

**KAJIAN KERAGAMAN DAN HERITABILITAS KANDUNGAN
 β -KAROTEN PROGENI KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)
TIPE DURA**

**VARIATION AND HERITABILITY OF β -CAROTENE CONTENT IN OIL
PALM (*Elaeis guineensis* Jacq) DURA PROGENIES**

Nur Hayatun, Taryono¹, Supriyanta¹, Reza Indriadi², dan Tony Liwang²

ABSTRACT

Improve β -carotene content is one of the major oil palm breeding programs and breeding program can be done on the populations which have broad variability and high heritability. The aim of this research is to know the genetic variability, heritability and correlation of β -carotene content with oil yield components at oil palm Seed Estate PT. Dami Mas Sejahtera especially in dura progenies.

The research was carried out at Dami Mas Seed Estate (DMSE), the DMSE Bunch analysis Laboratory of PT. Dami Mas Sejahtera, Kampar Riau, and the Organic Chemistry Laboratory of SMARTRI research main station Libo, PT. Smart. Tbk, Siak Riau. The research material were eleven dura progenies.

The result showed that some of dura progenies have high β -carotene content. Progeny 09 has highest β -carotene content and high variability. Dura progenies have high genetic coefficient of variation (GCV) and heritability in β -carotene content. The Bunch Weight, Fruit to Bunch, Fruit Weight, Wet Mesocarp Fruit, and Oil Wet Mesocarp gave lower GCV than β -carotene content. The Bunch Weight, Fruit to Bunch, and Wet Mesocarp Fruit characters have high heritability, whereas Fruit Weight and Oil Wet Mesocarp have lower heritability. β -carotene content was negatively correlated to Fruit Weight.

Key words : oil palm, variation, heritability, β -carotene content

INTISARI

Peningkatan kandungan β -karoten pada CPO saat ini menjadi prioritas utama pemuliaan tanaman kelapa sawit. Pemuliaan dapat dilakukan terhadap populasi yang memiliki keragaman dan daya waris terhadap sifat kandungan β -karoten tinggi. Hal inilah yang mendasari dilaksanakannya penelitian dengan tujuan mengetahui keragaman, heritabilitas dan korelasi kandungan β -karoten dengan karakter komponen hasil Progeni kelapa sawit tipe dura di kebun induk PT. DMS.

¹ Staf Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, UGM

² Staf Peneliti SMARTRI, PT. SMART Tbk. Libo Siak Riau

Penelitian dilaksanakan di kebun induk Dami Mas Seed Estate (DMSE) dan Laboratorium Analisis Tandan DMSE PT. DMS, Kampar, Riau, serta Laboratorium Kimia Organik Balai Penelitian SMARTRI Libo, PT. Smart. Tbk, Siak. Riau. Bahan tanam yang digunakan terdiri dari 11 progeni dura.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa progeni kelapa sawit tipe dura di kebun induk PT. Dami Mas Sejahtera memiliki kandungan β -karoten relatif tinggi. Progeni 09 memiliki kandungan β -karoten tertinggi dengan keragaman dalam progeni sangat tinggi, sangat baik sebagai bahan pemuliaan. Kandungan β -karoten progeni kelapa sawit tipe dura mempunyai nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan heritabilitas yang relatif tinggi. Koefisien Variasi Genetik berat tandan relatif agak tinggi, namun Koefisien Variasi Genetik persentase buah per tandan, berat buah, persentase mesokarp per buah, dan persentase minyak per mesokarp relatif rendah. Berat tandan, persentase buah per tandan, persentase mesokarp per buah memiliki nilai heritabilitas yang tinggi, namun berat buah dan persentase minyak per mesokarp heritabilitasnya rendah. Kandungan β -karoten berkorelasi negatif dengan berat buah.

Kata kunci : kelapa sawit, keragaman, heritabilitas, kandungan β -karoten

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang memiliki peranan penting bagi pembangunan pertanian Indonesia. Selain mampu mempekerjakan sekitar 1,5 juta orang, juga penghasil devisa terbesar. Pada tahun 2005 devisa yang dihasilkan mencapai US\$4 miliar dari total nilai produksi sebesar US\$5 miliar (Anonim, 2006).

Tanaman kelapa sawit memiliki potensi yang lebih tinggi baik dari segi kuantitas produksi per satuan luas lahan, maupun produk sampingannya dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lain (Asmono dan Subronto, 2000). Saat ini Indonesia tercatat sebagai produsen CPO terbesar kedua setelah Malaysia (Erningpraja, 2002). Tahun 2004 pangsa pasar ekspor Indonesia naik menjadi 34,3% dari total ekspor CPO seluruh produsen CPO dunia yang mencapai 23,4 juta ton (Anonim, 2005 b).

