

KOMPOSISI ASAM LEMAK DAN KAROTEN KELAPA SAWIT *ELAEIS OLEIFERA*, INTERSPESIFIK HIBRIDA, DAN *Pseudo-backcross* PERTAMA DI SUMATRA UTARA, INDONESIA

FATTY ACID AND CAROTENE COMPOSITION IN *ELAEIS OLEIFERA*, INTERSPECIFIC HYBRID, AND THE FIRST *Pseudo-backcross* IN NORTH SUMATRA, INDONESIA

Heri Adriwan Siregar, Hernawan Yuli Rahmadi, Sri Wening, dan Edy Suprianto

Abstrak Tiga ratus sembilan puluh lima contoh pohon terdiri dari populasi liar *Elaeis oleifera* origin Brazil dan Suriname, turunan hibridanya dengan *Elaeis guineensis*, dan *pseudo-backcross* pertama berhasil diamati asam lemak dan total karotennya menggunakan gas chromatography dan UV spectrophotometry. Pengamatan dilakukan terhadap lebih dari 648 buah tandan dalam selang waktu 17 bulan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa komposisi asam lemak dan total karoten pada populasi F1 dan pBC1 memiliki keragaman yang lebih luas dibanding varietas komersial di Indonesia saat ini. Populasi *pseudo-backcross* pertama baik dari *E. oleifera* origin Brazil maupun Suriname lebih berpotensi diintegrasikan ke dalam program pemuliaan saat ini dibanding populasi liar dan hibridanya disebabkan pertumbuhan batang yang sudah mewarisi sifat *E. guineensis*. Berhasil ditemukan pada populasi *pseudo-backcross* pertama, beberapa individu dengan kandungan asam lemak tak jenuh oleat dengan nilai >50% dan kandungan karoten 2000 ppm. Analisis korelasi antar-asam lemak pada setiap populasi juga dipaparkan dalam tulisan ini yang menunjukkan hubungan yang sedikit berbeda antara populasi hibrida dan *pseudo-backcross* pertama. Penelitian lebih lanjut seperti teknik kultur jaringan dan *association studies* diperlukan untuk percepatan penggunaan material turunan *E. oleifera*.

Kata kunci: *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*, *pseudo-backcross*, asam lemak, karoten

Abstract Three hundred and ninety-five tree samples consisted of the wild population of *Elaeis oleifera* from Brazil and Suriname, their hybrid with *Elaeis guineensis*, and the first *pseudo-backcross* were successfully observed for their fatty acid and total carotene characteristics using gas chromatography and UV spectrophotometry. Observations were made on more than 648 bunches in a 17-month interval. The fatty acid composition and total carotene characteristics of F1 and pBC1 populations have wider diversity than current commercial varieties in Indonesia. The first *pseudo-backcross* of both *E. oleifera* Brazil and Suriname origin populations are more potentially introgressed into current breeding programme than their wild and hybrids populations due to their stems growth that have inherited the nature of *E. guineensis*. Some individual trees with > 50% oleic unsaturated fatty acid and 2000 ppm of carotene content were found in the first *pseudo-backcross* population. Correlation analysis among fatty acids in every populations are also presented in this paper which shows slightly different relationships between hybrid and first *pseudo-backcross* populations. Further research is required such as tissue culture techniques and *association studies* to accelerate the use of *E. oleifera* descendant materials.

Keywords: *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*, *pseudo-backcross*, fatty acids, carotene.

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

Heri Adriwan Siregar (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia
Email: heriadriwan@gmail.com



PENDAHULUAN

Sebagai produsen minyak sawit terbesar (Kementerian Pertanian, 2017), Indonesia seyogyanya menjadi pelopor dalam mengusahakan dan menyediakan keberagaman minyak kelapa sawit melalui serangkaian penelitian yang berkesinambungan. Salah satu manifestasi dari usaha tersebut adalah pemanfaatan spesies *Elaeis oleifera* yang memiliki mutu minyak mesokarp (CPO) yang berbeda dan dinilai lebih baik dibanding *Elaeis guineensis*. Tulisan ini memberikan informasi lengkap tentang keragaan dan keragaman kandungan asam lemak dan karoten CPO dari populasi tipe liar (*wild type*) *E. oleifera* yang berasal dari Suriname dan Brazil, hibrida interspesifik dan *pseudo-backcross* pertamanya (pBC1) yang diamati dari ratusan individu dalam kurun waktu 17 bulan.

Material genetik yang digunakan industri kelapa sawit saat ini umumnya berasal dari populasi *E. guineensis* dura Deli dan populasi *E. guineensis* tenera/pisifera Afrika. Bahkan pada awalnya, populasi dura Deli yang dikembangkan di Asia Tenggara juga berasal dari Afrika. Keragaman yang relatif sempit akibat penggunaan material tersebut menyebabkan perlambatan dalam peningkatan daya hasil serta pengembangan material yang tahan penyakit (Corley dan Tinker, 2016). Namun, beberapa perkebunan komersial di Amerika Latin seperti di Kolombia dan Peru telah mengeksploitasi *E. oleifera* melalui hibrida interspesifik (persilangan antara *E. oleifera* dengan *E. guineensis*) sebagai jalan pemecahan penyakit busuk pucuk walau produktivitasnya lebih rendah dibanding *E. guineensis* (Rivera *et al.*, 2013; Hormaza *et al.*, 2012).

