

PENGARUH TINGGI TEMPAT PENANAMAN DAN UMUR TANAMAN TERHADAP SUSUNAN ASAM-ASAM LEMAK MESOKARP KELAPA SAWIT

Subronto, Adriani Siahaan¹ dan S. Latif

ABSTRAK

Asam lemak tidak jenuh (ALTJ) yang tinggi dalam minyak sawit selain memiliki nilai nutrisi yang lebih tinggi juga kegunaan yang lebih luas, oleh karena itu harga jualnya pun lebih tinggi. Selama ini areal perkebunan kelapa sawit tersebar pada areal dengan ketinggian di bawah 400 m di atas permukaan laut (dpl). Kualitas dan kuantitas hasil selain dipengaruhi oleh genetis juga dipengaruhi lingkungan. Semakin tinggi tempat penanaman maka suhu akan semakin rendah, pada suhu rendah ALTJ lebih banyak dihasilkan. Bila kaidah ini berlaku umum maka hal yang sama akan terjadi pada tanaman kelapa sawit, bahan tanaman kelapa sawit yang berkadar ALTJ tinggi kemungkinan dapat diusahakan pada lingkungan yang lebih dingin yaitu pada ketinggian yang lebih dari 400 m di atas permukaan laut (dpl) atau pada lintang yang lebih jauh dari kawasan katulistiwa. Tujuan penelitian ini adalah membahas susunan asam-asam lemak mesokarp kelapa sawit sehubungan dengan tinggi tempat penanaman dalam rangka mengantisipasi pengembangan kelapa sawit ke areal yang kurang sesuai serta memilih bahan tanaman untuk keterbatasan tadi. Ternyata terdapat pengaruh yang nyata dari faktor tunggal ketinggian tempat terhadap hampir semua asam-asam lemak yang dianalisis kecuali untuk asam linoleat (C 18:3) dan total ALTJ tidak nyata. Sedangkan faktor umur berbeda nyata untuk total ALTJ dan asam palmitat (C 16:0). Asam oleat (C 18:1) dan asam linoleat (C 18:2) dipengaruhi oleh faktor ketinggian tempat yang cenderung meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat penanaman. Kadar Asam Lemak Jenuh (ALJ) tertinggi dijumpai pada tanaman umur 8-10 tahun yang ditanam pada ketinggian 0-50 m dpl, penurunan kadar total ALJ nyata terjadi pada kelompok umur ini dengan semakin tingginya tempat penanaman. Kadar total ALJ terendah dijumpai pada tanaman umur 4-6 tahun yang ditanam pada ketinggian di atas 400 m dpl. Kadar asam palmitat (C 16:0) tertinggi dijumpai pada ketinggian penanaman 0-50 m. Pengalaman dari Costa Rica bahwa terdapat beberapa persilangan dengan bapak dari AVROS menghasilkan produksi yang tinggi bila ditanam pada ketinggian 1000-2000 m dpl, dengan demikian terbuka lebar bagi PPKS untuk mengembangkan bahan tanaman kelapa sawit yang dapat ditanam diketinggian di atas 400 m dpl.

Kata kunci: *Asam-asam lemak, Elaeis guineensis, umur, tinggi tempat penanaman, toleransi suhu rendah*

¹ Alumnus Pascasarjana USU Bidang Studi Agronomi

ABSTRACT

Unsaturated fatty acids (USFA) in palm oil have a higher nutrition value and also a wider uses. Therefore, the commercial value of USFA is higher than ordinary palm oil (CPO). As traditional oil palm plantations are cultivated at limited areas below 400 above sea level (asl). The quality and quantity of oil product is influenced by both genetic and environment. The higher the land elevation the colder the climates. At lower temperature more USFA is produced. When this phenomenon is subject to all crops, the case will be happen to oil palm. Oil palm planting materials that able to produce more USFA could be obtained at cold climate, that is at higher latitude, more than 400 m asl or far more from equatorial zone. The aim of this research was to study the composition of fatty acids extracted from mesocarp as affected by different altitude of land cultivation in order to anticipate the development of new oil palm plantation to area with some limitations. The result showed that land elevation has a positive effect to all fatty acids analyzed except linolenic acid (C 18:3) and total USFA. Whereas the age of plant gave a significant effect to total USFA and palmitic acid (C 16:0). While the contents of oleic acid (C 18:1) and linoleic acid (C 18:2) were tend to increase in line with the increasing of land elevation. The highest saturated fatty acids (SFA) content was produced from 8-10 years of plant age cultivated at 0-50 m asl, as the decreasing of total SFA also occurred at this age group of plant when they are cultivated at higher altitude. The lowest total SFA was found at 4-6 years of plant age that cultivated at higher than 400 m asl. The highest palmitic acid (C 16:0) content was observed from the palm planted at 0-50 m asl. Based on the Costa Rica experiences of several oil palm crossing with AVROS as a male parents cultivated at 1000-2000 m asl gave a high production. It is a good opportunities to IOPRI to develop the oil palm planting materials which is suitable to the land higher than 400 m asl.

