SIFAT FISIKO - KIMIA BEBERAPA JENIS ALKIL-ESTER ASAM LEMAK SAWIT DAN KEMUNGKINAN APLIKASINYA

Tjahjono Herawan dan Supriyadi Sadi

ABSTRAK

Berbagai jenis alkil ester telah disintesis di Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Sintesis alkil-ester dilakukan secara esterifikasi antara asam lemak sawit distilat atau fraksi-fraksinya dengan berbagai jenis alkohol menggunakan katalis asam sulfat pekat pada suhu refluksnya. Produk alkil-ester yang dihasilkan memiliki titik leleh antara 3-4 °C hingga 30-32 °C, bilangan ester antara 133,98 - 191,90 mgKOH/g, viskositas antara 5,99 - 19,56 cP dan densitas antara 0,8509 - 0,8785 mg/ml. Berdasarkan sifat fisika-kimia tersebut, alkil-ester memiliki potensi untuk diaplikasikan pada berbagai produk seperti pelumas, pengganti bahan bakar diesel, pelarut dalam formulasi produk kosmetik dan sebagainya.

Kata kunci : Alkil-ester, asam lemak sawit.

PENDAHULUAN

Senyawa alkil-ester, atau kadangkala hanya disebut dengan ester saja, telah dikenal sejak tahun 1930-an, yaitu sejak mulai dimanfaatkannya asam lemak alami pada berbagai produk (9). Alkil-ester biasanya disintesis dengan cara esterifikasi antara minyak atau lemak dengan alkohol menggunakan katalis asam atau basa pada suhu refluksnya (1,2,9) atau menggunakan katalis ezim pada suhu rendah (28 - 50 °C) (4,5,6). Alkil-ester asam lemak ada yang berbentuk padat, semi padat atau cair, sehingga dapat digunakan pada berbagai jenis produk yang berbentuk menyerupainya.

Beberapa jenis alkil ester telah digunakan sebagai bahan baku pada berbagai jenis industri, terutama industri kosmetik, detergen, pelumas dan cat. Pada awalnya alkil ester hanya digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan *fatty alcohol*, bahan baku deterjen, pelumas, pelarut cat

dan bahan bakar alternatif (8). Pada saat ini alkil-ester asam lemak telah populer digunakan sebagai bahan kosmetik. Fungsi ester pada kosmetik diantaranya yaitu sebagai pelarut, *plasticizer*, surfaktan dan emollient (7,12). Jumlah alkil-ester yang digunakan atau dikonsumsi dalam setiap produk kosmetik biasanya berkisar antara 2% -10% dari total bahan yang digunakan, bahkan untuk alkil-ester tertentu seperti isopropil palmitat dan oktil palmitat dapat mencapai hingga 39% (7).

Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan ester dari minyak dan asam lemak sawit telah dilakukan, namun sebagian besar baru mengarah kepada jenis metil ester saja yang saat ini bahkan telah dibuat dalam skala komersial (3, 10). Sementara itu untuk jenis ester yang lain seperti isopropil ester, oktil ester, maupun butil ester dari minyak atau asam lemak sawit masih belum banyak diperkenalkan.

Mengingat kandungan minyak dan asam lemak sawit yang kaya akan asam

palmitat dan asam oleat serta makin tingginya kebutuhan akan alkil-ester jenis tertentu pada berbagai bidang industri, maka perlu dilakukan optimalisasi pemanfaatan minyak dan asam lemak sawit sebagai bahan baku alkil-ester.

Tulisan ini membahas sifat fisika dan kimia berbagai jenis alkil-ester asam lemak sawit yang disintesis oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) dan kemungkinan penggunaan produk-produk tersebut dalam berbagai jenis industri.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah asam lemak sawit distilat (ALSD) yang diperoleh dari PT Pamina (PTPN IV), butanol, metanol, etanol, isopropanol dan asam sulfat pekat. Semua pelarut organik yang digunakan memiliki kemurnian yang tinggi (*analytical grade*).

Pada tahap awal dilakukan fraksinasi ALSD menjadi fraksi padat yang kaya akan asam palmitat (selanjutnya disebut palmitat sawit) dan fraksi cair yang kaya akan asam oleat (selanjutnya disebut oleat sawit). Fraksinasi dilakukan dengan cara rekristalisasi ALSD menggunakan pelarut metanol dan dipisahkan antara fraksi cair dan fraksi padatnya dengan cara filtrasi menggunakan kain pada tekanan sekitar 70 kg/cm². Proses fraksinasi dilakukan sebanyak tiga kali.

