

ASAM LEMAK OLEAT CPO BERBAGAI POPULASI KELAPA SAWIT (*Elaeis sp.*) KOLEKSI PPKS

Heri Adriwan Siregar

ABSTRAK

Kemajuan ilmu pengetahuan terhadap kesehatan ikut meningkatkan kesadaran kita terhadap pentingnya mengonsumsi makanan sehat, tidak terkecuali terhadap konsumsi minyak kelapa sawit yang mungkin setiap hari kita gunakan untuk menggoreng ataupun sebagai bahan pangan aditif lainnya. Walaupun masih diperdebatkan mengenai efek dari berbagai jenis asam lemak jenuh dan tak jenuh serta komposisinya pada minyak kelapa sawit bagi kesehatan, namun disepakati bahwa kadar kolesterol yang tinggi pada serum darah berkaitan dengan peningkatan resiko penyakit serangan jantung dan kesehatan otak bahkan beberapa laporan menuliskan buruk bagi reproduksi. Tulisan ini membahas secara ringkas mengenai asam lemak dan komposisinya pada berbagai populasi dan spesies koleksi kelapa sawit milik Pusat Penelitian Kelapa Sawit, serta kemungkinan untuk merubah spektrum komposisi asam lemak pada minyak kelapa sawit yang ada dipasaran saat ini sebagai pilihan alternatif.

Minyak Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang penting bagi manusia selain minyak zaitun, kedelai, *rapeseed* dan biji matahari. Minyak kelapa sawit telah banyak digunakan sebagai bahan pangan maupun bahan baku industri dari zaman dulu hingga sekarang. Penemuan arkeolog di Mesir menunjukkan bahwa setidaknya manusia telah

menggunakan minyak sawit sejak kurang lebih 5000 tahun yang lalu dan saat ini FAO mencatat produksi minyak sawit dunia pada tahun 2012 telah mencapai 53,26 juta ton dan lebih dari 50% digunakan sebagai bahan pangan aditif pada tahun 2009. Negara kita Indonesia dan negara jiran Malaysia adalah produsen utama minyak kelapa sawit dunia yang berkontribusi sekitar 50,49% dan 35,26% pada tahun 2012 (FAO, 2014).

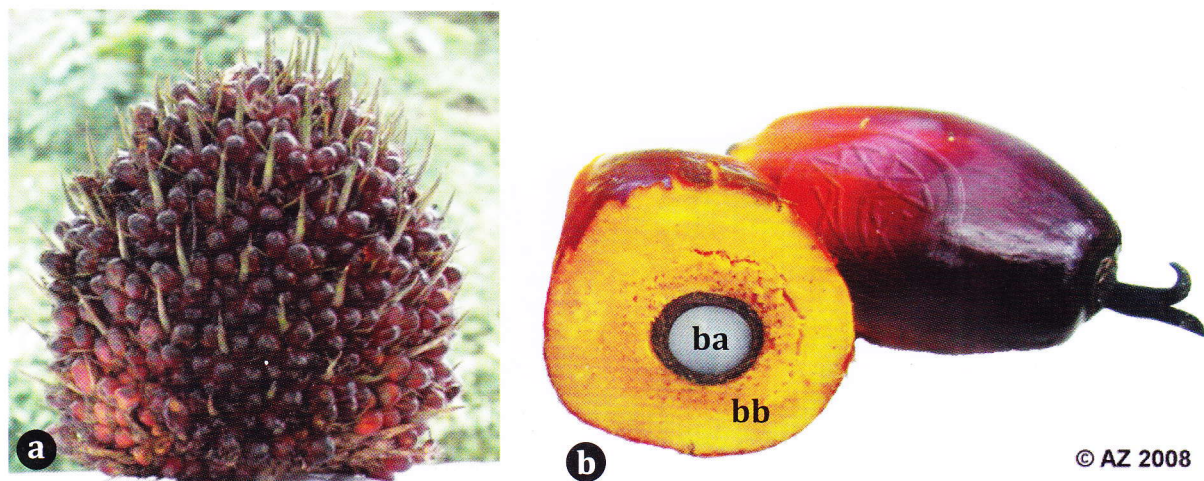
Minyak kelapa sawit atau disingkat minyak sawit merupakan senyawa trigliserida yang diperoleh dari hasil perasan daging (CPO, *crude palm oil*) maupun inti (PKO, *palm kernel oil*) dari buah pohon kelapa sawit (Gambar 1). Sedangkan trigliserida itu sendiri merupakan senyawa kimia yang tersusun oleh gliserol teresterifikasi yang berkaitan dengan tiga asam lemak berlainan jenis. Berat jenis trigliserida lebih rendah dibanding air sehingga minyak nabati akan mengambang bila dicampur air. Umumnya minyak nabati memiliki campuran kompleks dari berbagai macam trigliserida, sehingga dapat mencair atau membeku pada suhu yang berbeda-beda. Pada keadaan padat disebut lemak sedangkan keadaan cair disebut minyak (Corley and Tinker, 2003; Gunstone, 2002).

