

Keragaan Genetik dan Pendugaan Heritabilitas pada Komponen Hasil dan Kandungan β -Karoten Progeni Kelapa Sawit

Genetics Performance and Heritability Estimations on Yield Component and β -Carotene Content of Oil Palm Progenies

Lollie Agustina P. Putri^{1†}, Sudarsono^{*1}, Hajrial Aswidinnoor¹ dan Dwi Asmono²

¹ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Indonesia

² PT Sampoerna Agro Tbk, Palembang, Indonesia

Diterima 19 Mei 2009/Disetujui 16 Juni 2009

ABSTRACT

An experiment to study heritability, general combining ability (GCA), and specific combining ability (SCA) of some traits in oil palm progeny was conducted at Kebun Surya Adi, PT. Bina Sawit Makmur, Sampoerna Agro, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, from July 2006 until September 2008. The research was arranged in alpha design with two replications, 50 progenies and 12 palms for each replication, respectively. The results showed that broad sense heritability estimates were high for mesocarp to fruit, oil to fresh mesocarp, and kernel to fruit content ratios, and β -carotene content; medium for bunch number and oil to bunch ratio; and low for fresh bunch and fruit to bunch ratio. The general combining ability (GCA) of bunch number, mesocarp to fruit, oil to fresh mesocarp, and kernel to fruit ratios and β -carotene content were highly significant. Similarly, the specific combining ability (SCA) of mesocarp to fruit, oil to fresh mesocarp, and kernel to fruit ratios and β -carotene content were also highly significant.

Key words: Heritability, combining ability, Elaeis guineensis Jacq., alpha design, β -carotene

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan sumber minyak nabati terbesar kedua di dunia yang dapat dikonsumsi manusia dan saat ini menjadi komoditas perkebunan strategis di Indonesia. Pesatnya perkembangan industri kelapa sawit Indonesia tidak terlepas dari upaya peningkatan produktivitas CPO melalui pemuliaan tanaman yang berkesinambungan dan dari sumbangan nyata pemuliaan tanaman dalam mendukung penyediaan bahan tanaman unggul. Usaha merakit bahan tanaman kelapa sawit unggul sangat ditentukan oleh ketersediaan bahan dasar plasma nutfah dan variabilitas genetiknya. Penggunaan bibit unggul dalam penanaman baru, dan peningkatan intensitas pemeliharaan menjadi kunci sukses program peningkatan produktivitas kebun kelapa sawit.

Hartley (1988) dan Breure dan Verdoreen (1995) menyatakan bahwa pemuliaan kelapa sawit bertujuan meningkatkan kuantitas minyak sawit dan minyak inti. Lubis (1992) dan Pamin (1998) menyebutkan tujuan lain dari pemuliaan kelapa sawit adalah untuk mendapatkan varietas dengan produksi minyak yang tinggi

serta mendapatkan beberapa sifat sekunder yang meliputi peningkatan kualitas minyak, toleran penyakit, dan adaptasi terhadap cekaman lingkungan.

Uji daya gabung merupakan prosedur pengujian dalam pembentukan varietas hibrida yang digunakan untuk mempelajari dan mengidentifikasi kombinasi tetua yang menghasilkan hibrida terbaik (Welsh, 1981). Daya gabung didefinisikan sebagai kemampuan tetua memindahkan performa pada hibridanya jika disilangkan dengan tetua lain (Chahal dan Gosal, 2003). Daya gabung umum (DGU) merupakan performa keturunan suatu genotipe yang disilangkan dengan contoh acak atau genotipe dengan jumlah besar. Daya gabung khusus (DGK) merupakan ukuran performa keturunan suatu genotipe lainnya dan sering diekspresikan sebagai simpangan performa yang diduga dengan rata-rata atau daya gabung umum (Stoskopf *et al.* 1993). Persilangan antar tetua yang memiliki efek daya gabung umum tinggi berpotensi menghasilkan keturunan dengan penampilan yang baik. Namun demikian pengaruh interaksi antar tetua dapat terjadi bila pengaruh daya gabung khususnya nyata (Baker, 1978). Breure dan Verdoreen (1995) mengajukan tiga tahap dalam