Ketertarikan terhadap spesies *E. oleifera* telah dimulai sejak tahun 50 - 60an hingga saai karena sifatnya yang unik ((Lieb *et al.*, 2017) yang ditandai dengan melakukan persilangan interspesifik dengan berbagai populasi elit *E. guineensis* (Sparnaaij, 1960; Corley dan Tinker, 2016). Beberapa sifat unik *E. oleifera* yaitu minyak mesokarpnya memiliki kandungan asam oleat dan linoleat lebih tinggi dibandingkan *E. guineensis* (Siregar *et al.*, 2016; Cadena *et al.*, 2012), laju pertumbuhan meninggi yang lambat (Rahmadi *et al.*, 2006), kandungan beta karoten tinggi (Ojeda *et al.*, 2017), kandungan senyawa fenolik tinggi (Rodríguez *et al.*, 2016) dan tahan penyakit pucuk busuk (Hormaza *et al.*, 2012),

namun produktivitas buah dan minyak masih sangat rendah dibanding *E. guineensis* (Montoya *et al.*, 2013).

Persilangan interspesifik antara *E. oleifera* dengan *E. guineensis* untuk menghasilkan hibrida interspesifik dan silang baliknya (*backcross*) telah dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan mutu minyak dan menghasilkan tanaman yang kompak. Kegiatan dilanjutkan dengan pemuliaan metode *backcross* menggunakan *E. oleifera* sebagai tetua donor dan *E. guineensis* sebagai tetua pemulih merupakan metode yang banyak dilakukan di berbagai belahan dunia (Rahmadi *et al.*, 2006; Lieb *et al.*, 2017; Mozzon *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2013).

BAHAN DAN METODE

Contoh pohon dan tandan

Jumlah tandan yang diamati untuk pengukuran asam lemak sebanyak 648 tandan yang dipanen dari 395 pohon, terdiri dari tipe liar *E. oleifera* (WT) *origin* Suriname (3 pohon) dan Brazil (3 pohon), F1 Suriname (20 pohon) dan Brazil (239 pohon), pBC1 *origin* Suriname (35 pohon) dan Brazil (95 pohon), sedangkan jumlah tandan yang diamati untuk pengukuran karoten sebanyak 666 tandan yang dipanen dari 400 pohon yang terdiri dari *E. oleifera* WT *origin* Suriname (3 pohon) dan Brazil (3 pohon), F1 *origin* Suriname (20 pohon) dan Brazil (242 pohon), pBC1 *origin* Suriname (36 pohon) dan Brazil (96 pohon). Setiap pohon diambil sebanyak satu hingga dua tandan.

Analisis asam lemak

Komposisi asam lemak dianalisis menggunakan metode GC (*gas chromatography*) yang mengacu pada AOCs *Official Method Ce 1b-89*. Sebanyak 1 hingga 3 tandan matang panen diambil dari setiap pohon kemudian dipilih secara acak 30 buah bagian tengah untuk diambil minyak CPO. Contoh minyak ditimbang sebanyak 0,025 g lalu dimasukkan ke dalam labu vial, ditambahkan 0,5 mL *Na-methylate* 5 N, ditutup rapat dan divortex selama 2 menit, ditambahkan *Iso-oktane* 1 mL dan divortex 1 menit, disentrifugasi selama 10 menit dan selanjutnya lapisan atas sebanyak 1 μ L digunakan sebagai contoh yang dimasukkan ke instrumen GC. GC menggunakan jenis kolom: DB 23 J&W Scientific, gas pembawa: hidrogen,

suhu detektor: 260°C, suhu injektor: 260°C, suhu kolom 1: 70°C, *ramp rate*: 20°C/menit, suhu kolom 2: 180°C, *iso time*: 1°C/menit, suhu kolom 3: 182°C, *iso time*: 10°C/menit, *Final temperature* kolom: 220°C dan *hold time*: 2 menit. Kadar asam lemak yang diukur meliputi Pengamatan kadar asam lemak laurat (C12:0), miristat (C14:0), palmitate (C16:0), palmitoleat (C16:1), stearate (C18:0), oleat (C18:1), linoleate (C18:2), α -linolenat (C18:3), arakidat (C20:0), dan gadoleat (C20:1).

Analisis karoten

Kandungan karoten dianalisis dengan acuan MPOB Test Methode p.2.6. part 2: 2004, PORIM Test Methode 1995 dan Metode Kurva baku (*standard curve*). Sebelum dianalisis, dilakukan persiapan contoh karoten dengan melelehkan CPO di bawah titik leleh, ditimbang sebanyak 0,0400 g (4 desimal) CPO dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Selanjutnya N-hexane ditambahkan sampai tanda batas. Kemudian dibaca absorbansi pada $\lambda=446$ nm. Kandungan karoten diduga dengan rumus:

$$\text{Kandungan Karoten} = \frac{10 \times A \times 383}{W \times 1000}$$

dengan A = Absorbansi

W = Berat Contoh (gram)

Analisa statistik

Untuk menguji perbedaan kandungan asam lemak dan karoten antar-*origin* dan tipe persilangan, digunakan analisis statistika *general linear model univariate* dengan tingkat *probability* 0,05 dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Selanjutnya analisis korelasi Pearson dan distribusi normal dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Asam lemak

Sepuluh jenis asam lemak CPO berhasil diamati yang terdiri dari laurat, miristat, palmitat, palmitoleat, stearat, oleat, linoleat, linolenat, arakidat, dan gadoleat. Empat jenis asam lemak yaitu oleat, palmitat, linoleat dan stearat secara berurutan ditemukan dengan konsentrasi paling tinggi (Gambar