Asam Lemak

Asam lemak itu sendiri adalah monokarboksilat rantai panjang dengan rumus umum $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ yang merupakan senyawa kimia penyusun minyak sawit. Salah satu karakteristik lemak atau minyak adalah persentase komposisi asam lemak penyusunnya yang terdiri dari asam lemak jenuh (ALJ), asam lemak tak jenuh tunggal (ALTJT) dan asam lemak tak jenuh majemuk (ALTJM). ALJ adalah asam lemak yang tidak mempunyai ikatan rangkap antar atom karbon, ALTJT adalah asam lemak yang

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



Gambar 1. (a) tandan buah kelapa sawit (b) bagian buah sawit yang digunakan sebagai sumber minyak; [ba] inti buah menghasilkan PKO dan [bb] daging buah menghasilkan CPO.

hanya memiliki satu ikatan rangkap antar atom karbon sedangkan ALTJM lebih dari satu ikatan rangkap antar atom karbon (Gambar 2). Komposisi asam lemak menentukan penggunaan minyak atau lemak pada industri oleokimia atau pangan, misalnya CPO lebih banyak digunakan untuk pangan karena mengandung lebih sedikit ALJ dibanding PKO yang lebih banyak digunakan untuk industri oleokimia karena mengandung lebih banyak ALJ (Ching, 2008).

Seperti minyak nabati lainnya, minyak sawit mempunyai nilai gizi tinggi dan kaya akan vitamin terutama beta-karoten, alfa-karoten serta likopen yang ditandai dengan warna merah layaknya pada buah tomat dan wortel, serta golongan vitamin E seperti tokoferol dan tokofrienol. Umumnya CPO yang ada dipasaran saat ini mempunyai komposisi ALJ lebih banyak dibanding ALTJT dan ALTJM, terutama ALJ palmitat (C16:0) sekitar 45%. Selain itu, ALTJT oleat (C18:1) juga tercatat ikut mendominasi sekitar 30 - 40% diikuti ALTJM linoleat (C18:1) sekitar 10%. (Gambar 3) (Gunstone, 2002).

Selain merupakan sumber karbon bagi makhluk hidup, asam lemak juga diperlukan untuk sintesa membran, modifikasi protein dan karbohidrat, pembangunan beragam elemen struktur dalam sel dan jaringan, menghasilkan senyawa penanda dan melarutkan berbagai macam bagian seluler serta

ekstra seluler yang sulit larut dan nonpolar. Berdasarkan jumlah atom karbonnya maka asam lemak dapat dibagi menjadi tiga antara lain, asam lemak rantai pendek dengan jumlah atom karbon 2 - 6, asam lemak rantai sedang dengan jumlah atom karbon 8 -12 dan asam lemak rantai panjang dengan jumlah atom karbon 14 - 24 (Tabel 1) (Cifuentes, A. 2013).

Asam lemak yang molekulnya berukuran kecil (berantai pendek atau sedang) seperti yang terdapat dalam minyak kelapa, di dalam saluran cerna dapat segera diserap melalui dinding usus tanpa harus mengalami proses hidrolisa dan enzimatik. Kemudian oleh aliran darah dibawa ke dalam organ hati untuk dimetabolisir. Di dalam hati, asam lemak rantai pendek dan sedang ini diproses hanya untuk memproduksi energi dan bukan kolesterol ataupun jaringan adiposa. Energi yang dihasilkan, digunakan untuk meningkatkan pembakaran seluler serta mengaktifkan fungsi semua kelenjar endokrin, organ dan jaringan tubuh (Budiarto, 2005 dalam Tuminah, 2010).

