot untuk indeks seleksi ditetapkan berdasarkan hasil seleksi aktual yang telah dilaksanakan di lapangan (Dikerson et al., 1954; Yamada, 1977). Beberapa penulis telah melaporkan efektivitas dari metode ini untuk menghitung prediksi perolehan genetik di dalam

kebun benih semai hasil pemuliaan generasi pertama jenis *A. mangium* dan *E. pellita* (Kurinobu, Nirsatmanto, & Leksono, 1996; Leksono & Kurinobu, 2005; Nirsatmanto & Kurinobu, 2002). Namun demikian sejalan dengan siklus generasi pemuliaan tanaman yang telah dilampai, metode ini belum pernah diterapkan untuk menghitung perolehan genetik hasil seleksi pada kebun benih semai generasi tingkat lanjut.

Dalam tulisan ini, indeks seleksi retrospektif diterapkan pada seleksi dalam plot pertama di kebun benih semai generasi ketiga (F-3) jenis *A. mangium*. Seleksi aktual melalui penebangan penjarangan dalam plot pertama dilaksanakan pada umur 40 bulan, sedangkan penghitungan perolehan genetik dilakukan berdasarkan data umur 24 bulan setelah tanam. Hasil seleksi dalam plot selanjutnya digunakan untuk menghitung total prediksi perolehan genetik dari seleksi dalam plot dan seleksi famili.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di KHDTK Wonogiri di Jawa Tengah yang terletak pada 07° 32' S dan 110° 41' E, ketinggian 141 m diatas permukaan laut dengan curah hujan tahunan 1645 mm dan termasuk tipe iklim C menurut Schmidt and Ferguson (Sunarti, Na'iem, Hardiyanto, & Indrioko, 2013). Lokasi penelitian memiliki tanah jenis *Vertisols* dengan vegetasi awal berupa tegakan sonokeling (*Dalbergia latifolia*).

B. Bahan dan alat penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah kebun benih semai generasi ketiga jenis *A. mangium*. Jumlah famili yang diuji pada kebun benih ini sebanyak 65 (satu provenan) yang berasal dari pohon plus terpilih dari kebun benih semai generasi kedua, dan materi infusi dari kebun benih generasi pertama. Kebun benih semai dibangun menggunakan rancangan percobaan acak lengkap berblok/*randomized complete blocks design* (RCBD), 4 pohon per plot,

6 ulangan dan jarak tanam 4 m x 2 m (Sunarti et al., 2012). Seleksi melalui penebangan penjarangan di dalam plot pertama pada kebun benih semai dilaksanakan pada umur 40 bulan setelah tanam dengan intensitas seleksi sebesar 50% (penebangan 2 pohon terjelek di dalam setiap plot).

Pengukuran tanaman

Pengamatan perolehan genetik pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* dilaksanakan menggunakan data umur 24 bulan. Hal ini karena adanya patah pucuk pada beberapa tanaman di beberapa ulangan (blok) akibat serangan angin kencang pada saat tanaman umur 36 bulan (Nirsatmanto, Setyaji, Sunarti, & Kartikaningtyas, 2015). Variabel yang diukur meliputi sifat tinggi total, diameter setinggi dada (dbh) dan kelurusan batang. Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan dua cara yaitu sistem skala metrik untuk tinggi pohon (meter) dan dbh (cm), dan sistem skoring untuk kelurusan batang dengan menggunakan 3 nilai skor (skor 1: bengkok, skor 2: mendekati lurus/agak bengkok dan skor 3: lurus) (Nirsatmanto & Kurinobu, 2002).

C. Analisa data

1. Analisis varians dan parameter genetik

Analisis varians dan kovarians dihitung menggunakan data dari setiap individu pohon dengan model linear berikut,

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + F_j + RF_{ij} + E_{ijk} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Y_{ijk} : observasi individu ke-*k* di dalam ulangan ke-*i* dan famili ke-*j*,
- F_j : pengaruh famili ke-*j*,
- RF_{ij} : pengaruh interaksi blok ke-*i* dengan famili ke-*j*, dan
- E_{ijk} : galat.