[†]Alamat tetap: E-mail : lollie_agustina@yahoo.com. Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara (USU) Medan,

^{*}Penulis untuk korespondensi. E-mail: s_sudarsono@ymail.com. Jl Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor, 16680

² E-mail: dwiasmono@sampoernaagro.com. Jl. Basuki Rahmat 788 Palembang.

menyeleksi tetua dura dan pisifera kelapa sawit : (1) seleksi awal dari dura dan pisifera berdasarkan karakter fenotipik, (2) seleksi dari efek aditif tetua melalui dugaan nilai DGU, dan (3) eksploitasi nilai DGU dari tetua dura dan pisifera.

Informasi parameter genetik sangat diperlukan untuk kegiatan seleksi dan penapisan. Kegiatan seleksi membutuhkan karakter yang tepat agar dapat berjalan efisien. Hasil (produksi minyak) merupakan perhatian yang paling penting dalam program pemuliaan sawit, tetapi hasil merupakan karakter yang diwariskan secara kompleks dan melibatkan beberapa komponen terkait. Karakter seleksi ini salah satunya dapat diketahui berdasarkan pendugaan heritabilitas. Poehlman dan Sleper (1996) menyatakan pendugaan heritabilitas berguna untuk mengetahui pengaruh genetik yang dapat diwariskan dari tetua kepada keturunannya, untuk memutuskan metode seleksi yang mana yang paling berguna untuk meningkatkan karakter, dan untuk memprediksi hasil dari seleksi (kemajuan genetik).

Tujuan percobaan ini adalah untuk menduga parameter genetik beberapa karakter pada progeni-progeni kelapa sawit (DxP), melalui pendugaan daya gabung umum (DGU), daya gabung khusus (DGK) dan heritabilitas.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilaksanakan pada bulan Juli 2006 sampai dengan September 2008 di kebun kelapa sawit Surya Adi *Research Station* (PT. Bina Sawit Makmur, Kecamatan Mesuji, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan), Laboratorium Analisis Tandan dan Minyak Kebun Surya Adi, Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman dan Laboratorium RGCI Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB.

Isolasi dan Penentuan Kandungan Minyak antar Genotipe

Percobaan dilakukan di lapangan dan laboratorium *Bunch and Oil Analysis*. Bahan tanaman di lapangan terdiri dari 50 progeni (1200 individu) DxP, tahun tanam 1997. Analisis tandan dan analisis minyak berdasarkan prosedur Breure dan Verdooren (1995) dan prosedur baku PT Bina Sawit Makmur. Karakter yang diamati yaitu jumlah tandan (*bunch number*/BN), tandan buah segar (*fresh fruit bunch*/FFB), rasio buah per tandan (*fruit to bunch*/FTB), rasio mesokarp per buah (*mesocarp to fruit*/MTF), rasio minyak per mesokarp segar (*oil to wet mesocarp*/OTWM), rasio minyak per tandan (*oil to bunch*/OTB), dan rasio kernel per buah (*kernel to fruit*/KTF).

