

RAGAM GENETIK KANDUNGAN ASAM LEMAK, BILANGAN IODINE DAN BETA KAROTEN 24 AKSESI PLASMA NUTFAH KAMERUN KOLEKSI PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT

GENETIC VARIABILITY IN FATTY ACID AND BETA CAROTENE CONTENT OF 24 ACCESSIONS CAMEROON GERMPLOSM OF IOPRI COLLECTION

Sujadi, Hasrul A. Hasibuan, A. Razak Purba, dan Mahmud I. Lubis¹

Abstrak Sebanyak 24 aksesori Kamerun telah ditanam di Kebun Benih Adolina, PTPN IV pada 2010 dan telah dilakukan analisis kandungan asam lemak, bilangan iodine dan beta karoten untuk mengetahui variabilitas genetiknya. Hasil analisis varian terhadap asam lemak, bilangan iodine, dan beta karoten menunjukkan adanya perbedaan untuk rerata asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, bilangan iodine dan beta karoten. Hasil penghitungan heritabilitas dalam arti luas menunjukkan kandungan asam lemak, bilangan iodine dan beta karoten mempunyai kriteria sedang hingga tinggi yang membuktikan adanya pengaruh genetik yang cukup besar terhadap karakter-karakter ini. Sepuluh aksesori Kamerun dengan kandungan beta karoten lebih dari 1.000 ppm telah teridentifikasi dan dapat digunakan sebagai bahan pemuliaan kelapa sawit masa depan PPKS untuk mendapatkan varietas baru dengan kandungan beta karoten tinggi (lebih dari 1.000 ppm). Selain itu juga terdapat 1 aksesori yang mempunyai bilangan iodine lebih dari 57,1 Wijs yang potensial digunakan sebagai bahan persilangan untuk mendapatkan varietas unggul baru dengan bilangan iodine tinggi. Secara garis besar terdapat korelasi negatif antara kandungan asam palmitat (di satu sisi) dengan kandungan asam stearat, asam oleat, dan bilangan iodine di sisi yang lainnya.

Kata kunci : variabilitas genetik, analisis varian, heritabilitas, korelasi

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Sujadi (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: su74di@gmail.com

¹ PTPN IV, Jl. Letjend Suprapto No. 1 Medan

Abstract Twenty four Cameroon accessions have been planted in Adolina oil palm seed garden area in 2010 and have been analyzed their fatty acid, iodine value and beta carotene contents to reveal their genetic variability. Analysis of variance results for fatty acid, iodine value and beta carotene content characters show that there are significant differences for palmitat, stearat, oleat, linoleat acid, iodine value and beta carotene content. Fatty acid content, iodine value and beta carotene content showed medium to high broad sense variability which verify that there is a high genetic impact of these characters. Ten Cameroon accessions with beta carotene content more than 1.000 ppm have been identified and can be used as future breeding material for IOPRI in gaining new varieties with beta carotene content more than 1.000 ppm. In addition there is one accession showed iodine value more than 57.1 Wijs which has a potential used as crossing material in obtaining new superior varieties which have high iodine values. In outline there are negative correlation(in one side) between palmitat acid with stearat, oleat acid and iodine value in other side.

Keywords : genetic variability, varians analysis, heritability, correlation.

PENDAHULUAN

Plasma nutfah yang mencukupi merupakan modal utama untuk pemilihan tetua dalam aktivitas pemuliaan tanaman yang akan menghasilkan bahan tanaman unggul baru (Cooper *et al.*, 2001). Selain itu, keberhasilan seleksi juga ditentukan oleh tingkat

heretabilitas dari karakter-karakter yang diseleksi (Poehlman dan Sleper, 2006). Aktivitas pemuliaan kelapa sawit di Indonesia masih mengandalkan populasi Dura Deli yang diturunkan dari Dura Deli yang berasal dari Kebun Raya Bogor hingga tahun 1950.

Sebagian besar material komersial yang dimiliki oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) memiliki keragaman genetik yang sempit, karena sejarah keturunan dan proses seleksi yang berulang yang telah dilakukan untuk mendapatkan material komersial tersebut. Pemuliaan kelapa sawit yang memanfaatkan keragaman genetik yang sempit terutama di Asia Tenggara akan menyebabkan terjadinya keragaman terbatas, dan akan mengakibatkan menurunnya kecepatan pemuliaan kelapa sawit di masa mendatang (Agustina *et al.*, 2010).

