

# ANALISIS KOMPOSISI ASAM LEMAK EKSTRAK MINYAK MIKROALGA *Spirulina* sp. DENGAN METODE EKSTRAKSI YANG BERBEDA

Heder Djamaludin<sup>a,\*</sup>, Anies Chamidah<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang Jl. Veteran No. 1 Malang, Indonesia.

\*Koresponden penulis: [hederdjamaludin@ub.ac.id](mailto:hederdjamaludin@ub.ac.id)

## Abstrak

Mikroalga *Spirulina* sp. merupakan salah satu sumber daya hayati potensial. Pemanfaatan *Spirulina* sp. sangat luas di berbagai bidang industri seperti *nutraceutical*, pangan, kosmetik dan farmasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis komposisi kimia dan profil asam lemak ekstrak minyak mikroalga *Spirulina* sp. yang diekstraksi dengan metode *mechanical cell disruption* yang berbeda. Metode penelitian ini berupa deskriptif, dimana mikroalga *Spirulina* sp. diekstraksi dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) dan *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE), kemudian ekstrak minyak dianalisis komposisi kimia dan profil asam lemak dengan instrumen GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak minyak *Spirulina* sp. metode MAE mengandung 12 jenis asam lemak dimana kadar *Saturated Fatty Acid* 56,01%, *Mono-Unsaturated Fatty Acid* 7,67% dan *Poly-Unsaturated Fatty Acid* 36,32%. Ekstrak minyak *Spirulina* sp. mengandung jenis asam lemak tidak jenuh  $\omega$ -6 (17,17-18,87%) dan  $\omega$ -9 (4,34%). Kemudian ekstrak minyak *Spirulina* sp. metode UAE mengandung 19 jenis asam lemak dimana kadar *Saturated Fatty Acid* 59,25%, *Mono-Unsaturated Fatty Acid* 8,89% dan *Poly-Unsaturated Fatty Acid* 40,87%. Ekstrak minyak *Spirulina* sp. mengandung jenis asam lemak tidak jenuh  $\omega$ -3 (0,18-0,41%),  $\omega$ -6 (18,39-27,73%), dan  $\omega$ -9 (3,50%). Kandungan asam lemak yang paling tinggi pada ekstrak minyak *Spirulina* sp. yaitu asam palmitat/SFA (53,30-56,57%), asam oleat/MUFA (4,34-4,50%), dan asam linoleat/PUFA (18,39-18,88%).

**Kata Kunci:** Asam lemak, GC-MS, MAE, *Spirulina* sp., UAE

## Abstract

The microalgae *Spirulina* sp. is a potential biological resource. Utilization of *Spirulina* sp. very broad in various industrial fields such as nutraceutical, food, cosmetic and pharmaceutical. The purpose of this study was to analyze the chemical composition and fatty acid profile of the *Spirulina* sp. extracted by different mechanical cell disruption methods. This research method is descriptive, where the microalgae *Spirulina* sp. extracted using Microwave-Assisted Extraction (MAE) and Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE) methods, then the oil extract was analyzed for chemical composition and fatty acid profile with GC-MS instrument. The results showed that the oil extract of *Spirulina* sp. MAE method contains 12 types of fatty acids where the levels of Saturated Fatty Acid are 56.01%, Mono-Unsaturated Fatty Acid 7.67%, and Poly-Unsaturated Fatty Acid 36.32%. *Spirulina* sp. oil extract contains  $\omega$ -6 (17.17-18.87%) and  $\omega$ -9 (4.34%) unsaturated fatty acids. Then the *Spirulina* sp. oil extract the UAE method contains 19 types of fatty acids where the levels of Saturated Fatty acids are 59.25%, Mono-Unsaturated Fatty acids 8.89%, and Poly-Unsaturated Fatty acids 40.87%. *Spirulina* sp. oil extract contains types of unsaturated fatty acids  $\omega$ -3 (0.18-0.41%),  $\omega$ -6 (18.39-27.73%), and  $\omega$ -9 (3.50%). The highest fatty acid content in *Spirulina* sp. oil extract are palmitic acid/SFA (53.30-56.57%), oleic acid/MUFA (4.34-4.50%), and linoleic acid/PUFA (18.39-18.88%).