Isolasi dan Penentuan Kandungan β -Karoten antar Genotipe

Prosedur isolasi dan penentuan kandungan β -karoten pada buah kelapa sawit merujuk pada prosedur standard PORIM (1995) dan pembacaan nilai absorbansi pada 446 nm menggunakan spektrofotometer. Kandungan β -karoten (ppm) dihitung dengan rumus: $25 \times 383/100W (As-Ab)$, dengan : As = nilai absorbansi sampel, Ab = kesalahan cuvet, W = bobot sampel.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Percobaan ini merupakan percobaan faktor tunggal dan jumlah perlakuan yang besar dengan menggunakan rancangan *alpha design*, yaitu suatu rancangan kelompok tidak lengkap (*incomplete block design*) dengan jumlah perlakuan yang fleksibel (Breure dan Verdooren, 1995). Lima puluh progeni yang digunakan merupakan hasil persilangan antara 24 tetua dura dan 24 tetua pisifera dengan 2 ulangan. Setiap ulangan dibagi ke dalam 10 blok dengan setiap blok terdiri dari 5 progeni yang berada pada kelas tanah yang sama. Masing-masing progeni terdiri dari 12 tanaman (total keseluruhan tanaman yang digunakan adalah 1200 tanaman). Persilangan disusun dalam suatu *crossing scheme* yang terkoneksi (*connected*) dengan jumlah progeni yang lebih kecil daripada jumlah persilangan dura dengan pisifera (progeni<dura*pisifera). *Crossing scheme* ini harus terkoneksi supaya keseluruhan data dapat dianalisis bersamaan.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan software SPSS 15.0. Breure dan Verdooren (1995) menyebutkan apabila derajat bebas (db) dura (jumlah dura-1) dan db pisifera (jumlah pisifera-1) maka *crossing scheme* tersebut dikatakan terkoneksi. Untuk efek genotipik dari dura (tetua ibu) dan pisifera (tetua bapak) dapat diduga dari keragaan tenera (progeni) yang diperoleh dari keduanya merupakan efek aditif. Pendugaan hasil dari tenera (progeni) dari persilangan $D_i \times P_j$, $E(Y_{ij})$, dapat ditulis sebagai jumlah dari rata-rata umum (μ), efek genotipik i dari dura (D_i) dan efek genotipik j dari pisifera (P_j) yaitu $E(Y_{ij}) = \mu + i + j$. Pada genetika kuantitatif, efek aditif dari tetua-tetua ini dapat disebut nilai Daya Gabung Umum. Untuk persilangan (C) yang diturunkan dari A dura dan B pisifera, dengan $C = A \times B$, maka parameter $\mu, 1, \dots, A, 1, \dots, B$ dapat dihitung menggunakan metode kuadrat terkecil (*Least Square Method*). Jika pendugaan kuadrat terkecil untuk μ , untuk DGU pengaruh dura i dan untuk DGU pengaruh pisifera j adalah m, a_i , dan b_j , rata-rata kuadrat terkecil untuk tenera T_g (LSM (T_g), *Least Square Mean* tenera T_g) maka model aditif untuk nilai DGU dan DGK adalah : $DGU = m + a_i + b_j$ dan $DGK (T_g) = LSM (T_g) - (m + a_i + b_j)$.

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan yang digunakan terhadap peubah yang diamati

dilakukan analisis ragam (uji-F). Analisis ragam untuk rancangan *alpha design* dilakukan menurut Breure dan Verdoreen (1995) dengan menggunakan software SPSS 15.0. Model rancangan *alpha design* (Breure dan Verdooren, 1995 dan Williams *et al*, 2002) disusun sebagai berikut :

- Y_{ij} = μ + i + β_j + ij
- Y_{ij} = respon progeni ke-i, *block new* ke-j
- μ = nilai tengah
- i = pengaruh aditif progeni ke-i
- β_j = pengaruh aditif *block new* ke-j
- ij = galat percobaan

Pada analisis ragam (Tabel 1), nilai ragam lingkungan (σ^2_E), ragam genotipe (σ^2_G), dan ragam fenotipe (σ^2_P) dapat diduga dengan persamaan:

$$\sigma^2_E = KT_E \quad \sigma^2_G = \frac{KT_G - KT_E}{k} \quad \sigma^2_P = \sigma^2_G + \frac{\sigma^2_E}{b}$$

Heritabilitas dalam arti luas diduga dengan menggunakan analisis ragam (Allard, 1966), yaitu sebagai berikut :

$$h^2_{bs} = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_P} \times 100\%$$

Nilai duga heritabilitas diklasifikasikan menurut Stanfield (1983), yaitu tinggi jika $h^2_{bs} > 50\%$, sedang jika $20\% < h^2_{bs} < 50\%$, dan rendah jika $h^2_{bs} < 20\%$.