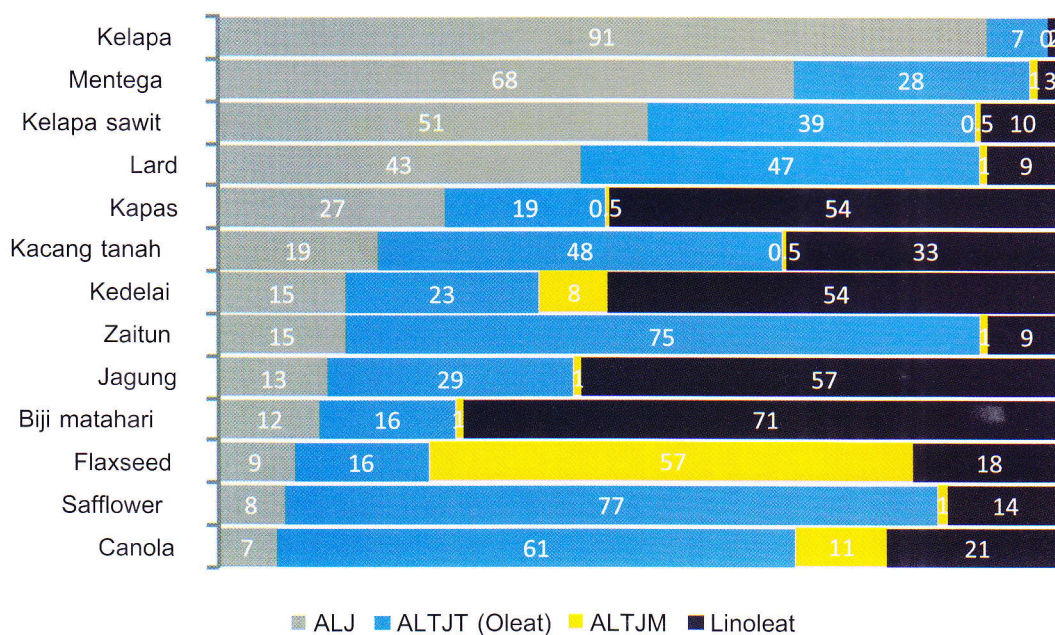
Sedangkan asam lemak yang molekulnya berukuran besar (berantai panjang), tidak dapat segera diserap oleh dinding usus, akan tetapi harus diuraikan dahulu menjadi unit asam-asam lemak bebas ukuran kecil melalui proses hidrolisa dan emulsi dengan bantuan cairan empedu serta proses



Asam lemak jenuh rantai pendek dan sedang yang mudah dalam penyerapan selanjutnya akan menghasilkan energi yang cepat tersedia, guna mengaktifkan fungsi semua organ dan jaringan sehingga menurunkan risiko penyakit terutama penyakit jantung (Tuminah, 2010).

Walaupun banyak kontroversi mengenai efek dari berbagai jenis asam lemak jenuh dan tak jenuh bagi kesehatan, namun disepakati bahwa kadar kolesterol yang tinggi pada serum darah berkaitan dengan peningkatan resiko penyakit serangan jantung (Ching, 2008) dan kesehatan otak (Reed *et.al*, 2013) bahkan beberapa laporan menuliskan buruk bagi reproduksi. Kolesterol diketahui berhubungan dengan pengerasan arteri, dalam hal ini timbul *plaque* pada dinding arteri yang mengakibatkan peningkatan tekanan darah karena arteri menyempit serta penurunan kemampuan untuk meregang. Pembentukan gumpalan dapat menyebabkan *infarkmiokard* dan *stroke* (Ching, 2008).

Sebenarnya kolesterol berfungsi penting sehingga terdapat pada setiap sel tubuh, diproduksi oleh tubuh atau diperoleh dari makanan. Kolesterol adalah *oil-based* sehingga tidak dapat menyatu dengan darah yang *water-based* dan dapat dibawa



Gambar 3. Persentase asam lemak pada berbagai komoditas pertanian.
(sumber: POS Pilot Plant Corporation).