Tahap selanjutnya adalah esterifikasi antara ALSD atau hasil fraksinasinya dengan alkohol sesuai dengan metode Sadi (10). Sejumlah 1 mol asam lemak sawit direaksikan dengan 10 mol alkohol pada

labu bundar 500 ml dan ditambahkan katalis asam sulfat pekat (0.5 % b/b asam lemak). Reaksi dilakukan selama 3 jam pada suhu refluks alkohol. Pada akhir reaksi dilakukan pemisahan ester dari alkohol sisa dengan cara distilasi vakum. Analisis produk berupa bilangan asam dan bilangan penyabunan dilakukan dengan menggunakan metode standar (berturut-turut AOCS Cd 3a-63 dan AOCS Cd 3-25), sementara analisis titik leleh menggunakan pipa kapiler (AOCS Cc 1-25), viskositas menggunakan viskometer kapiler nomor II dan III, dan densitas diukur dengan menggunakan piknometer 50 ml (AOCS Cc 10a-25). Seluruh analisis diatas dilakukan pada suhu ruang (29 - 32 °C). Selain analisis sifat fisika-kimia diatas, komposisi asam lemak masing-masing ester juga dianalisis menggunakan kromatografi gas (Shimadzu GC-14B), dengan kolom 20% FFAP dalam Gaskuropack 60/80 mesh, suhu kolom 180 °C, suhu detektor 230 °C dan laju alir gas pembawa 50 ml/menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kromatografi gas (Shimadzu GC-14B) terhadap bahan baku menunjukkan bahwa komponen utama ALSD adalah 37,28% asam palmitat, 46,67% asam oleat dan 16,03% asam linoleat. Setelah dilakukan fraksinasi, fraksi padat (palmitat sawit) mengandung 71,88% asam palmitat, 3,82% asam stearat dan 24,29% asam oleat, sementara fraksi cair (oleat sawit) mengandung 24,10% asam palmitat, 1,88% asam stearat, 57,81% asam oleat dan 14,73% asam linoleat.

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia alkil-ester asam lemak sawit *)

Senyawa	Suhu Refluks (°C)	Bilangan asam (mgKOH/g)	Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	% Ester a)	Viskositas (cP)	Densitas (g/ml)	Titik leleh (°C)
Metil ester ALSD	70	10,40	198,86	94,57	7,45	0,8691	17 - 18
Butil ester ALSD	120	5,37	158,39	96,61	5,99	0,8529	8 - 9
Etil ester ALSD	80	15,36	195,27	92,13	6,68	0,8600	13 - 14
iso-propil ester ALSD	85	62,62	196,60	68,00	19,56	0,8785	21 - 22
Metil palmitat sawit	70	5,96	187,94	96,85	7,49	0,8519	15 - 16
Butil palmitat sawit	120	3,38	178,37	95,30	6,09	0,8509	14 - 15
Etil palmitat sawit	80	14,01	198,92	92,97	5,99	0,8517	20 - 21
iso-propil palmitat sawit	85	32,57	194,26	83,23	14,07	0,8517	32 - 33
Metil oleat sawit	70	5,70	197,76	97,00	6,81	0,8731	4 - 5
Butil oleat sawit	120	5,06	171,66	97,05	8,11	0,8629	3 - 4
Etil oleat sawit	80	29,56	192,32	84,63	9,52	0,8740	3 - 4
iso-propil oleat sawit	85	38,02	177,38	78,57	8,56	0,8618	8 - 9

*) pada akhir reaksi, tanpa pemurnian

a) % ester = (bil.penyabunan-bil.asam)/bil. penyabunan x 100 %

Sifat fisika-kimia alkil ester

Beberapa jenis alkil-ester, baik yang disintesis dari asam lemak sawit (tanpa perlakuan awal dan pemurnian) maupun dari palmitat sawit dan oleat sawit memiliki nilai densitas yang hampir sama meskipun beberapa sifat fisik yang lainnya berbeda (Tabel 1).

Bilangan penyabunan alkil ester menunjukkan nilai yang tinggi, yaitu antara 177 - 198 mg KOH/g sampel, sementara bilangan ester berkisar antara 133 - 191,90 mg KOH/g sampel, hal ini berarti jumlah ester yang terbentuk (*yield*) berkisar antara 68% - 97%. Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa bilangan asam pada akhir reaksi untuk beberapa jenis alkil-ester cukup tinggi, ini menunjukkan bahwa kandungan asam, terutama asam lemak, pada produk-produk tersebut masih tinggi. Tingginya kandungan asam lemak

pada produk disebabkan karena pada kondisi operasi yang dicoba tidak seluruh asam lemak dapat bereaksi dengan gugus alkil pada alkohol.