Untuk menambah keragaman genetik koleksi plasma nutfah PPKS yang akan memperbesar peluang intrograsi sifat baru ke material komersial PPKS, telah dilakukan upaya introduksi material kelapa sawit liar (Wening, 2013). Keragaman genetik yang tinggi didukung oleh, potensi hasil tinggi dan karakter-karakter menguntungkan lainnya akan mengarahkan pemulia melakukan seleksi sesuai tujuan pemuliaan untuk perakitan varietas unggul baru (Pandian dan Yulianus, 2015).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah tandan buah segar (TBS) 24 Aksesori Kamerun milik PPKS yang ditanam pada Desember 2010 di Kebun Benih Adolina PT Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV), Sumatera Utara. Bahan kimia yang digunakan adalah n-heksan, natrium hidroksida, tetraborat, iso-oktan, natrium metanolik, metanol, dan lain-lain yang diperoleh dari *supplier* lokal E. Merck.

Metode

Analisa kadar dan komposisi asam lemak minyak dari setiap bagian buah dilakukan pada TBS dari setiap aksesori masing-masing adalah 4 tandan. Sampel buah diambil dengan cara teknik *sampling* 3 - 5 spikelet. Sementara itu, komposisi asam lemak minyak ditentukan dengan mengadopsi prosedur standar MPOB (2004). Kandungan beta karoten ditentukan dengan menggunakan spectrophotometer.

Seluruh data dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) (Cochran dan Cox, 1957). Perbandingan antara rata-rata aksesori menggunakan Uji Duncan. Hubungan antara satu karakter dengan karakter yang lain ditentukan dengan korelasi sederhana dan heritabilitas dalam arti luas dihitung dengan metoda komponen-komponen ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varian (Tabel 1) menunjukkan variabilitas yang luas untuk semua aksesori dan menegaskan bahwa 24 aksesori Kamerun yang diamati berasal dari tanaman yang mengalami penyerbukan secara terbuka. Asam palmitat (C16:0) yang merupakan asam lemak tidak jenuh mempunyai rata-rata aksesori 39,60-47,00% dengan rata-rata per pohon sampel antara 36,20-51,60% (Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan ada perbedaan yang sangat signifikan antar aksesori Kamerun. Distribusi frekuensi (Gambar 1) menunjukkan bahwa sebagian besar aksesori Kamerun mempunyai kandungan Asam Palmitat pada kisaran 41,60-43,50%.

Tan dan Oh (1981) dalam Noh *et al.* (2002) melaporkan bahwa asam palmitat pada bahan tanaman DxP komersial di Malaysia sebesar 41,80-46,80%. Sementara itu, Noh *et al.* (2002) melaporkan asam palmitat dari plasma nutfah asal Angola yang dikoleksi oleh *Malaysian Palm Oil Board* (MPOB) sebesar 37,20-42,60%. Prada *et al.* (2011) melaporkan bahwa asam palmitat pada Deli x Avros dari buah umur 24 minggu setelah anthesis sebesar 44,90%. Sementara itu, Li *et al.* (2012) melaporkan asam palmitat yang dikandung oleh *Elaeis guineensis* (*E. guineensis*) jenis Dura di Cina sebesar 39,93%. Almeida *et al.* (2013) melaporkan asam palmitat pada CPO yang dikomersialisasikan di Brazil sebesar 34,79-42,89%. Sementara itu, Hasibuan, 2012 melaporkan asam palmitat pada CPO yang dikomersialisasikan di Indonesia sebesar 42,45-48,93%. Dengan melihat perbandingan data-data di atas menunjukkan bahwa plasma nutfah Kamerun mempunyai variabilitas yang lebih tinggi dibandingkan DxP komersial yang sudah ada. Codex Alimentarius (Codex, 2009) mempersyaratkan asam palmitat pada CPO sebesar 39,30-47,50%.

Rata-rata kandungan Asam Stearat (C18:0) dalam masing-masing aksesori Kamerun berkisar antara 2,95-7,15% dengan rata-rata individu antara

2,00–8,90% (Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat signifikan kandungan asam stearat antar aksesi Kamerun. Sebagian besar aksesi Kamerun mempunyai kandungan asam stearat antara 4,60 – 5,50% (Gambar 1).