Tabel 1. Asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh

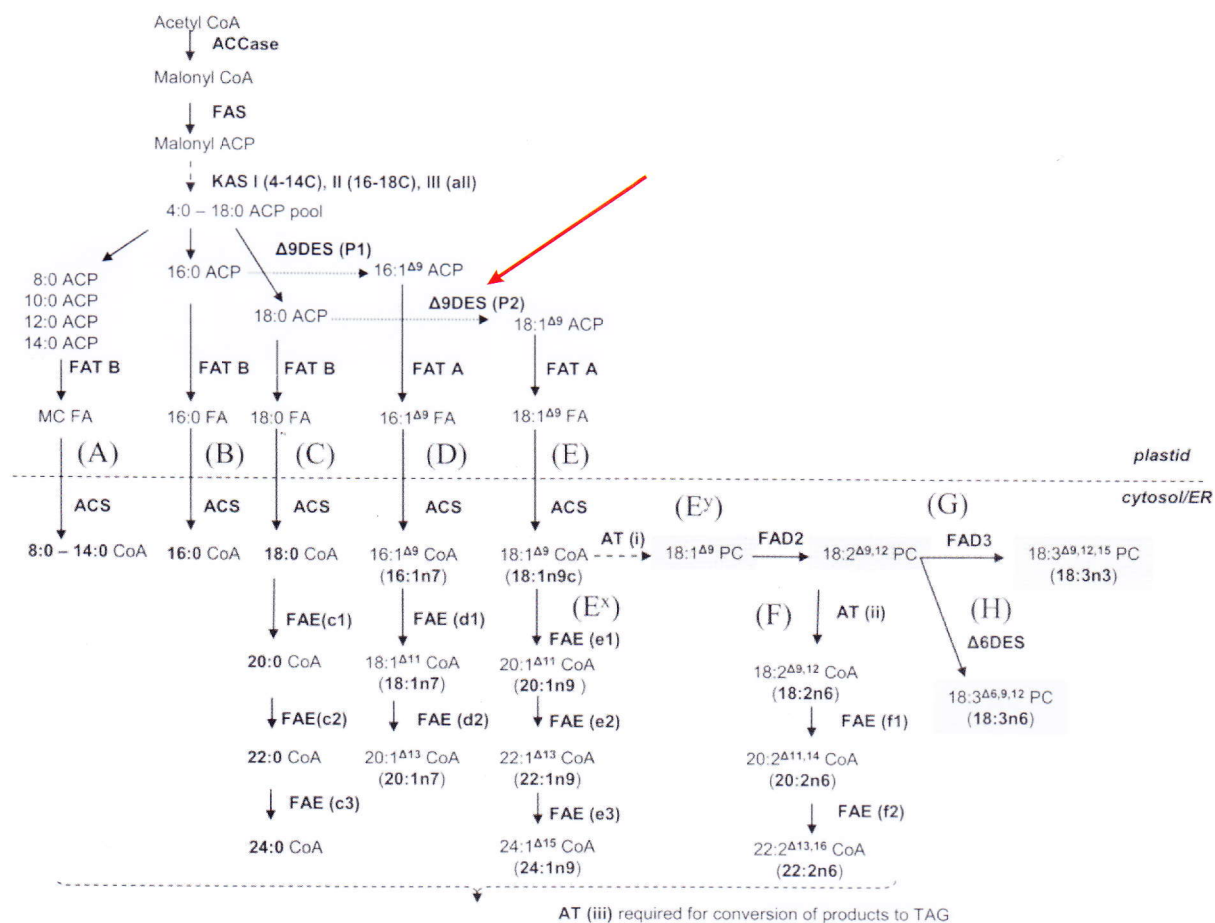
Asam Lemak Tak Jenuh	Struktur Kimia	C:D
Miristoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	14:01
Palmitoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	16:01
Oleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:01
Linoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:02
α -Linolenat	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:03
Arakidonat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:04
Eicosapentaenoat	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:05
Erukat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$	22:01
Docosahexaenoat	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	22:06
Asam Lemak Jenuh	Struktur Kimia	C:D
Laurat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	12:00
Miristat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	14:00
Palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	16:00
Stearat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	18:00
Arakidat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	20:00
Behenat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	22:00
Lignocerat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	24:00

berkeliling tubuh oleh lipoprotein darah. Setidaknya ada dua jenis lipoprotein yang diketahui berikatan dan membawa kolesterol yaitu LDL (*low-density* lipoprotein) dan HDL (*high-density* lipoprotein). Kolesterol LDL memiliki efek yang buruk bagi kesehatan sebagai pemicu serangan jantung, sebaliknya kolesterol HDL baik untuk kesehatan karena membawa kolesterol dalam darah menuju liver, dibuang atau ke jaringan tubuh yang membutuhkan (Freeman and Junge, 2005).

