

PEMANFAATAN PALM FATTY ACID DISTILLATE SEBAGAI SUMBER ASAM OLEAT: DIVERSIFIKASI PRODUK SAMPING MINYAK KELAPA SAWIT SEBAGAI PRODUK ANTARA UNTUK INDUSTRI HILIR

USING PALM FATTY ACID DISTILLATE AS A SOURCE OF OLEIC ACID: EXPLORING PALM OIL BY-PRODUCTS

Achmad Sofian Nasori*, Bangkit Wiguna, Ayi Mufti, Hendrawan Laksono, Budiyanto,
Ambar Dwi Kusumasmarawati, Asep Wawan Permana, Miarto Untoro

Pusat Riset Agroindustri, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN),
Kawasan Sains dan Teknologi Soekarno, Cibinong, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Email: achmad.sofian.nasori@brin.go.id

Makalah: Diterima 10 Juli 2023; Diperbaiki 22 Agustus 2023; Disetujui 25 Agustus 2023

ABSTRACT

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) is a by-product of palm oil processing that contains essential components such as oleic acid, palmitic acid, and linoleic acid. Oleic acid is a saturated fatty acid that is present in high concentrations in PFAD. To extract oleic acid from PFAD, we used polar solvents such as methanol-water, acetone-water, and acetonitrile-water, and maintained the polar-non-polar solvent equilibrium with water. We measured the quality of the extracted fatty acids using the iodine number. Our results show that the use of methanol as a solvent produced fatty acid extracts with the highest iodine number (88.67 g I₂/100g sample) at a 71:29 methanol-water ratio. Acetone-water was found to be the worst solvent for obtaining good saturated fatty acid components (54.27 g I₂/100g sample) at the same ratio. We then conducted further experiments using non-polar solvents (acetone-water and acetonitrile-water) with crystallization. The resulting saturated fatty acids had a high iodine number (91.92 g I₂/100g sample), and the oleic acid content was calculated to be 80.62%. Gas chromatography confirmed an oleic acid content of 82.3%. These findings suggest that PFAD can be a viable source of oleic acid, and the choice of solvent can significantly impact the quality of the extracted fatty acids.

Keywords: Extraction, iodine number, oleic acid, palm fatty acid distillate (PFAD)

ABSTRAK

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) adalah produk samping dari pengolahan minyak kelapa sawit yang mengandung komponen-komponen penting seperti asam oleat, asam palmitat, dan asam linoleat. Asam oleat adalah asam lemak jenuh yang terdapat dalam konsentrasi tinggi pada PFAD. Untuk mengekstrak asam oleat dari PFAD digunakan pelarut polar seperti metanol-air, aseton-air, dan asetonitril-air, serta menjaga keseimbangan pelarut polar-non-polar dengan air. Kualitas asam lemak yang diekstraksi diukur menggunakan analisis bilangan iod. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metanol sebagai pelarut menghasilkan ekstrak asam lemak dengan nilai bilangan iod tertinggi (88.67 g I₂/100g sampel) pada rasio metanol-air 71:29. Penggunaan pelarut aseton-air menghasilkan rendemen terendah komponen asam lemak jenuh (54.27 g I₂/100g sampel) dengan rasio yang sama. Percobaan lebih lanjut menggunakan pelarut non-polar (aseton-air dan asetonitril-air) telah dilakukan dengan metode kristalisasi. Asam lemak jenuh yang dihasilkan memiliki nilai bilangan iod yang tinggi (91.92 g I₂/100g sampel) dan kandungan asam oleat dihitung menjadi 80.62%. Hasil kromatografi gas mengkonfirmasi kandungan asam oleat sebesar 82.3%. Hasil ini menunjukkan bahwa PFAD dapat menjadi sumber asam oleat yang layak dan pilihan pelarut dapat berdampak signifikan pada kualitas asam lemak yang diekstraksi.