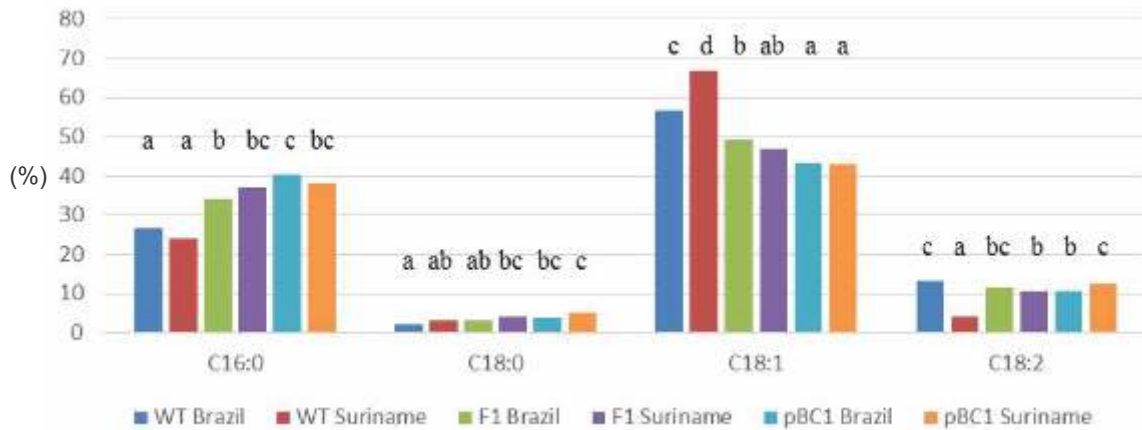
1), sedangkan enam jenis lainnya ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil yaitu dibawah 1% (Gambar 2). Proporsi konsentrasi asam lemak demikian ditemukan pada semua *origin* dan tipe persilangan. Sementara itu, asam lemak tak jenuh (ALTJ) oleat kemudian diikuti asam lemak jenuh (ALJ) rantai sedang palmitat paling mendominasi profil asam lemak CPO di seluruh tipe persilangan dan *origin*, dengan total 80 – 91%. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan oleh Lieb *et al.*, 2017; Mhanhmad *et al.*, 2011; Monde *et al.*, 2009; Siregar *et al.*, 2016; Montoya *et al.*, 2013. Sebagai pembanding adalah minyak zaitun (*Phoenix dactylifera*) yang memiliki komposisi oleat 55 – 83 %, palmitat 7,5 – 20%, linoleat 3,5 – 21% dan sisanya <1% (Boskou, 2015) dan spesies *E. guineensis* komersial yang memiliki komposisi oleat 35,8 - 44,3%, palmitat 40,1 - 47,8%, linoleat 9 - 10,5%, stearat 4,1 - 5,4% dan sisanya <1% (Sujadi *et al.*, 2016).

Pada sifat kandungan asam lemak, asam lemak tak jenuh tunggal khususnya oleat biasanya diturunkan dan besarnya sedang diantara kedua tetuanya, baik pada F1 dan BC1nya (Mozzon *et al.*, 2013; Montoya *et al.*, 2013; Lieb *et al.*, 2017) yang disebabkan oleh sifat kodominan dan aditif (Ong *et al.*, 1981; Montoya *et al.*, 2014). Sebagai contoh pada penelitian ini konsentrasi oleat pada WT Suriname dan Brazil masing masing sebesar 67,01 % dan 56,88%, kemudian pada F1 berkurang menjadi 46,82% (Suriname) dan 49,33% (Brazil), serta pada pBC1 sebesar 42,91% (Suriname) dan 43,42 (Brazil) (Gambar 1). Sementara itu untuk asam lemak linoleat, konsentrasi yang paling tinggi dimiliki oleh individu WT Brazil F1 dan pBC1 Suriname, sedangkan paling rendah ditunjukkan oleh individu WT Suriname (Gambar 1). Menurut Tan *et al.* (1985) dan Montoya *et al.* (2014), asam lemak linoleat ditentukan oleh genetik non-aditif baik pada materi genetik inter maupun intraspesifik dengan sifat *E. guineensis* dominan terhadap *E. oleifera*. Pada minyak tanaman zaitun, komposisi asam lemak ditentukan oleh faktor zona produksi, garis lintang, iklim, cuaca, dan tahap kematangan buah. Minyak zaitun dari Yunani, Italia dan Spanyol tinggi akan asam lemak oleat tetapi rendah akan linoleat dan palmitat, namun sebaliknya pada minyak zaitun dari Tunisia (Boskou, 2015).

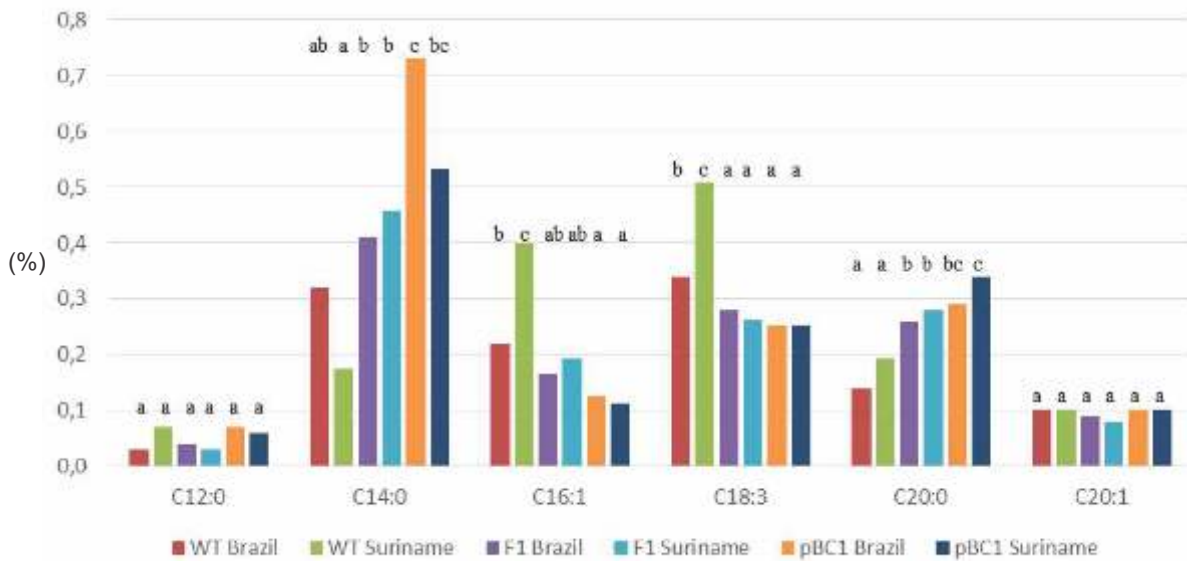
Kandungan ALJ palmitat berbeda nyata antar-*origin* dan tipe persilangan. Pada *E. oleifera origin* Suriname, kandungan palmitat jauh lebih rendah

dibandingkan F1 dan pBC1. Diduga hal ini disebabkan enzim KAS II yang mengkonversi palmitat menjadi

stearat pada *E. oleifera* Suriname lebih efektif dibandingkan *E. guineensis*, F1 dan pBC1.