Keywords: *Fatty acids, Elaeis guineensis, plant age, land latitude, tolerance to low temperature*

PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan akan hasil kelapa sawit tidak hanya tertumpu pada hasil secara kuantitas berupa jumlah minyak per hektar akan tetapi telah mengarah kepada kualitas mutu minyak, antara lain adalah kandungan dan susunan asam-asam lemak. Asam Lemak Tidak Jenuh (ALTJ) yang tinggi dalam minyak sawit selain memiliki nilai nutrisi yang lebih tinggi juga kegunaan yang lebih luas,

oleh karena itu harga jualnya pun lebih tinggi.

Selama ini areal perkebunan kelapa sawit tersebar pada ketinggian di bawah 400 m di atas permukaan laut (dpl), selain pengaruh genetik pengaruh lingkungan juga berperan dalam menentukan kualitas dan kuantitas hasil tanaman. Jones (8) menemukan perbedaan susunan asam-asam lemak antara tanaman kelapa sawit klon yang ditanam di Malaysia dan Camerun bahwa klon di Camerun memiliki Asam Lemak Jenuh

(ALJ) yang lebih tinggi, yang kemungkinan disebabkan oleh pengaruh kekeringan. Keadaan musim akan mempengaruhi kecepatan pemasakan tandan buah, yaitu pada musim kemarau pematangan tandan buah akan lebih pendek waktunya jika dibanding dengan musim hujan (14). Semakin tinggi tempat penanaman maka suhu akan semakin rendah, pada suhu rendah ALTJ lebih banyak dihasilkan (9,15). Tanaman yang ditanam pada suhu yang lebih tinggi menurunkan kadar ALTJ daripada tanaman yang ditanam pada suhu yang lebih rendah (6). Kandungan CO₂ yang tinggi dan O₂ yang rendah di atmosfer akan menyebabkan peningkatan ALJ dan penurunan ALTJ, disebabkan karena CO₂ yang rendah pada suhu udara yang rendah akan memacu aktivitas enzim desaturase. Aktivitas enzim ini akan mempengaruhi sifat cair membran sel (1). Telah diketahui secara umum bahwa membran sel disusun oleh lipid polar yang sebagian besar terdiri dari ALTJ, semakin tinggi kadar ALTJ sifat membran sel semakin cair, longgar dan permeabel (10). Selain itu semakin banyak ikatan rangkapnya semakin rendah titik cairnya (19). Kadar lipid polar dari ujung-ujung akar kecambah kapas yang berasal dari tanaman yang ditanam pada areal yang bersuhu rendah memiliki kadar ALTJ dua kali lipat daripada tanaman yang ditanam pada suhu yang lebih tinggi (4). Sedangkan Prawoto & Karnaeni (13) menemukan pada tanaman kakao, bahwa derajat ketidak jenuhan asam lemak berkorelasi positif dengan tinggi tempat penanaman. Hal ini disebabkan lingkungan yang lebih basah dengan rerata suhu harian

yang lebih rendah menyebabkan biosintesis asam lemak berlangsung lebih cepat. Secara biokimia ALTJ disintesis lebih akhir daripada ALJ. Hal yang sama ditemukan oleh Taira, Akimoto dan Miyahara (18) yang menemukan pada tanaman *buckwheat* bahwa suhu rerata harian selama proses pematangan buah berkorelasi positif dengan asam oleat (C 18:1), negatif dengan asam linoleat (C 18:2) dan asam linolenat (C 18:3). Bila kaidah ini berlaku umum maka hal yang sama akan terjadi pada tanaman kelapa sawit, tanaman kelapa sawit yang berkadar ALTJ tinggi kemungkinan dapat diusahakan pada lingkungan yang lebih dingin yaitu pada ketinggian yang lebih dari 400 m atau pada lintang yang lebih jauh dari kawasan katulistiwa.

