

## **ANALISIS PROFIL SENYAWA KIMIA MINYAK ALPUKAT DARI DUA VARIETAS BUAH ALPUKAT (*Persea americana*) DAN POTENSINYA UNTUK KESEHATAN**

*Analysis of the Chemical Compound Profile of Avocado Oil from Two Varieties  
of Avocado (*Persea americana*) and Its Potential for Health*

**Sri Winarni<sup>1\*</sup>, Annasari Mustafa<sup>2</sup>, Atik Kurniawati<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup> Program Studi STr Promosi Kesehatan, Poltekkes Kemenkes Malang

<sup>2</sup> Program Pendidikan Profesi Dietisien, Poltekkes Kemenkes Malang

<sup>3</sup> Program Studi D3 Analisis Farmasi dan Makanan, Poltekkes Kemenkes Malang

\*Email: sri\_winarni@poltekkes-malang.ac.id

### **ABSTRACT**

*Avocado (*Persea americana*) is a popular tropical fruit due to its health benefits and its diverse applications in culinary and cosmetic industries. The avocado fruit is not only consumed for its flesh, but its utilization has now expanded with the production of avocado oil. As interest in avocado oil increases, different extraction methods have been developed to obtain oil of the highest quality. This study aimed to analyze the chemical profile of avocado oil from two varieties, as well as evaluate its health potential. The research method used is descriptive, focusing on the composition of fatty acids analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The results of the study showed that the butter variety avocado oil contains fatty acids such as tetracosanoic acid, octadecenoic acid, undecylenic acid, palmitic acid, nonanoic acid, and heptacosanoic acid. Meanwhile, the alligator variety avocado oil contains fatty acids such as oleic acid and linoleic acid. The study concluded that variations in avocado fruit influence the fatty acid composition of avocado oil extracted by the autoclave method, where alligator variety avocado oil provides health benefits as a source of vegetable oil rich in oleic and linoleic acids, while the butter variety avocado oil offers benefits for nerve health. Recommendations for further research include clinical studies evaluating the health benefits of avocado oil, with a focus on the effects of fatty acids such as tetracosanoic acid, oleic acid, and linoleic acid, to provide stronger scientific evidence regarding their effects on nerve, heart, and skin health.*

**Keywords:** autoclave, avocado oil, variety

### **ABSTRAK**

Alpukat (*Persea americana*) adalah buah tropis populer karena manfaat kesehatannya dan beragam aplikasi seperti kuliner dan industri kosmetik. Buah alpukat tidak hanya dikonsumsi daging buahnya saja tetapi pemanfaatan buah alpukat kini meluas dengan dijadikannya sebagai minyak alpukat. Seiring dengan meningkatnya minat terhadap minyak alpukat, metode ekstraksi yang berbeda telah dikembangkan untuk memperoleh minyak dengan kualitas terbaik. Penelitian ini bertujuan menganalisis profil senyawa kimia minyak buah alpukat dari dua varietas, serta mengevaluasi potensinya terhadap kesehatan. Metode penelitian ini adalah deskriptif dengan fokus pada komposisi asam lemak yang dianalisis menggunakan alat Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS). Hasil penelitian menunjukkan minyak alpukat mentega, memiliki komposisi asam lemak antara lain asam tetrakosanoat, asam oktadesenoat, asam undesilat, asam palmitat, asam nonanoat, dan asam heptakosanoat. Minyak alpukat aligator memiliki komposisi asam lemak seperti asam oleat dan asam linoleat. Kesimpulan dari penelitian variasi buah alpukat mempengaruhi komposisi asam lemak minyak alpukat hasil ekstraksi autoklaf dimana minyak alpukat varian aligator memiliki manfaat kesehatan sebagai sumber minyak nabati yang kaya akan asam oleat dan linoleat

sedangkan minyak alpukat varian mentega memiliki manfaat untuk kesehatan saraf. Saran untuk penelitian lebih lanjut mencakup studi klinis yang mengevaluasi manfaat kesehatan dari minyak alpukat, dengan fokus pada efek asam lemak seperti asam tetrakosanoat, asam oleat, dan asam linoleat, untuk memberikan bukti ilmiah yang lebih kuat terkait efeknya pada kesehatan saraf, jantung, dan kulit.