Heritabilitas individu (h_i^2) dihitung pada masing-masing sifat menggunakan rumus berikut (Zobel & Talbert, 1984):

$$h_i^2 = 4 \times \sigma_f^2 / (\sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 + \sigma_e^2) \dots\dots\dots(2)$$

dimana, σ_f^2 , σ_{fb}^2 , dan σ_e^2 masing-masing secara berurutan merupakan komponen varians untuk famili, interaksi famili x blok dan galat.

Korelasi genetik (r_{gij}) dan fenotipik (r_{pij}) antar variabel yang diamati dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Falconer, 1981):

$$r_{gij} = cov_{f(i,j)} / (\sigma_{fi}^2 \times \sigma_{fj}^2)^{1/2} \dots\dots\dots(3)$$

$$r_{pij} = cov_{p(i,j)} / (\sigma_{pi}^2 \times \sigma_{pj}^2)^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

dimana, $cov_{f(i,j)}$ dan $cov_{p(i,j)}$ masing-masing secara berurutan merupakan kovarians famili dan kovarians dalam plot antara sifat ke-*i* dengan sifat ke-*j*. Sedangkan σ_{fi}^2 , σ_{fj}^2 , σ_{pi}^2 , σ_{pj}^2 masing-masing secara berurutan merupakan komponen varians famili untuk sifat ke-*i* dan ke-*j*, dan komponen varians dalam plot untuk sifat ke-*i* dan ke-*j*.

2. Seleksi dan perolehan genetik

Indeks seleksi retrospektif dan prediksi perolehan genetik dihitung melalui langkah-langkah sebagai berikut (Nirsatmanto & Kurinobu, 2002):

- a. koefisien bobot setiap sifat yang diukur (b_t), dihitung pada data umur 24 bulan dengan menggunakan prosedur indeks seleksi retrospektif (Yamada, 1977),

$$b_t = P_w^{-1} \times \Delta p_t \dots\dots\dots(5)$$

dimana, P_w^{-1} adalah *inverse* matrik varians-kovarians dalam plot, Δp_t adalah vektor diferensial seleksi dari dua pohon terbaik dalam setiap plot terhadap populasi awal pada masing-masing sifat,

- b. indeks seleksi (I_{tk}) untuk memilih pohon terbaik di setiap plot dihitung dengan rumus berikut;

$$I_{tk} = b_{tl} \times \Delta y_{kl} \dots\dots\dots(6)$$

dimana, Δy_{kl} adalah vektor deviasi dalam plot individu ke-*k* pada sifat ke-*l*, dan b_{tl} adalah vektor koefisien bobot pada sifat ke-*l* yang diperoleh dari formula (5),

- c. diferensial seleksi (Δp_w) dihitung sebagai perbedaan antara satu pohon terbaik di dalam setiap plot terhadap rata-rata populasi awal pada masing-masing sifat, kemudian digunakan untuk menurunkan koefisien bobot dalam plot (b_w) dengan rumus,
- $$b_w = P_w^{-1} \times \Delta p_w \dots \dots \dots (7)$$
- d. prediksi perolehan genetik hasil seleksi dalam plot (Δg_w) dihitung dengan rumus berikut (Yamada, 1977):
- $$\Delta g_w = G_w \times b_w \dots \dots \dots (8)$$
- dimana, G_w adalah matrik varians-kovarians genetik dalam plot yang dihitung sebagai tiga perempat dari varians dan kovarians genetik aditif,
- e. prediksi perolehan genetik hasil seleksi famili (Δg_f) dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hazel, 1943):
- $$\Delta g_f = G_f \times b_f / (b_f' \times P_f \times b_f)^{1/2} \dots \dots \dots (9)$$
- dimana, G_f adalah matrik varians-kovarians genetik famili, dan P_f adalah matrik varians-kovarians fenotipik,
- f. korelasi biserial (r_b) untuk menilai kecocokan indeks yang diperoleh dengan rumus (5), dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Yamada, 1977);
- $$r_b = (I_s - I) / (I_q - I) \dots \dots \dots (10)$$
- dimana, I adalah nilai indeks rata-rata seluruh populasi, I_s adalah rata-rata nilai indeks dari individu terpilih berdasarkan seleksi aktual pada umur 40 bulan, dan I_q adalah rata-rata nilai indeks dari individu terpilih berdasarkan nilai indeks tertinggi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan dan parameter genetik