Kata kunci: ekstraksi, bilangan iod, asam oleat, palm fatty acid distillate (PFAD)

PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu bahan baku biodiesel yang paling umum digunakan dan telah dilaporkan bahwa biodiesel berbasis minyak kelapa sawit lebih murah dan memiliki rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan baku biodiesel yang bersumber dari minyak nabati yang lain. Namun demikian, selama proses penyulingan minyak kelapa sawit kasar, secara tak terhindarkan dihasilkan produk sampingan yang tidak dapat dikonsumsi yang dikenal sebagai *palm fatty acid*

distillate (PFAD). Produksi global tahunan PFAD diperkirakan mencapai sekitar 2.5×10^6 ton, dengan Malaysia (29%) dan Indonesia (58%) sebagai kontributor utama (Xu *et al.*, 2020). Untuk memanfaatkan sepenuhnya PFAD, PFAD telah banyak digunakan sebagai bahan baku untuk produk sabun dan oleokimia, serta bahan baku untuk produksi biofuel (Akinfalabi *et al.*, 2017; Baharudin *et al.*, 2020). Selain itu, PFAD masih mengandung jumlah yang signifikan dari asam palmitat, asam oleat, dan asam linoleat, yang membuatnya cocok digunakan sebagai bahan baku dalam industri

makanan, kosmetik, dan farmasi. Sorbitol merupakan bentuk gula alkohol yang mudah diesterifikasi oleh metil ester asam lemak (*Fatty Acid Methyl Ester*, FAME). Sorbitol-Oleic Polyester (SOPE) adalah pengganti lemak yang diproduksi melalui esterifikasi metil oleat dengan sorbitol (Colla *et al.*, 2018).

Asam oleat, juga dikenal sebagai asam cis-9-oktadekanoat, adalah asam lemak tak jenuh yang melimpah dalam minyak nabati. Konsentrasi tertinggi asam oleat terdapat dalam minyak zaitun (55-80%), sedangkan kelapa sawit mengandung 30-45% (Waterman dan Lockwood, 2007). Asam oleat merupakan komponen utama yang dapat ditemukan dalam berbagai komoditas, seperti minyak sawit, minyak zaitun, minyak kedelai, minyak biji bunga matahari, minyak kanola, minyak biji kakao, dan alpukat. Pemanfaatan Asam oleat pada berbagai industri telah dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan, termasuk peningkatan kesehatan kardiovaskular, sifat antiinflamasi, dan potensi efek antikanker. Asam oleat adalah asam lemak netral dengan satu ikatan rangkap yang tidak menyebabkan penurunan atau peningkatan kadar kolesterol lipoprotein densitas rendah (LDL), namun dapat meningkatkan kadar kolesterol lipoprotein densitas tinggi (HDL) (Kim Margarette *et al.*, 2020). Selain itu, asam lemak tak jenuh rantai panjang, terutama asam lemak omega-3 seperti asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA), telah terbukti memainkan peran penting dalam mencegah dan mengobati penyumbatan arteri (aterosklerosis), trombosis, hipertriglisieridemia, dan tekanan darah tinggi. Selanjutnya, asam oleat memiliki potensi untuk mencegah dan mengobati berbagai kondisi kesehatan, seperti asma, arthritis, migrain, dan beberapa jenis kanker, yaitu kanker prostat, payudara, dan usus besar (Suhardjo dan Kusharto, 1992).

Berbagai teknik telah diusulkan untuk memisahkan asam oleat dari PFAD, termasuk ekstraksi pelarut, ekstraksi fluida superkritis, dan penyulingan molekuler. Namun, hanya sedikit metode yang telah dikembangkan untuk mengisolasi dan mendaur ulang asam lemak spesifik dan derivatifnya, seperti ester, asam lemak bebas, dan triasilgliserol dari sumber alami yang berbeda. Sebelum asam lemak tak jenuh ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk makanan dan farmasi, mereka harus diisolasi dan dimurnikan. Swern dan Parker (1952) baru-baru ini melaporkan metode untuk menyiapkan asam oleat dengan kemurnian 80-95% dengan hasil yang sangat baik dari berbagai sumber lemak hewani yang tidak dapat dikonsumsi menggunakan kompleks urea. Dalam metode ini, larutan hidrolisat dalam n-heksana didinginkan hingga 15°C, menyebabkan sekitar setengah dari materi tersebut mengkristal dan terpisah, yang mengandung dua senyawa jenuh, asam stearat dan asam palmitat. Asam oleat dan asam linoleat memiliki titik leleh yang jauh lebih rendah dan lebih mudah

larut dalam pelarut organik dibandingkan dengan komponen jenuh (Widjonarko *et al.*, 2014).