**Kata kunci:** autoklaf, minyak alpukat, variasi

## PENDAHULUAN

Alpukat (*Persea americana*) merupakan salah satu buah tropis yang berasal dari Mexico dan Amerika Tengah kini telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020, salah satu wilayah di Indonesia penghasil buah alpukat tertinggi (175.357 ton) per tahun adalah Jawa Timur. Ada 7 kabupaten di Jawa Timur (Malang, Pacitan, Madiun, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, dan Probolinggo) yang akan dijadikan sentra pengembangan komoditas buah alpukat. Daerah lainnya di Jawa Timur yang terkenal sebagai penghasil buah alpukat yaitu di Kecamatan Sawahan Kabupaten Nganjuk yang memiliki kelompok tani dan sudah memproduksi lebih dari 10 tahun [1]. Indonesia memiliki beberapa varietas alpukat yang telah dikembangkan sesuai dengan kondisi lokal dan menarik minat konsumen. Setiap varietas memiliki karakteristik yang unik, seperti ukuran, warna kulit, dan tekstur daging buah [2].

Buah alpukat (*Persea americana*) merupakan buah yang sangat populer dan memiliki banyak manfaat kesehatan. Selain dapat dikonsumsi langsung, alpukat juga sering digunakan sebagai bahan dasar dalam berbagai produk olahan, salah satunya adalah minyak alpukat [3]. Minyak alpukat memiliki beragam manfaat, terutama karena kandungan lemak tak jenuh tunggal yang tinggi, vitamin, dan antioksidan [4]. Seiring dengan meningkatnya minat terhadap minyak alpukat, berbagai metode ekstraksi telah dikembangkan untuk mendapatkan minyak dengan kualitas terbaik. Salah satu metode yang efektif adalah ekstraksi autoclave, yang menggunakan tekanan dan suhu tinggi untuk mengekstraksi minyak dari daging buah alpukat [5], [6]. Namun, kualitas dan karakteristik minyak alpukat yang dihasilkan dapat bervariasi, bergantung pada jenis dan varietas buah alpukat yang digunakan dalam proses ekstraksi [7], [8].

Minyak alpukat dengan profil nutrisinya yang unggul, telah diakui memiliki berbagai manfaat kesehatan, terutama dalam mendukung kesehatan jantung, fungsi imun, serta sebagai agen anti-inflamasi dan antioksidan. Manfaat-manfaat ini menjadikan minyak alpukat sebagai komponen penting dalam strategi kesehatan yang lebih luas, terutama yang berfokus pada promosi kesehatan. Dalam konteks upaya promotif, minyak alpukat dapat menjadi bagian integral dari kampanye kesehatan masyarakat yang mendorong pola makan sehat dan konsumsi lemak baik [9]. Dari sisi preventif, minyak alpukat juga dapat berperan dalam pencegahan penyakit kronis melalui kandungannya yang tinggi [10], [11]. Selain peran promotif dan preventif, minyak alpukat juga memiliki potensi dalam penanganan masalah kesehatan tertentu [12].

Namun, penting untuk dicatat bahwa variasi buah alpukat yang berbeda mungkin menghasilkan minyak dengan komposisi kimia yang berbeda pula. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan profil senyawa kimia minyak buah alpukat dua varietas, serta mengevaluasi bagaimana perbedaan ini dapat memengaruhi manfaat kesehatannya. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai variasi ini, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam penyusunan strategi kesehatan yang lebih efektif, baik dalam konteks promotif, preventif, maupun penanganan masalah kesehatan.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis profil senyawa kimia minyak alpukat dari dua varietas buah alpukat yang

diperoleh dari ekstraksi metode autoklaf menggunakan teknik Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Pendekatan secara deskriptif dan komparatif digunakan untuk menganalisis data GCMS dari komposisi minyak alpukat dari dua varietas buah alpukat. Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga September 2023 di Laboratorium Terpadu Poltekkes Kemenkes Malang Jalan Besar Ijen No 77C Malang dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati UB Malang. Tidak ada kaji etik dalam penelitian ini.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : pisau, talenan, timbangan, blender, baskom, cawan, gelas ukur, saringan, autoclave merk GEA, GCMS-QP2010 Ultra spatula, sentrifuge, botol gelap kedap udara. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alpukat mentega lokal dan alpukat aligator. Dalam proses ekstraksi minyak alpukat dari varietas mentega dan aligator, buah yang dipilih harus memenuhi beberapa kriteria penting, yaitu tingkat kematangan buah yang optimal, di mana alpukat mentega dengan buah yang dipilih biasanya memiliki tingkat kematangan yang cukup, namun belum terlalu lunak. Buah harus berwarna hijau gelap dengan tekstur daging buah yang lembut, sementara alpukat aligator dengan daging buah yang mulai mengandung minyak tetapi belum terlalu matang agar tidak terjadi fermentasi atau kontaminasi mikroba. Selain itu, diperhatikan juga kesehatan buah, dimana buah alpukat kedua varietas dipilih tanpa adanya tanda-tanda infeksi atau kerusakan fisik, serta daging buah yang berwarna cerah menunjukkan kualitas yang baik untuk ekstraksi [13].