Tabel 1. Analisis ragam disain *Alpha* terkoneksi

SK	JK	db	KT	E(KT)
Model terkoreksi		k+p		
Intercept		1		
<i>Bloknew</i> (k)		(r.b)-1		
<i>Progeni</i> (p)	JK _G	p-1	KT _G	$e^2 + k \sigma^2_G$
Galat	JK _E	tk-k-p	KT _E	e^2
Total (t)		pr.r		
Total terkoreksi (tk)		(pr.r)-1		

Keterangan: SK = Sumber keragaman, JK = Jumlah kuadrat, db = Derajat bebas, KT = Kuadrat tengah, E(KT) = Nilai harapan kuadrat tengah, r = ulangan, b = blok, pr = jumlah progeni per ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Koneksitas Persilangan

Hasil uji koneksitas rancangan (Tabel 2) dilakukan pada 50 progeni yang digunakan sebagai sampel tanaman menunjukkan bahwa *crossing scheme* yang merupakan hasil persilangan 24 tetua dura dan 24 tetua pisifera adalah terkoneksi. Sehingga selanjutnya keseluruhan data dapat dianalisis secara bersamaan. Analisis ragam menunjukkan bahwa antara progeni yang diamati terdapat perbedaan yang sangat nyata pada karakter rasio mesokarp per buah, rasio kernel per buah, serta nyata pada rasio minyak per mesokarp segar. Tetapi untuk karakter jumlah tandan, tandan buah segar,

buah per tandan dan minyak per tandan tidak berbeda nyata. Ini menunjukkan bahwa keragaan 50 progeni yang digunakan adalah berbeda dalam hal karakter yang diamati.

Hal ini dimungkinkan karena progeni-progeni tersebut merupakan hasil persilangan antara dura dan pisifera yang berbeda-beda. Tetua dura yang digunakan berasal dari populasi pemuliaan dengan garis keturunan yang jauh berbeda sehingga secara genetik diharapkan menghasilkan progeni dengan keragaman karakter. Hal yang sama juga berlaku untuk tetua pisifera, yang juga berasal dari berbagai latar belakang genetik yang berbeda sehingga juga menghasilkan progeni yang beragam pula.

Tabel 2. Uji koneksitas 50 progeni persilangan DxP

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F hitung	Pr
Model Terkoreksi	620.034(a)	46	13.479	2.371	.001
Intercept	160609.085	1	160609.085	28249.092	.000
Dura	302.111	23	13.135	2.310	.006
Pisifera	327.933	23	14.258	2.508	.003
Galat	301.329	53	5.685		
Total	262940.665	100			
Total Terkoreksi	921.363	99			

Daya Gabung untuk Kandungan Minyak Antar Genotipe

Keragaan dari pendugaan efek DGU dan DGK untuk karakter-karakter yang terpilih tertera pada Tabel 3. DGU dari karakter terpilih diperoleh berdasarkan kaidah *alpha design* (Breure dan Verdooren, 1995)

yang menyatakan bahwa DGU dari semua dura dan pisifera dapat diperoleh dari nilai rata-rata kuadrat terkecil (*Least Square Mean, LSM*) masing-masing tetua dura dan tetua pisifera jika skema persilangan adalah terkoneksi.

Tabel 3. Daya gabung umum dan daya gabung khusus

No	Karakter	DGU Dura	DGU Pisifera	DGK
1	BN	*	tn	tn
2	FFB	tn	tn	tn
3	FTB	tn	tn	tn
4	MTF	*	tn	**
5	OTWM	tn	*	*
6	OTB	tn	tn	tn
7	KTF	tn	**	**
8	BCC	**	**	**

Keterangan : tn = tidak nyata, * = nyata, ** = sangat nyata

BN = Jumlah tandan, FFB = tandan buah segar, FTB = jumlah buah per tandan, MTF = rasio mesokarp per buah, OTWM = rasio minyak per mesokarp segar, OTB = rasio minyak per tandan dan KTF = rasio kernel per buah, BCC = kandungan -karoten