Gambar 1. Asam lemak utama
Figure 1. Major fatty acids



Gambar 2. Asam lemak minor
Figure 2. Minor fatty acids

Pada penelitian ini diketahui bahwa secara individual *E. oleifera* Suriname tipe liar memiliki persentase ALTJ oleat paling tinggi dari seluruh populasi dan tipe persilangan yang diamati. Namun, beberapa individu F1 Brazil juga tercatat memiliki persentase ALTJ oleat di atas 60%. Sementara itu

untuk populasi pBC1 tercatat hanya sepuluh individu yang memiliki persentase ALTJ oleat di atas 50% (Tabel 1).

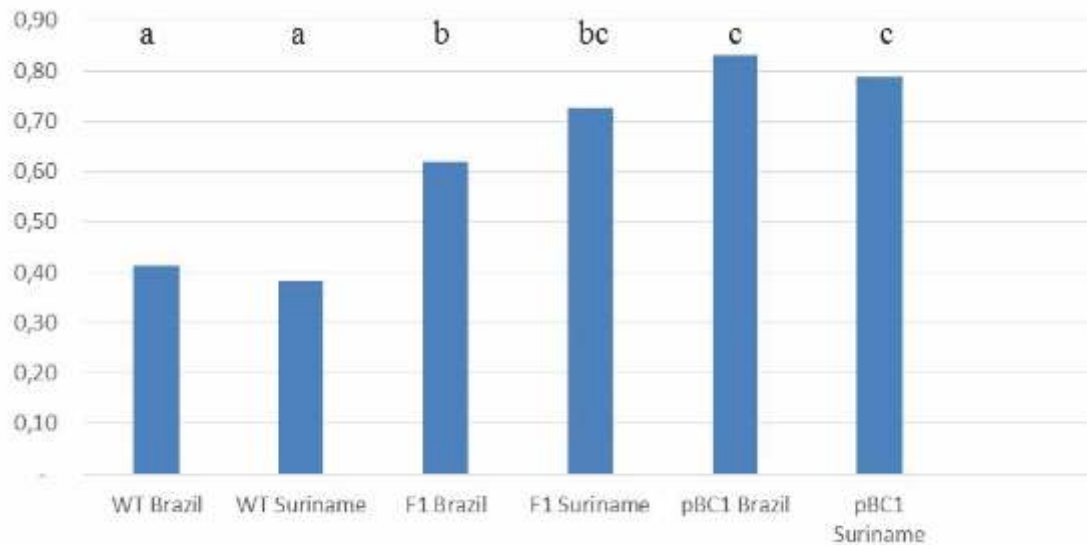
Untuk mengetahui profil asam lemak dengan mudah, maka dibandingkan secara langsung total ALJ dengan total ALTJ dengan rumus sederhana yaitu,

rasio asam lemak = ALJ/ALTJ. Semakin kecil nilai rasio maka semakin besar konsentrasi ALTJ, demikian sebaliknya (Gambar 3). Berdasarkan analisis tersebut diperoleh rasio ALJ/ALTJ pada WT Suriname sebesar 0,38 yang berbeda nyata dengan sampel lainnya, sebesar 0,73 dan 0,79 pada F1 dan pBC1 Suriname, serta 0,41 pada WT Brazil, 0,62 dan 0,83 pada F1 dan Brazil, berturut-turut. Kecenderungan peningkatan nilai rasio asam lemak dimulai dari F1 dan seterusnya juga ditemukan pada penelitian sebelumnya (Lieb *et al.*, 2017; Mhanhmad *et al.*, 2011; Siregar *et al.*, 2016;

Monde *et al.*, 2009; Montoya *et al.*, 2013). Sementara itu, secara umum *E. guineensis* memiliki nilai rasio sebesar 0,86 – 1,13 (Sujadi *et al.*, 2016; Lieb *et al.*, 2017) dan minyak zaitun sebesar 0,16 (Poiana dan Mincione, 2004). Tampak bahwa nilai rasio asam lemak pada F1 dan pBC1 berada di tengah-tengah nilai kedua tetuanya yaitu *E. oleifera* dan *E. guineensis*, dan temuan ini sudah banyak dilaporkan. Chavez *et al.* (2017) melaporkan proporsi ALTJ pada *E. oleifera* Sinú sebesar 79,1%, sedangkan pada hibrida II sebesar 70,2%.