**Keywords:** Fatty Acid, GC-MS, MAE, *Spirulina* sp., UAE

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya bahari yang tinggi, baik dari segi jumlah ataupun jenisnya, salah satunya adalah mikroalga. Mikroalga merupakan organisme

yang bersifat autotrof dan tumbuh melalui proses fotosintesis. Mikroalga dapat tumbuh pada media budi daya berbasis air laut, dapat memiliki produktivitas areal yang jauh lebih tinggi daripada tanaman *terrestrial* dan juga dapat dibudidayakan pada media

Article history:

Diterima / Received 08-06-2021

Disetujui / Accepted 19-07-2021

Diterbitkan / Published 31-07-2021

©2021 at <http://jfmr.ub.ac.id>

fotobioreaktor di lokasi yang tidak cocok untuk pertanian, bahkan di lepas pantai [1]. Sehingga mikroalga memiliki potensi sebagai bahan baku senyawa bioaktif yang saat ini dibutuhkan sebagai solusi di berbagai bidang. Senyawa-senyawa bioaktif seperti astaxanthin, fucoxanthin, *Eicosapentaenoic Acid* (EPA), *Docosahexaenoic Acid* (DHA), adalah contoh dari beberapa senyawa yang diproduksi oleh mikroalga yang potensial secara ekonomi dan kesehatan [2].

Mikroalga juga memiliki kelebihan lain yakni pertumbuhan yang cepat dan produktivitas yang tinggi, serta dapat menghasilkan biomassa 50 kali lebih besar dibandingkan tumbuhan tingkat tinggi [3]. Kandungan senyawa kimia dalam mikroalga berupa karbohidrat, protein, lipid termasuk asam lemak, senyawa pigmen, vitamin esensial dan beberapa mineral serta senyawa metabolit sekunder [4]. Komponen-komponen senyawa kimia tersebut menjadikan mikroalga bermanfaat sebagai *raw material* bidang industri *nutraceutical* (asam lemak  $\omega$ -3), pangan, pakan, kosmetik, farmasi dan lain-lain [5].

Mikroalga mengandung berbagai macam asam lemak, mulai dari 12-24 atom karbon dan mengandung asam lemak jenuh ataupun asam lemak tidak jenuh yang tinggi [6]. Salah satu jenis mikroalga potensial dan sangat gencar dikembangkan yakni *Spirulina* sp., dimana kandungannya berupa asam lemak omega-6 *Arachidonic Acid* (AA) dan omega-3, seperti EPA dan DHA yang memiliki peranan penting dalam perkembangan otak terutama untuk meningkatkan kemampuan kognitif bayi [5]. Jenis kandungan asam lemak tertinggi dari *Spirulina* sp. adalah *Gamma Linoleic Acid* (GLA) sekitar 25-60% dari total lemak. Kandungan *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA) dalam *Spirulina* sp. sekitar 1,3-15% dari lemak total. Jenis PUFA, seperti asam lemak arakhidonat, linoleat dan linolenat berperan penting dalam transpor dan metabolisme lemak, meningkatkan imun serta mempertahankan fungsi dan integritas membran sel [7].

Untuk memperoleh senyawa berupa asam lemak yang terkandung dalam *Spirulina* sp. dapat dilakukan dengan berbagai metode

ekstraksi baik metode konvensional seperti maserasi ataupun metode *mechanical cell disruption* seperti *osmotic shock*, *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) dan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE). Proses ekstraksi senyawa bioaktif dengan metode *mechanical cell disruption* dapat berlangsung lebih singkat dengan adanya energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode konvensional, serta dapat dioperasikan pada suhu yang lebih rendah [8]. Berbagai metode ekstraksi tersebut dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas komposisi asam lemak yang variatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi asam lemak ekstrak minyak mikroalga *Spirulina* sp. yang diekstraksi menggunakan metode *Ultrasonic-Assisted Extraction* dan *Microwave-Assisted Extraction*.

## METODE

### *Microwave-Assisted Extraction Method*

Untuk ekstraksi dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) mengacu pada Barqi [9] yang dimodifikasi. Bahan baku yang digunakan adalah *Spirulina* sp. Sebanyak 100 g simplisia *Spirulina* sp. ditambahkan pelarut n-Heksana dengan perbandingan 1:3 (b/v) di dalam Erlenmeyer. Selanjutnya campuran tersebut dihomogenisasi dengan *shaker* selama 1 jam. Sampel *Spirulina* sp. hasil preparasi dimasukkan dalam *beaker glass* kemudian dimasukkan dalam *microwave* untuk diekstraksi dengan panjang gelombang 2450 MHz dan suhu 80°C selama 60 menit. Perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali ulangan. Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan hasil ekstraksi dan ampas yang dihasilkan. Hasil yang telah disaring kemudian didestilasi hingga kadar minyak dan pelarut n-Heksana terpisah. Selanjutnya dihitung persentase rendemen.