Sebagian besar tujuan ekspor CPO Indonesia adalah India, China, dan beberapa negara Afrika dan Eropa. Ekspor CPO untuk tujuan India diprediksikan akan semakin menurun. Hal ini karena India mengalami peningkatan produksi kelapa sawit dan karena ada ketentuan lebih ketat dari Pemerintah India terhadap CPO impor pada tahun 2003 yakni pemeriksaan unsur β -carotene atau pro-vitamin A dengan standar 500 ppm (Pangaribuan, 2003). Hal ini berimbas terhadap menurunnya ekspor CPO Indonesia yang kandungan karotennya kurang dari 500 ppm.

β -karoten erat hubungannya dengan pencegahan beberapa jenis penyakit kanker seperti kanker mulut, tenggorokan, paru-paru, kolon dan

lambung, sehingga β -karoten dapat dikategorikan sebagai senyawa anti kanker utama (Choo *et al.*, 1989). β -karoten juga mampu mereduksi plak arterosklerotik pada pembuluh darah arteri. Minyak kelapa sawit sangat kaya akan kandungan β -karoten, 15-300 kali lebih besar dari kandungan β -karoten di wortel dan tomat.

Menurut Gross *cit.* Rodriguez-Amaya (2003); komposisi β -karoten pada beberapa bahan makanan salah satunya dipengaruhi oleh kultivar atau varietas, selain itu faktor lainnya adalah bagian tanaman yang digunakan, usia kemasakan, iklim dan geografi pada saat produksi, pemanenan, penanganan pascapanen, pengolahan dan penyimpanan. Tenera (varietas yang diusahakan perkebunan di Indonesia) memiliki kandungan β -karoten 667 ppm, namun dimungkinkan penurunan kandungan β -karoten hingga di bawah 500 ppm akibat faktor lain tidak bisa dihindari. Dura mengandung β -karoten 997 ppm, dan Pisifera 428 ppm, E.oleifera 4292 ppm, hibrida O. G x O.E: 1430 ppm -2324 ppm (May, 2000).

Perbaikan varietas menjadi cara efektif yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kandungan β -karoten CPO. Penggunaan bahan genetik *Elaeis oleifera* sebagai bahan persilangan menghasilkan hibrida dengan kandungan β -karoten tinggi namun hasil minyak yang rendah. Dura kandungan β -karotennya relatif tinggi dengan hasil yang tinggi. Namun informasi genetik untuk karakter kandungan β -karoten belum banyak diteliti. Oleh karena itu pengujian untuk mengetahui keragaman genetik kandungan β -karoten pada dura perlu diteliti, juga besarnya nilai pewarisan, korelasi antar karakter kandungan β -karoten dengan komponen hasil serta pengaruh induk betina terhadap kandungan β -karoten sebagai evaluasi awal perbaikan varietas berdaya hasil tinggi dengan kualitas kandungan β -karoten tinggi. Informasi mengenai variasi dan nilai pewarisan (heritabilitas) sangat penting dalam kegiatan pemuliaan, karena akan memberikan informasi mengenai peluang-peluang yang dapat diperoleh dalam usaha perbaikan genetik selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kebun induk Dami Mas Seed Estate (DMSE) dan Laboratorium Analisis Tandan DMSE PT. Dami Mas Sejahtera di Kabupaten Kampar Riau, serta Laboratorium Kimia Organik Balai Penelitian SMARTRI Libo, PT. Smart. Tbk, di Kabupaten Siak Riau, pada bulan April hingga September 2006.

Bahan penelitian yang digunakan adalah 11 progeni dura. Tanaman-tanaman ini ditanam pada akhir tahun 1998 dalam 5 blok kebun. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah isoktan, aquades, n-heksan, ethrel, dan air.

Penentuan kemasakan buah mengikuti standar Estate PT. Smart. Pengambilan contoh untuk pengujian kandungan β -karoten menggunakan

standar laboratorium analisis tandan DMSE. Ekstraksi minyak menggunakan prinsip ekstraksi minyak di Pabrik kelapa sawit (PKS). Metode analisis kandungan β -karoten menggunakan metode PORIM 2.6: (Anonim, 2004) dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 446 nm.