Tabel 1. Individu terbaik berdasarkan persentase ALTJ oleat
Table 1. The best individual based on oleic percentage

No. ID	Tipe Persilangan	Orijin	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1
OG0312	WT	Suriname	21,02	0,25	4,07	68,59
OG0313	WT	Suriname	26,41	0,54	1,86	66,61
OG0314	WT	Suriname	24,83	0,41	3,51	65,82
OG0029	F1	Brazil	21,87	0,08	3,22	64,37
OG0020	F1	Brazil	24,26	0,10	2,92	63,30
OG0030	F1	Brazil	22,93	0,05	3,08	62,81
OG0042	F1	Brazil	22,21	0,03	5,14	62,53
OG0010	F1	Brazil	22,70	0,13	3,36	62,27
OG0032	F1	Brazil	22,42	0,11	3,94	62,12
OG0016	F1	Brazil	25,41	0,09	3,93	61,87
OG0026	F1	Brazil	22,52	0,07	3,21	61,79
OG0041	F1	Brazil	24,11	0,05	3,81	61,14
OG0049	F1	Brazil	26,24	0,09	3,12	60,68
OG0220	WT	Brazil	24,25	0,29	1,39	60,26
OG0260	F1	Brazil	26,99	0,09	2,73	60,07
OG0153	BC1	Brazil	31,61	0,11	3,16	53,08
OG0157	BC1	Brazil	34,28	0,10	3,69	52,87
OG0332	BC1	Suriname	30,45	0,07	4,33	51,62
OG0365	BC1	Brazil	34,63	0,12	3,38	51,05
OG0149	BC1	Brazil	31,09	0,07	6,46	50,50
OG0132	BC1	Suriname	34,65	0,15	4,76	50,37
OG0114	BC1	Suriname	36,01	0,09	4,33	50,37
OG0128	BC1	Suriname	35,31	0,11	4,20	50,23
OG0152	BC1	Brazil	36,88	0,11	4,04	50,18
OG0134	BC1	Brazil	31,60	0,12	4,15	50,00



Gambar 3. Rasio ALJ dengan ALTJ

Figure 3. Ratio of saturated fatty acid against unsaturated fatty acid

Pada populasi F1 (Tabel 2), ALTJ oleat C18:1 dengan nyata berkorelasi negatif terhadap miristat, palmitat, palmitoleat dan linoleat namun, berkorelasi positif dengan gadoleat, sedangkan ALJ palmitat yang merupakan asam lemak utama selain ALTJ oleat, dengan nyata berkorelasi negatif terhadap stearat, oleat dan gadoleat, dan juga nyata berkorelasi positif terhadap miristat, palmitoleat, dan linoleat. Sementara itu pada populasi pBC1, analisis korelasi untuk ALTJ oleat C18:1 memberikan hasil yang konsisten dengan populasi F1, kecuali berkorelasi negatif tidak nyata dengan palmitoleat. Demikian juga halnya dengan ALJ palmitat pada populasi pBC1 yang menunjukkan korelasi yang konsisten dengan F1, kecuali arakidat dan linoleat memberikan korelasi tidak nyata dan bertolak belakang. Korelasi yang tidak konsisten dan tidak nyata antara stearat dan oleat ditunjukkan pada populasi F1 dan pBC1 pada penelitian ini, menunjukkan bahwa walau stearat merupakan substrat langsung dari enzim SAD untuk mensintesis oleat (Huang *et al.*, 2016), namun bukan menjadi penentu utama kuantitas oleat. Walau demikian, hasil yang sama namun tidak nyata ditunjukkan pada populasi pBC1 dari laporan penelitian sebelumnya, dimana ALTJ oleat berkorelasi negatif dengan nyata terhadap ALJ palmitat, stearat, dan miristat (Montoya *et al.*, 2013). Sementara itu, secara umum analisis korelasi ALJ palmitat menunjukkan hasil yang mirip dengan laporan Montoya *et al.* (2013), karena

sebagian besar asam lemak berkorelasi negatif terhadap ALJ palmitat, kecuali palmitoleat dan arakidat.

Karoten

Karotenoid memiliki aktivitas provitamin A seperti α -karoten, β -karoten dan β -kriptoksanthin, sedangkan yang lainnya bertindak sebagai antioksidan namun tidak dapat diubah menjadi vitamin A seperti zeaxanthin dan lutein (Farré *et al.*, 2010). Sebagian besar hewan dan manusia memenuhi kebutuhan akan karotenoid terutama dari makanan nabati (Maiani, *et al.*, 2009).

Minyak kelapa sawit secara alami berwarna kemerahan karena kandungan karotennya yang tinggi. Minyak sawit merah kaya akan karoten, seperti α -karoten, β -karoten dan lycopene, yang memberinya warna merah tua yang khas. Karotenoid utama yang ditemukan pada minyak kelapa sawit adalah α -karoten (Obahiagbon, 2012). Berbeda dengan minyak inti sawit yang berasal dari biji buah yang sama, atau minyak kelapa berasal dari inti kelapa (*Cocos nucifera*) (Udeh and Obibuzor, 2017), kandungan karoten pada minyak kelapa sawit *E. guineensis* sekitar 500 - 700 ppm (Owoyele dan Owolabi, 2014), sedangkan pada *E. oleifera origin* Costa Rica dan Panama dapat mengandung lebih dari 3.000 ppm (Mohd, Rajanaidu dan Jalani, 2000).

Sama halnya dengan persentase ALTJ oleat, kandungan total karoten pada F1 dan BC1 lebih rendah dibanding populasi liar *E. oleifera* (Tabel 3). Hal ini diduga karena kandungan karoten bersifat aditif, sehingga kandungan karoten pada individu keturunannya merupakan nilai tengah dari kedua tetuanya (Ong, Chua dan Sow, 1981; Montoya *et al.*, 2014). Namun demikian, terdapat beberapa individu potensial pada populasi BC1 *origin* Brazil dan Suriname dengan kandungan karoten yang cukup tinggi hampir sama dengan populasi liarnya, yaitu

2.868 ppm dan 1.261 ppm pada OG301 dan OG117, berturut-turut (Gambar 4 dan 5).

Analisis korelasi antara asam lemak dengan karoten dan OER (rendemen minyak) serta antara karoten dan OER baik pada populasi F1 maupun pBC1 secara umum menunjukkan hubungan yang lemah (Tabel 4). Semua korelasi mempunyai nilai di bawah 0,5 dengan beberapa sifat berkorelasi nyata. Korelasi nyata antara asam lemak linolenat dengan karoten cukup konsisten baik pada populasi F1 dan pBC1 berturut-turut dengan nilai 0,37 dan 0,23.