Penelitian yang luas telah dilakukan pada asam oleat karena potensi aplikasinya dalam pengembangan obat dan nutrasetikal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi pelarut yang menghasilkan rendemen asam oleat yang tinggi yang diperoleh dari proses ekstraksi Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) menggunakan mekanisme ekstraksi pelarut yang menggabungkan air, metanol, aseton, dan asetonitril. Kemurnian asam oleat akan dinilai dengan mengukur nilai bilangan iod dari ekstrak tersebut (Triyasmono *et al.*, 2022). Selain itu, kromatografi gas juga digunakan untuk menentukan jumlah asam oleat yang diperoleh.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada proses ekstraksi pelarut dan kristalisasi dari palm fatty acid distillate (PFAD) adalah asam lemak destilat kelapa sawit yang diperoleh dari Sinar Mas Corp. Aseton (CH_3COCH_3 , 99.8%), metanol (CH_3OH , 99.8%) diperoleh dari Merck, dan asetonitril dengan kemurnian tinggi (CH_3CN , 99.9%) diperoleh dari Tedia, PT.Karunia Jasindo.

Peralatan laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini meliputi labu leher tiga, pengaduk magnetik, pemanas, bak air, kondensor, labu erlenmeyer, termometer, buret, oven, penyaring vakum, dan *vacuum rotary evaporator*.

Ekstraksi dan Proses Kristalisasi

Ekstraksi dan kristalisasi asam oleat dari palm fatty acid distillate (PFAD) dalam ekstraksi pelarut-kristalisasi dimulai dengan persiapan berbagai pelarut seperti aseton, metanol, dan asetonitril yang akan digunakan. Variasi konsentrasi pelarut yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Distilat asam lemak kelapa sawit sebanyak 42,7 g dilarutkan dalam 128 mL pada jenis pelarut yang berbeda. Metode ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dikembangkan oleh Wairara *et al.* (2019)

Tabel 1. Konsentrasi (%) pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi dan kristalisasi

Pelarut	Konsentrasi (%)
Metanol	90, 80, 75, 71, dan 70
Asetonitril	73, 71, 70, dan 65
Aseton	76, 75, 71, dan 72

Prosedur kristalisasi dimulai setelah asam oleat diekstraksi menggunakan konsentrasi pelarut yang digunakan. Filtrat yang diperoleh dikristalkan pada suhu 10°C selama kurang lebih 20 menit, kemudian difiltrasi untuk memisahkan filtrat dan retentat, dan dianalisis untuk menentukan nilai bilangan iod. Metode ini dilakukan dengan

menyederhanakan dan memodifikasi metode kristalisasi asam oleat oleh Elkacmi *et al.* (2015).

Analisis Bilangan Iod (AOCS TG 1A-64)

Sebanyak 0,13-0,15 g sampel lemak ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berkapasitas 250 mL. Kemudian ditambahkan 20 mL sikloheksana dan 25 mL larutan Wijs ke dalam labu yang berisi sampel lemak. Campuran tersebut ditutup rapat dan dikocok untuk melarutkan sampel, kemudian dibiarkan selama 60 menit di tempat gelap. Setelah 60 menit, sampel diambil dari penyimpanan dan ditambahkan 20 mL larutan KI 15% dan 100 mL air suling. Sampel tersebut dititrasi menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga mencapai warna kuning keemasan. Kemudian ditambahkan 3-5 tetes larutan indikator pati 1% dan titrasi dilanjutkan menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga mencapai titik akhir berupa warna tak berwarna pada sampel. Volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N yang digunakan dicatat. Analisis yang sama diulang tanpa menyertakan sampel minyak/lemak untuk menentukan volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N yang dibutuhkan sebagai blanko (Rochmadi *et al.*, 2017 lab). Peralatan laboratorium yang digunakan meliputi labu leher tiga, pengaduk magnetik, pemanas, bak penangas air, kondensor, labu erlenmeyer, termometer, batang pengaduk, buret, oven, corong kaca, corong buchner, pompa vakum, *rotary evaporator* dan neraca analitik.