Tan dan Oh (1981) dalam Noh *et al.* (2002) pada bahan tanaman DxP komersial di Malaysia yaitu 4,20–5,10%. Sementara itu, Noh *et al.* (2002) melaporkan kandungan asam stearat pada plasma nutfah dari Angola yang dikoleksi MPOB sebesar 4,20–6,60%. Prada *et al.* (2011) melaporkan bahwa asam stearat pada Deli x Avros dari buah umur 24 minggu setelah anthesis sebesar 4,80%. Li *et al.* (2012) melaporkan asam stearat yang dikandung oleh *E. guineensis* jenis Dura di Cina sebesar 4,04%. Codex Alimentarius (Codex, 2009) mempersyaratkan asam stearat pada CPO sebesar 3,50–6,00%. Almeida *et al.* (2013) melaporkan asam palmitat pada

CPO yang dikomersialisasikan di Brazil sebesar 4,49–5,84%. Sementara itu, Hasibuan (2012) melaporkan asam stearat pada CPO yang dikomersialisasikan di Indonesia sebesar 3,40–5,47%. Dengan demikian 24 aksesi Kamerun yang diteliti mempunyai keragaman genetik yang lebih besar. Hal ini menguntungkan dari segi Pemuliaan Tanaman karena akan memudahkan untuk seleksi mendapatkan varietas baru yang mempunyai kandungan asam stearat yang rendah.

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kandungan asam oleat antar aksesi Kamerun yang diamati. Asam oleat pada aksesi Kamerun menunjukkan variasi antar aksesi yaitu 35,23–45,00% dengan rata-rata individu 30,50–49,50% (Tabel 2). Aksesi Kamerun sebagian besar mempunyai kandungan asam oleat 40,60–43,00% (Gambar 1).

Tabel 1. Anova karakteristik minyak kelapa sawit 24 aksesi Kamerun.

Table 1. Anova of Characteristic palm oil 24 Cameroon accessions.

Sumber Keragaman	db	Kuadrat Tengah					
		Asam Palmitat	Asam Stearat	Asam Oleat	Asam Linoleat	Iodine Value	Beta Karoten
Aksesi	23	16,14**	3,47**	18,16*	4,45*	13,96*	240.032,83*
Galat	69	8,59	1,00	9,64	2,40	10,46	176.873,56

Tabel 2. Range rata-rata aksesi, rata-rata keseluruhan, dan rata-rata individu untuk Karakteristik asam lemak dan beta karoten aksesi plasma nutfah Kamerun.

Table 2. Range of progeny means, overall means and range of individual values for oil characteristics in the Cameroon germplasm.

Karakteristik	Range rata-rata aksesi	Rerata Total	Range rata-rata individu
Asam Palmitat (%)	39,60 – 47,00	42,45	36,20 – 51,60
Asam Stearat (%)	2,95 – 7,15	4,93	2,00 – 8,90
Asam Oleat (%)	35,23 – 45,00	41,45	30,50 – 49,50
Asam Linoleat (%)	7,33 – 11,08	9,28	5,70 – 16,10
Iodine Value (Wijs)	49,50 – 57,20	53,73	43,80 – 65,80
Beta Karotene (ppm)	435 – 1.324	935,05	244 – 2.568

Tan dan Oh (1981) dalam Noh *et al.* (2002), melaporkan asam oleat yang dikandung pada bahan tanaman DxP komersial di Malaysia sebesar 37,3 – 40,8%. Sementara itu, Noh *et al.* (2002), melaporkan asam oleat yang dikandung plasma nutfah asal Angola sebesar 37,80-43,80%. Prada *et al.* (2011), melaporkan bahwa asam oleat pada Deli x Avros dari buah umur 24 minggu setelah anthesis sebesar 36,80%. Li *et al.* (2012), melaporkan asam oleat yang dikandung oleh *E. guineensis* jenis Dura di Cina sebesar 35,99%. Selain itu, Antoniassi *et al.* (2012), melaporkan bahwa *Macauba (Acrocomia aculeata)* yang menyerupai *E. guineensis* mengandung asam oleat tinggi sebesar 35-71%. Codex Alimentarius (Codex, 2009), mempersyaratkan asam oleat pada CPO sebesar 36-44%. Almeida *et al.* (2013) melaporkan asam oleat pada CPO yang dikomersialisasikan di Brazil sebesar 37,31 – 43,69%. Sementara itu, Hasibuan (2012), melaporkan asam oleat pada CPO yang dikomersialisasikan di Indonesia sebesar 34,85 – 40,78%.