Tabel 2. Korelasi Pearson antar asam lemak 130 populasi pBC1 dan 259 populasi F1 origin Suriname dan Brazil
Table 2. Pearson correlation among fatty acid types of 130 pBC1 and 259 F1 population from Suriname and Brazil origin

Asam lemak	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1
C12:0 Laurat		-0,32**	0,01	0,17	-0,16	0,04	-0,04	0,00	0,02	-0,03
C14:0 Miristat	0,13*		0,56**	0,09	-0,19*	-0,47**	-0,16	0,04	-0,12	-0,06
C16:0 Palmitat	0,03	0,69**		0,36**	-0,37**	-0,83**	-0,11	0,00	-0,19*	-0,31**
C16:1 Palmitoleat	0,08	0,39**	0,53**		-0,65**	-0,16	-0,02	0,11	-0,36**	-0,41**
C18:0 Stearat	0,17**	-0,12	-0,22**	-0,29**		-0,05	0,30**	-0,10	0,61**	0,23**
C18:1 Oleat	-0,06	-0,66**	-0,82**	-0,45**	0,11		-0,38**	-0,14	-0,15	0,29**
C18:2 Linoleat	-0,08	0,24**	0,26**	0,20**	-0,27**	-0,35**		0,38**	0,36**	-0,17
C18:3 Linolenat	0,02	0,09	0,01	0,17**	-0,16*	0,02	0,37**		0,18*	0,07
C20:0 Arakidat	0,12*	0,08	0,02	-0,18**	0,65**	-0,06	-0,02	0,08		0,36**
C20:1 Gadoleat	0,11	-0,16**	-0,31**	-0,45**	-0,15*	0,41**	-0,11	0,29**	0,04	

** Berkorelasi nyata pada level 0.01; *, Berkorelasi nyata pada level 0.05.

Hi-light abu-abu merupakan populasi F1; tidak di hi-light merupakan populasi pBC1

Tabel 3. Persentase total karoten
Table 3. Percentage of total carotene

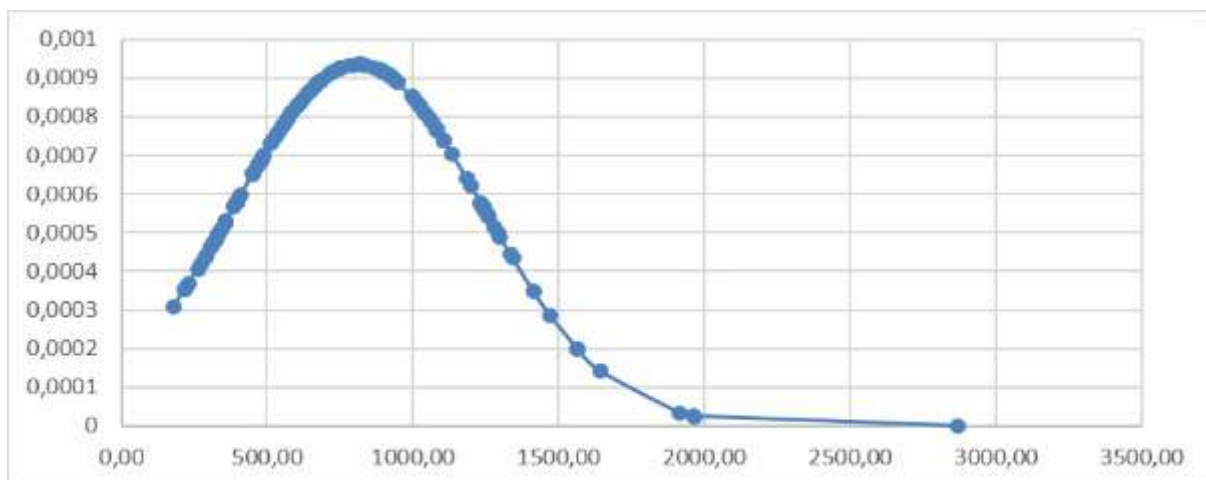
Orjlin	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum
BC1 Brazil	871.5951	96	448.65743	217.46	2868.00
BC1 Suriname	660.2411	36	319.45575	179.00	1261.00
F1 Brazil	963.5294	242	392.24350	140.00	2756.00
F1 Suriname	1235.2254	20	450.65534	609.26	2116.00
WT Brazil	1253.6716	3	473.25370	950.98	1799.04
WT Suriname	1379.0000	3	859.25840	624.00	2314.00
Total	933.0461	400	423.48041	140.00	2868.00



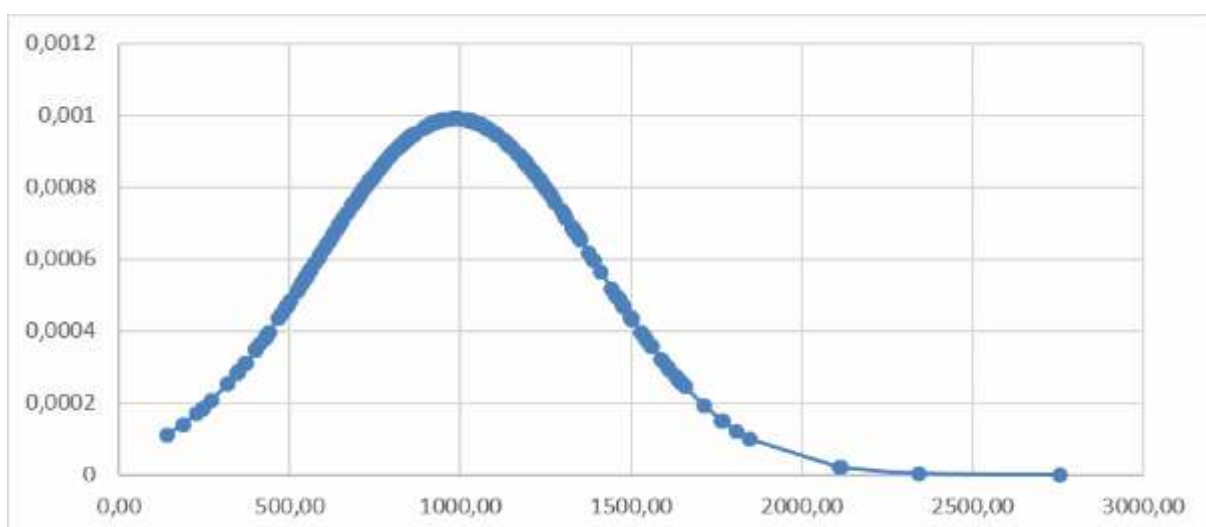
Tabel 4. Korelasi Pearson antar asam lemak dengan OER dan Karoten populasi F1 dan pBC1 origin Suriname dan Brazil
 Table 4. Pearson correlation among fatty acid types against OER and Carotene in population F1 and pBC1 Suriname and Brazil origin