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa esterifikasi dengan butanol menghasilkan ester yang tertinggi, sementara esterifikasi dengan iso-propanol menghasilkan ester yang terendah. Hal ini menunjukkan bahwa pada esterifikasi dalam selang waktu reaksi yang sama, ternyata butanol lebih reaktif dibandingkan dengan ketiga jenis alkohol yang lain. Keaktifan esterifikasi ini dipengaruhi oleh suhu reaksi, bentuk dan panjang rantai karbon. Butanol memiliki bentuk rantai karbon lurus dan titik didih yang tinggi (116 °C), sedangkan iso-propanol memiliki bentuk rantai karbon bercabang dan titik didih relatif rendah (83 °C). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Freedman et al. (2) yang melakukan esterifikasi antara minyak

biji bunga matahari dengan metanol, etanol dan butanol.

Sifat fisika seperti viskositas, densitas dan titik leleh dari alkil ester sangat bervariasi (Tabel 1). Sifat fisika ini dipengaruhi oleh panjang dan bentuk rantai karbon asam lemak maupun alkanolnya, meskipun yang sangat berpengaruh adalah komposisi asam lemak dari gugus esternya.

Kandungan asam lemak utama pada produk alkil ester ALSD adalah asam palmitat (45,88 - 52,67%) dan asam oleat (35,11 - 43,17%), pada alkil ester palmitat sawit adalah asam palmitat (67,61 - 90,28%) dan asam oleat (6,01 - 30,95%), sedangkan pada alkil ester oleat sawit

adalah asam oleat (57,52 - 62,36 %), asam linoleat (15,98 - 20,75%) dan asam palmitat (12,11 - 22,55%) (Tabel 2).

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa perbedaan komposisi asam lemak utama ini sangat mempengaruhi sifat fisika dari alkil ester yang dihasilkan, sementara jumlah dan bentuk rantai karbon pada gugus alkil tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini dapat dilihat dari nilai titik leleh alkil ester oleat sawit yang jauh lebih rendah daripada kedua jenis alkil ester yang lain, sementara untuk jenis alkil ester dalam satu kelompoknya tidak menunjukkan perbedaan titik leleh yang besar. Selain dipengaruhi oleh komposisi asam lemak,

Tabel 2. Komposisi asam lemak utama alkil-ester *)

Senyawa	Komposisi asam lemak (%)				
	Asam miristat	Asam Palmitat	Asam Stearat	Asam Oleat	Asam linoleat
Metil ester ALSD	0,88	52,67	2,01	34,13	10,30
Butil ester ALSD	0,73	45,88	1,50	40,78	11,11
Etil ester ALSD	1,00	52,33	td	35,11	11,55
iso-propil ester ALSD	td	50,03	td	43,17	6,16
Metil palmitat sawit	td	88,67	1,73	17,60	td
Butil palmitat sawit	td	67,61	1,44	30,95	td
Etil palmitat sawit	td	90,28	2,43	6,01	1,28
iso-propil palmitat sawit	td	81,36	td	8,58	td
Metil oleat sawit	td	22,55	td	59,58	17,86
Butil oleat sawit	1,30	12,11	8,92	60,01	17,65
Etil oleat sawit	1,39	14,74	0,74	62,36	20,75
iso-propil oleat sawit	td	16,49	td	57,52	15,98

*) analisis sebagai metil ester menggunakan kromatografi gas (Shimadzu GC-14B)

td = tidak terdeteksi

titik leleh juga sangat dipengaruhi oleh kemurnian dari alkil ester yang dihasilkan. Makin tinggi kandungan asam lemak pada produk alkil ester, maka sifat fisika-nya akan menyimpang dari sifat fisika produk murninya.

Kemungkinan aplikasi alkil ester pada industri

Meskipun alkil ester yang diperoleh tidak dimurnikan akan tetapi diharapkan produk ini dapat digunakan sebagai bahan baku pada berbagai industri, terutama untuk industri-industri yang didalam formulasinya selain memerlukan alkil ester juga perlu menambahkan asam lemak, seperti pada beberapa formulasi produk-produk kosmetik seperti pelembab, *hand and body lotion* dan *cleansing cream*. Namun demikian, apabila diinginkan produk alkil ester dengan bilangan asam yang rendah maka dapat dilakukan penurunan bilangan asam dengan cara netralisasi melalui penambahan basa seperti NaOH, Na₂CO₃ dan CaCO₃.

Berdasarkan hasil analisis fisika-kimia serta komposisi asam lemak dari setiap alkil ester kemungkinan aplikasi penggunaannya terutama untuk produk-produk yang tidak langsung berhubungan dengan tubuh manusia seperti pelumas, bahan bakar pengganti diesel dan pelarut pada cat. Sementara untuk penggunaan pada kosmetik diutamakan pada produk-produk yang menambahkan asam lemak pada formulasinya.