Analisis Asam Lemak Tidak Jenuh

Analisis asam lemak tak jenuh dilakukan pada sampel yang telah dikristalisasi-diekstrak. Asam lemak tak jenuh pada sampel ditentukan dengan memasukkan nilai bilangan iod ke dalam persamaan (1).

$$IV = \frac{g I_2}{100 \text{ g sampel}} \times \frac{253.808 \text{ g/gmol}}{\frac{g I_2}{\text{Asam Lemak Tak Jenuh}} \times \frac{\text{Bobot molekul sampel}}{\text{Asam Lemak Tak Jenuh}}} \quad (1)$$

Kromatografi gas juga digunakan untuk mengonfirmasi keberadaan komponen asam lemak tak jenuh dalam hasil ekstraksi-kristalisasi sampel. Hasil yang diperoleh dari perhitungan rumus kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari kromatografi gas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penggunaan Jenis Pelarut Terhadap Nilai Bilangan Iod

Nilai bilangan iod merupakan ukuran massa iodin dalam gram yang dikonsumsi oleh 100 g zat

kimia dalam bidang kimia. Nilai ini umumnya digunakan untuk menentukan jumlah kekurangan dalam asam lemak. Asam lemak tak jenuh mengandung ikatan rangkap yang bereaksi dengan senyawa iodin, sehingga menghasilkan nilai bilangan iod yang lebih tinggi. Settaluri *et al.* (2022) mengungkapkan bahwa semakin tinggi nilai bilangan iod, maka semakin banyak ikatan C=C yang terdapat pada sampel minyak atau lemak. Sebaliknya, pengukuran nilai bilangan iod merupakan alat analisis yang penting untuk mengevaluasi kualitas asam lemak. Misalnya, minyak dengan nilai bilangan iod yang tinggi cenderung lebih rentan terhadap oksidasi yang menyebabkan keasaman dan kerusakan. Selain itu nilai bilangan iod dapat digunakan untuk menentukan kemurnian dan identitas minyak dan lemak, karena berbagai jenis minyak memiliki nilai bilangan iod yang berbeda. Nilai bilangan iod dinyatakan sebagai jumlah gram iodin yang dapat bereaksi dengan 100 g lemak atau minyak. Karena asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh tunggal dengan hanya satu ikatan rangkap, oleh karena itu asam oleat memiliki nilai bilangan iod yang relatif rendah. Tabel 2 menunjukkan nilai bilangan iod dari asam oleat yang diekstraksi menggunakan metanol-air dari PFAD.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai bilangan iod tertinggi diperoleh pada filtrat dibanding retentat. Rasio pelarut optimal diperoleh dengan perbandingan pelarut-air sebesar 71:29. Berdasarkan hasil tersebut dilakukan pengukuran nilai bilangan iod pada ekstrak asam oleat menggunakan pelarut air-acetonitril dan air-aseton, dengan fokus pada nilai bilangan iod yang terdapat pada filtrat. Nilai pengukuran tersebut disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 2 dan 3, penggunaan pelarut metanol menunjukkan nilai bilangan iod paling tinggi dibandingkan dengan penggunaan pelarut aseton. Metanol umumnya digunakan karena biayanya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan aseton atau asetonitril. Kombinasi air dan metanol dalam proses kristalisasi sangat efektif, karena air adalah pelarut polar dengan konstanta dielektrik tinggi yang cocok untuk senyawa ionik dan kompleks serta senyawa organik polar. Di sisi lain, metanol kurang polar tetapi dapat larut sempurna dalam air.

Hasil penelitian juga mendukung argumen tersebut. Seperti yang disajikan pada Tabel 3, dimana rasio volume pelarut organik metanol terhadap air menghasilkan nilai bilangan iod yang tinggi sebesar 88,67 (g I_2 /100 g sampel) dan hasil sebesar 71% pada filtrat.

Tabel 2. Pengaruh kombinasi pelarut metanol-air (% volume) pada nilai bilangan iod (g I_2 /100 g sampel)

Bilangan Iod, IV (g I_2 / 100g sampel)	CH ₃ OH: H ₂ O (% Methanol in water)				
	90:10	80:20	75:25	71:29	70:30
IV pada Filtrat	67,89	62,15	51,42	88,67	85,63
IV pada Retentat	13,16	35,39		23,25	17,05
IV PFAD	50,62				20,58

Tabel 3. Pengaruh kombinasi pelarut acetonitrile-air dan acetone-air (% volume) pada nilai bilangan iod ($\text{g I}_2/100$ g sampel)