Parameter	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	OER (259)	KAROTEN (257)
C12:0	Laurat										0,06	-0,05
C14:0	Minislat										0,09	-0,05
C16:0	Palmitat										0,12	-0,07
C16:1	Palmitoleat										-0,08	-0,15
C18:0	Stearat										0,13	-0,05
C18:1	Oleat										-0,22 ^{**}	0,20 [*]
C18:2	Linoleat										0,16	-0,30 ^{**}
C18:3	Linolenat										-0,05	0,23 ^{**}
C20:0	Arakidat										0,26 ^{**}	-0,09
C20:1	Gadoleat										-0,07	0,12
OER (130)		0,09	0,16 [*]	0,03	0,10	-0,17 ^{**}	-0,02	0,06	0,19 ^{**}	0,03	0,19 ^{**}	-0,2 [*]
KAROTEN (129)		-0,04	0,17 ^{**}	0,18 ^{**}	0,11	-0,07	-0,06	-0,02	0,37 ^{**}	0,02	0,07	0,15 [*]

** : Berkorelasi nyata pada level 0.01; * : Berkorelasi nyata pada level 0.05.
 Hi-light abu-abu merupakan populasi F1; tidak di hi-light merupakan populasi pBC1
 Angka dalam kurung merupakan jumlah sampel yang dianalisis



Gambar 4. Sebaran normal kandungan karoten pada populasi pBC1
Figure 4. Normal distribution of carotene content in pBC1 population



Gambar 5. Sebaran normal kandungan karoten pada populasi F1
Figure 5. Normal distribution of carotene content in F1 population

KESIMPULAN DAN SARAN

Keragaman komposisi asam lemak dan karoten pada populasi F1 dan pBC1 lebih luas dibandingkan kelapa sawit komersial menjadikannya populasi berharga untuk mendapatkan bahan tanaman dengan mutu minyak sawit yang lebih baik. Dari penelitian ini diketahui beberapa individu hibrida dan pBC1 yang memiliki komposisi ALTJ oleat >50%, ALJ palmitat <40%, dan kandungan karoten >2.000 ppm yang memungkinkan untuk dapat diintegrasikan ke dalam program pemuliaan saat ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan penghargaan atas kerja keras dari para pemulia kelapa sawit terdahulu di PPKS yang telah menanam banyak nomor percobaan ini. Penghargaan juga kami sampaikan kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit yang telah mendukung penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik. Tidak lupa juga ucapan penghargaan kepada Manajemen PPKS yang telah mendukung tiada henti atas keberlanjutan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Boskou, D. 2015. Olive oil 2nd Edition: chemistry and technology. Elsevier.
- Cadena, T., F. Prada, A. Perea, and H.M. Romero. 2013. Lipase activity, mesocarp oil content, and iodine value in oil palm fruits of *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, and the interspecific hybrid O × G (*E. oleifera* × *E. guineensis*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93(3): 674-680.
- Chaves, G., G.A. Ligarreto-Moreno, and D.G. Cayon-Salinas. 2017. Physicochemical characterization of bunches from American oil palm (*Elaeis oleifera* HBK Cortes) and their hybrids with African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Acta Agronómica*. 67(1):168-176.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2016. The Oil Palm, Fifth Edition. R.H. Published by John Wiley & Sons, Ltd.
- de Jaeger, L., J. Springer, E.J.H. Wolbert, D.E. Martens, G. Eggink, and R.H. Wijffels. 2017. Gene silencing of stearyl-ACP desaturase enhances the stearic acid content in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Bioresource Technology*. 245: 1616-1626.
- Farré, G., G. Sanuhaja, S. Naqvi, C. Bai, T Capell, C. Zhu, and P. Christou. 2010. Travel advice on the road to carotenoids in plants. *Plant Sci*. 179: 28-48.
- Hormaza, P., E.M. Fuquen, and H.M. Romero. 2012. Phenology of the oil palm interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Scientia Agricola*. 69(4): 275-280.
- Huang, J., T. Zhang, Q. Zhang, M. Chen, Z. Wang, B. Zheng, G. Xia, X. Yang, C. Huang, and Y. Huang. 2016. The mechanism of high contents of oil and oleic acid revealed by transcriptomic and lipidomic analysis during embryogenesis in *Carya cathayensis* Sarg. *BMC genomics*. 17(1): 113.
- Kementerian Pertanian, 2017. Outlook kelapa sawit komoditas pertanian subsektor perkebunan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretasi Jenderal – Kementrian Pertanian. Jakarta.
- Lieb, V.M., M.R. Kerfers, A. Kronmüller, P. Esquivel, A. Alvarado, V.M. Jiménez, and C.B. Steingass. 2017. Characterization of Mesocarp and Kernel Lipids from *Elaeis guineensis* Jacq., *Elaeis oleifera* [Kunth] Cortés, and Their Interspecific Hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 65(18): 3617-3626.
- Maiani, G., M.J. Periago Castón, G. Catasta, E. Toti, I. G. Cambrodón, A. Bysted, F. Granado - Lorencio, B. Olmedilla - Alonso, P. Knuthsen, M. Valoti, and V. Böhm. 2009. Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Molecular nutrition & food research*. 53(S2): 194-218.
- Mhanhmad, S., P. Leewanich, V. Punsuvon, S. Chanprame, and P. Srinives. 2011. Seasonal effects on bunch components and fatty acid composition in Dura oil palm (*Elaeis guineensis*). *African Journal of Agricultural Research*. 6(7): 835-1843.
- Mohd, D., N. Rajanaidu, and B.S. Jalani, 2000. Performance of *Elaeis oleifera* from Panama, Costa Rica, Colombia and Honduras in Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*. 12(1): 71-80.
- Monde, A.A., F. Michel, M.A. Carbonneau, G. Tiahou, M.H. Vernet, S. Eymard-Duvernay, S. Badiou, B. Adon, E. Konan, D. Sessa, J.P. Cristol. 2009 Comparative study of fatty acid composition, vitamin E and carotenoid contents of palm oils from four varieties of oil palm from Côte d'Ivoire. *J Sci Food Agric*. 89: 2535-2540
- Montoya, C., R. Lopes, A. Flori, D. Cros, T. Cuellar, M. Summo, ... and J.R. Zambrano. 2013. Quantitative trait loci (QTLs) analysis of palm oil fatty acid composition in an interspecific pseudo-backcross from *Elaeis oleifera* (HBK) Cortés and oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Tree genetics & genomes*. 9(5): 1207-1225.
- Montoya, C., B. Cochard, A. Flori, D. Cros, R. Lopes, T. Cuellar, S. Espeout, I. Syaputra, P. Villeneuve, M. Pina, E. Ritter, T. Leroy, N. Billotte. 2014. Genetic architecture of palm oil fatty acid composition in cultivated oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) compared to its wild relative *E. oleifera* (H.B.K) Cortés. *PLoS One*. 9: 1-13.