Kadar kolesterol yang tinggi dapat diturunkan dengan mengurangi konsumsi pangan yang mengandung kolesterol atau minyak dengan kandungan ALJ rantai panjang yang tinggi sembari meningkatkan konsumsi serat dan minyak dengan

kandungan ALTJ tinggi (Ching, 2008). Banyak laporan tentang kebaikan ALTJ dalam mengurangi serangan jantung. Minyak zaitun yang banyak mengandung ALTJT oleat sangat baik untuk mencegah serangan jantung, obesitas, diabetes, dan meningkatkan kadar HDL dibanding minyak biji matahari yang mengandung sedikit ALTJT oleat (Soriguer *et.al*, 2013; Samieri *et.al*, 2011). Sebaliknya, konsumsi yang berlebih ALJ palmitat dilaporkan bertanggung jawab terhadap penurunan permeabilitas plasma membran dan kematian sel melalui mekanisme yang mirip apoptosis (Titov *et.at.*, 2011).

Minyak sawit khususnya CPO banyak mengandung ALJ palmitat dan stearat serta ALTJ oleat dan linoelat. Perubahan spektrum komposisi



Gambar 4. Biosintesis asam lemak tanaman dari hasil fotosintesis. Tanda panah menunjukkan peran enzim *stearoyl* ACP desaturase dalam mengkonversi asam lemak jenuh stearat menjadi asam lemak tak jenuh oleat (Barker *et.al*. 2007).

asam lemak minyak sawit agar lebih menguntungkan bagi kesehatan, perlu dan dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan. Dengan mengurangi kandungan ALJ palmitat dan dibarengi dengan peningkatan ALTJT oleat atau ALTJM lainnya diharapkan mampu memberikan alternatif akan minyak sawit selama ini.

Asam Lemak Tak Jenuh Oleat

Selain banyak terkandung di minyak sawit dari spesies *E. oleifera*, ALTJ oleat juga lebih banyak ditemukan dalam minyak zaitun (Gambar 3). Asam lemak ini pada suhu ruang berupa cairan kental dengan warna kuning pucat atau kuning kecoklatan. Asam ini memiliki aroma yang khas, tidak larut dalam air, memiliki titik lebur 15.3 °C dan titik didih 360 °C. Asam lemak tak jenuh oleat memberikan minyak zaitun karakteristik yang unik dan dalam bidang kuliner minyak zaitun menempati posisi "terhormat" di antara minyak-minyak masak yang lain.

Biosintesis ALTJoleat dimulai dari sintesis *de novo* asam lemak pada tanaman yang terjadi di plastida, diawali dari karboksilasi *acetyl-CoA*. Kemudian serangkaian reaksi kondensasi oleh enzim KAS (β -ketoacyl-ACPSynthase) tipe I, II, dan III diperlukan untuk pemanjangan rantai karbon ALJ butirat (C4:0) menjadi ALJ palmitat dan stearat (Nishida, 2004 dalam Montoya *et.al*, 2013). Setelah itu enzim desaturase menghasilkan rantai karbon tak jenuh seperti asam lemak tak jenuh oleat dan linoleat (Salas dan Ohlrogge, 2002). Selanjutnya enzim *fatty acid elongase* (FAE) mengkatalis perpanjangan rantai karbon di *endoplasmic reticulum* (ER) (Guschina and Harwood, 2007). Perpanjangan rantai *acyl* terjadi saat rantai *acyl* masih berkonjugasi dengan ACP selama proses *cyclic*. Enzim *acyl*-ACPthioesterase mengkatalis proses transfer asam lemak ke ER untuk pembentukan TAG (*tryacylglycerol*) (Jones *et.al*, 1995) (Gambar 4).