Nilai bilangan iod, IV ($\text{g I}_2/100$ g sampel)	Acetonitrile: H ₂ O (%Acetonitrile dalam air)			
	65:35	70:30	71:29	73:27
IV pada Filtrate	72,00	82,25	88,68	63,72
Nilai bilangan iod, IV ($\text{g I}_2/100$ g sampel)	Acetone: H ₂ O (%Acetone dalam air)			
	75:25	76:24	71:29	72:28
IV pada Filtrat	47,54	53,67	54,27	48,12

Tabel 4. Karakteristik fisik beberapa pelarut (murov.info/orgsolvents.htm)

Pelarut	Formula	Boiling point (°C)	Melting point (°C)	Polaritas Relatif	Momen Dipole (D)	Konstanta Dielektrik
Aseton	C ₃ H ₆ O	56,2	-94,3	0,355	2,85	21
Asetonitril	C ₂ H ₃ N	81,6	-46	0,46	3,5	37,5
Metanol	CH ₃ OH	64,6	-98	0,762	1,6	33
Air	H ₂ O	100	0	1	1,85	80,1

Sebaliknya, nilai bilangan iod dalam retentat adalah 17,05 ($\text{g I}_2/100$ g sampel). Asam oleat adalah asam lemak tak jenuh yang mengandung satu ikatan rangkap dalam rantai karbonnya, dengan gugus polar (hidrofilik) pada gugus asam karboksilatnya dan ikatan rantai atom karbon yang tidak polar (hidrofobik). Dalam sistem larutan dapat diklasifikasikan sebagai hidrofilik (C=O, gugus suka air) dan hidrofobik (gugus tidak suka air), dengan atom karbon C-C mewakili gugus hidrofobik. Gugus polar cenderung larut dengan baik dalam pelarut yang sangat polar, seperti air dan metanol. Struktur molekul metanol terdiri dari satu atom karbon tetrahedral yang terhubung dengan tiga atom hidrogen dan gugus -OH yang berlawanan. Karena rantai hidrokarbon tidak larut dalam air, metanol dapat melarutkan molekul polar dan non-polar.

Tabel 4 menunjukkan rasio perbandingan volume dari masing-masing pelarut (dinyatakan sebagai persentase pelarut terhadap air) dan menunjukkan kelarutan yang sangat baik dari asam oleat dalam sistem pelarut semi-polar metanol-air terutama ketika digunakan sebagai pelarut perantara. Sistem ini dapat melarutkan cairan polar dan non-polar. Konstanta dielektrik pelarut memainkan peran penting dalam kemampuannya untuk melarutkan zat-zat. Pelarut dengan konstanta dielektrik tinggi dapat dengan mudah melarutkan zat-zat non-polar yang biasanya sulit larut.

Pada pengaruh jenis pelarut yang digunakan dalam ekstraksi asam oleat, rasio terbaik dihasilkan dari kombinasi pelarut-air sebesar 71:29, yang diperoleh dari hasil nilai bilangan iod metanol-air. Hasil rendemen iodium yang diperoleh memiliki nilai yang tidak terlalu berbeda dengan acetonitril-air, yaitu antara 88,67 hingga 88,68 $\text{g I}_2/100$ g sampel. Seperti yang diketahui bahwa penggunaan aseton-air menghasilkan nilai bilangan iod yang jauh lebih rendah, yaitu 54,27 $\text{g I}_2/100$ g sampel.

Seperti yang disajikan dalam Tabel 5, dari karakteristik tiga pelarut, dari sumber data diperoleh bahwa nilai konstanta dielektrik cukup mempengaruhi hasil kualitas ekstrak asam oleat yang diperoleh. Konstanta dielektrik bahan sangat dipengaruhi oleh asam lemak dominan penyusunnya (Sardjono, 1999). Menurut Cotton *et al.* (2006), konstanta dielektrik adalah ukuran dari polaritas pelarut, sehingga dapat dikatakan bahwa aseton adalah pelarut paling non polar dibandingkan metanol dan asetonitril sehingga tidak banyak senyawa lipid yang larut karena asam oleat merupakan senyawa non-polar.

Beberapa cara dapat dilakukan untuk meningkatkan kelarutan suatu zat, termasuk dengan menambahkan pelarut tambahan ke dalam sistem yang berfungsi untuk membantu meningkatkan stabilitas dan kelarutan suatu bahan sehingga mempengaruhi polaritas sistem seperti yang ditunjukkan oleh konstanta dielektriknya.