- Mozzon, M., D. Pacetti, P. Lucci, M. Balzano, and N.G. Frega. 2013. Crude palm oil from interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*: Fatty acid regiodistribution and molecular species of glycerides. *Food chemistry*. 141(1): 245-252.
- Obahiagbon F.I. 2012. A Review: Aspects of the African Oil Palm (*Elaeis guineensis* jacq.) and the Implications of its Bioactives in Human Health. *Amer J Biochem Mol Biol*. 2:106-119.
- Ojeda, M., M. Borrero, G. Sequeda, O. Diez, V. Castro, A. García, and P. Lucci. 2017. Hybrid palm oil (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) supplementation improves plasma antioxidant capacity in humans. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 119(2): 1600070.
- Ong, S.H., C.C. Chua, and H.P. Sow. 1981. The co-dominance theory: genetic interpretations of analyses of mesocarp oils from *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* and their hybrids. *J Am Oil Chem Soc*. 58: 1032–1038.
- Owoyele, B.V. and G.O. Owolabi. 2014. Traditional oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.) and its medicinal uses. *TANG*. 4(3): 15-22.
- Poiana, M. and A. Mincione. 2004. Fatty acids evolution and composition of olive oils extracted from different olive cultivars grown in Calabrian area. *Grasas y Aceites*. 55(3): 282-290.
- Rahmadi, Y.H., N. Supena, H.A. Siregar, Sujadi, dan A.R. Purba. 2006. Keragaan vegetatif, kulit minyak dan karakter tandan hasil silang balik BC-1 antara *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 14(3): 171- 182.
- Rivera Mendez, Y.D., S. Cayón, D. Gerardo, M. López, and J. Edgardo. 2013. Physiological and morphological characterization of american oil palms (*Elaeis oleifera* hbk cortes) and their hybrids (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) on the indupalma plantation. *Agronomía Colombiana*. 31(3): 314-323.
- Rodríguez, J.C., D. Gómez, D. Pacetti, O. Nunez, R. Gagliardi, N.G. Frega, and P. Lucci. 2016. Effects of the fruit ripening stage on antioxidant capacity, total phenolics, and polyphenolic composition of crude palm oil from interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Journal of agricultural and food chemistry*. 64(4): 852-859.
- Santos, M.F.G., R.E. Alves, and M.V. Ruíz-Méndez. 2013. Minor components in oils obtained from Amazonian palm fruits. *Grasas y Aceites*. 64(5): 531-536.
- Siregar, H.A., A. Yulandi, and M.T. Suhartono. 2016. Stearoyl-ACP Delta 9 Desaturase Might not be the only Factor Affecting Unsaturated Fatty Acids Concentration in Oil Palm (*Elaeis* Sp.). *British Biotechnology Journal*. 11(1): 1-17.
- Sparnaaij, L.D. 1960. Plant Breeding Division. Plant Breeding Division.
- Sujadi, A.H. Hasibuan, H.Y. Rahmadi, dan A.R. Purba. 2016. Komposisi asam lemak dan bilangan IOD minyak dari sembilan varietas kelapa sawit DxP komersial di PPKS. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 24(1): 1-12.
- Tan, B.K., S.H. Ong, N. Rajanaidu, and V. Rao. 1985. Biological modification of oil composition. *J. Am. Oil Chem. Soc*. 62: 230-236.
- Udeh, W.C. and J. Obibuzor. 2017. Physico-Chemical Analysis of Eight Samples of *Elaeis oleifera* Oil Obtained from Different Nifor Oil Palm Field. *Research Journal of Food Science and Quality Control*. 3(1): 39-51.a