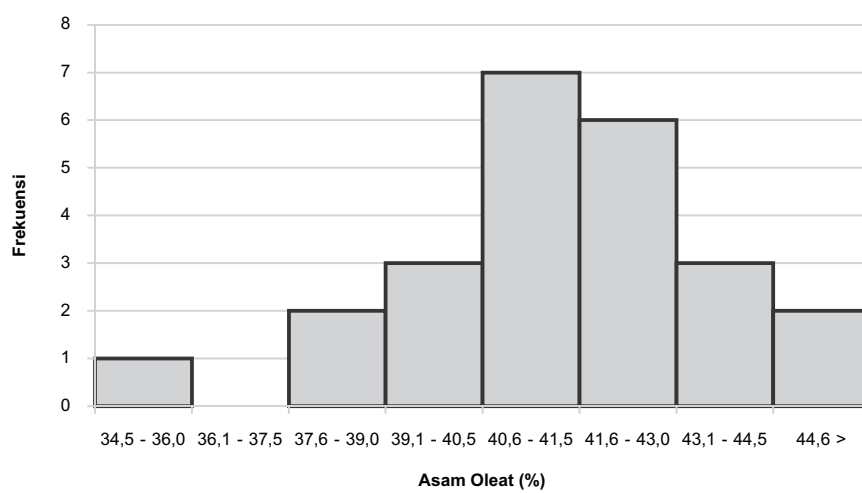
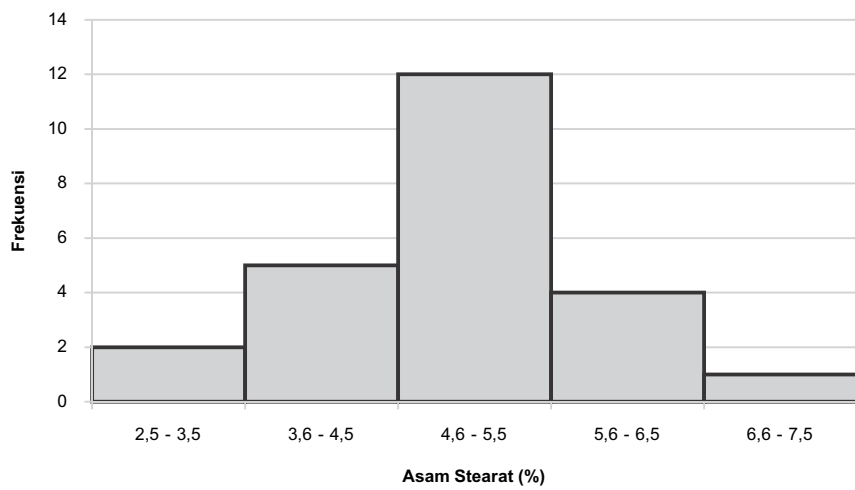
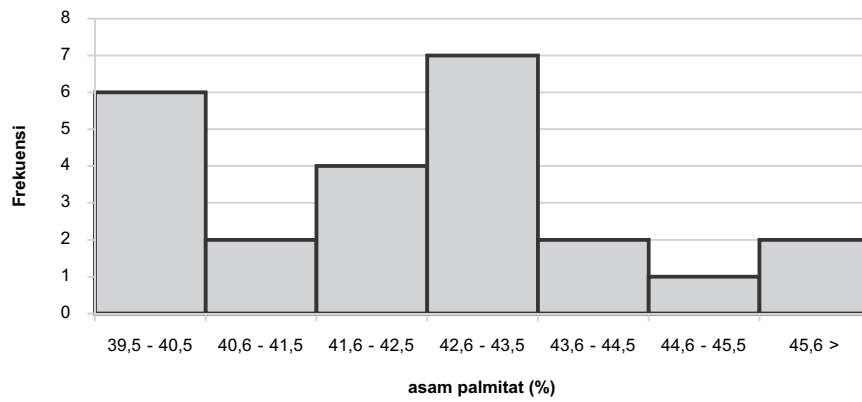
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aksesi Kamerun yang diteliti menunjukkan variabilitas yang lebih tinggi, baik antar aksesi maupun antar individu dibandingkan DxP komersial. Aksesi CMR27 dan CMR42 yang mempunyai asam oleat lebih dari 44,60% dan aksesi ini potensial digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas baru dengan kandungan asam oleat tinggi.