### *Ultrasonic-Assisted Extraction Method*

Untuk ekstraksi dengan metode *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) mengacu pada Barqi [9] yang dimodifikasi. Sampel *Spirulina* sp. dalam bentuk simplisia sebanyak 100 g dimasukkan dalam

Erlenmeyer. Kemudian ditambahkan pelarut n-Heksana dengan perbandingan 1:3 (b/v). Sampel dimasukkan ke dalam alat sonikator untuk dilakukan proses ekstraksi selama 45 menit dengan panjang gelombang 33 KHz pada suhu ruang. Spesifikasi sonikator yang digunakan adalah Branson 1510. Setelah sampel disonikasi dilanjutkan dengan maserasi selama 12 jam pada suhu 50°C. Setelah proses ekstraksi selesai, sampel disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali ulangan. Setelah proses sonikasi selesai, dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan hasil ekstraksi dan ampas yang dihasilkan. Hasil yang telah disaring kemudian didestilasi hingga kadar minyak dan pelarut n-Heksana terpisah. Selanjutnya dihitung persentase rendemen.

#### Analisis Komposisi Asam Lemak

Identifikasi senyawa aktif menggunakan instrumen GC-MS berdasarkan metode Breuer *et al.* [10] yang telah dimodifikasi. Sebanyak 5 µL larutan sampel dengan konsentrasi 1.000 µL diinjeksi ke dalam instrumen GC-MS dengan laju alir 0.2 mL/menit. Fase gerak yang digunakan adalah campuran asetonitril dan air, sedangkan fase diam yang digunakan adalah kolom C18. Waktu analisis dilakukan selama 22 menit pada temperatur pemisahan 50°C.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi pada penelitian ini menggunakan metode *mechanical cell disruption* yaitu MAE dan UAE. Karena apabila mengekstraksi lipid mikroalga hanya menggunakan pelarut tanpa merusak struktur sel maka senyawa aktif lipid tidak dapat diekstraksi secara optimal. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Ryckebosch *et al.* [6] bahwa struktur sel mikroalga sangat kaku, sehingga metode ekstraksi yang tepat yakni *bead beating* atau *sonication*.

Analisis komposisi asam lemak menggunakan GC-MS memiliki spesivitas analisa asam lemak. Selain itu penggunaan GC-MS untuk mengidentifikasi komposisi komponen yang terkandung dalam ekstrak minyak serta mengetahui massa molekul relatif

masing-masing komponen minyak *Spirulina* sp. Sebab penggunaan GC-MS lebih efisien untuk menganalisis komposisi asam lemak daripada metode gravimetri yang memiliki kelemahan yakni spesivitas yang rendah pada hasil analisa [10].

#### Komposisi Asam Lemak Metode MAE

Data rincian hasil analisa komposisi asam lemak ekstrak minyak *Spirulina* sp. melalui metode MAE dan kromatogram GC-MS dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Komposisi asam lemak metode MAE

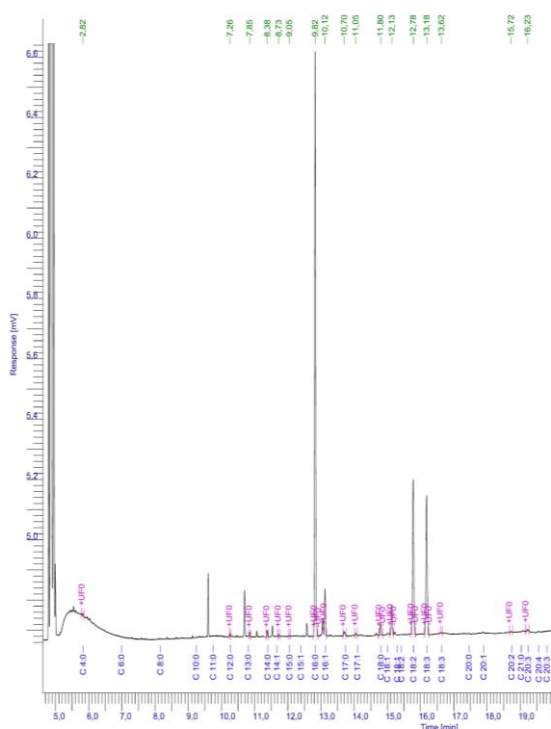
Asam Lemak Jenuh	Hasil
Asam Butirat (C4:0)	0,14%
Asam Laurat (C12:0)	0,14%
Asam Tridekanoat (C13:0)	0,26%
Asam Miristat (C14:0)	0,40%
Asam Palmitat (C16:0)	53,30%
Asam Heptadekanoat (C17:0)	0,53%
Asam Stearat (C18:0)	1,24%
<b>Total Asam Lemak Jenuh</b>	<b>56,01%</b>