Tulisan ini membahas susunan asam-asam lemak mesokarp kelapa sawit sehubungan dengan tinggi tempat penanaman dalam rangka mengantisipasi pengembangan kelapa sawit ke areal yang kurang sesuai serta memilih bahan tanaman yang sesuai untuk maksud tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lima tempat di Kabupaten Deli Serdang dan Simalungun. Rancangan yang digunakan adalah petak terpisah dengan tinggi tempat penanaman sebagai petak utama yang terdiri atas lima taraf yaitu 0-50 m dpl, 100-150 m dpl, 200-250 m dpl, 300-350 m dpl dan > 400 m dpl. Sedangkan sebagai anak petak adalah umur tanaman yang terdiri dari dua taraf yaitu umur 4-6 tahun dan 8-10 tahun, setiap kombinasi perlakuan diulang 4 kali dengan 4 pohon

setiap ulangan. Tandan buah yang matang dengan kriteria 5 brondolan diambil dari setiap pohon contoh, pengambilan contoh sesuai dengan standar yang digunakan untuk analisa tandan buah. Asam-asam lemak dianalisis mengikuti metode yang dikembangkan oleh Latif (7).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil sidik ragam ternyata pada umumnya terdapat interaksi antara ketinggian tempat dan umur tanaman untuk asam-asam lemak yang dianalisis. Didapatkan pengaruh yang nyata dari faktor tunggal ketinggian tempat terhadap hampir semua asam-asam lemak yang dianalisis kecuali untuk asam linolenat (C 18:3) dan total ALTJ tidak nyata. Pengaruh tidak nyata dari ketinggian tempat untuk asam linolenat kemungkinan jumlah asam lemak ini kisarannya tidak besar sehingga penambahan dan pengurangan asam linolenat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Sedangkan faktor umur berbeda nyata untuk total ALTJ dan asam palmitat (C 16:0). Peningkatan kadar total ALTJ dan asam palmitat pada umur tanaman yang lebih tua, disebabkan buah yang cepat membrondol pada umur muda, sehingga proses biosintesis asam lemak hanya sampai pada pembentukan ALJ. Pada tanaman tua buah matang dengan sempurna sehingga proses biosintesa berlanjut sampai pembentukan ALTJ. Total dan susunan ALTJ dari mesokarp tanaman kelapa sawit yang di

tanam pada ketinggian 0-50 m lebih rendah daripada ketinggian lainnya, sedangkan untuk ALJ berlaku sebaliknya (Tabel 1).

Oleh karena hasil sidik ragam pada umumnya menunjukkan adanya interaksi antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman, maka data hasil percobaan di sajikan tidak sebagai faktor tunggal, seperti Tabel 2 berikut ini untuk total kadar ALTJ. Pada umur tanaman 4-6 tahun kadar total ALTJ tertinggi terdapat pada ketinggian penanaman > 400 m, yang tidak berbeda nyata dengan ketinggian 300-350 m. Pada umur 8-10 tahun kadar total ALTJ yang tertinggi dijumpai pada ketinggian 200-250 m, yang tidak berbeda nyata dengan ketinggian 300-350 m dan > 400m. Sedangkan pengaruh umur pada ketinggian tempat yang sama hanya berbeda untuk ketinggian tanam 100-150 m dan 200-250 m, pada kedua ketinggian ini tanaman yang lebih tua kadar total ALTJnya lebih tinggi. Berdasarkan persamaan regresi bahwa kadar total ALTJ pada umur 4-6 tahun akan meningkat secara linier positif dengan semakin tingginya tempat penanaman, sedangkan untuk umur 8-10 tahun kadar ALTJ meningkat secara kuadratik dengan kadar maksimum 52,55 % bila di tanam pada 402 m dpl. Peningkatan kadar ALTJ pada umur 4-6 tahun yang mengikuti ketinggian tempat penanaman menunjukkan bahwa penurunan suhu udara mendukung peningkatan kadar total ALTJ.