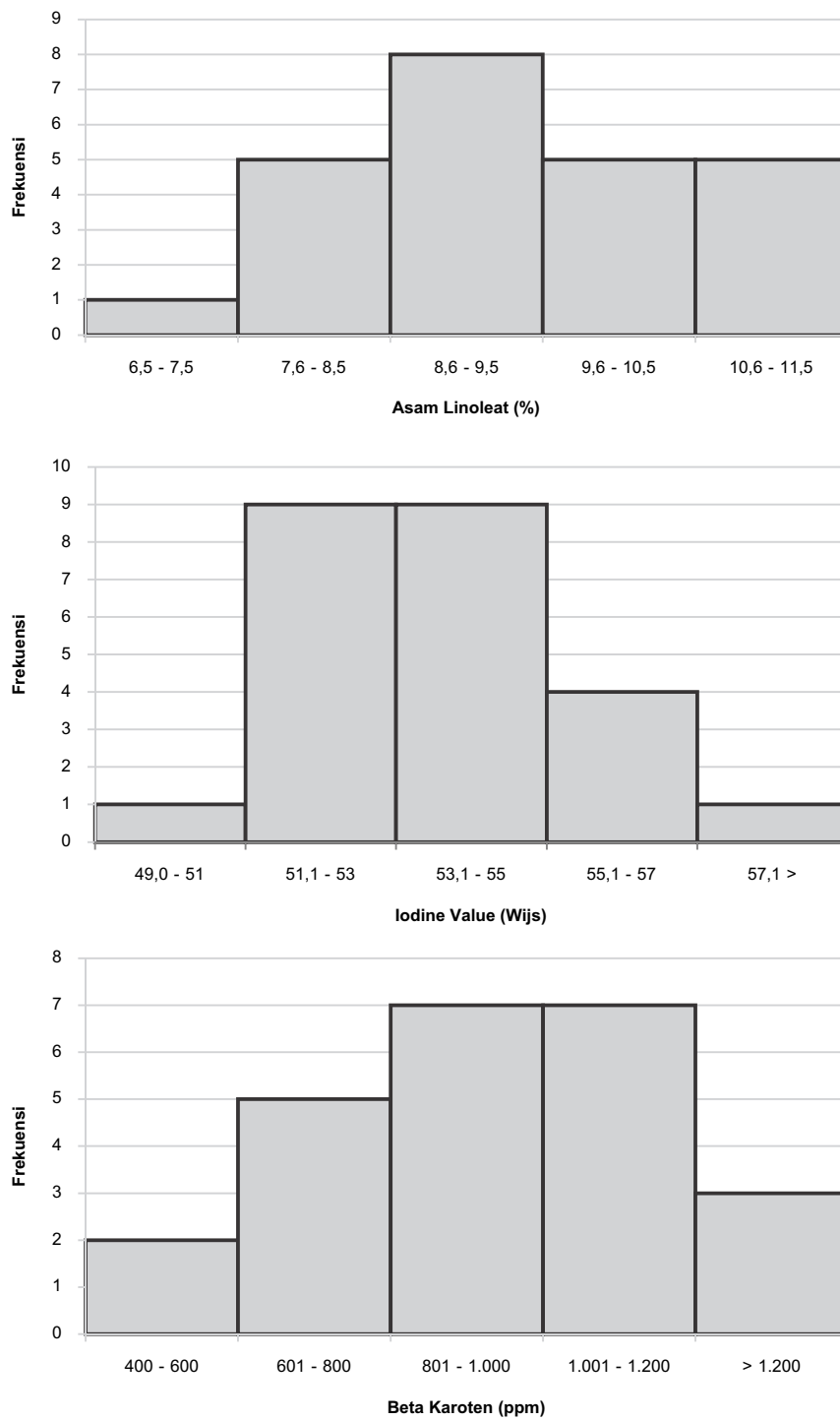
Kandungan asam linoleat aksesi plasma nutfah Kamerun antara 7,33 – 11,08% (rata-rata aksesi) dengan rata-rata individu 5,70 – 15,10% (Tabel 2) dan berdasarkan analisis varian terdapat perbedaan yang signifikan kandungan asam linoleat antar aksesi (Tabel 1). Nilai ini lebih rendah dibandingkan asam linoleat yang dikandung pada plasma nutfah asal Angola 9,9–14,7% (Noh *et al.*, 2002) namun lebih tinggi dibandingkan yang dilaporkan oleh Tan dan Oh (1981) dalam Noh *et al.* (2002) yaitu 9,1–11,0%. Prada *et al.*, 2011 melaporkan bahwa asam linoleat pada Deli x Avros dari buah umur 24 minggu setelah anthesis sebesar 11,3±1,2%. Li *et al.*, 2012 melaporkan asam linoleat yang dikandung oleh *E. guineensis* jenis Dura di Cina sebesar 14,53±0,84%. Codex Alimentarius (Codex, 2009) mempersyaratkan asam linoleat pada CPO sebesar 9,0–12,0%. Almeida *et al.* (2013) melaporkan asam linoleat pada CPO yang dikomersialisasikan di Brazil sebesar 9,04–12,74%.