DGU didefinisikan sebagai kemampuan tetua memindahkan performa pada progeninya jika disilangkan dengan tetua lainnya (Chahal dan Gosal, 2003). DGU diekspresikan pada keturunan persilangan dan terutama merupakan hasil aksi gen aditif. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa DGU untuk karakter jumlah tandan dan rasio mesokarp per buah nyata pada tetua dura. Dura merupakan penghasil tandan yang mempunyai buah (brondolan), sementara pisifera selain dapat menghasilkan tandan partenokarpi, juga sering mengalami abnormalitas sehingga tidak menghasilkan tandan.

Untuk karakter jumlah tandan dan karakter rasio mesokarp per buah dimungkinkan seleksi dari tetua dura. Tetua dura memberi kontribusi nyata terkait dengan kemampuan pembentukan buah (brondolan buah). Tetua dura yang mempunyai DGU tinggi untuk karakter tersebut di atas adalah tetua D15 (karakter jumlah tandan) dan D16 (karakter rasio mesokarp per buah). DGU untuk karakter rasio minyak per mesokarp segar dan rasio kernel per buah nyata pada tetua pisifera.

Ketebalan mesokarp sangat dipengaruhi oleh tebal tipisnya cangkang. Ketebalan cangkang merupakan pembeda antara dura, tenera dan pisifera. Dura memiliki cangkang tebal 2-8 mm, tenera memiliki cangkang menengah (0.5-4 mm), sedangkan pisifera memiliki ketebalan cangkang sangat tipis dan bahkan tidak ada (Hartley, 1988).

Dengan demikian untuk karakter rasio minyak per mesokarp segar dan rasio kernel per buah memungkinkan diseleksi dari tetua pisifera. Tetua pisifera yang memiliki DGU tinggi untuk karakter rasio minyak per mesokarp dan rasio kernel per buah adalah tetua P21.

DGK yang nyata terdapat pada karakter rasio mesokarp per buah. Hal ini memungkinkan untuk memperoleh persilangan spesifik diantara tetua yang dimiliki. DGK tinggi untuk karakter rasio mesokarp per buah dijumpai pada persilangan D22xP10, karakter rasio minyak per mesokarp segar tertinggi dijumpai pada persilangan D23xP11. Sedangkan karakter rasio kernel per buah tertinggi dijumpai pada persilangan D7xP2.

DGU untuk karakter kandungan beta karoten nyata pada tetua dura dan pisifera. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dari lintasan metabolisme pembentukan kandungan beta karoten pada buah, diduga dikendalikan oleh satu gen (*single gene*) yaitu gen *lycopene β-cyclase* (Moehs *et al.* 2001). Dengan demikian, karakter kandungan -karoten dimungkinkan untuk diseleksi dari tetua pisifera dan duranya. DGK yang nyata menunjukkan bahwa dapat diperoleh persilangan spesifik antara tetua dura dan pisifera. Karakter kandungan -karoten yang tertinggi dijumpai pada persilangan D10xP19.

Heritabilitas

Pendugaan nilai heritabilitas pada 8 karakter dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai duga heritabilitas arti luas (h^2bs) untuk MTF, OTWM, KTF dan BCC pada percobaan ini tergolong tinggi. Untuk BN dan OTB, nilai duga h^2bs tergolong sedang. Sedangkan, untuk FFB dan FTB dalam percobaan ini memiliki h^2bs tergolong rendah.