Tabel 1. Pengaruh ketinggian dan umur tanaman pada susunan asam lemak (%) mesokarp kelapa sawit

Perlakuan	C 14:0	C 16:0	C 18 :0	C 18 :1	C 18:2	C 18:3	Total
	----- ALJ -----			----- ALTJ -----			
Ketinggian (m di atas permukaan laut)							
0-50	0,972 a	57,85 a	5,79 a	27,78 b	7,24 b	0,235	35,52
100-150	0,845 a	52,00 b	5,34 ab	30,12 b	11,38 a	0,243	41,74
200-250	0,674 b	48,89 c	5,02 b	32,95 a	12,07 a	0,251 tn	45,27 tn
300-350	0,611 b	47,06 c	5,00 b	33,23 a	13,82 a	0,258	47,30
> 400	0,595 b	42,62 d	4,94 b	34,88 a	17,52 a	0,295	52,96
Umur tanaman (tahun)							
4-6	0,713	51,33 a	5,00	31,34	10,49	0,238	42,07 a
8-10	0,766 tn	48,56 b	5,31 tn	32,24 tn	12,72 tn	0,274 tn	45,23 b

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT, tn = tidak nyata

Tabel 2. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar total ALTJ (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	36,25 c	37,86 c	40,28 b	48,69 a	52,42 a
8-10	32,71 c	46,71 ab	50,24 a	47,22 a	49,58 a
Beda	-3,54 tn	8,46**	9,96 **	-1,47 tn	-2,84 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT tn = tidak nyata

ALTJ terdiri dari asam oleat (C 18:1), asam linoleat (C 18:2) dan asam linolenat (C 18:3), interaksi antara ketinggian tempat penanaman dan umur tanaman untuk masing-masing asam lemak tidak jenuh ini tertera pada Tabel 3, 4 dan 5.

Asam oleat (Tabel 3) adalah ALTJ dengan satu ikatan rangkap yang merupakan porsi terbesar penyusun ALTJ, dengan demikian perubahan dalam kadar asam oleat akan mempengaruhi kadar ALTJ. Asam oleat dipengaruhi oleh faktor ketinggian tempat yang cenderung

Tabel 3. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar asam oleat (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	27,51 c	28,86 bc	31,19 abc	34,97 a	34,32 a
8-10	26,69 c	34,92 a	34,71 a	32,72 ab	32,13 ab
Beda	-0,82 tn	6,06**	3,52 **	-2,25 tn	-2,19 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT tn = tidak nyata

meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat penanaman. Interaksi antara ketinggian tempat dan umur tanaman nyata pada ketinggian 100-150 m dan 200-250 m, yaitu pada umur 8-10 tahun kadar asam oleatnya lebih tinggi daripada umur 4-6 tahun. Berdasarkan persamaan regresi bahwa kadar asam oleat pada umur 4-6 tahun akan meningkat secara linier positif dengan semakin tingginya tempat penanaman, sedangkan untuk umur 8-10 tahun kadar ALTJ meningkat secara kuadrat dengan kadar maksimum 35,88 % bila di tanam pada 300 dpl yang kemudian menurun secara perlahan pada ketinggian yang lebih tinggi.

Juga demikian halnya dengan kadar asam linoleat (Tabel 4) dipengaruhi oleh faktor ketinggian tempat yang cenderung meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat penanaman. Interaksi antara ketinggian tempat dan umur tanaman nyata pada ketinggian 200-250 m, yaitu pada umur 8-10 tahun kadar asam linoleatnya lebih tinggi daripada umur 4-6 tahun. Berdasarkan persamaan regresi bahwa kadar asam linoleat pada umur 4-6 tahun adalah kuadrat negatif

dengan kadar terendah pada ketinggian 97 m dpl yang kemudian meningkat dengan semakin tingginya tempat penanaman, sedangkan untuk umur 8-10 tahun kadar ALTJ meningkat secara kuadrat dengan kadar maksimum pada 480 m dpl. Kenaikan pembentukan asam linoleat bertujuan untuk mengimbangi sifat emulsi sitoplasma agar tidak beku pada suhu yang rendah dengan demikian aliran cairan antar sel dapat berjalan lancar sehingga metabolisme tidak terganggu.

Kadar asam linolenat (Tabel 5) tidak berbeda nyata untuk umur 8-10 tahun pada semua ketinggian tempat yang dicoba, sedangkan pada umur 4-6 tahun kadar tertinggi dijumpai pada ketinggian 100-150 m dpl, yang tidak berbeda nyata dengan ketinggian yang lebih tinggi. Interaksi antara ketinggian tempat dan umur tanaman hanya nyata pada ketinggian 100-150 m dpl. Berdasarkan persamaan regresi respon kadar asam linolenat pada umur 4-6 tahun berbentuk kubik, yakni rendah pada mulanya kemudian meningkat hingga mencapai maksimum pada ketinggian 132 m dpl, kemudian menurun mencapai titik