Rata-rata pertumbuhan tanaman, komponen varians dan estimasi nilai heritabilitas

pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* disajikan pada Tabel 1. Tinggi dan dbh secara umum menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan pertumbuhan tegakan *A. mangium* di Sumatera Selatan (Hastanto, 2010) dan Kalimantan Selatan (Nirsatmanto, Setyaji, & Wahyuningtyas, 2014). Hal ini disebabkan karena perbedaan tingkat kesuburan tanah dan kondisi klimatologis antara lokasi Wonogiri dengan kedua lokasi tegakan *A. mangium* di Sumatera Selatan dan Kalimantan Selatan. Lokasi kebun benih di Wonogiri termasuk dalam kategori tanah marginal dengan curah hujan yang relatif rendah, yaitu < 2000 mm/th (Sunarti et al., 2013). Tanaman *A. mangium* dapat mencapai pertumbuhan yang maksimal pada kondisi tanah yang relatif subur dengan curah hujan yang tinggi (Mackey, 1996; Nirsatmanto et al., 2014).

Komponen varians dalam plot menunjukkan proporsi nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen varians famili pada seluruh sifat yang diamati (Tabel 1). Walaupun komponen varians dalam plot terbesar ditemukan pada sifat dbh, perbedaan proporsi antara varians dalam plot terhadap varians famili tertinggi ditemukan pada sifat kelurusan batang. Kurinobu et al. (1996) dan Nirsatmanto dan Kurinobu (2002) melaporkan hasil yang sama bahwa proporsi komponen varians pada sifat dbh cukup tinggi yang diikuti semakin rendah secara berturut-turut untuk sifat tinggi dan kelurusan batang pada kebun benih semai generasi pertama *A. mangium*. Hal ini memberikan indikasi bahwa variasi genetik untuk sifat diameter batang relatif masih tinggi walaupun siklus pemuliaan sudah memasuki pada generasi tingkat lanjut (generasi ketiga).

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan, komponen varians dan heritabilitas individu pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* umur 24 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah

Sifat	Rata-rata	h_i^2	Komponen varians famili	Komponen varians dalam plot
Tinggi (m)	7,1	0,17	0,0606	0,6447
dbh (cm)	6,4	0,23	0,1878	2,0947
Kelurusan batang	3,5	0,08	0,0140	0,6274

Perbedaan proporsi nilai komponen varians dalam plot terhadap komponen varians famili (Tabel 1) akan memberikan dampak pada perbedaan estimasi nilai heritabilitasnya. Nilai heritabilitas tertinggi ditemukan pada sifat dbh yang memiliki perbedaan proporsi antara varians dalam plot terhadap varians famili yang paling kecil. Sebaliknya nilai heritabilitas terendah ditemukan pada sifat kelurusan batang. Besarnya komponen varians dalam plot dan nilai heritabilitasnya memberikan indikasi bahwa seleksi dalam plot akan memberikan dampak terhadap perolehan genetik yang lebih tinggi pada sifat dbh. Namun demikian pada seleksi multi sifat sebagaimana dilaksanakan dalam penelitian ini, besarnya dampak terhadap perolehan genetik juga akan ditentukan oleh korelasi genetik serta nilai koefisien bobot antar sifat yang dijadikan target seleksi.

Heritabilitas rendah pada sifat kelurusan batang pada penelitian ini diduga karena tanaman *A. mangium* yang digunakan merupakan uji keturunan generasi ketiga, dimana sifat kelurusan batang sudah dilakukan seleksi secara simultan pada generasi pertama dan kedua. Dengan demikian variasi untuk kelurusan batang pada plot uji keturunan generasi ketiga ini cenderung semakin kecil. Karena kecilnya variasi ini dan mempertimbangkan kelayakan di lapangan maka dalam penelitian ini observasi terhadap kelurusan batang dilakukan berdasarkan tiga nilai skor kelurusan batang (skor 1: bengkok, skor 2: mendekati lurus/agak bengkok dan skor 3: lurus) (Nirsatmanto & Kurinobu, 2002).