Kualitas Asam Oleat yang Diperoleh dari *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD)

Kualitas ekstrak asam oleat yang berasal dari distilat asam lemak kelapa sawit (PFAD) melalui proses ekstraksi-kristalisasi, menggunakan kombinasi pelarut polar, yaitu aseton-air dan asetonitril-air, pada suhu yang berbeda. Filtrat kemudian dikristalisasi pada suhu 10°C dan nilai bilangan iod digunakan untuk mengevaluasi tingkat kejenuhan asam oleat yang diekstraksi, seperti yang disajikan pada Tabel 6. Nilai bilangan iod tertinggi sebesar 91,92 ($\text{g I}_2/100$ g sampel) diperoleh pada penggunaan metode ekstraksi dan kristalisasi bertingkat, dimana pada ekstekasi dan kristalisasi pertama menggunakan aseton (71%), kemudian filtrat setelah proses kristalisasi diekstraksi kembali menggunakan asetonitril (71%) pada kondisi suhu ekstraksi 60°C.

Tabel 5. Pengaruh penggunaan jenis pelarut terhadap perolehan nilai bilangan iod

Pelarut	Nilai Bilangan Iod (g I ₂ / 100g sampel)		Konstanta Dielektrik		
	Filtrat	Retentat	Pelarut	H ₂ O	Nilai Campuran
Metanol	88,67	17,05	23,43	23,23	46,66
Aseton	54,27	35,67	14,91	23,23	38,85
Asetonitril	88,68	15,68	26,62	23,23	49,85

Table 6. Pengaruh suhu terhadap nilai bilangan iod pada hasil ekstraksi-kristalisasi

Suhu Ekstraksi-Kristalisasi (°C)	Nilai Bilangan Ion Pada Filtrat (g I ₂ / 100g sampel)
40	48,34
50	82,57
60	91,92

Penelitian yang dilakukan oleh Elkacmi *et al.* (2016), melakukan penelitian dengan mengekstrak oleat dari limbah pengolahan minyak zaitun (*Morocan Olive Mill*, MCO), untuk meningkatkan nilai tambah limbah, ekstraksi asam oleat sebagai produk bernilai tinggi, menggunakan teknik inklusi dengan urea melalui empat kristalisasi berturut-turut pada suhu 4°C dan 20°C diperoleh hasil ekstrak berupa asam oleat sebesar 95,49% (Elkacmi *et al.*, 2016). Pada penelitian yang kami lakukan, menunjukkan bahwa suhu ekstraksi secara signifikan mempengaruhi nilai bilangan iod yang diukur. Secara khusus, suhu yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan laju reaksi antara asam oleat dan iodium, sehingga menghasilkan nilai bilangan iod yang lebih tinggi, sementara suhu yang lebih rendah menghasilkan penurunan laju reaksi dan nilai bilangan iod yang lebih rendah. Oleh karena itu, penentuan suhu ekstraksi sangat penting untuk mencapai hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

Teknik isolasi asam oleat melalui kristalisasi didasarkan pada kelarutan yang berbeda dari berbagai komponen dalam campuran asam lemak, yang ditentukan oleh polaritas dan ikatan hidrogen dari setiap komponen. Asam lemak jenuh dengan rantai pendek, seperti asam laurat dan miristat, memiliki karakteristik yang lebih polar dibandingkan asam lemak jenuh dengan rantai panjang seperti asam stearat dan palmitat, yang pada umumnya adalah senyawa non-polar. Sebaliknya, asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda memiliki karakteristik yang lebih polar.

Untuk mengkonfirmasi ekstraksi asam oleat dengan nilai bilangan iod sebesar 91,92 (g I₂/100 g sampel), dilakukan pengukuran secara matematis dan juga analisis menggunakan GC-MS untuk menentukan apakah asam oleat yang diekstraksi menghasilkan asam lemak tak jenuh sesuai dengan nilai bilangan iod yang dihasilkan pada penelitian ini. Perhitungan kandungan asam lemak tak jenuh menggunakan persamaan (1) menghasilkan nilai sebesar 80,62%. Akan tetapi hasil analisis GC-MS tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan. Jumlah luas puncak yang terdiri dari berbagai komponen

hidrokarbon sekitar 12,63%, asam lemak jenuh sekitar 14,49%, dan asam lemak tak jenuh hanya sekitar 69,23%. Komponen hidrokarbon sebesar 12,63% seharusnya tidak ada dalam komposisi asam lemak, baik dari bahan mentah PFAD maupun yang diekstraksi dari asam lemak. Komponen hidrokarbon tinggi disebabkan oleh penggunaan eluen pelarut yang digunakan sebelum sample di injeksi kedalam instrument GC-MS, sehingga menaikkan jumlah hidrokarbon didalam komposisinya. Jika komponen ini tidak ada, persentase total asam lemak tak jenuh yang diperoleh akan menjadi 82,3%, seperti yang disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 1.