Preparasi bahan dilakukan dengan cara memeras alpukat selama 3 hari setelah dipetik, dibelah menjadi dua bagian setelah itu pisahkan daging dan kulit serta biji nya. Daging buah alpukat masing-masing sebanyak 3 kg di blender sampai halus dan lembut (pasta) tanpa penambahan air. Pasta daging buah alpukat dimasukkan kedalam toples kaca dan di autoklaf untuk mengeluarkan minyak dalam daging buah. Autoklaf dijalankan pada suhu 120°C selama 120 menit. Setelah selesai proses autoklaf, pasta daging alpukat diangkat dan diambil minyak yang keluar diantara daging buah dan air dengan cara menuang air yang tercampur minyak kedalam wadah kosong. Proses pemisahan air dan minyak dilakukan dengan cara sentrifugasi 3000 rpm selama 6 menit. Minyak yang berada diatas air diambil secara perlahan-lahan dan ditampung untuk kemudian di sentrifugasi lagi sehingga diperoleh minyak yang bebas endapan. Minyak yang diperoleh disimpan dalam wadah kedap udara dan digunakan untuk analisis lebih lanjut [5], [14].

Penentuan komposisi asam lemak menggunakan metode GCMS-MS. Pembuatan ester minyak alpukat dengan cara sebanyak 1ml heksan dimasukkan kedalam 0,1ml minyak alpukat dan 1ml larutan natrium metoksida (1,55 g NaOH dalam 50 ml methanol) ditambahkan kedalam larutan minyak. Larutan diaduk manual selama 10 detik. Larutan dibiarkan selama 10 menit untuk memisahkan larutan fatty acid methyl ester (FAME) yang berwarna jernih dari lapisan berair yang berwarna keruh. Lapisan atas dikumpulkan dengan hati-hati dan dikirim untuk analisis komposisi asam lemak menggunakan GCMS-MS [15]. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel agar dapat membantu untuk menyampaikan hasil analisis secara jelas. Data yang disajikan dapat dipahami dan mendukung interpretasi hasil penelitian.

## HASIL

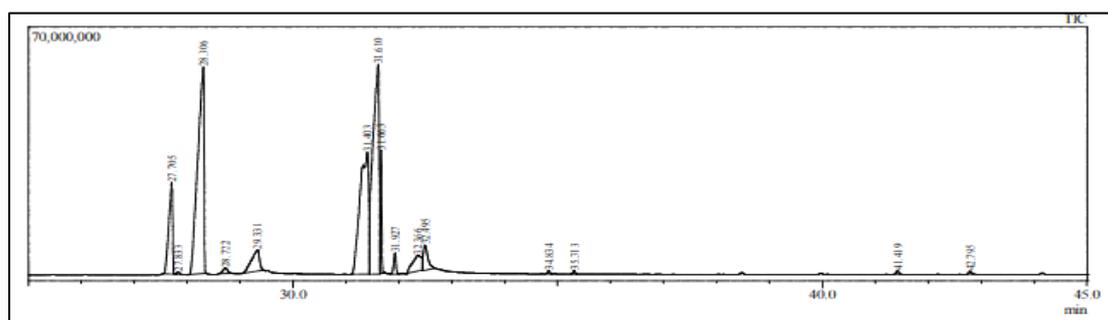
Hasil analisis secara kromatografi GCMS menunjukkan terdapat 15 puncak dari jenis senyawa kandungan minyak alpukat var mentega hasil ekstraksi dengan autoklaf yang dapat teridentifikasi dengan data base alat kromatografi GCMS-QP2010 Ultra (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa senyawa tetracosanoic acid, methyl ester / Methyl lignocerate, yang memiliki luas area tertinggi sebesar 81,790,831 dan konsentrasi 40.569 pada waktu retensi 28.308 menit, menunjukkan bahwa ini adalah senyawa yang dominan. Senyawa 10-Undecenoic acid/Methyl 10-undecenoate meskipun terdeteksi pada waktu retensi 27.834 menit, senyawa ini memiliki konsentrasi

yang jauh lebih rendah yaitu 0,183, menandakan bahwa senyawa ini merupakan komponen minor dari minyak alpukat var mentega.

**Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Hasil Identifikasi GC-MS dari Minyak Alpukat Mentega**

Nama Senyawa	Waktu Retensi	m/z	Luas Area	Tinggi	Konsentrasi
11-Octadecenoic acid/ Octadec-11-Enoic Acid/ Methyl 11-octadecenoate	27.706	55.00	13.619.590	2.823.373	6.755
10-Undecenoic acid/ Methyl 10-undecenoate/ methyl undec-10-enoat	27.834	55.00	369.491	111.319	0.183
Tetracosanoic acid, methyl ester/ Methyl lignocerate/ Methyl tetracosanoate	28.308	74.00	81.790.831	8.332.962	40.569
4-Dodecene, (E)	28.722	55.00	1.002.354	170.347	0.497
Hexadecanoic acid	29.331	43.00	9.687.649	834.842	4.805
Spiropentane, butyl-, 2- butylspiropentane	31.401	67.00	16.738.167	3.231.695	8.302
Methyl 15-tetracosenoate/ 15-Tetracosenoic acid	31.612	55.00	51.031.580	6.146.475	25.312
13-Docosenoic acid/ methyl 13-docosenoate	31.663	55.00	7.809.770	4.024.092	3.874
Nonanoic acid/ Methyl nonanoate	31.927	74.00	3.492.741	1.124.478	1.732
1,6,11-dodecatriene, (Z)-	32.346	67.00	5.924.974	466.549	2.939
4-Dodecene, (E)	32.496	55.00	8.113.056	861.032	4.024
Cyclopropanepentanoic acid, 2-undecyl-, methyl ester, trans-	34.834	55.00	362.062	118.225	0.180
Hexadecanoic acid, 15- methyl-, methyl ester	35.313	74.00	595.553	190.339	0.295
Heptacosanoic acid, methyl ester / methyl heptacosanoate	41.420	74.00	421.968	150.455	0.209
2,3,3-trimethyl-pent-4-enoic acid / Pentenoic acid	42.788	69.00	649.609	201.892	0.322

Gambar 1 menunjukkan hasil visualisasi analisis kromatografi dari minyak alpukat dimana di setiap puncak mewakili dari satu komponen asam lemak dari minyak alpukat mentega. Berdasarkan kromatogram, dapat diketahui distribusi senyawa dalam sampel. Sebagian besar senyawa terelusi (terdeteksi) dalam interval waktu sekitar 25 hingga 35 menit, yang menunjukkan adanya konsentrasi senyawa-senyawa tertentu dalam interval waktu tersebut. Puncak dan luas area terbesar menunjukkan semakin besarnya konsentrasi asam lemak yang dimiliki oleh asam tetrakosanoat (tetracosanoic acid, methyl ester/ Methyl lignocerate/ Methyl tetracosanoate).



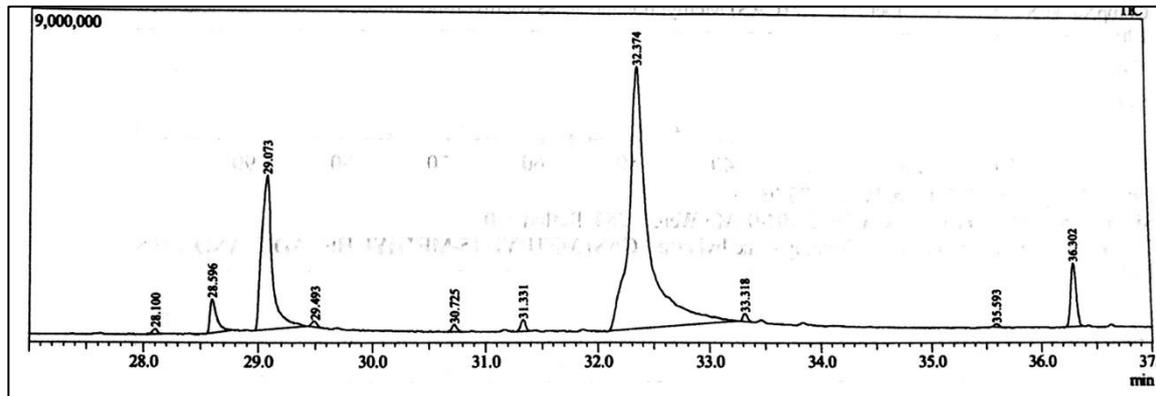
**Gambar 1. Chromatogram Minyak Alpukat Mentega hasil Analisis GCMS (Data Primer)**