Korelasi genetik dan korelasi fenotipik antar sifat pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* disajikan pada Tabel 2. Semua nilai korelasi antar sifat memberikan angka yang positif. Korelasi genetik menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan korelasi fenotipik. Namun demikian perlu dicatat disini bahwa nilai korelasi fenotipik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan nilai korelasi fenotipik dalam plot. Korelasi antar sifat pertumbuhan tanaman (tinggi dan dbh) menunjukkan nilai yang tinggi dibandingkan dengan korelasi antara masing-masing sifat pertumbuhan dengan bentuk batang (kelurusan batang). Tingginya korelasi genetik antara dbh dengan tinggi memberikan indikasi pentingnya memberikan bobot yang lebih besar terhadap sifat dbh dalam pelaksanaan seleksi dalam plot. Hal ini didasarkan pada dua pertimbangan, yaitu 1) dbh merupakan salah satu karakteristik yang mudah diamati dan diukur di lapangan, dan 2) dbh memiliki korelasi yang positif dan cukup kuat dengan sifat tinggi sebagai karakteristik yang relatif sulit untuk diamati (Tabel 2).

Walaupun kelurusan batang memiliki korelasi genetik yang lebih rendah dengan dbh (0,31) dibandingkan sifat tinggi (0,58), kuatnya korelasi antara dbh dengan tinggi (0,98) akan memberikan dampak positif secara tidak langsung terhadap kelurusan batang. Hasil pengamatan kebun benih semai generasi pertama juga menunjukkan bahwa secara umum sifat pertumbuhan tanaman *A. mangium* cenderung memiliki korelasi yang lemah dengan sifat

bentuk batang (Kurinobu et al., 1996; Nirsatmanto & Kurinobu, 2002). Untuk itu mengingat kelurusan batang merupakan salah satu sifat penting yang dapat mempengaruhi produktivitas tegakan, maka perlu

dipertimbangkan juga untuk memberikan nilai bobot yang lebih pada sifat ini dalam pelaksanaan seleksi baik dalam pelaksanaan seleksi di dalam famili maupun seleksi antar famili.

Tabel 2. Korelasi antara sifat-sifat yang digunakan untuk seleksi dalam plot menggunakan indeks seleksi retrospektif

Sifat	Tinggi	dbh	Kelurusan batang
Tinggi	-	0,06	0,02
dbh	0,98	-	0,01
Kelurusan batang	0,59	0,31	-

Keterangan: korelasi fenotipik dalam plot (di atas diagonal), korelasi genetik (di bawah diagonal)

B. Seleksi dalam plot

Dalam penelitian ini, penerapan metode indeks seleksi retrospektif dilaksanakan berdasarkan hasil penjarangan seleksi dalam plot pertama dengan rasio seleksi 50% yang dilaksanakan pada saat tanaman umur 40 bulan.

Pohon-pohon terpilih selanjutnya dijadikan acuan untuk penghitungan perolehan genetik pada saat tanaman umur 24 bulan. Diferensial seleksi, koefisien bobot dan prediksi perolehan genetik sebagai hasil seleksi dalam plot disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penerapan indeks seleksi retrospektif untuk seleksi dalam plot pada kebun benih generasi ketiga *A. mangium* umur 24 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah

Sifat	Seleksi aktual *)		Seleksi simulasi **)		
	Diferensial seleksi	Koefisien bobot	Diferensial seleksi	Koefisien bobot	Perolehan genetik (%)
	$r_b = 0,511^a$				
Tinggi	0,2172	0,3820	0,4994	0,5797	3,55
dbh	0,3078	0,1823	0,7614	0,2890	6,49
Kelurusan batang	0,1006	0,1264	0,3627	0,5232	3,83

Keterangan: *) seleksi 2 pohon terbaik di dalam setiap plot

**) simulasi seleksi 1 pohon terbaik di dalam setiap plot

^a r_b adalah koefisien korelasi biserial

Hasil seleksi aktual melalui seleksi 2 pohon terbaik dalam setiap plot memberikan nilai diferensial seleksi yang positif pada semua sifat yang diamati (Tabel 3). Hasil seleksi aktual dalam plot juga menunjukkan bahwa tinggi memiliki koefisien bobot terbesar diikuti dengan dbh dan kelurusan batang. Hal ini memberikan indikasi bahwa seleksi aktual dalam plot yang

dilaksanakan secara fenotipik pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* lebih ditekankan pada sifat-sifat pertumbuhan tanaman daripada sifat-sifat bentuk batang. Hal ini berbeda dengan seleksi dalam plot pada kebun benih semai generasi pertama yang lebih memberikan prioritas pada bentuk batang dibandingkan sifat pertumbuhan tanaman

(Kurinobu et al., 1996; Nirsatmanto & Kurinobu, 2002).