Tabel 4. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar asam linoleat (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	8,61 cd	8,65 cd	8,89 cd	13,49 abc	17,87 a
8-10	5,83 d	11,16 bcd	15,26 abc	14,15 abc	17,17 ab
Beda	-2,77 tn	2,51 tn	6,37 **	0,66 tn	-0,69 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT tn = tidak nyata

Tabel 5. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar asam linolenat (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	0,16 b	0,34 a	0,22 a	0,22 a	0,25 a
8-10	0,25 a	0,24 a	0,27 a	0,34 a	0,27 a
Beda	0,09 tn	-0,10*	0,05 tn	0,12*	0,02 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT; tn = tidak nyata

minimum pada 312 m dpl, dan kemudian meningkat kembali sampai ketinggian 400 m dpl. Sifat asam linolenat yang mudah teroksidasi daripada kedua ALTJ lainnya mengakibatkan kadar asam linolenat tidak konstan dan kadang kala pada minyak sawit mentah tidak ditemukan (12).

Pembentukan ALJ adalah yang pertama kali terjadi dalam proses pembentukan asam-asam lemak pada buah kelapa sawit. Dalam penelitian ini ternyata terdapat interaksi antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman pada susunan ALJ seperti tertera pada Tabel 6. Pada Tabel 6 terlihat

bahwa kadar ALJ tertinggi dijumpai pada tanaman umur 8-10 tahun yang ditanam pada ketinggian 0-50 m dpl, penurunan kadar total ALJ nyata terjadi pada kelompok umur ini dengan semakin tingginya tempat penanaman, hal yang sama juga terjadi pada kelompok umur 4-6 tahun. Kadar total ALJ terendah dijumpai pada tanaman umur 4-6 tahun yang ditanam pada ketinggian di atas 400 m dpl. Interaksi antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman hanya nyata pada ketinggian 100-150 m dan 200-250 m dpl yaitu pada tanaman yang lebih tua kadar ALJ totalnya semakin rendah. Berdasarkan persamaan regresi

Tabel 6. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar total asam lemak jenuh (ALJ) (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	64,16 a	62,42 a	59,90 b	51,30 c	47,41c
8-10	67,21 a	53,59 bc	49,49 c	52,94 c	50,31c
Beda	3,06 tn	-8,84**	-10,41**	1,64 tn	2,91 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT tn = tidak nyata

Tabel 7. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar asam miristat (C 14:0) (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	0,68 b	0,65 b	1,00 ab	0,57 b	0,65 b
8-10	1,29 a	0,60 b	0,69 b	0,67 b	0,57 b
Beda	0,61**	-0,05 tn	-0,31*	0,10 tn	-0,07 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT tn = tidak nyata

respon kadar total ALJ pada umur 4-6 tahun adalah linier negatif, sedangkan pada umur 8-10 tahun kuadrat mencapai titik minimum pada 385 m dpl dan kemudian meningkat kembali.

Kadar ALJ menurun pada ketinggian tempat penanaman yang lebih tinggi, hal ini sehubungan dengan proses perubahan dari ALJ menjadi ALTJ lebih cepat terjadi pada suhu rendah, di samping itu pada ketinggian tempat yang lebih tinggi sumber CO₂ berkurang karena atmosfer lebih banyak ditutupi awan (11). Sauer dan Heise (16) mengatakan bahwa pembentukan ALJ jauh lebih cepat pada keadaan cuaca terang dengan penyinaran matahari penuh daripada tempat yang

tinggi yang sering mendung dan ditutupi awan. Tremoliere, Duibacq dan Draper (21) menyatakan bahwa suhu udara rendah dengan intensitas penyinaran yang rendah meningkatkan aktivitas enzim desaturase.

Kadar asam miristat (Tabel 7) yang keberadaannya kurang dominan dalam susunan ALJ, tinggi pada umur tanaman 4-6 tahun yang ditanam pada ketinggian 200-250 m dpl, sedangkan untuk tanaman yang lebih tua terjadi pada ketinggian 0-50 m dpl. Interaksi yang nyata antara ketinggian tempat dan umur tanaman terdapat pada ketinggian 0-50 m dan 200-250 m dpl. Berdasarkan persamaan regresi respon kadar asam

Tabel 8. Hubungan antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman terhadap kadar asam palmitat (C 16:0) (%)

Umur tanaman (tahun)	Ketinggian tempat (m) di atas permukaan laut				
	0-50	100-150	200-250	300-350	> 400
4-6	58,19 a	56,73 a	54,26 ab	45,60 c	41,36 c
8-10	60,96 a	48,03 bc	43,53 c	46,83 c	43,85 c
Beda	2,77 tn	-8,71**	-10,73**	1,27 tn	2,49 tn

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu baris tidak berbeda nyata pada $p=0,01$ di olah dengan DMRT tn = tidak nyata

miristat pada umur 4-6 tahun adalah tidak menentu sedangkan pada umur 8-10 tahun berbentuk kubik, semula tinggi pada dataran rendah mencapai titik minimum pada ketinggian 182 m dpl, dan kemudian meningkat ke titik maksimum pada ketinggian 595 m dpl.