Metil ester dan etil ester, baik yang disintesis langsung dari ALSD maupun dari fraksi padat dan cairnya dapat digunakan untuk menggantikan asam lemak pada berbagai jenis produk karena sifatnya

yang tidak korosif dan mudah dipisahkan secara distilasi. Selain dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar diesel, metil ester dan etil ester juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi *fatty alcohol* atau bahkan dapat digunakan sebagai bahan baku kosmetik, karena metil ester dan etil ester memiliki kemampuan penetrasi kulit yang sangat tinggi serta menjaga kulit menjadi tetap halus dan lembut tanpa menimbulkan lapisan berlemak (12).

Isopropil ester, terutama isopropil palmitat merupakan suatu pelarut parfum yang sangat baik, serta dapat digunakan sebagai *ultraviolet filter* dan juga untuk pencegah timbulnya komedo pada kulit wajah. Karena sifatnya ini maka isopropil ester dapat digunakan pada *lotion* dan krim kulit, *bath oil*, *shaving cream* dan lipstik (7,11).

Selain dapat digunakan pada formula produk kosmetik seperti halnya isopropil ester, butil ester dapat digunakan sebagai *plasticizer* karena memiliki polaritas yang rendah. Bila digunakan bersama-sama dengan *dioctyl phthalate* (DOP) akan memberikan fleksibilitas yang sangat baik pada suhu rendah, tahan panas, memiliki sifat pelumasan, kompatibilitas dan kenampakan yang sangat baik (11).

Mengingat begitu banyaknya peluang penggunaan alkil ester pada berbagai bidang industri, maka penelitian mengenai pengembangan produk ini terus dilakukan. Sampai saat ini Puslit Kelapa Sawit telah berhasil mengaplikasikan produk metil ester sebagai bahan bakar alternatif pengganti diesel, sementara jenis alkil ester yang lain sedang dicoba untuk diaplikasikan pada formula produk-produk

kosmetik, pelarut cat dan pelumas alternatif.

KESIMPULAN

Asam lemak sawit distilat dapat digunakan sebagai bahan baku metil, etil, butil dan isopropil ester. Produk tersebut memiliki karakteristik yang hampir serupa, yakni memiliki titik leleh antara 3-4 °C hingga 30-32 °C, bilangan ester antara 133,98 - 191,90 mgKOH/g, viskositas antara 5,99 - 19,56 cP dan densitas antara 0,8509 - 0,8785 mg/ml. Berdasarkan sifat fisika-kimia tersebut, alkil-ester memiliki potensi untuk diaplikasikan pada berbagai produk seperti pelumas, pengganti bahan bakar diesel, pelarut dalam formulasi produk kosmetik dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

1. FARRIS, R.D. 1979. Methyl esters in the fatty acid industry. JAOCS 56(5): 770A-773A
2. FREEDMAN, B., E.H PRYDE and T.L MOUNTS. 1984. Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils. JAOCS 61(10) : 1638 - 1643.
3. HARYATI, T., T. HERAWAN, SUPRIYADI dan P.M. NAIBAHU. 1993. Biodiesel dari minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif. Berita PPKS 1(1): 65 - 73
4. KORITALA, S. 1988. Esterification of fatty acids by *Aspergillus flavus*. JAOCS 65(7): 1188 - 1189.
5. LEITGEB, M. and Z. KNEZ. 1990. The influence of water on the syntheses of n-Butyl oleat by immobilised *Mucor miehei* lipase. JAOCS 67(11): 775 - 778.
6. LINKO, Y.Y., M. LAMSA, A. HUHTALA and O. RANTANEN. 1995. Lipase biocatalysis in the production of esters. JAOCS 72(11): 1293 - 1299.
7. LOWER, E. 1996. Using fatty acid esters in cosmetics. Manufacturing Chemist. 1 : 34 - 35.
8. MITTELBACH, M. and P. TRITTHART. 1988. Diesel fuel derived from vegetable oils. JAOCS 65(7): 1185 - 1187.
9. RALSTON, A.W. 1948. Fatty Acids and Their Derivatives. Jhon Willey & Sons Inc., New York. 986 pp.
10. SADI, S. 1991. Pemanfaatan asam lemak kelapa sawit sebagai bahan baku methyl ester. Berita Pen. Perkeb. 1(2): 91-96
11. SALMIAH, A. 1993. Palm based oleochemicals and their uses. Selected readings on palm oil and its uses. PORIM. 103 - 126.
12. SMITH, M. 1989. Speciality uses of oils & fats. Oils & Fats Int. 2 : 17 - 19