Bilangan iodine (*iodine value*) digunakan untuk menentukan ketidakhajutan dari minyak atau menunjukkan jumlah ikatan rangkap yang dimiliki oleh asam lemak. Semakin banyak asam lemak dengan ikatan rangkap maka bilangan iodin tinggi dan wujudnya cair (Hasibuan, 2012). Hasil analisis varian terhadap nilai bilangan Iodin 24 aksesi Kamerun menunjukkan perbedaan yang nyata antar aksesi (Tabel 1). Nilai bilangan Iodin bervariasi antar aksesi yaitu 49,50 – 57,20 Wijs dan antar individu 43,80 – 65,80 Wijs dengan rerata total 53,73 Wijs.

Bilangan iodin pada CPO dari tanaman kelapa sawit di Brazil sebesar 58 (Basiron *et al.*, 2000). Noh *et al.* (2002) melaporkan bilangan iodin CPO dari plasma nutfah asal Angola sebesar 57,4 (kisaran 54,7 – 60,4). Li *et al.* (2012) melaporkan bilangan iodin yang terkandung dalam *E. guineensis* jenis Dura di Cina sebesar 54,85%. Njoku *et al.* (2010) melaporkan bilangan iodin pada *E. guineensis* dari jenis Pisifera, Dura dan Tenera dengan nilai masing-masing adalah 44,38; 46,93; dan 44,05 Wijs. Sementara itu, Ogbunugafor *et al.* (2011) melaporkan bilangan iodin pada CPO dari Nigeria sebesar 34,7 Wijs. kandungan karoten dalam minyak merupakan ukuran aktual dari kualitas minyak. Karoten dalam minyak kelapa sawit terdiri atas alpha dan beta karoten yang mencakup 80% dari karoten total di dalam minyak kelapa sawit (Ooi, Choo *et al.*, 1994 *cit* Kupan *et al.*, 2016) Hasil analisis varian kandungan beta karoten pada 24 aksesi Kamerun menunjukkan adanya beda nyata antar aksesi (Tabel 1). Kandungan beta karoten bervariasi antar aksesi 435 – 1.324 ppm dan bervariasi antar individu 244 – 2.568 ppm. Hasil penelitian yang dilakukan Choo *et al.* (1989) *cit* Nooh *et al.* (2002) pada tanaman *E. guineensis* tipe Dura ditemukan mengandung beta karoten 997 ppm, Tenera 673 ppm, dan Pisifera 428 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan beta karoten pada beberapa aksesi Kamerun lebih baik dari tanaman *E. guineensis* yang terbaik.

Sepuluh aksesi Kamerun dengan kandungan beta karoten lebih dari 1.000 ppm telah teridentifikasi dan dapat digunakan sebagai bahan pemuliaan masa depan PPKS untuk mendapatkan varietas baru dengan kandungan beta karoten lebih dari 1.000 ppm. Selain itu juga terdapat 1 aksesi yang mempunyai bilangan iodin lebih dari 57.1 Wijs yang potensial digunakan sebagai bahan persilangan untuk mendapatkan varietas unggul baru.





Gambar 1. Distribusi frekuensi kandungan asam lemak dan beta karoten dalam minyak sawit plasma nutfah Kamerun.

Figure 1. Frequency distribution of fatty acids and carotene content in palm oil from the Cameroon germplasm.