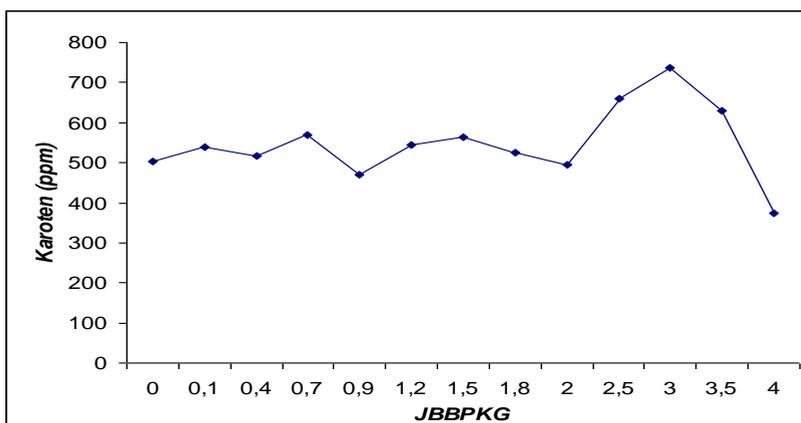
Analisis tandan digunakan untuk mendapatkan data karakter komponen hasil yakni berat tandan (*bunch weight*, BW), jumlah buah per tandan (*fruit per bunch*, FB), rerata berat buah (*fruit weight*, FRWT), persentase berat mesokarp per berat buah (*wet mesocarp per fruit*, WMF) dan persentase berat minyak per mesokarp (*oil per wet mesocarp*, OWM). Analisis tandan menggunakan prosedur standar laboratorium analisis tandan DMSE yang merupakan modifikasi metode NIFOR yang dideskripsikan oleh Blaak *et al. cit.* Corley dan Tinker (2003).

Sidik ragam dianalisis dengan model rancangan tersarang, apabila berbeda nyata di uji kembali dengan uji DMRT $\alpha = 1\%$. Nilai duga daya waris (heritabilitas) diuji menurut Knight *cit.* Haryono (1991). Besarnya korelasi antar karakter yang diamati diduga menurut Becker (1968). Ada tidaknya pengaruh tetua betina terhadap kandungan β -karoten diketahui menggunakan uji "t" (Sastrosupadi, 2000) dari progeni hasil persilangan dan resiproknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Standar Jumlah Buah Berondol Per Kilogram Tandan (JBBPKG)

Standar masaknya buah diketahui memiliki pengaruh besar terhadap kandungan β -karoten dan komponen hasil. Kriteria masaknya buah ditentukan dengan jumlah buah berondol dan warna buah yang telah jingga kemerahan. Untuk itu dilakukan uji pengaruh JBBPKG sebelum panen terhadap kandungan β -karoten.



Ket: JBBPKG= jumlah buah berondol per kilogram

Gambar 1. Grafik pengaruh JBBPKG terhadap kandungan β -karoten.

Pengaruh JBBPKG (gambar 1) fluktuasinya rendah dari rentang JBBPKG 0 buah hingga 2 buah per kilogram tandan. Kandungan β -karoten meningkat pada rentang JBBPKG 2,5 hingga 3,5 per kilogram, karena sintesis β -karoten berada pada titik tertinggi, dan pada JBBPKG 4 turun kemungkinan karena buah terlalu masak.

Dari hasil uji ini kemudian ditentukan nilai JBBPKG tandan yang dipanen diusahakan pada rentang 0 hingga 2, agar variasi lingkungan tidak terlalu tinggi.

Keragaman Kandungan β -Karoten dan Karakter Komponen Hasil

Material dura di Indonesia diyakini berasal dari 4 tanaman di kebun raya Bogor, oleh karena itu basis genetiknya rendah. Proses pemuliaan yang panjang selama ini dimungkinkan akan menyebabkan perbedaan genetik, sehingga dura PT. DMS ini juga diduga memiliki variabilitas yang cukup tinggi untuk beberapa karakternya.

Tabel 1. Hasil sidik ragam kandungan β -karoten dan komponen hasil beberapa progeni kelapa sawit tipe dura

SV	db	Kuadrat Tengah					
		β -Karoten	BW	FB	FRWT**	WMF	OWM
P	10	392733,090*	201,84*	427,24*	0,0228*	176,99*	57,58*
T/P	66	47404,340*	23,89*	126,78*	0,0167*	34,16*	45,59*
Galat	308	2010,02	8,8	91,13	0,0082	16,84	20,11

Keterangan: ^{ns)} tidak beda nyata, ^{*}) beda nyata pada taraf uji 1%;

**) berdasarkan data transformasi log (X)

Hasil sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan ada beda nyata pada taraf uji 1% antar progeni baik untuk kandungan β -karoten maupun komponen hasil, yang kemudian diuji dengan uji lanjut Duncan pada α -1%.