Tabel 4. Nilai heritabilitas arti luas pada karakter kelapa kawit

No	Karakter	KT lingkungan	KT genotip	Ragam Lingkungan	Ragam Genotip	Ragam Fenotip	$h^2 bs$
1	BN	1.290	2.158	1.290	0.046	0.114	0.402
2	FFB	257.057	320.146	257.057	3.320	16.850	0.197
3	FTB	12.91	14.092	12.91	0.062	0.742	0.084
4	MTF	9.294	24.381	9.294	0.794	1.283	0.619
5	OTWM	5.111	10.519	5.111	0.285	0.554	0.514
6	OTB	3.354	4.591	3.354	0.065	0.242	0.269
7	KTF	0.313	0.992	0.313	0.036	0.052	0.684
8	BCC	4544.54	55133.61	4544.54	2662.583	2901.769	0.918

Keterangan : BN = Jumlah tandan, FFB = tandan buah segar, FTB = jumlah buah per tandan, MTF = rasio mesokarp per buah, OTWM = rasio minyak per mesokarp segar, OTB = rasio minyak per tandan dan KTF = rasio kernel per buah, BCC= kandungan -karoten

Pendugaan nilai karakter dengan nilai duga heritabilitas tinggi menunjukkan karakter yang muncul terutama lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik dan sedikit dipengaruhi lingkungan. Suatu populasi yang secara genetik berbeda yang hidup pada lingkungan yang sama kemungkinan besar dapat memperlihatkan nilai duga heritabilitas yang berbeda untuk suatu karakter yang sama. Begitu pula sebaliknya, suatu genotipe tertentu tidak selalu memberikan respon yang sama terhadap lingkungan yang berbeda. Nilai heritabilitas dipengaruhi oleh antara lain faktor karakteristik populasi, sampel genotipe yang dievaluasi serta metode penghitungan (Fehr, 1987).

Karakter rasio mesokarp terhadap buah terbukti memiliki heritabilitas yang tinggi ($h^2bs = 61.9\%$, Tabel 4). Hal ini memperkuat pernyataan Corley dan Gray (1976), Hardon (1976) serta Lubis (1992) sebelumnya bahwa MTF memiliki heritabilitas tinggi. Artinya, karakter MTF sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan dapat diwariskan ke keturunannya.

Genotipe kelapa sawit yang diinginkan yaitu genotipe dengan karakter MTF yang tinggi, sebab minyak terdapat pada mesokarp. Ketebalan mesokarp sangat dipengaruhi oleh tebal tipisnya cangkang. Ketebalan cangkang dikendalikan secara genetik oleh gen tunggal *sh* yang merupakan pembeda antara dura, tenera dan pisifera. Dura memiliki cangkang tebal sehingga mesokarpnya sedikit. Tenera memiliki

cangkang tipis sehingga mesokarpnya banyak. Karakter rasio kernel per buah juga memiliki heritabilitas tinggi ($h^2 bs = 68.4\%$) dan ini terkait juga dengan sifat ketebalan cangkang.

Rasio minyak per mesokarp segar memiliki heritabilitas yang tinggi ($h^2bs = 51.4\%$). Hal ini berkaitan dengan heritabilitas dari karakter MTF. Corley dan Gray (1976) menyatakan bahwa OTWM tergantung pada kematangan buah, karena minyak terbentuk pada tahap terakhir perkembangan buah. Kadar air dan minyak berubah menurut kematangan tandan dan akan meningkat dengan pesat samapi menjadi maksimum menjelang panen. Ekstraksi minyak maksimum dapat dilakukan jika buah berada pada kondisi puncak kematangannya.

Nilai heritabilitas yang tinggi untuk suatu karakter menggambarkan karakter tersebut penampilannya lebih ditentukan oleh faktor genetik. Karakter yang demikian mudah diwariskan pada generasi berikutnya, sehingga seleksinya dapat dilakukan pada generasi awal. Nilai heritabilitas rendah untuk suatu karakter menggambarkan karakter tersebut sangat dipengaruhi faktor lingkungan, pewarisannya sulit sehingga seleksi hanya efektif dilakukan pada generasi lanjut (Fehr, 1987).

Nilai duga heritabilitas karakter kandungan beta karoten dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai duga heritabilitas arti luas (h^2bs) karakter kandungan beta karoten dalam percobaan ini tergolong tinggi. Nilai

duga h^2bs tinggi menunjukkan keragaan kandungan beta karoten yang muncul lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik dan sedikit dipengaruhi lingkungan. Sesuai dengan Moehs *et al.* (2001), bahwa dalam lintasan metabolisme pembentukan beta karoten, yang berperan adalah enzim kunci *lycopene β -cyclase*.