Heritabilitas asam lemak dan beta karoten dari 24 Aksesi Kamerun ditunjukkan dalam Tabel 4. Heritabilitas paling tinggi adalah untuk karakter iodine value sebesar 74,932% dan terendah karakter asam stearat sebesar 29,280%. Penelitian yang dilakukan oleh Arasu (1985) pada tanaman plasma nutfah asal Nigeria menunjukkan bahwa heritabilitas untuk karakter asam lemak pada umumnya rendah. Sedangkan Noh *et al* (2002) pada penelitian tanaman plasma nutfah Angola menyatakan bahwa heritabilitas untuk karakter asam lemak bervariasi antara sedang dan tinggi (52 – 65%). Selain itu Noh *et al*. (2002) juga menjelaskan bahwa heritabilitas untuk karakter *Iodine value* termasuk tinggi yaitu 65% dan heritabilitas beta karoten 78%. Dengan demikian hasil penelitian untuk heritabilitas asam lemak dan beta karoten plasma nutfah Kamerun memperkuat hasil penelitian-penelitian sebelumnya.

Koefisien korelasi sederhana antara asam lemak, bilangan iodine dan beta karoten tercantum dalam Tabel 4. Secara garis besar terdapat korelasi negatif antara kandungan asam palmitat (di satu sisi) dengan kandungan asam stearat, asam oleat, dan bilangan iodine, di sisi yang lainnya. Hal ini berarti jika kandungan asam palmitat meningkat maka akan diikuti dengan penurunan kandungan asam stearat, asam oleat, dan bilangan iodine.

Dengan demikian peningkatan kandungan asam palmitat akan menurunkan keenceran minyak yang tidak diinginkan terutama dalam minyak makan. Dalam pemuliaan tanaman, untuk meningkatkan kandungan asam oleat dengan menurunkan kandungan asam palmitat akan berpengaruh meningkatkan kejenuhan dan keenceran dari minyak kelapa sawit. Korelasi positif antara asam palmitat dengan beta karoten dan korelasi negatif dengan asam linoleat tidak mempunyai pengaruh yang menguntungkan.

Tabel 3. Heritabilitas (h^2) luas karakter asam lemak dan beta karoten pada 24 aksesi plasma nutfah Kamerun.

Table 3. Broad sense heritability for the traits of fatty acid and beta carotene in the 24 accessions from the Cameroon oil palm germplasm.

Karakter	$(\sigma^2 + s\sigma_p^2)$	-	h^2 (%)
Asam Palmitat	16,145	8,590	53,205
Asam Stearat	3,429	1,004	29,280
Asam Oleat	18,160	9,642	53,095
Asam Linoleat	4,452	2,398	53,863
Iodine Value	13,962	10,462	74,932
Beta Karoten	240.032,83	176.873,56	73,867

Tabel 4. Koefisien Korelasi Sederhana antara asam lemak dan beta karoten pada 24 aksesi plasma nutfah Kamerun.

Table 4. Simple correlation coefficients between fatty acids and beta carotene on the 24 accessions of the Cameroon oil palm germplasm.

	Kandungan Asam Palmitat	Kandungan Asam Stearat	Kandungan Asam Oleat	Kandungan Asam Linoleat	Iodine value
Kandungan Asam Stearat	<u>-0,438**</u>	--	--	--	--
Kandungan Asam Oleat	<u>-0,682**</u>	-0,012	--	--	--
Kandungan Asam Linoleat	-0,178	0,079	<u>-0,390**</u>	--	--
Iodine value	<u>-0,785**</u>	0,067	<u>0,443**</u>	<u>0,558**</u>	--
Kandungan Beta Karoten	0,140	-0,056	-0,144	0,040	-0,066

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan variabilitas kandungan asam lemak, bilangan iodine dan beta karoten pada 24 Aksesori Kamerun koleksi Pusat Penelitian Kelapa Sawit menunjukkan bahwa :