Koefisien variasi genetik (KVG) dikategorikan tinggi rendahnya berdasarkan nilai KVG relatif dan absolut yakni: Kriteria KVG relatif yaitu (Bahar et al., 1998) rendah (0%-25%), agak rendah (25%-50%), cukup tinggi (50%-75%), tinggi (75%-100%), sehingga KVG absolut rendah adalah (0%-5,74%), agak rendah (5,75%-11,48%), agak tinggi (11,49%-17,21%), dan tinggi (17,22%-22,95%).

Tabel 2. Kandungan β -karoten (ppm) dan komponen hasil beberapa progeni kelapa sawit tipe dura serta KVG

Progeni	Rerata					
	β -Karoten (ppm)	BW (Kg)	FB (%)	FRWT (g)	WMF (%)	OWM (%)
01	552,20 ^b	12,943 ^c	66,357 ^{cd}	13,243 ^{bc}	63,271 ^{cde}	49,057 ^{abc}
02	408,23 ^e	14,514 ^{bc}	69,586 ^{abc}	13,614 ^{bc}	62,571 ^{de}	49,729 ^{abc}
03	378,69 ^f	13,157 ^c	67,271 ^{bcd}	13,386 ^{bc}	60,414 ^f	48,529 ^{bc}
04	456,70 ^d	15,686 ^b	71,271 ^{abc}	13,071 ^c	64,543 ^{bcd}	49,457 ^{abc}
05	242,34 ^h	13,829 ^c	67,571 ^{bcd}	15,971 ^a	67,443 ^a	47,614 ^c
06	397,51 ^{ef}	20,071 ^a	73,643 ^a	14,829 ^{ab}	66,243 ^{ab}	47,800 ^c
07	450,69 ^d	11,386 ^d	63,071 ^d	13,157 ^c	61,843 ^{ef}	51,186 ^a
08	443,77 ^d	15,671 ^b	67,000 ^{cd}	13,671 ^{bc}	64,743 ^{bc}	50,243 ^{ab}
09	611,60 ^a	11,386 ^d	64,300 ^d	13,786 ^{bc}	65,243 ^{bc}	48,057 ^{bc}
10	525,20 ^c	14,100 ^c	63,786 ^d	13,771 ^{bc}	63,786 ^{cde}	51,371 ^a
11	308,51 ^g	13,729 ^c	72,171 ^{ab}	14,129 ^{bc}	67,557 ^a	49,400 ^{abc}
KVG(%)	22,95	15,84	4,32	3,54	3,14	1,19
Kategori KVG	Tinggi	Agak tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

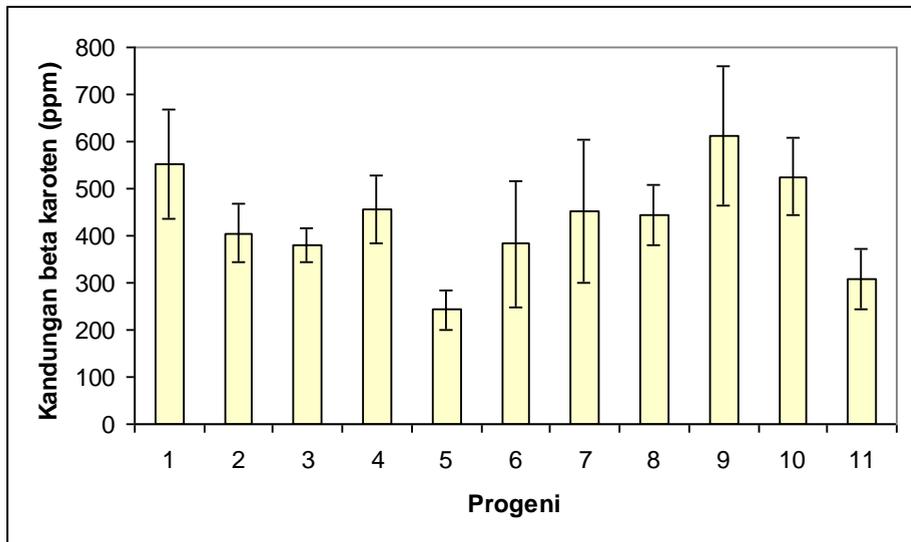
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%; KVG: koefisien variasi genetik.