Uji korelasi menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi yang nyata diantara karakter kandungan beta karoten dengan karakter rasio mesokarp per buah,

karakter minyak per mesokarp segar dan rasio minyak per tandan (Tabel 5). Hal ini memperkuat justifikasi bahwa pengaruh lingkungan yang sangat kecil untuk keragaan karakter kandungan beta karoten pada kelapa sawit. Berdasarkan hal tersebut, potensi untuk memperoleh progeni hasil persilangan spesifik dengan kandungan beta karoten yang cukup tinggi dapat dilakukan.

Tabel 5. Korelasi karakter-karakter kelapa sawit

Karakter	BCC	MTF	OTWM	OTB
BCC	1.00	tn	tn	tn
MTF		1.00	0.192**	0.382**
OTWM			1.00	0.593**
OTB				1.00

Keterangan : ** = sangat nyata, tn = tidak nyata

BCC = kandungan β -karoten, MTF = rasio mesokarp per buah, OTWM = rasio minyak per mesokarp segar, OTB = rasio minyak per tandan

Heritabilitas jumlah tandan tergolong sedang ($h^2bs = 40.2\%$). Jumlah tandan dipengaruhi oleh produksi pelepah karena setiap pelepah memiliki potensi menghasilkan satu calon bunga, apakah itu bunga jantan atau bunga betina. Selain itu jumlah tandan juga dipengaruhi umur tanaman (Hardon 1976 dan Lubis 1992). Yang tergolong mempunyai heritabilitas sedang ($h^2bs = 26.9\%$) adalah rasio minyak per tandan. Karakter ini dipengaruhi oleh rasio FTB, MTF, dan OTWM. Rasio buah terhadap tandan dipengaruhi oleh kesempurnaan penyerbukan. Pada kenyataannya tidak semua bunga betina dapat diserbuki terutama yang berada di bagian dalam tandan. Corley dan Gray (1976) menyatakan bahwa pemupukan K dapat mengakibatkan penurunan karakter ini. Lubis *et al.* (1994) menyatakan rendemen minyak merupakan karakter kompleks dan dikendalikan oleh banyak gen.

Karakter buah per tandan memiliki heritabilitas rendah ($h^2bs = 19.7\%$). Hutomo dan Pamin (1992) menyatakan bahwa produksi FFB juga ditentukan oleh faktor lingkungan (tanah dan iklim) dan pengelolaan tanaman (kultur teknis). Iklim yang ekstrim seperti kekeringan dapat mengakibatkan tidak terjadinya inisiasi bunga bahkan aborsi, atau akan membentuk bunga jantan. Karakter rasio buah per tandan memiliki heritabilitas rendah ($h^2bs = 8.4\%$). Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan berperan besar dari pada fenotipenya. Jumlah buah yang terbentuk juga dipengaruhi oleh tingkat kesempurnaan penyerbukan.

Selain penentuan metode seleksi, keberhasilan program pemuliaan kelapa sawit dapat dipercepat dengan pemilihan karakter seleksi yang tepat. Seleksi dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Seleksi langsung hanya efisien jika karakter yang ingin diperbaiki mempunyai nilai heritabilitas yang tinggi.

Namun jika karakter yang ingin diperbaiki mempunyai nilai heritabilitas yang rendah maka seleksi tidak langsung menggunakan satu atau beberapa karakter akan lebih efisien.

KESIMPULAN

Pemilihan calon tetua dapat diseleksi dari tetua dura untuk karakter jumlah tandan (DGU tertinggi pada tetua D15) dan rasio mesokarp per buah (DGU tertinggi pada tetua D16). Pemilihan calon tetua untuk karakter rasio minyak per mesokarp segar dan rasio kernel per buah dapat diseleksi dari tetua pisifera (DGU tertinggi pada tetua P21). DGK sangat nyata pada karakter rasio mesokarp per buah (D22xP10), rasio kernel per buah (D7xP2), dan kandungan β -karoten (D10xP19), serta nyata pada karakter rasio minyak per mesokarp segar (D23xP11).