Asam Lemak Tak Jenuh Oleat di Minyak Sawit

Kandungan ALJ pada minyak sawit yang dihasilkan dari beberapa varietas dan spesies kelapa sawit saat ini cukup bervariasi (Gambar 2). Hal ini memberikan peluang bagi para pemulia tanaman kelapa sawit untuk melakukan seleksi lanjut melalui

pemuliaan klasik atau melalui pendekatan biomolekular sehingga diperoleh varietas unggul dengan kandungan oleat tinggi sementara kandungan asam lemak jenuh palmitat lebih rendah.

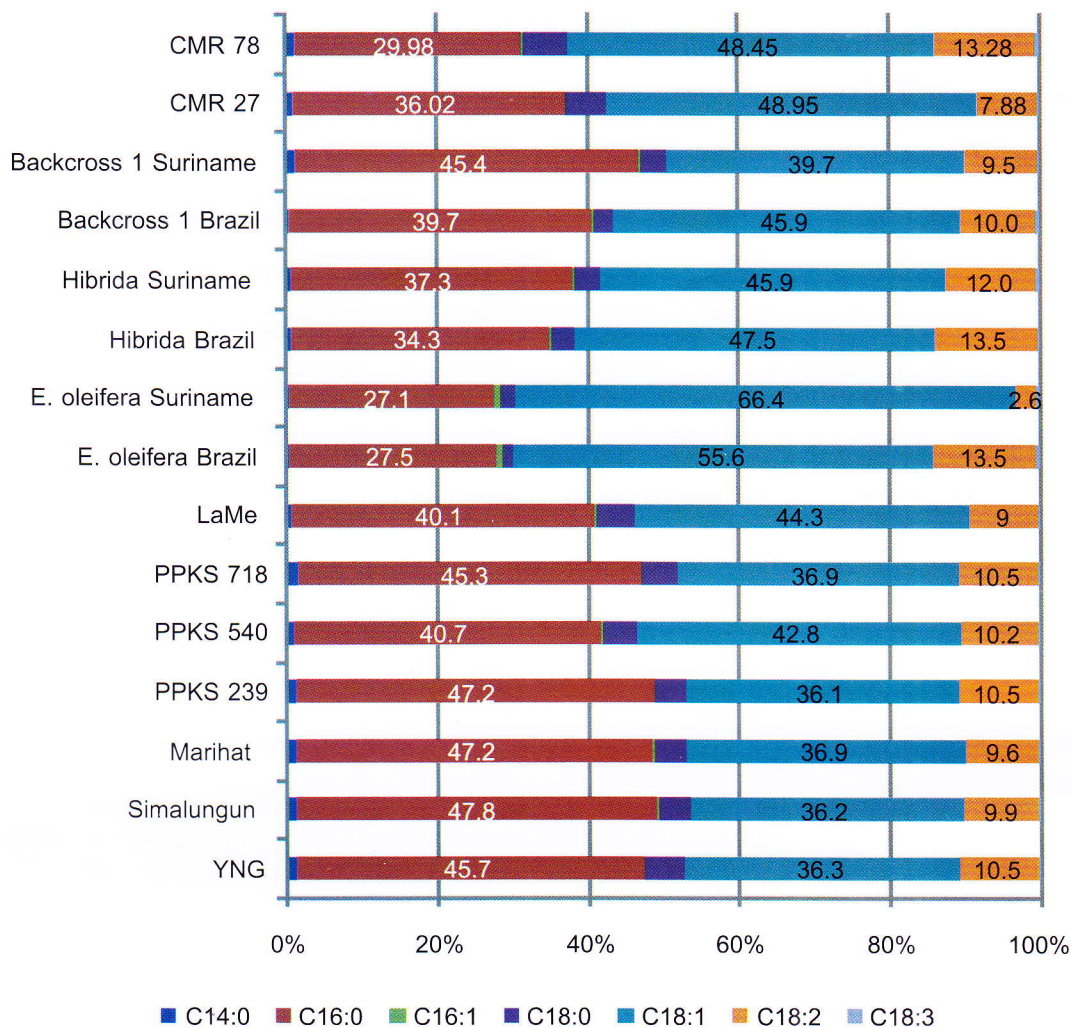
Peningkatan Asam Oleat pada Kelapa Sawit

Variasi kandungan asam lemak oleat pada *E. guineensis* cukup minim namun beberapa populasi menunjukkan kandungan oleat yang lumayan tinggi seperti pada varietas La Me dan PPKS 540 (Gambar 5). Seleksi yang lebih tinggi dan rekombinasi antara tetua penghasil varietas tersebut memungkinkan untuk mendapatkan varietas lain dengan sifat asam lemak yang baik.