Nilai KVG karakter kandungan β -karoten tinggi, berat tandan relatif agak tinggi dan persentase buah per tandan, berat buah, persentase mesokarp per buah dan persentase minyak per mesokarp rendah (Tabel 2.). KVG tinggi menunjukkan luasnya variabilitas sehingga seleksi dapat dilakukan. Rendahnya KVG menunjukkan sempitnya variabilitas komponen hasil pada dura dan menyebabkan proses seleksi tidak dapat dilakukan segera.

Kandungan β -karoten

Beberapa progeni memiliki kandungan β -karoten yang relatif tinggi (lebih dari 500 ppm), namun beberapa kandungannya sangat rendah. Progeni 09, 01 and 10 menunjukkan nilai kandungan β -karoten yang tinggi dan progeni 05 merupakan kebalikannya (Tabel 3. dan gambar. 2). Variabilitas

kandungan β -karoten relatif tinggi, hal ini sesuai dengan laporan Pangaribuan (2003) bahwa kandungan β -karoten memang bervariasi antar material genetik.



Gambar 2. Kandungan β -karoten beberapa progeni kelapa sawit tipe dura dan standar deviasinya.

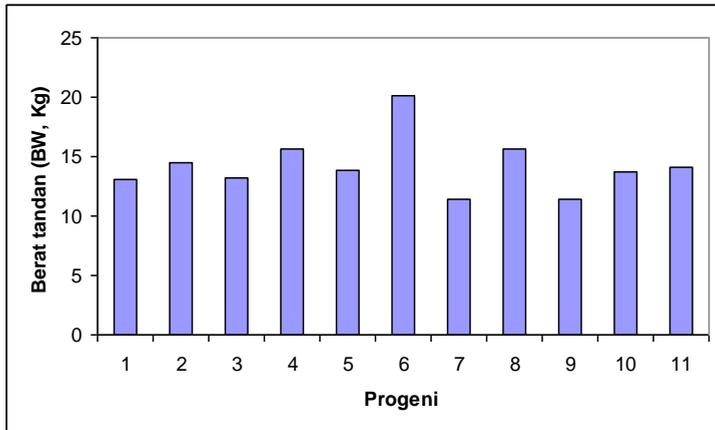
Progeni 09 dari segi pemuliaan merupakan progeni yang baik (Gambar 2), karena selain memiliki kandungan β -karoten yang tinggi juga memiliki nilai standar deviasi yang tinggi (mengindikasikan variabilitas dalam progeni). Tingginya kandungan β -karoten dalam minyak yang didukung oleh variasi yang tinggi akan menentukan keberhasilan proses pemuliaan tanaman (Yuan, 2006).

Komponen hasil

Tujuan utama pemuliaan tanaman kelapa sawit adalah untuk meningkatkan potensi hasil secara genetik. Potensi hasil bukanlah karakter yang sederhana akan tetapi terdiri dari beberapa komponen (karakter komponen hasil) (Hardon, 1969) Beberapa karakter komponen hasil yang diamati yaitu berat tandan (BW, kg), persentase buah per tandan (FB,%), berat buah (FRWT, gram), persentase mesokarp perbuah (WMF, %), dan persentase minyak per mesokarp (OWM, %).

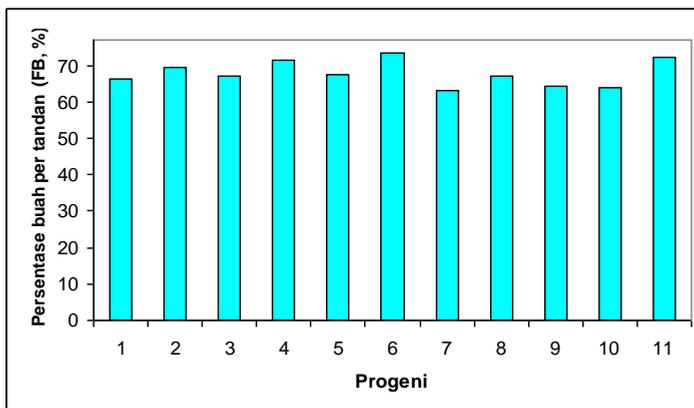
Berat tandan memiliki keragaman yang agak tinggi dilihat dari nilai KVG dan juga pada histogram (Tabel 2 dan Gambar 3), hal ini sesuai dengan pernyataan Van der Vossen (1974), bahwa berat tandan kelapa sawit memang sangat bervariasi antar progeninya bahkan antar individu dalam satu

progeni. Berat tandan tertinggi terdapat pada progeni 06, yang terendah progeni 07 dan 09 (Tabel 2 dan Gambar 3).