Asam Lemak Tidak Jenuh Tunggal (MUFA)	Hasil
Asam Palmitoleat (C16:1)	3,15%
Asam Heptadekanoat (C17:1)	0,18%
Asam Oleat/ω-9 (C18:1)	4,34%
<b>Total Asam Lemak Tak Jenuh Tunggal</b>	<b>7,67%</b>

Asam Lemak Tidak Jenuh Jamak (PUFA)	Hasil
Asam Linoleat/ω-6 (C18:2)	18,88%
Asam Linolenat/ω-6 (C18:3)	17,17%
<b>Total Asam Lemak Tak Jenuh Jamak</b>	<b>36,32%</b>



**Gambar 1.** Kromatogram asam lemak ekstrak minyak *Spirulina* sp. metode MAE

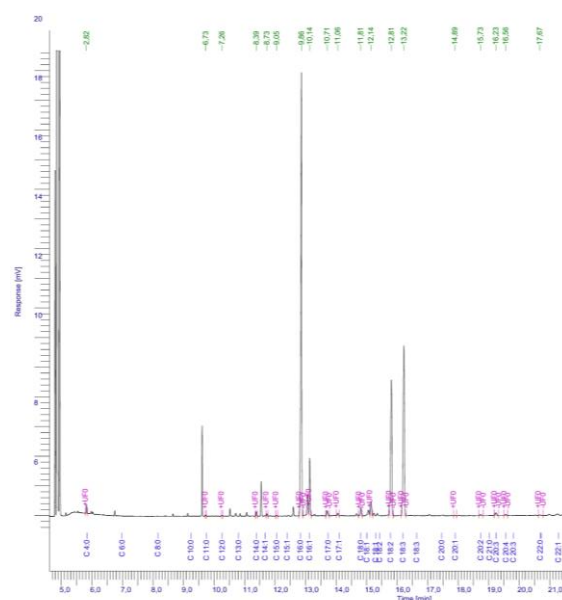
Berdasarkan tabel dan gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil analisis komposisi asam lemak dengan menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), ekstraksi dengan metode MAE pada mikroalga *Spirulina* sp. didapatkan konsentrasi *Saturated Fatty Acid* total 56,01%, *Mono-Unsaturated Fatty Acid* total 7,67% dan *Poly-Unsaturated Fatty Acid* 36,32% dengan senyawa asam lemak tertinggi adalah asam palmitat dengan konsentrasi sebanyak 53,30% dan asam lemak terendah adalah asam butirat dan asam laurat dengan konsentrasi sebanyak 0,14%. Jenis asam lemak yang terdapat pada *Spirulina* sp. yang diekstraksi dengan metode MAE adalah asam butirat, asam laurat, asam tridekanoat, asam miristat, asam palmitat, asam heptadekanoat, asam stearat, asam palmitoleat, asam heptadekanoat, asam oleat/ $\omega$ -9, dan asam linoleat/ $\omega$ -6.

**Komposisi Asam Lemak Metode UAE**

Data rincian hasil analisa komposisi asam lemak ekstrak minyak *Spirulina* sp. melalui metode UAE dan kromatogram GC-MS dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

**Tabel 2.** Komposisi Asam Lemak Metode UAE

Asam Lemak Jenuh	Hasil
Asam Butirat (C4:0)	0,53%
Asam Undekanoat (C11:0)	0,06%
Asam Laurat (C12:0)	0,04%
Asam Miristat (C14:0)	0,30%
Asam Pentadekanoat (C15:0)	0,17%
Asam Palmitat (C16:0)	56,57%
Asam Heptadekanoat (C17:0)	4,92%
Asam Stearat (C18:0)	0,09%
Asam Behenat (C22:0)	56,01%
<b>Total Asam Lemak Jenuh</b>	<b>59,25%</b>
Asam Lemk Tidak Jenuh Tunggal (MUFA)	Hasil
Asam Miristoleat (C14:1)	0,17%
Asam Palmitoleat (C16 :1)	3,92%
Asam Heptadekanoat (C17:1)	0,24%
Asam Oleat/ $\omega$ -9 (C18:1)	4,50%
Asam Eikosenoat (C20:1)	0,05%
<b>Total Asam Lemak Tak Jenuh Tunggal</b>	<b>8,89%</b>
Asam Lemak Tidak Jenuh Jamak (PUFA)	Hasil
Asam Linoleat/ $\omega$ -6 (C18:2)	18,39%
Asam Linolenat/ $\omega$ -6 (C18:3)	27,73%
Asam Eikosadienoat (C20:3)	0,16%
Asam Eikosatrienoat/ $\omega$ -3 (C20:3)	0,41%
Asam Arakidonat/ $\omega$ -3 (C20:4)	0,18%
<b>Total Asam Lemak Tak Jenuh Jamak</b>	<b>46,87%</b>