Kadar asam palmitat (Tabel 8) dalam susunan ALJ adalah yang paling besar, dengan demikian perubahan kadar asam palmitat akan sangat besar pengaruhnya pada kadar ALJ. Kadar asam palmitat tertinggi dijumpai pada ketinggian penanaman 0-50 m dpl, sedangkan interaksi antara ketinggian tempat penanaman dengan umur tanaman hanya nyata pada ketinggian 100-150 m dan 200-250 m dpl yaitu tinggi pada umur tanaman yang lebih muda. Berdasarkan persamaan regresi respon kadar asam palmitat pada umur 4-6 tahun adalah linier negatif sedangkan pada umur 8-10 tahun berpola kuadratik, semula tinggi pada dataran rendah mencapai titik minimum pada ketinggian 393 m dpl, dan kemudian meningkat ke titik maksimum.

Dengan demikian sama halnya dengan kadar total ALJ keadaan ling-

kungan yang cukup cahaya dan suhu tinggi akan mendorong sintesis asam palmitat berlangsung lebih cepat. Hubungan antara tinggi tempat penanaman dengan kadar ALTJ berkorelasi positif dengan $r = 0,87$ sedangkan hubungan antara tinggi tempat penanaman dengan kadar ALJ berkorelasi negatif (Tabel 9).

Hal ini dapat dijelaskan bahwa suhu tinggi di dataran rendah berpengaruh pada komposisi asam-asam lemak, yaitu ALTJ akan menurun dan ALJ akan meningkat. Selain dengan kadar ALTJ dan ALJ, ketinggian tempat juga berkorelasi dengan asam oleat, asam linoleat, stearat dan berkorelasi negatif dengan asam palmitat. Hasil ini didukung oleh pendapat Green (5) yang menyatakan peningkatan suhu pada tanaman *linseed* (*Linum sp*) berpengaruh terhadap susunan asam-asam lemak, naiknya suhu akan menurunkan kadar asam linoleat dan linolenat sedangkan kadar ALJ akan meningkat. Tajima (19) menjelaskan bahwa tingkat ketidak jenuhan asam-asam lemak yang tinggi dalam fosfolipid (penyusun membran sel) pada tanaman yang tumbuh di zona

Tabel 9. Koefisien korelasi antara asam-asam lemak dengan ketinggian temp at

Ketinggian tempat	Ketinggian tempat	ALTJ	C18:1	C18:2	C 18:3	ALJ	C14:0	C16:0	C 18:0
	1,00								
ALTJ	0,87 **	1,00							
C18:1	0,69 *	0,92 **	1,00						
C18:2	0,91 **	0,95 **	0,76 **	1,00					
C18:3	0,32	0,19	0,12	0,21	1,00				
ALJ	-0,87 **	-0,99 **	-0,92 **	-0,95 **	0,19	1,00			
C 14:0	0,46	-0,68 *	-0,61	-0,66 **	0,16	0,67 **	1,00		
C16:0	-0,88 **	-0,99 **	-0,91 **	-0,96 **	0,19	0,99 **	0,66 **	1,00	
C18:0	0,63 *	0,53	0,19	0,73 **	0,20	0,52	0,54	0,55	1,00

Ket: * nyata ; ** sangat nyata

temperate disebabkan kemampuan tanaman menjaga aktivitas metabolisme-nya yang tinggi walaupun suhu udara rendah, dengan perkataan lain suhu optimum untuk pertumbuhannya rendah.

Dengan demikian apa yang disinyalir oleh Subronto dkk. (17) bahwa terdapat korelasi yang erat dan positif antara kadar ALTJ dan polar lipid dengan persentase kerusakan membran sel, sebagai ukuran kesensitifan tanaman terhadap cekaman air. Dengan demikian tanaman yang toleran terhadap kekeringan adalah yang memiliki polar lipid dan ALTJ yang rendah. Untuk mengidentifikasi tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman air salah satu

adalah dengan menganalisis kandungan lipid polar dan ALTJ yang berada pada organ vegetatif maupun generatif yang ditanam pada ketinggian yang jauh berbeda, atau menyeleksi bahan tanaman dalam kandungan lipid polar dan ALTJnya pada sejumlah persilangan yang merupakan pohon-pohon terpilih yang dapat dijadikan ortet.