Kualitas minyak pada populasi Kamerun yang didatangkan pada tahun 2008 ke Indonesia ternyata cukup menarik. Dari pengamatan awal pada beberapa aksesori diketahui aksesori 27 dan 78 memiliki ALTJ oleat relatif tinggi dan ALJ palmitat relatif rendah dibandingkan seluruh varietas milik PPKS (Gambar 5). Temuan sifat ini cukup berharga dalam program pemuliaan yang berguna untuk memperluas populasi genetik sebagai modal dasar penciptaan varietas baru. Selain data kualitas minyak, pengamatan data produksi pada populasi Kamerun sedang dilakukan sampai dianggap lengkap, yaitu minimal 9 tahun pengamatan.

Spesies lain kelapa sawit yaitu *E. oleifera* memiliki komposisi asam lemak cukup baik dan mirip dengan minyak zaitun. Program pemuliaan *backcross* antara *E. guineensis* dengan *E. oleifera* untuk mendapatkan sifat-sifat baik *E. oleifera* khususnya kualitas minyak yang akan dimasukkan ke genotipe *E. guineensis* sudah dilakukan sejak beberapa dekade lalu. Waktu dan biaya yang dibutuhkan pada program pemuliaan ini masih menjadi kendala utama selama pelaksanaannya. Diperlukan sebuah pendekatan molekular yang disebut *Marker-assisted selection* yang intensif agar program pemuliaan *backcross* bisa lebih cepat memberikan hasil.

Pendekatan biomolekular untuk memperbaiki komposisi asam lemak sawit sedang menjadi tren dan diharapkan mampu mengakselerasi pencapaian genetik. Pengenalan marka genetik mengkodekan enzim-enzim yang bertanggung jawab pada *pathway* biosintesis asam lemak merupakan langkah awal



Gambar 5. Persentase asam lemak pada beberapa varietas dan spesies kelapa sawit

untuk memanipulasi komposisi asam lemak. Salah satu strategi yang disampaikan oleh Siti Nor Akmar *et al*, (2004) adalah dengan membuat *antisense*enzim palmitoyl-ACP thioesterase sehingga aktivitasnya berkurang dan meningkatkan ekspresi enzim β -ketoacyl-ACP synthetase II (KAS II). Rekayasa gen menyandikan enzim stearoyl-ACP desaturase mungkin juga perlu dilakukan untuk mengatasi kemungkinan menumpuknya asam lemak jenuh stearat ketika aktivitas enzim palmitoyl-ACP thioesterase dikurangi dan aktivitas enzim KAS II ditingkatkan.