**Gambar 2.** Kromatogram asam lemak ekstrak minyak *Spirulina* sp. metode UAE

Berdasarkan tabel dan gambar tersebut menunjukkan bahwa ekstrak minyak *Spirulina*

sp. yang diekstraksi menggunakan metode UAE memiliki konsentrasi total *Saturated Fatty Acid* 59,25%, *Mono-Unsaturated Fatty Acid* total 8,89% dan *Poly-Unsaturated Fatty Acid* 46,87% dengan senyawa asam lemak tertinggi adalah asam palmitat dengan konsentrasi sebanyak 56,57% dan asam lemak terendah adalah asam laurat dengan konsentrasi sebanyak 0,04%. Jenis asam lemak yang terkandung dalam *Spirulina* sp. yang diekstraksi dengan metode UAE terdiri atas asam lemak jenuh atau *Saturated Fatty Acid* seperti asam butirrat, asam undekanoat, asam laurat, asam miristat, asam pentadekanoat, asam palmitat, asam heptadekanoat, asam stearat, dan asam behenat. Untuk *Mono-Unsaturated Fatty Acid* yakni asam miristoleat, asam palmitoleat, asam heptadekanoat, asam oleat/ $\omega$ -9, dan asam eikosenoat. Untuk *Poly-Unsaturated Fatty Acid* terdapat asam linoleat/ $\omega$ -6, asam linoleat/ $\omega$ -6, asam eikosadienoat, asam eikosatrienoat dan AA (*arachidonate acid*).

Perbandingan kadar *Saturated Fatty Acid* yang terkandung dalam sampel melalui metode MAE sebesar 56,01% dan metode UAE sebesar 59,25%, dimana pada metode UAE memiliki kadar komposisi asam lemak jenuh lebih tinggi daripada metode MAE. Kadar *Mono-Unsaturated Fatty Acid* dengan metode MAE sebesar 7,67% dan metode UAE sebesar 8,89% dimana menunjukkan bahwa ekstrak minyak dengan metode UAE memiliki kadar komposisi MUFA lebih tinggi. Kadar *Poly-Unsaturated Fatty Acid* dengan metode MAE sebesar 36,32% dan UAE sebesar 46,87% yang menunjukkan kadar komposisi PUFA dengan metode UAE memiliki nilai yang lebih tinggi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Diraman *et al.* [11] hasil ekstraksi *Spirulina* sp. dengan metode maserasi dengan pelarut n-Heksana diperoleh hasil *Saturated Fatty Acid* dari beberapa sumber yang berbeda di Turki yakni FCT sebesar 33,68%, BZD-1 49,93%, SH 38,19%, BZD-2 51,88%, dan MND 55,86%. Untuk jenis *Unsaturated Fatty Acid* FCT sebesar 55,22%, BZD-1 48,35%, SH 52,91%, BZD-2 47,68%, dan MND 46,50%. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian ini didapatkan hasil untuk *Saturated Fatty Acid* sebesar 59,25% dan *Unsaturated Fatty Acid*

sebesar 55,76%. Angka ini menunjukkan bahwa hasil penelitian ini memiliki komposisi *Saturated Fatty Acid* dan *Unsaturated Fatty Acid* yang lebih tinggi.

Selain itu, ekstrak minyak *Spirulina* sp. dengan metode UAE pada penelitian ini mengandung asam lemak tidak jenuh yang lengkap seperti adanya omega-3, omega-6 dan omega-9. Berbeda dengan hasil penelitian oleh Abdo *et al.* [12] dimana kandungan asam lemak tidak jenuh yang terkandung dalam *Spirulina* sp. yang diekstraksi menggunakan *The Bligh and Dyer Method* hanya omega-3 dan omega-9. Kadar PUFA total dalam ekstrak minyak *Spirulina* sp. dengan metode UAE 46,86%, dimana jumlah ini sesuai dengan penelitian oleh Tsurkan *et al.* [13] yang melaporkan bahwa total PUFA dalam mikroalga hijau sekitar 45,9-64,5%.