Gambar 3. Berat tandan beberapa progeni kelapa sawit tipe dura.

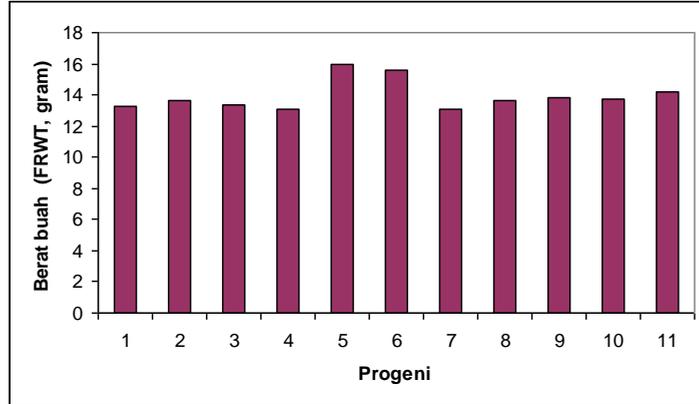
Persentase buah per tandan yang tinggi menunjukkan rendahnya bagian tandan yang terbuang. Persentase buah pertandan semua progeni yang diuji relatif tinggi, yang tertinggi terdapat pada progeni 06 dan 11, dan progeni terendah adalah progeni 07 (Tabel 2 dan Gambar 4).



Gambar 4. Persentase buah per tandan beberapa progeni kelapa sawit tipe dura.

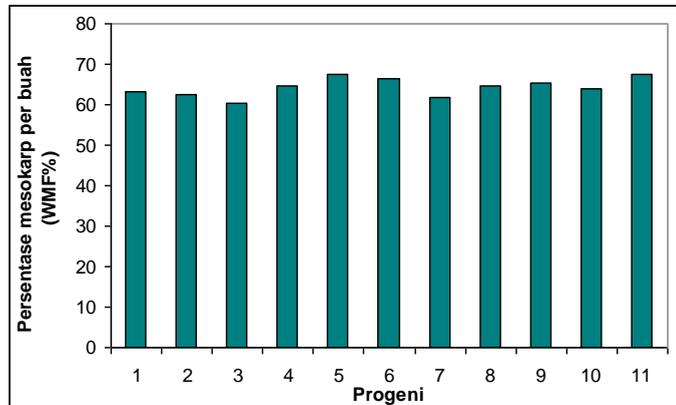
Hasil uji KVG persentase buah per tandan termasuk dalam kategori rendah yang menunjukkan rendahnya variabilitas (Tabel 2.), variabilitas yang rendah menyulitkan proses seleksi. Progeni dura yang diuji memiliki berat buah yang relatif tinggi, meskipun variabilitasnya rendah. Progeni yang memiliki berat buah tertinggi adalah progeni 05 dan progeni 06, sedang kan

progeni lain memiliki berat buah yang hampir sama satu sama lain (Tabel 2. dan Gambar 5.). Hasil uji KVG diperoleh nilai yang rendah untuk berat buah, yang menunjukkan rendahnya variabilitas (Tabel 2), variabilitas rendah menyulitkan proses seleksi.



Gambar 5. Berat buah beberapa progeni kelapa sawit tipe dura

Mesokarp merupakan bagian dari buah yang menghasilkan minyak terbesar. Karakter persentase mesokarp per buah dipengaruhi oleh ukuran buah, ukuran kernel dan tebalnya cangkang (kualitas buah) yang merupakan karakter-karakter terwariskan.

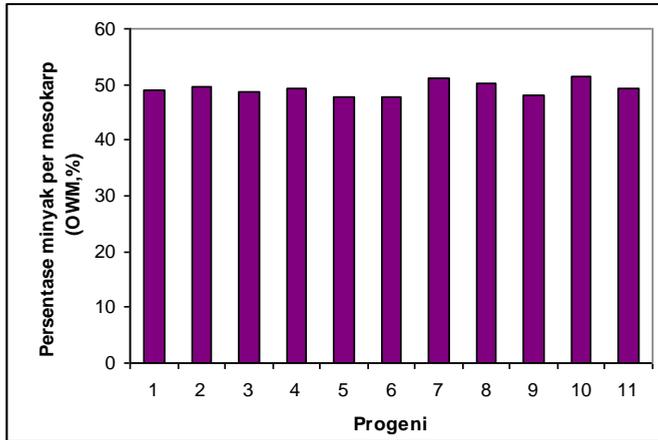


Gambar 6. Persentase mesokarp per buah beberapa progeni kelapa sawit tipe dura

Dura memiliki buah yang besar, namun juga memiliki cangkang yang tebal. Sehingga presentase mesokarp per buah pada dura biasanya lebih kecil dari varietas lain, namun progeni-progeni ini memiliki persentase

mesokarp perbuah yang relatif besar. Progeni yang persentase mesokarp per buah-nya tinggi adalah progeni 11 dan 05 (Tabel 2 dan Gambar 6).