Tabel 7. Komposisi asam lemak jenuh dan tak Jenuh pada analisa GC-MS

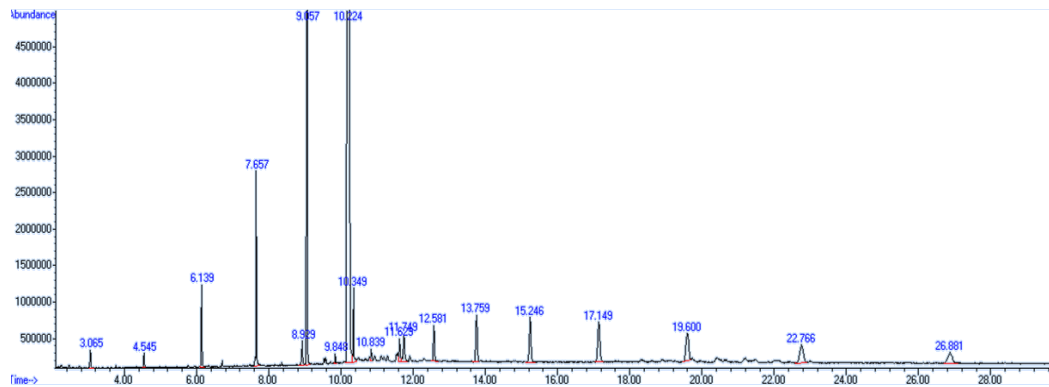
Ekstrak PFAD	Asam Lemak Tak Jenuh	% Area
Bahan Baku Ekstrak PFAD	Oleat	68,71
	Palmitoleat	0,52
	Total	69,23
Produk Akhir Ekstrak PFAD	Oleat	81,68
	Palmitoleat	0,62
	Total	82,30
	Jenuh	% Area
	Stearat	2,37
	Palmitat	10,49
	Laurat	1,34
	Capric	0,27
	Caprilic	0,42
	Total	14,89

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ekstraksi asam oleat telah dilakukan menggunakan berbagai pelarut, seperti metanol, aseton, dan asetonitril, yang dikombinasikan dengan air dalam komposisi yang berbeda. Kualitas ekstrak yang diperoleh diukur dengan nilai bilangan iod untuk menentukan kemurnian asam oleat.

Proses ekstraksi dimulai dengan ekstraksi metanol-air dengan rasio metanol sebesar 90%, 80%, 75%, 71%, dan 70%, yang menghasilkan ekstrak asam oleat yang terkandung dalam filtrat, retentat, dan PFAD yang tersisa. Berdasarkan hasil penelitian, asam oleat lebih banyak terkandung dalam filtrat dengan rasio komposisi metanol-air sebesar 71:29, yang menghasilkan nilai bilangan iod sebesar 88,67 g I₂/100g sampel.



Gambar 1. Kromatogram GC-MS ekstraksi asam oleat

Berdasarkan hasil tersebut, ekstraksi-kristalisasi bertingkat menggunakan pelarut asetonitril-air dan aseton-air menunjukkan bahwa ekstraksi-kristalisasi bertingkat dengan aseton dan asetonitril menghasilkan hasil ekstrak dengan nilai bilangan iod hingga 91,92 g I₂/100 g sampel. Hal ini disebabkan oleh kombinasi pelarut dengan nilai konstanta dielektrik yang berbeda bersifat non-polar dan polar membuat kemampuan pelarut aseton-air, dan asetonitril-air untuk melarutkan asam oleat menjadi efisien, sehingga memaksimalkan perolehan asam oleat yang didapatkan.