Rendahnya kadar komposisi asam lemak pada ekstrak minyak *Spirulina* sp. dengan metode MEA diduga karena kandungan asam lemak tersebut telah mengalami hidrolisis dan oksidasi selama proses ekstraksi berlangsung. Senyawa aktif yang diekstraksi menggunakan metode UAE memiliki kadar yang lebih tinggi daripada metode MAE [14], [15]. Suhu tinggi yang dihasilkan dari proses MAE dapat menyebabkan rendemen senyawa aktif menjadi rendah [16]. Penelitian oleh Ranitha *et al.* [17] juga melaporkan bahwa metode MAE dapat menginduksi terjadinya degradasi termal dan hidrolisis terhadap ekstrak minyak yang dihasilkan, sehingga menurunkan kadar senyawa bioaktifnya.

#### **Asam Lemak Jenuh (*Saturated Fatty Acid*/SFA)**

Asam palmitat (C16:0) merupakan jenis asam lemak jenuh dengan kadar tertinggi sekitar 53,30-56,57% dalam ekstrak minyak *Spirulina* sp. Asam palmitat termasuk jenis asam lemak jenuh dengan struktur rantai panjang. Asam lemak jenuh jenis ini dianggap memiliki efek buruk pada penyakit kronis pada orang dewasa. Namun, asam palmitat sebenarnya menjadi komponen penting dari membran sel, sekresi dan transportasi lipid. Asam lemak tidak jenuh tunggal dapat diperoleh dari makanan atau disintesis di dalam tubuh secara enzimatis dari asam lemak jenuh.

Perubahan ini merupakan proses desaturasi yang melibatkan enzim 9-desaturase dengan pembentukan ikatan rangkap terjadi pada posisi atom karbon nomor 9 dan 10. Asam palmitat di dalam tubuh akan diubah menjadi asam 9-heksadekaenoat (palmitoleat/C16:1/MUFA) [18].

#### **Asam Lemak Tidak Jenuh Tunggal (*Mono-Unsaturated Fatty Acid*/MUFA)**

Asam oleat (C18:1) merupakan asam lemak tidak jenuh tunggal yang memiliki kadar tertinggi dalam ekstrak minyak *Spirulina* sp. sekitar 4,34-4,50%. Asam oleat termasuk asam lemak  $\omega$ -9 dengan konfigurasi *cis*. Manfaat asam oleat bagi kesehatan tubuh yaitu untuk menurunkan kadar kolesterol. Selain itu juga dapat berperan untuk menurunkan kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan meningkatkan kolesterol *High Density Lipoprotein* (HDL) yang dapat menurunkan risiko terjadinya penyakit jantung. Studi epidemiologis menunjukkan orang Mediteran jarang menderita penyakit jantung koroner (PJK) karena banyak mengonsumsi minyak zaitun tinggi  $\omega$ -9. Asam lemak  $\omega$ -9 memiliki potensi sebagai inhibitor senyawa *eicosanoids* yang menginduksi pertumbuhan tumor pada hewan percobaan.  $\omega$ -9 memiliki kelebihan dibandingkan dengan  $\omega$ -3 dan  $\omega$ -6, dimana ketiga asam lemak tersebut dapat menurunkan kadar kolesterol LDL, namun omega-9 memiliki kemampuan lebih tinggi dalam peningkatan kadar kolesterol HDL. Sehingga pemanfaatan ketiga asam lemak ini diaplikasikan untuk mencegah penyakit degeneratif [19].

MUFA memiliki peranan yang lebih baik daripada PUFA dalam penurunan kadar kolesterol di dalam tubuh. MUFA mampu menurunkan kadar K-LDL (*Kolesterol-Low Dencity Lipoprotein*) yang tidak baik bagi kesehatan dan mampu pula untuk meningkatkan K-HDL (*Kolesterol-High Dencity Lipoprotein*) yang bersifat tidak merugikan bagi tubuh, sedangkan PUFA dapat menurunkan K-LDL tetapi juga dapat menurunkan K-HDL. Penurunan rasio K-LDL/K-HDL akan menghambat terjadinya penyakit atherosklerosis [20].