KESIMPULAN

Pengubahan spektrum asam lemak pada minyak kelapa sawit dengan memanfaatkan berbagai populasi dan spesies kelapa sawit perlu dilakukan sehingga PPKS dapat memberikan alternatif yang lebih sesuai peruntukannya di industri kelapa sawit nasional maupun internasional. PPKS sudah memiliki modal dasar berupa populasi kelapa sawit yang cukup, namun tidak dapat dipungkiri masih memerlukan banyak sumber daya manusia dan teknologi tinggi agar program pemuliaan *backcross* yang telah lama dijalankan lebih cepat memberikan hasil yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarasiri WA, Dissayanake AS, 2006. Coconut fat. *Ceylon Med J*. **51** (2):47-51.
- Barker GC, Larson TR, Graham IA, Lynn JR King GJ. 2007. Novel insight into seed fatty acid synthesis and modification pathway from genetic diversity and quantitative trait loci analysis of the brassica c genome. *Plant Physiology*, **144**: 1827-1842.
- Budiarso I. Minyak Kelapa versus Aterosklerosis. Available at : URL : www.indosiar.com/v2/news/news~read.htm?id=28075. Accessed 3 February 2005. Dalam: Tuminah S, 2010. (Tinjauan pustaka) Efek perbedaan sumber dan struktur kimia asam lemak jenuh terhadap kesehatan. *Bul. Penelit. Kesehat.* **38**(1):43-51.
- Ching KC, 2008. *Fatty acids in food and their health implication third edition*. CRC Press.
- Cifuentes, A. (ed.).2013. "Microbial Metabolites in the Human Gut".*Foodomics: Advanced Mass Spectrometry in Modern Food Science and Nutrition*. John Wiley & Sons. ISBN 9781118169452.
- Corley RHV and Tinker PB, 2003. *The Oil Palm Fourth edition*. Blackwell Science Ltd.
- FAO Statistical Yearbook, 2013.*World Food and Agriculture*. FAO-UN, Rome.
- Freeman MW and Junge C, 2005. *The Harvard Medical School Guide to Lowering Your Cholesterol*. McGraw-Hill, New York, US.
- Guschina IA, Harwood JL. 2007. Complex lipid biosynthesis and its manipulation in plants. *Elsevier*.
- Gunstone FD, 2002. *Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses*. Blackwell Publishing Ltd.
- <http://www.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids2.html>. Diakses pada 5 Desember 2014.
- Jee M, 2002. *Oil and Fats Authentications*. Blackwell Publishing Ltd.
- Jones A, Davies HM, Voelker TA. 1995. Palmitoyl acyl carrier protein (ACP) thioesterase and the evolutionary origin of plant Acyl-ACP thioesterases. *Plant Cell*, **7**: 359-371.
- Lollie APP, Muhdi, Meiriani dan Diana S, 2007. Disain primer spesifik untuk gen yang berperan pada biosintesis beta karoten kelapa sawit. *Agrista* **11**(2).
- Mamalakis G, Kafatos A, Manios Y, Kalogeropoulos N, Adrikopoulos N, 2002. Abdominal vs buttock adipose fat: relationship with children's serum lipid levels. *Eur J Clin Nutr* 2002, **56**:1081-6.
- Nishida I. 2004. *Plastid metabolic pathways for fatty acid metabolism*. Di dalam : Montoya et.al.,, 2013. Quantitative trait loci (QTLs) analysis of palm oil fatty acid composition in an interspecific pseudo-backcross from *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés and oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Springer, Tree Genetics & Genomes*, **9**:1207–1225.
- Reed B, Villeneuve S, Mack W, DeCarli C, Helena C. Chui, and Jagust W. 2013. Associations Between Serum Cholesterol Levels and Cerebral Amyloidosis. *JAMA Neurology*.
- Salas JJ, Ohlrogge JB. 2002. Characterization of substrate specificity of plant FatA and FatB acyl-ACP thioesterases. *Arch Biochem Biophys*, **403**:25-34.
- Samieri C, Feart C, Proust-Lima C, Peuchant E, Tzourio C, Stapf C, Berr C, Barberger-Gateau P: Olive oil consumption, plasma oleic acid, and stroke incidence the three-city study. *Neurology*, **77**(5):418–425.
- Siti Nor Akmar A, Cheah SC, Othman A and Basri MW, 2004. Staroyl-ACP desaturase genes from oil palm. *MPOB Information Series* ISSN 1511-7871, MPOB TT No.20.

- Soriguer F, Rojo-Martínez G, Goday A, Bosch-Comas A, Bordiu E, Caballero-Díaz F, Calle-Pascual A, Carmena R, Casamitjana R, Castano L, Castell C, Catalá M, Delgado E, Franch J, Gaztambide S, Gírbés J, Gomis R, Gutiérrez G, López-Alba A, Teresa Martínez-Larrad M, Menéndez E, Mora-Peces I, Ortega E, Pascual-Manich G, Serrano-Ríos M, Urrutia I, Valdés S, Antonio Vázquez J, Vendrell J: Olive oil has a beneficial effect on impaired glucose regulation and other cardiometabolic risk factors. Di@bet.es study. *Eur J Clin Nutr* 2013, **67**(9):911–916.
- Titov VN, Krylin VV, Shiriaeva IuK, 2011. Prevention of atherosclerosis. Excess of palmitic acid in food--a cause of hypercholesterolemia, inflammatory syndrome, insulin resistance in myocytes, and apoptosis. *Klin Lab Diagn.* **2**:4-15.
- Tuminah S, 2010. (Tinjauan pustaka) Efek perbedaan sumber dan struktur kimia asam lemak jenuh terhadap kesehatan. *Bul. Penelit. Kesehat.* **38**(1):43-51.