Blaak dan Stirling (2) telah mendapatkan beberapa persilangan yang memiliki prospek untuk dikembangkan pada ketinggian 1000-2000 m dpl, setelah 12 bulan di lapangan persilangan Bamenda X Djonggo (SP-540 berasal dari daerah ini juga) berbunga 33-100 %, Kigomo x Djonggo 46-74 % dan Dami x

Tabel 10. Rerata hasil TBS dan minyak dari tanaman Toleran Terhadap Udara dingin (CT) di Coto, Costa Rica

Bahan tanaman	TBS (ton/ha/thn)	Minyak (ton/ha/th)
Bamenda x AVROS (CT)	24,4	5,7
Deli x Avros (kontrol)	23,5	5,0
Tanzania x Avros (CT)	22,3	5,1
Tanzania x Ekona(CT)	19,9	4,6
Deli x Avros (Kontrol)	22,4	5,3

Sumber : Chapman, Escobar dan Griffiee (3)

Camerun pegunungan 22-69 % sedangkan kontrol Dami x Djonggo dataran rendah hanya berbunga 3 % saja. Setelah 38 bulan di lapangan masing-masing persilangan tersebut menghasilkan tandan sebanyak : 6,9-11,1; 3,1-6,9; 3,2-5,1 sedangkan kontrol 3,3 tandan/pohon/tahun. Hasil penelitian terakhir dari Chapman, Escobar dan Griffiee (3) bahwa tanaman kelapa sawit toleran terhadap udara dingin (*Cold Tolerant*) telah dicoba pada ketinggian 1000 m dpl di Malawi, Kenya, Zambia, dan di Kamerun pada ketinggian 1500 m dpl, dan di Kachin Myanmar pada lintang 25° LU, hasil pengujian bahan tanaman ini di Costa Rica terlihat dalam tabel 10.

Tavares dan Barberio (20) mendapatkan bahwa susunan asam-asam lemak tanaman kelapa sawit di Brazil secara rerata kadar asam stearat, oleat dan linolenat lebih tinggi daripada tanaman kelapa sawit yang ditanam di Malaysia dan Indonesia, sedangkan kadar asam palmitatnya lebih rendah. Hal ini disebabkan tanaman kelapa sawit di

Brazil pada umumnya ditanam pada lintang 5° L.U. -35° L.S dan 39.32° N - 87.08° W.

Sudah saatnya untuk memulai penelitian pengaruh lingkungan(suhu, cahaya, kadar O₂, CO₂, ozon, polutan, xenobiotik dan kesuburan lahan) terhadap kualitas asam-asam lemak dari minyak kelapa sawit. Dengan dukungan pengetahuan mengenai lintasan biokimia pembentukan asam-asam lemak telah diketahui dengan pasti, selain itu rekayasa genetika telah berkembang dengan pesat. Pada suatu saat nanti kelapa sawit yang spesifik untuk lingkungan extrem dapat terwujudkan (6)

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh yang nyata dari faktor tunggal ketinggian tempat terhadap hampir semua asam-asam lemak yang dianalisis kecuali untuk asam linolenat (C 18:3) dan total ALTJ tidak nyata. Sedangkan faktor umur berbeda nyata untuk total ALTJ dan asam palmitat (C 16:0).

Asam oleat dan linoleat dipengaruhi oleh faktor ketinggian tempat yang cenderung meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat penanaman. Peningkatan kandungan ALJ sejalan dengan semakin tingginya tempat penanaman, hal ini disebabkan karena pengaruh suhu yang rendah mendorong biosintesa berlangsung lebih cepat.

Kadar ALJ tertinggi dijumpai pada tanaman umur 8-10 tahun yang ditanam pada ketinggian 0-50 m dpl, penurunan kadar total ALJ nyata terjadi pada kelompok umur ini dengan semakin tingginya tempat penanaman, kadar ALJ terendah dijumpai pada tanaman umur 4-6 tahun yang ditanam pada ketinggian di atas 400 m dpl. Kadar asam palmitat tertinggi dijumpai pada ketinggian penanaman 0-50 m dpl.