Selain itu, hasil percobaan ekstraksi-kristalisasi juga mengungkapkan bahwa penentuan suhu ekstraksi sangat berperan penting untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan saat mengekstraksi asam oleat dari PFAD.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan teknologi ekstraksi asam oleat yang lebih efisien, berkelanjutan, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih tinggi. Berikut adalah beberapa saran penelitian yang dapat dilakukan seperti pengujian rasio metanol-air yang lebih tinggi, penggunaan pelarut lain untuk ekstraksi asam oleat yang lebih efisien dan dapat juga dikembangkan metode ekstraksi tanpa pelarut, seperti metode ekstraksi superkritis atau ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik.

DAFTAR PUSTAKA

Akinfalabi SI, Rashid U, Yunus R, Taufiq-Yap YH. 2017. Synthesis of biodiesel from palm fatty acid distillate using sulfonated palm seed cake catalyst. *Renewable Energy Journal*. 111 :611–619.

American Oil Chemical Society (AOCS), Official Method TG 1A-64

Baharudin KB, Abdullah N, Taufiq-Yap YH, Derawi D. 2020. Renewable diesel via

solventless and hydrogen-free catalytic deoxygenation of palm fatty acid distillate. *Journal of Cleaner Production*. 274.

Colla K, Costanzo A, dan Gamlath S. 2018. Fat replacers in baked food products. *Foods*. 7(12) :192.

Albert CF dan Wilkinson G. 2006. *Kimia Anorganik Dasar*. UI Pres: Universitas Indonesia. Jakarta.

Efendi VP dan Widjanarko SB. 2014. Distilasi dan karakterisasi minyak atsiri rimpang jeringau (*Acorus calamus*) dengan kajian lama waktu distilasi dan rasio bahan pelarut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2) :1-8.

Elkacmi R, Kamil N, Bennajah M, Kitane S. 2016. Extraction of oleic acid from moroccan olive mill wastewater. *BioMed Research International*, Hindawi, DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/1397852>

Kim Margarette C. Nogoy, Hyoun Ju Kim, Yehyun Lee, Yan Zhang, Jia Yu, Dong Hoon Lee, Xiang Zi Li, Stephen B. Smith, Hyun A Seong, Seong Ho Choi, 2020, Food Science Nutrition, Wiley, DOI: 10.1002/fsn3.1644.

Matlock MG. 2022. Introduction: The need for high-oleic oils. *High Oleic Oils*, 1-6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822912-5.00006-X>

Rochmadi, Budhijanto, Fahrurrozi M, Suhandono, Febbie SF, Prasetyaaji A. 2017. Investigation on Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Based Alkyd Resin and Styrene as a Coating Material. *Materials Science Forum*. 901: 173-181.

Sardjono, 1999. Komposisi Asam Lemak Total dari Otot dan Campuran Lemak dan Otot Ayam, Babi, Kambing, Kerbau, dan Sapi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Settaluri VS, Al-Hashmi H, Azmi SNH, Hussain SA, Salla HR, Gangireddygar VSR. 2023. Comparative studies on phenolic, anti-oxidative, biochemical and GC-MS analysis

- of crude and refined edible oils. *Journal of King Saud University* . 35: 11-20.
- Suhardjo dan Kusharto. 1992. *Prinsip Ilmu Gizi*. Kanisius, Jakarta.
- Swern D dan Parker WE. 1952. Application of urea complexes in the purification of fatty acids, esters, and alcohols. II. Oleic acid and methyl oleate from olive oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 29(12) :614–615.
- Triyasmono L, Schollmayer C, Schmitz J, Hovah E, Lombo C, Schmidt S, Holzgrabe U. 2022. Simultaneous determination of the saponification value, acid value, ester value, and iodine value in commercially available red fruit oil (*Pandanus conoideus*, Lam.) using ¹H qNMR Spectroscopy. *Food Analytical Methods*. 16: 155–167.
- Wairara S, Parlindungan JY, Amir A, Ridwan A, Yusuf AT, Dirpan A, Ainani AF. 2019. Study of composition chemical compounds methanol extract of Tambelo (*Bactronophorus thoracites*) Mimika Regency. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 343.
- Waterman E dan Lockwood B. 2007. Active components and clinical applications of olive oil. *Alternative Medicine Review*. 12 :331–342.
- Xu H, Lee U, Wang M. 2020. Life-cycle energy use and greenhouse gas emissions of palm fatty acid distillate derived renewable diesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 134:110-144.