Nilai korelasi biserial hasil seleksi dalam plot pertama menunjukkan nilai sedang ($r_b=0,51$). Hal ini menunjukkan adanya korelasi nilai indeks yang sedang antara pohon terpilih pada seleksi aktual dengan pohon terpilih berdasarkan nilai indeks seleksi. Namun demikian nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil seleksi dalam plot pada kebun benih semai generasi pertama *A. mangium* sebesar $r_b=0,7$ (Nirsatmanto & Kurinobu, 2002). Rendahnya nilai korelasi pada penelitian ini diduga disebabkan karena adanya kerusakan patah pucuk akibat serangan angin kencang yang terjadi sebelum pelaksanaan penjarangan seleksi dalam plot (umur 36 bulan).

Penggunaan koefisien bobot hasil seleksi aktual dalam plot untuk seleksi simulasi (seleksi 1 pohon terbaik per plot) memberikan nilai diferensial seleksi yang positif dengan urutan besaran yang sama sebagaimana seleksi aktual. Namun demikian berdasarkan nilai koefisien bobot menunjukkan prioritas seleksi yang sedikit berbeda, khususnya pada sifat dbh dan kelurusan batang. Sifat-sifat dengan variasi dalam plot yang rendah cenderung akan memperoleh koefisien bobot yang lebih besar. Hal ini merupakan refleksi dari penggunaan Persamaan (7) dalam penghitungan koefisien bobot masing-masing sifat berdasarkan nilai diferensial seleksi hasil seleksi dalam plot. Kurinobu et al. (1996) dan Nirsatmanto dan Kurinobu (2002) juga melaporkan bahwa variasi genetik pada kebun benih semai generasi pertama *A. mangium* juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi untuk sifat dbh dibandingkan dengan sifat kelurusan batang.

Prediksi perolehan genetik yang dihitung berdasarkan hasil seleksi simulasi (seleksi 1 pohon terbaik per plot) menunjukkan nilai yang positif pada semua sifat yang diamati (Tabel 3). Meskipun memperoleh koefisien bobot seleksi

yang terendah, perolehan genetik hasil seleksi dalam plot terbesar ditemukan pada sifat dbh ($\pm 6\%$) diikuti dibawahnya oleh sifat tinggi dan kelurusan batang (masing-masing $\pm 3\%$). Tingginya nilai perolehan genetik pada sifat dbh merupakan dampak dari tingginya nilai heritabilitas (Tabel 1) dan diferensial seleksi (Tabel 3). Mengingat bahwa seleksi yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan seleksi multi sifat, tingginya perolehan genetik pada dbh juga dipengaruhi oleh kuatnya korelasi genetik dengan sifat tinggi (Tabel 2) yang merupakan sifat dengan koefisien bobot seleksi tertinggi (Tabel 3).

Prediksi perolehan genetik seleksi dalam plot pada kebun benih semai generasi ketiga menunjukkan tren yang berbeda dibandingkan dengan kebun benih semai generasi pertama. Kurinobu et al. (1996) dan Nirsatmanto dan Kurinobu (2002) melaporkan prediksi perolehan genetik seleksi dalam plot pada kebun benih semai generasi pertama *A. mangium* menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada sifat bentuk batang (kelurusan batang) dibandingkan dengan sifat pertumbuhan (tinggi dan diameter). Hal ini memberikan indikasi bahwa perbedaan perolehan genetik antar sifat yang diamati sangat dipengaruhi besarnya koefisien bobot masing-masing sifat yang digunakan dalam seleksi.

C. Seleksi famili

Koefisien bobot yang dihasilkan dari seleksi aktual (Tabel 3) selanjutnya digunakan juga untuk menghitung prediksi perolehan genetik seleksi famili. Nilai diferensial seleksi dan prediksi perolehan genetik seleksi famili disajikan pada Tabel 4. Secara umum nilai diferensial seleksi dan prediksi perolehan genetik seleksi famili menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan seleksi dalam plot (Tabel 4).