1. Rata-rata kandungan Asam Palmitat bervariasi antara 39,60 – 47,00%, kandungan Asam Stearat antara 2,95 – 7,15%, Asam Oleat antara 35,23 – 45,00%, Asam Linoleat 7,33 – 11,08%, Iodine Value 49,50 – 57,20 Wijs, dan Beta Karotene 435 – 1.324 ppm.
2. Aksesori Kamerun yang mempunyai kandungan Asam Palmitat paling tinggi adalah CMR018 (47,0%), Asam Stearat paling tinggi adalah Aksesori CMR025 (7,15%), Asam Oleat paling tinggi adalah Aksesori CMR015 (45,0%), Asam Linoleat paling tinggi CMR018 (11,1%), Iodine Value paling tinggi CMR024 (57,2 Wijs) dan Beta Karoten paling tinggi adalah CMR025 (1.324 ppm).
3. Terdapat korelasi negatif antara kandungan asam palmitat dengan kandungan asam stearat, asam oleat, dan bilangan iodine.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L., R. Rivallen, Zulhermanna, Y. Puspitaningrum, Sudarsono, X. Perrier, D. Asmono, and N. Billotte. 2010. Allelic diversity of 22 Sampurna Agro's oil palm pisifera base don microsatellite markers. In proceedings of the International Oil Palm Conference. Indonesia.
- Almeida, D.T., I.L. Nunes, P.L. Conde, R.P.S. Rosa, W.F. Rogerio, and E.R. Machado. 2013. A quality assessment of crude palm oil marketed in Bahia, Brazil. *Grassas Y Aceites*. 64: 387-394.
- Antoniassi, R., A.F.F. Machado, H.R. Bizzo, and N.T.V. Junqueira. 2012. Fatty acid composition and oil yield from different genotypes of Macauba (*Acrocomia aculeate*). 103 Rd AOCS Annual Meeting and Expo. April 29-May 2, 2012. Long Beach Convention Centerr. California. USA.
- Arasu, N.T. 1985. Genetic variation for fatty acid composition in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Ph. D. thesis, University of Birmingham, UK. 147 pp.
- Basiron, Y., B.S. Jalani, and C.K. Weng. 2000. *Advances Oil Palm Research*. Volume II. Malaysian Palm Oil Board. Malaysia. pp. 815-820.
- Cochran, W.G. and G.M. Cox. 1957. *Experimental design*. John Wiley and Sons, Inc., London. P 91.
- CODEX. 2009. CODEX Current Official Standards 210, 1999 (Rev. 3. 2009) Standard for Namers Vegetable Oils. FAO/WHO Food Standards.
- Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin. 2001. Broadening the genetic base of crops: An overview. In Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin (Eds.). *Broadening the Genetic Base of Crop Production*. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB. International Wallingford, Oxon, UK. p. 1-24.
- Hasibuan, H.A. 2012. Kajian Mutu dan Karakteristik Minyak Sawit Indonesia serta Produk Fraksinasinya. *Jurnal Standardisasi*. 14: 13-21.
- Kupan, Suria, Hazrulrizawati Hamid, Ajaykumar Kulkarni, and Mashitah Yusoff. 2016. Extraction and analysis of beta caroten recovery in CPO and oil palm waste by using HPLC. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 11 No. 4.
- Li, R., Q. Xia, M. Tang, S. Zhao, W. Chen, X. Lei, and X. Bai. 2012. Chemical composition of Chinese palm fruit and chemical properties of the oil extracts. *African Journal of Biotechnology*. 11: 9377-9382.
- MPOB. 2004. MPOB Test Method: A Compendium of Test on Palm Oil Products, Palm Kernel Products, fatty Acids, Food Related Products and Others.
- Njoku, P.C., M.O. Egbukole, and C.K. Enenebeaku. 2010. Physico-chemical characteristics and dietary metal levels of oil from *Elaeis guineensis* species. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9: 137-140.

- Ogbunugafor, H.A., F.U. Eneh, A.N. Ozumba, M.N.I. Ezikpe, J. Okpuzor, I.O. Igwilo, S.O. Adenekan and O.A. Onyekwelu. 2011. Physico-chemical and antioxidant properties of Moringa oleifera seed oil. *Pakistan Journal of Nutrition*. 10: 409-414.
- Pandin, Donata S dan Yulianus R. Matana. 2015. Karakteristik Tanaman Muda Plasma Nutfah Kelapa Sawit Asal Kamerun. *B. Palma Vol. 16 No. 1* : 8 – 22.
- Poehlman, J. M. and D. A. Sleper. 2006. *Breeding Field Crops*. Backwell Pub. Iowa.
- Prada, F., I.M.A. Diaz, W. Delgado, R.R. Romero, and H.M. Romero. 2011. Effect of fruit ripening on content and chemical composition of oil from three oil palm cultivars (*Elaeis guineensis* Jacq.) grown in Colombia. *J. Agric. Food Chem.* 59: 10136-101442.
- Tan, B.K. and C.H. OH. 1981. Malaysian palm oil chemical and physical characteristic. *PORIM Technology No. 3*: 5 pp.
- Wening, S. 2013. Analisis sidik jari DNA koleksi plasma nutfah kelapa sawit PPKS. Proposal Penelitian. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. Tidak Dipublikasikan.