#### **Asam Lemak Tidak Jenuh Jamak (*Poly-Unsaturated Fatty Acid*/PUFA)**

Asam lemak tidak jenuh jamak/PUFA yang memiliki konsentrasi tinggi yakni asam linoleat (C18:2/ $\omega$ -6) sekitar 18,39-18,88% dan asam linolenat (C18:3/ $\omega$ -3) sekitar 17,17-27,73%. Manfaat asam lemak jenis  $\omega$ -3 yaitu dapat mengurangi *triglyceride*, menurunkan tekanan darah dan risiko tekanan *arrhythmias* yang dapat menyebabkan kematian mendadak, mencegah penggumpalan darah serta dapat mencegah *stroke*, penyakit asthma, diabetes, dan ginjal. Asam lemak jenis  $\omega$ -3 juga berperan menghambat terjadinya gangguan pertumbuhan, gangguan fertilisasi, kerapuhan sel darah merah, dan gangguan sistem kekebalan tubuh, serta menyebabkan darah menjadi kurang lengket dan mampu memperbaiki dinding arteri yang telah rusak oleh adanya asam lemak jenuh [21].

Asam linoleat merupakan prekursor untuk sintesa prostaglandin, yaitu suatu asam lemak yang mengandung 20 atom karbon dan mempunyai fungsi seperti hormon. Asam linoleat ( $\omega$ -6) bersifat potensial untuk kesehatan manusia, karena dengan tersedianya asam lemak ini dalam kadar yang cukup maka asam lemak linolenat ( $\omega$ -3) dan arakhidonat dapat dibentuk sendiri di dalam tubuh. Asam linolenat merupakan asam lemak esensial yang berfungsi untuk membantu proses pertumbuhan dan mempertahankan kesehatan kulit terutama mencegah terjadinya peradangan kulit (*dermatitis*), menghambat pertumbuhan kanker, mengurangi risiko penyakit jantung dan diabetes, menstimulasi fungsi kekebalan serta merupakan faktor pertumbuhan [22].

#### **KESIMPULAN**

Ekstrak minyak *Spirulina* sp. hasil ekstraksi dengan metode MAE mengandung 12 jenis asam lemak dimana kadar *Saturated Fatty Acid* 56,01%, *Mono-Unsaturated Fatty Acid* 7,67% dan *Poly-Unsaturated Fatty Acid* 36,32%. Ekstrak minyak *Spirulina* sp. mengandung jenis asam lemak tidak jenuh  $\omega$ -6 (17,17-18,87%) dan  $\omega$ -9 (4,34%). Kemudian ekstrak minyak *Spirulina* sp. hasil ekstraksi dengan metode UAE mengandung 19 jenis

asam lemak dimana kadar *Saturated Fatty Acid* 59,25%, *Mono-Unsaturated Fatty Acid* 8,89% dan *Poly-Unsaturated Fatty Acid* 40,87%. Ekstrak minyak *Spirulina* sp. mengandung jenis asam lemak tidak jenuh  $\omega$ -3 (0,18-0,41%),  $\omega$ -6 (18,39-27,73%), dan  $\omega$ -9 (3,50%). Kandungan asam lemak yang paling tinggi pada ekstrak minyak *Spirulina* sp. yaitu asam palmitat/SFA (53,30-56,57%), asam oleat/MUFA (4,34-4,50%), dan asam linoleat/PUFA (18,39-18,88%).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. H. Wijffels, M. J. Barbosa, and M. H. M. Eppink, "Microalgae for the production of bulk chemicals and biofuels," *Biofuels, Bioprod. Bioref.*, vol. 4, pp. 287–295, 2010, doi: 10.1002/bbb/215.
- [2] I. T. Suryaningtyas, "Senyawa bioaktif mikroalga dan prospeknya di masa depan," *Oseana*, vol. 44, no. 1, pp. 15–25, 2019, doi: 10.14203/oseana.2019.vol.44no.1.28.
- [3] Y. Li, M. Horsman, N. Wu, C. Q. Lan, and N. Dubois-Calero, "Biofuels from microalgae," *Biotechnol. Prog.*, vol. 24, no. 4, pp. 815–820, 2008, doi: 10.1021/bp.070371k.
- [4] I. Setyaningsih, H. Linawati, D. R. Monintja, M. F. A. Sondita, and M. Bintang, "Ekstraksi Senyawa Antibakteri dari Diatom *Chaetoceros gracilis* dengan Berbagai Metode," *MATEC Web Conf.*, vol. 35, pp. 1–5, 2017.
- [5] R. B. Draaisma, R. H. Wijffels, P. M. Slegers, L. B. Brentner, A. Roy, and M. J. Barbosa, "Food commodities from microalgae," *Current Opinion in Biotechnology*, vol. 24, no. 2, pp. 169–177, Apr. 2013, doi: 10.1016/j.copbio.2012.09.012.
- [6] E. Ryckebosch, K. Muylaert, and I. Foubert, "Optimization of an analytical procedure for extraction of lipids from microalgae," *JAOCs, J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 89, no. 2, pp. 189–198, 2012, doi: 10.1007/s11746-011-1903-z.
- [7] A. C. Guedes, H. M. Amaro, C. R. Barbosa, R. D. Pereira, and F. X. Malcata, "Fatty acid composition of several wild microalgae and cyanobacteria, with a focus on eicosapentaenoic, docosahexaenoic and  $\alpha$ -linolenic acids for eventual dietary uses," *Food Res. Int.*, vol. 44, no. 9, pp. 2721–2729, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.foodres.2011.05.020.
- [8] F. Chemat, Zill-E-Huma, and M. K. Khan, "Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction," in *Ultrasonics Sonochemistry*, 2011, vol. 18, no. 4, pp. 813–835, doi: 10.1016/j.ultsonch.2010.11.023.
- [9] W. Barqi, "Pengambilan Minyak Mikroalga *Chlorella* sp. dengan Metode Microwave Assisted Extraction," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 3, no. 1, pp. 34–41, 2014, doi: 10.15294/jbat.v3i1.5764.
- [10] G. Breuer *et al.*, "Analysis of fatty acid content and composition in microalgae," *J. Vis. Exp.*, no. 80, 2013, doi: 10.3791/50628.
- [11] H. Diraman, E. Koru, and H. Dibeklioglu, "Fatty acid profile of *Spirulina platensis* used as a food supplement," *Isr. J. Aquac.*, vol. 61, no. 2, 2009, doi: 10.46989/001c.20548.
- [12] S. M. Abdo, G. H. Ali, and F. K. El-Baz, "Potential Production of Omega Fatty Acids from Microalgae," *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, vol. 34, no. 2, pp. 210–215, 2015.
- [13] Y. Tsurkan, T. Karpenyuk, I. Guschina, S. Orazova, A. Goncharova, and R. Beisembayeva, "Identification of newly-isolated microorganisms containing valuable polyunsaturated fatty acids," *J. Biotech Res.*, vol. 6, pp. 14–20, 2015.
- [14] F. J. Barba, Z. Zhu, M. Koubaa, A. S. Sant'Ana, and V. Orlien, "Green alternative methods for the extraction of

- antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review,” *Trends in Food Science and Technology*, vol. 49. Elsevier Ltd, pp. 96–109, Mar. 01, 2016, doi: 10.1016/j.tifs.2016.01.006.
- [15] F. Chemat, N. Rombaut, A. G. Sicaire, A. Meullemiestre, A. S. Fabiano-Tixier, and M. Abert-Vian, “Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review,” *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 34. Elsevier B.V., pp. 540–560, Jan. 01, 2017, doi: 10.1016/j.ultsonch.2016.06.035.
- [16] T. Chimsook and W. Wannalangka, “Effect of Microwave Pretreatment on Extraction Yield and Quality of Catfish Oil in Northern Thailand,” *EDP Sci.*, no. 35, pp. 1–5, 2015, doi: 10.1051/C.
- [17] M. Ranitha, A. H. Nour, Z. A. Sulaiman, A. H. Nour, and T. R. S., “A Comparative Study of Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) Essential Oil Extracted by Microwave-Assisted Hydrodistillation (MAHD) and Conventional Hydrodistillation (HD) Method,” *Int. J. Chem. Eng. Appl.*, vol. 5, no. 2, pp. 104–108, Apr. 2014, doi: 10.7763/ijcea.2014.v5.360.
- [18] C. Agostoni, L. Moreno, and R. Shamir, “Palmitic acid and health: introduction,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 56, no. 12, pp. 1941–1942, 2016, doi: 10.1080/10408398.2015.1017435.
- [19] D. M. Utari, “Kandungan asam lemak, zink, dan copper pada tempe. Bagaimana potensinya untuk mencegah penyakit degeneratif?,” *Gizi Indones.*, vol. 33, no. 2, pp. 108–115, 2010, doi: 10.36457/gizindo.v33i2.87.
- [20] M. Remize, Y. Brunel, J. L. Silva, J. Y. Berthon, and E. Filaire, “Microalgae n-3 PUFAs production and use in food and feed industries,” *Mar. Drugs*, vol. 19, no. 2, pp. 1–29, 2021, doi: 10.3390/md19020113.
- [21] N. A. Muhamad and J. Mohamad, “Fatty acids composition of selected Malaysian fishes,” *Sains Malaysiana*, vol. 41, no. 1, pp. 81–94, 2012.
- [22] D. Patras, C. V. Moraru, and C. Socaciu, “Bioactive ingredients from microalgae: food and feed applications,” *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca. Food Sci. Technol.*, vol. 76, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.15835/buasvmcnfst:2018.0018.