Persentase minyak per mesokarp merupakan persentase kandungan minyak dalam mesokarp. Persentase minyak per mesokarp sangat tergantung proses pemasakan buah dan proses perkembangan buah (Corley and Grey, 1976).



Gambar 7. Persentase minyak per mesokarp beberapa progeni kelapa sawit tipe dura

Dari pengujian untuk persentase minyak per mesokarp diperoleh nilai variabilitas yang rendah. Karakter ini nilainya juga relatif tinggi untuk dura, karena selama ini dura diketahui memiliki persentase minyak yang rendah. Progeni yang memiliki nilai persentase minyak per mesokarp tertinggi adalah progeni 10 dan progeni 07 (Tabel 2 dan Gambar 7).

Heritabilitas

Hasil uji heritabilitas menunjukkan kandungan β -karoten, berat tandan, persentase buah per tandan, dan persentase mesokarp per buah memiliki nilai heritabilitas yang relatif tinggi (Tabel 3), ini berarti bahwa karakter-karakter ini lebih banyak dipengaruhi genetik, dan seleksi dapat dilakukan pada generasi awal. Berat buah dan persentase minyak per mesokarp nilai heritabilitasnya relatif rendah, karena itu perlu pengujian yang panjang untuk dapat dijadikan sebagai bahan pemuliaan, karena nilai ini menunjukkan besarnya pengaruh lingkungan.

Tabel 3. Heritabilitas kandungan β -karoten dan komponen hasil beberapa progeneri kelapa sawit tipe dura

Karakter	σ_G	σ_E	σ_F	h^2	Kategori
β -karoten	9866,536	9078,86	18945,400	0,521	tinggi
BW	5,084	3,017	8,102	0,628	tinggi
FB	8,585	7,13	15,714	0,546	tinggi
FRWT	0,243	1,602	1,845	0,132	rendah
WMF	4,081	3,463	7,544	0,541	tinggi
OWM	0,343	5,096	5,439	0,063	rendah

Keterangan: σ_G^2 = varian genotipe; σ_F^2 = varian fenotipe; σ_E^2 = varian lingkungan; h^2 = heritabilitas

Korelasi

Korelasi menggambarkan derajat hubungan antara dua karakter atau lebih, baik dari segi genetik maupun nongenetik (Soemartono *et al.*, 1992). Karakter kandungan β -karoten memiliki koefisien korelasi negatif nyata terhadap karakter berat buah (Tabel 4). Hal ini berarti setiap penambahan nilai kandungan β -karoten akan menyebabkan menurunnya berat buah, demikian juga sebaliknya.

Tabel 4. Korelasi kandungan β -karoten dan komponen hasil beberapa progeneri kelapa sawit tipe dura

Karakter	BW	FB	FRWT	WMF	OWM
β -Karoten	-0,099 ^{ns}	-0,071 ^{ns}	-0,162 [*]	-0,098 ^{ns}	0,019 ^{ns}
BW		0,579 [*]	-0,090 ^{ns}	-0,103 [*]	0,272 [*]
FB			-0,268 [*]	-0,177 [*]	-0,347 [*]
FRWT				0,562 [*]	0,315 [*]
WMF					0,276 [*]

Keterangan: ^{ns}) tidak nyata, ^{*}) nyata

Karakter persentase buah per tandan berkorelasi positif dengan berat tandan, namun berkorelasi negatif dengan berat buah, persentase mesokarp per buah dan persentase minyak per mesokarp. Berat buah berkorelasi positif dengan persentase mesokarp per buah. Persentase minyak per mesokarp berkorelasi positif dengan persentase mesokarp per buah, berat buah, dan berat tandan. Persentase mesokarp per buah berkorelasi negatif dengan karakter berat tandan.