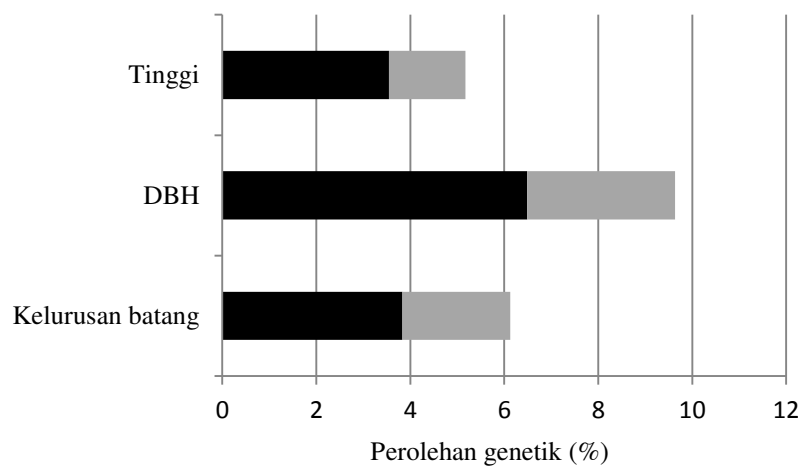
Tabel 4. Diferensial seleksi dan prediksi perolehan genetik seleksi famili pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* umur 24 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah

Sifat	Diferensial seleksi	Rasio (%)	Perolehan genetik (%)
Tinggi	0,2172	3,07	1,63
dbh	0,3078	4,79	3,14
Kelurusan batang	0,1006	2,90	2,29

Walaupun nilainya lebih rendah dibandingkan dengan seleksi dalam plot, nilai diferensial seleksi dan perolehan genetik pada seleksi famili menunjukkan urutan besaran antar sifat yang sama. Prediksi perolehan genetik tertinggi ditemukan pada dbh ($\pm 3\%$), diikuti semakin rendah pada sifat kelurusan batang dan tinggi ($\pm 2\%$). Hal ini menunjukkan bahwa koefisien bobot yang dihasilkan dari seleksi

aktual dalam plot menggunakan metode indeks seleksi retrospektif memberikan dampak yang konsisten dalam pemilihan prioritas sifat yang akan digunakan sebagai kriteria seleksi pada famili.

Prediksi perolehan genetik total, yang merupakan gabungan antara hasil seleksi dalam plot dan seleksi famili disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Total prediksi perolehan genetik relatif (%) menggunakan indeks seleksi retrospektif di kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* umur 24 bulan. Warna hitam adalah perolehan genetik seleksi dalam plot dan abu-abu adalah perolehan genetik seleksi famili

Perolehan genetik tertinggi ditemukan pada sifat dbh ($\pm 9\%$), diikuti semakin rendah pada sifat kelurusan batang ($\pm 6\%$) dan tinggi ($\pm 5\%$). Sementara itu Kurinobu et al. (1996) melaporkan hasil pada kebun benih semai generasi pertama *A. mangium* bahwa nilai total perolehan genetik lebih tinggi ditemukan pada sifat bentuk batang (5% - 12%) dibandingkan dengan sifat pertumbuhan tanaman ($<5\%$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan prioritas target seleksi antara pemuliaan pada generasi pertama dengan generasi ketiga. Pada