Karakter rasio mesokarp per buah, rasio minyak per mesokarp segar, rasio kernel per buah dan kandungan β -karoten pada kelapa sawit lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik tanaman dan hanya sedikit dipengaruhi oleh lingkungan. Nilai duga heritabilitas (h^2bs) sedang dimiliki karakter jumlah tandan dan rasio minyak per tandan, dan nilai duga heritabilitas (h^2bs) rendah dimiliki karakter tandan buah segar dan rasio buah per tandan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada PT. Sampoerna Agro-Tbk dan Institut Pertanian Bogor atas izin dan bantuannya sehingga pelaksanaan penelitian dan

penulisan ilmiah ini dapat diselesaikan. Penulis juga berterima kasih pada Dirjen Dikti, Departemen Pendidikan Nasional, RI atas dukungan finansialnya melalui BPPS, Program Sandwich dan Hibah Penelitian Program Doktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, R.J. 1978. Issue in diallel analysis. *Crop Sci.* 18:533-536.
- Breure, C.J., L.R. Verdooren. 1995. Guidelines for testing and selecting parent palms in oil palm. Practical aspects and statistical methods. ASD Oil Palm Papers in Occasional Publication of ASD de Costa Rica, S. A. 9:1-68.
- Chahal, G.S., S.S. Gosal. 2003. Principles and Procedures of Plant Breeding: Biotechnological and Conventional Approaches. Narosa Publishing House, New Delhi.
- Corley, R.H.V., B.S. Gray. 1976. Yield and yield components, p.77-86. In R.H.V. Corley, J.J. Hardon, and B.J. Wood (Eds.). Development in Crop Science (1): Oil Palm Research. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development, Vol.1: Theory and Technique. Iowa State University. MacMillan Publ. Co. New York.
- Hardon, J.J. 1976. Oil Palm Breeding-Introduction. p.89-108. In R.H.V. Corley, J.J. Hardon and B. J. Wood (ed). Oil Palm Research. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Hartley, C.W.S. 1988. The Oil Palm. Longman, London.
- Hutomo, T., K. Pamin. 1992. Hasil pendahuluan uji keturunan kelapa sawit persilangan DXP dan DyxP di Sumatera bagian Utara. I. Interaksi genotype dan lingkungan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. *Bul. Perkeb.* 23(2):67-78.
- Lubis, A.U. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan. Pematang Siantar, Sumatera Utara.
- Lubis, A.U., A.R. Purba, T. Hutomo. 1994. Keragaan dan heritabilitas karakter pertumbuhan dan komponen tandan pada hibrida antar spesies *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*. *Bul. PPKS* 2:127-133.
- Moehs, C.P., L. Tian, K.W. Osteryoung, D. Dellapenna. 2001. Analysis carotenoid biosynthetic gene expression during marigold petal development. *Plant Molec. Biol.* 45:281-293.
- Pamin, K. 1998. A Hundred and Fifty Years of Oil Palm Development in Indonesia : From Bogor Botanical Garden to the Industry. Proceedings International Oil Palm Conference. Commodity of the past, today's and future. IOPRI:3-23.
- Poehlman, J.M., D.A. Sleper. 1996. Breeding Field Crops. 4th ed. AVL Publ. Co., Inc. Connecticut, USA.
- [PORIM] Palm Oil Research Institute Malaysia. 1995. Method of test for palm oil and oil products. Malaysia, PORIM. p.33-34.
- Stanfield, W.D. 1983. Theory and Problems of Genetics. 2nd Ed. McGraw-Hill, New York.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons Inc, Canada.
- Williams, E.R., A.C. Mathew, C.E. Harwood. 2002. Experimental Design and Analysis for Tree Improvement. 2nd ed. CSIRO. Collingwood, Australia.