KESIMPULAN

1. Beberapa Progeni kelapa sawit tipe dura di kebun induk PT DMS memiliki kandungan β -karoten relatif tinggi sesuai dengan ketentuan bea cukai India.
2. Kandungan β -karoten progeni kelapa sawit tipe dura di kebun induk PT. DMS memiliki keragaman yang tinggi;
3. Progeni kelapa sawit tipe dura PT. DMS memiliki keragaman yang relatif agak tinggi untuk berat tandan, namun rendah untuk persentase buah per tandan, berat buah, Persentase mesokarp per buah dan persentase minyak per mesokarp.
4. Heritabilitas kandungan β -karoten, berat tandan, persentase buah per tandan dan proporsi berat mesokarp per buah tinggi, dan rendah untuk berat buah dan persentase minyak per mesokarp.
5. Kandungan β -karoten berkorelasi negatif dengan berat buah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Manajer SMARTRI Libo PT Smart Tbk. Dan PT. Dami Mas Sejahtera yang telah memberikan ijin dan fasilitas penelitian; Pak Suyadi Mw dan Pak Aziz Purwantoro atas bantuan koreksi dan masukannya; Pak Yong Yit Yuan, Pak Nasrullah, dan Mba Tyas atas bantuan analisis data. Terimakasih yang setulusnya kepada para Staf dan Karyawan SMARTRI Libo PT Smart Tbk. Dan PT. Dami Mas Sejahtera atas dedikasi dan kerja kerasnya dalam proses penelitian dan pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2004. *PORIM Test Methode*. PORIM. Malaysia.
- Anonim. 19 Mei 2005. *Pemerintah Rilis Penggunaan Biodiesel Minyak Sawit*. <<http://www.bppt.go.id/index.php?option=com>>. Diakses tanggal 13 Mei 2006.
- Asmono, D., dan Subronto. 2000. Aplikasi Bioteknologi dalam Bidang Prapanen untuk Meningkatkan Produktifitas Industri Kelapa Sawit. *Warta PPKS*. 8(2): 69-77.
- Becker , W. A. 1968. *Manual of Procedure in Quantitatif Genetics*. Washington State University Press, Washington, USA.
- Choo, Y.M., S.C.Yap., A.S.H. Ong., C.K.Ooi., and S.H.Goh. 1989. Palm Oil Carotenoids: Chemistry and Technology. In: Anonim, *Proceeding of the 1990 PORIM International Palm Oil Conggres (Chemistry and Technology)*. PORIM, Malaysia.

- Corley, R. H. V. dan B. S. Gray. 1976 a. Growth and Morphology. In: Corley, R. H. V., J.J. Hardon and B. J. Wood (eds). *Developments in Crop Science I, Oil Palm Research*. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam. Hal 7-21
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. *The Oil Palm, 4thdition*. Blackwell Science. UK.
- Erningpraja, L. 2002. *Industri Kelapa Sawit Indonesia, Menapak dengan Pasti Di atas Kerikil Tajam*. Warta PPKS, 10 (2-3): 1-7
- Hardon, J. J. 1976. Oil Palm Breeding-Introduction. In: Corley, R. H. V., J.J. Hardon and B. J. Wood (eds). *Developments in Crop Science I, Oil Palm Research*. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam. Hal: 89-108.
- Hardon, J. J. 1969. Development In Oil Palm Breeding. In: Turner, P. D., *Progress In Oil Palm, Proceeding of the Second Malaysian Oil Palm Conference*. The Incorporated Society of Planters. Hal: 13-24
- Haryono, S. K. 1991. Heritabilitas dan korelasi genotipik komponen indeks panen dan indeks panen beberapa nomor contoh kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L. DC). *Zuriat*,2 (1):38-47
- May, C.Y. 2000. Speciality Products: Carotenoids. In: Basiron, Y, Jalani, B. S., dan Chan. K. W. *Advance in Oil Palm Research, volume I1*. Malaysian Palm Oil Board (MPOB), Malaysia.
- Pangaribuan, Y. 2003. Analisis Kadar β -Karoten Kelapa Sawit Tipe Dura Deli dan Dura Dumpy Berdasarkan tingkat Kematangan Buah. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 11(1): 15-22
- Rodruguez-Amaya, R. D. 2003. *A Guide to Analysis in Foods*. <<http://www.hni.ilsa.org/publications>>. Diakses 20 Maret 2006.
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta
- Soemartono, Nasrullah dan H. Hartikno. 1992. *Genetika Kuantitatif dan Bioteknologi Tanaman*. PAU-Bioteknologi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Yuan, Y. Y. 2006. Komunikasi pribadi (*Personal communication*). 17 Juli 2006.