generasi pertama pemuliaan lebih diarahkan untuk meningkatkan kualitas bentuk batang (batang ganda/*multiple stem*, kelurusan batang), sedangkan pada pemuliaan generasi ketiga lebih diarahkan untuk peningkatan pertumbuhan tanaman. Mengingat penentuan koefisien bobot yang digunakan dalam indeks seleksi multi sifat didasarkan pada hasil seleksi dalam plot secara fenotipik, maka perubahan prioritas target seleksi antara generasi pertama dan ketiga lebih mencerminkan pada besarnya variasi fenotipik yang muncul di setiap generasi.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengamatan berdasarkan seleksi dalam plot menggunakan metode indek seleksi retrospektif membuktikan bahwa seleksi pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium* lebih diarahkan untuk memuliakan sifat pertumbuhan tanaman (diameter) dibandingkan dengan sifat bentuk batang (kelurusan batang). Dampak seleksi dalam plot secara konsisten memberikan nilai prediksi perolehan genetik yang lebih tinggi pada sifat pertumbuhan dibandingkan dengan sifat bentuk batang. Koefisien bobot yang diturunkan dari angka hasil seleksi dalam plot bisa digunakan sebagai acuan pemilihan prioritas sifat sehingga nantinya tahapan seleksi di dalam kebun benih *A. mangium* dapat dilaksanakan secara lebih terarah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tim Pemuliaan Tanaman Kayu Pulp pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan dalam pengumpulan data dan pengukuran di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dikerson, G. E., Blunn, C. T., Chapman, A. B., Kottman, R. M., Krider, J. L., Warwick, E. J., & Whatley, J. A. (1954). N.C. Reg. Publ. 38 and Mo. Agr. Exp. Sta. Bull. 551. In *Evaluation of selection in developing inbred lines of swine*. University of Missouri, College of Agriculture, Agriculture Experiment Station.
- Falconer, D. S. (1981). *Introduction to Quantitative Genetics*. New York, USA: Longman Inc.
- Hastanto, H. (2010). Peran benih unggul untuk meningkatkan produktivitas hutan tanaman *Acacia mangium* di PT. Musi Hutan Persada. In B. Leksono, A. Nirsatmanto, & A. Y. P. B. C. Widyatmoko (Eds.), *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian: Status Terkini Penelitian Pemuliaan Tanaman Hutan 1 Oktober 2009* (pp. 136–146). Yogyakarta: Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Hazel, L. N. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28, 476–490.
- Kurinobu, S., Nirsatmanto, A., & Leksono, B. (1996). Prediction genetic gain by within-plot selection in seedling seed orchards of *Acacia mangium* and *Eucalyptus* with application of retrospective selection index: Tree improvement for sustainable tropical forestry. In M. J. Dieters, A. C. Matheson, D. G. Nikles, C. E. Hrwood, & S. M. Walker (Eds.), *QFRI-IUFRO Conf.* (pp. 158–163). Caloundra, Queensland, Australia: Queensland Forestry Research Institute, Gympie.
- Leksono, B., & Kurinobu, S. (2005). Trend of within family-plot selection practised in three seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita*. *Journal of Tropical Forest Science*, 17(2), 235–242.
- Mackey, M. (1996). *Acacia mangium*: an important multipurpose species tree for the tropic lowlands. *FACT*, 96–3.
- Nirsatmanto, A. (2016). Early Growth of Improved *Acacia mangium* at Different Planting Densities, 2(2), 105–113. <https://doi.org/10.7226/jtfm>.
- Nirsatmanto, A., & Kurinobu, S. (2002). Trend of within-plot selection practiced in two seedling seed orchards of *Acacia mangium* in Indonesia. *Journal of Forest Research*, 7(2), 49–52.
- Nirsatmanto, A., Setyaji, T., Sunarti, S., & Kartikaningtyas, D. (2015). Genetic gain and projected increase in stand volume from two cycles breeding program of *Acacia mangium*. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 2(2), 71–79. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20886/ijfr.2015.2.2.71-79>
- Nirsatmanto, A., Setyaji, T., & Wahyuningtyas, R. S. (2014). Realized genetic gain and seed source x interaction on stand volume productivity of *Acacia mangium*. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20886/ijfr.2014.1.1.21-32>
- Setyaji, T., Sunarti, S., & Nirsatmanto, A. (2016). Early growth and stand volume productivity of selected clones of *Eucalyptus pellita*, 3(1), 27–32.
- Sunarti, S., Na'iem, M., Hardiyanto, E. B., & Indrioko, S. (2013). Breeding Strategy of *Acacia* Hybrid (*Acacia mangium* × *A. auriculiformis*) to Increase Forest Plantation Productivity in Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest*

- Management*), *XIX*(2), 128–137.
<https://doi.org/10.7226/jtfm.19.2.128>
- Sunarti, S., Nirsatmanto, A., Setyaji, T., Kartikaningtyas, D., Yuliasuti, D. S., & Surip. (2012). *General information of seed source (F-3) of Acacia mangium establishment in Central Java*.
- Wright, J. W. (1976). *Introduction to Forest Genetics*. New York, San Francisco, London: Academic Press Inc.
- Yamada, Y. (1977). Evaluation of the Culling Variate Used by Breeders in Actual Selection. *Genetic*, 86, 885–889.
- Zobel, B., & Talbert, J. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Willey and Sons