Pengalaman dari Costa Rica bahwa terdapat beberapa persilangan dengan bapak dari AVROS menghasilkan produksi yang tinggi bila ditanam pada ketinggian 1000-2000 m dpl, dengan demikian terbuka lebar bagi PPKS untuk mengembangkan bahan tanaman kelapa sawit yang dapat ditanam diketinggian di atas 400 m dpl.

DAFTAR PUSTAKA

1. BIALE, J. B. and R. E. YOUNG. 1971. The Avacado Pear. *Dalam* The Biochemistry of Fruits and Their Product. A.C. Hulme (Eds.). Vol. 2: 1-63. Academic Press, London and New York.
2. BLAAK, G. and F. STIRLING. 1986. The prospect of extending oil palm cultivation to higher elevation through using cold-tolerant plant material. *The Planter* 72:645-652.
3. CHAPMAN, K. R. R. ESCOBAR and PGRIFEE, 2001. Cold Tolerant (CT) or Altitude adapted oil palm hybrid development initiatives in the Asia/Pacific Region. *Proc. of 2001 Int. Palm oil Conf. Agric*:282-286.
4. GALSTON, A. W., P. J. DAVIES and R. L. SATTER. 1980. *The Life of Green Plant*. 3rd Ed. Prentice Hall. Inc. New York: 311-313.
5. GREEN, A. G. 1986. Effect of temperature during seed maturation on the oil composition of low linolenic genotype of flax. *Crop Sci.* 26:961-965
6. HARWOOD, J. L. 1998. Environmental factors that can affect lipid synthesis. *Proc. Of Oil and Kernel Production in Oil Palm – A Global perspective*. ISOPB & PORIM. Kuala Lumpur, 1-17
7. LATIF, S. 1991. Analisis komposisi asam lemak minyak kelapa sawit yang dipercepat *Berita Penelitian Perkebunan* 1(1) :21-26.
8. JONES, L. H. 1984. Novel palms oil from cloned palms. *JAOCS* 61(11): 1717-1719
9. MAZLIAK, P. 1970. Lipids. *Dalam* The Biochemistry of Fruits and Their Product. A. C. Hulme (Eds.). Vol 1:209-238. Academic Press, London and New York.
10. MENGEL, D. K. and E. A. KIRBY. 1982. *Principles of Plant Nutrition*. 3rd Ed. Int. Potash. Inst. Bern, 112-114.

11. MOHR, H. and P. SCHOPFER. 1994. *Plant Physiology*. Springe. Berlin. 231-258..
12. NAIBAHO, P. M. 1988. Perkembangan mutu minyak sawit pada pasca panen tandan buah kelapa sawit. Seminar Penelitian Pasca Panen Pertanian. Buku 2: 38-44.
13. PRAWOTO, A. A. dan I. A. KARNAENI. 1993. Pengaruh tinggi tempat penanaman kakao terhadap kadar lemak dan komposisi asam lemak. *Pelita Perkebunan* 10(2):65-72.
14. QUENCEZ, P. 1982. Etude de la dure de la maturation des regimes de palmier a huile selon les saisons. *Oleagineux* 37(11): 513-515
15. SALISBURY, F. B. and C. W. ROSS. 1992. *Plant Physiology*. 4th. Ed. Wadsworth Publ. Coy. Belmont. California; 204-261.
16. SAUER, A. and K. P. HEISE. 1983. On the light dependence of fatty acid synthesis in Spinach chloroplast. *Plant. Physiol.* 73:11-15.
17. SUBRANTO, G. GINTING dan FATMAWATI. 1996. Masalah yang dihadapi dalam rangka melepas bahan tanaman kelapa sawit berkadar asam lemak tidak jenuh tinggi. *Warta Pen. Kelapa Sawit* 4(1):29-37.
18. TAIRA, H., I. AKIMOTO and MIYAHARA. 1986. Effect of seeding time on lipid content and fatty acid composition of Buckwheat grains. *J. Agric. Food Chem.* 34 :14-17.
19. TAJIMA, K. 1973. Physiological study on the high and low temperature tolerance of crop plant. *JARQ* 7(4): 236-242
20. TAVARES, M. and J. C. BARBERIO. 1994. Fatty acid composition of Brazilian palm oil. Proc of the 1993 PORIM Int. Palm Oil Conf. Chem & Tech. :328-332
21. TREMOLIERES, A., J. P. DUBACQ and D. DRAPER. 1982. Unsaturated fatty acids in maturing seeds of sunflower and rape: Regulation by temperature and light intensity. *Phytochemistry* 21 (1);41-45.