Berdasarkan Tabel 2 diketahui senyawa dominan dalam kandungan minyak alpukat var aligator adalah asam oleat (9-Octadecenoic acid), diikuti oleh asam palmitat (Hexadecanoic acid). Kedua senyawa ini dikenal baik untuk kesehatan, terutama dalam mendukung kesehatan jantung. Senyawa Minor: Methyl caprate, methyl 11-octadecenoate, dan methyl linoleate muncul sebagai senyawa minor dengan konsentrasi yang lebih rendah. Meski demikian, keberadaan mereka dapat memberikan kontribusi tambahan pada sifat kimia dan fungsional dari minyak.

**Tabel 2. Komposisi Asam Lemak Hasil Identifikasi GC-MS dari Minyak Alpukat Aligator**

Nama Senyawa	Waktu Retensi	m/z	Luas Area	Tinggi	Konsentrasi
Decanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl caprate	28.100	74.00	79845	25852	0.658
Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid	29.074	43.00	3139355	463696	42.650
11-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate	31.333	55.00	102971	32675	0.848
9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid	32.376	55.00	7453482	721895	61.413
9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester	35.593	45.00	32966	9744	0.272

Gambar 2 menunjukkan hasil visualisasi analisis kromatografi dari minyak alpukat dimana di setiap puncak mewakili dari satu komponen asam lemak dari minyak alpukat aligator. Puncak dan luas area terbesar menunjukkan semakin besarnya konsentrasi asam lemak yang dimiliki oleh asam 9-oktadesenoat atau asam oleat (9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid).



**Gambar 2. Chromatogram Minyak Alpukat Aligator Hasil Analisis GCMS (Data Primer)**

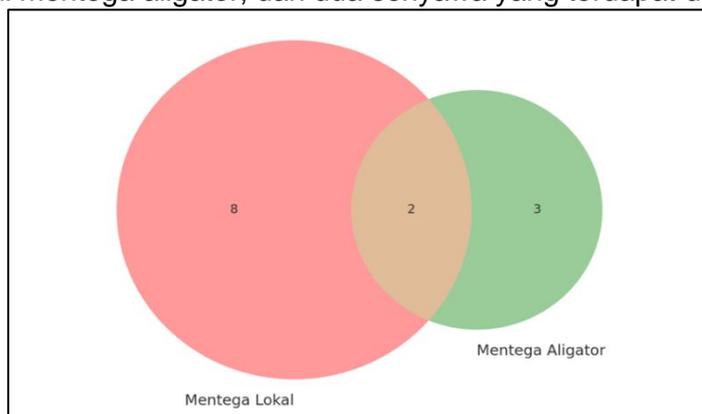
Berdasarkan Tabel 3, diketahui perbedaan komposisi senyawa kimia asam lemak kedua varietas buah alpukat dimana varietas mentega memiliki beberapa asam lemak unik yang tidak ditemukan dalam varietas mentega aligator, termasuk beberapa asam lemak rantai panjang dan asam lemak jenuh yang dapat memengaruhi karakteristik fisik minyak seperti viskositas dan stabilitas. Varietas mentega aligator memiliki asam oleat dan asam linoleat yang unik, kedua senyawa ini memiliki manfaat kesehatan yang signifikan, membuat minyak dari varietas ini mungkin lebih diinginkan untuk konsumsi manusia dalam konteks kesehatan jantung. Tabel 3 menunjukkan setiap varietas minyak alpukat dapat digunakan untuk tujuan kesehatan yang spesifik, dimana mentega aligator memiliki beberapa asam lemak dengan potensi kesehatan yang signifikan seperti asam oleat, yang terkenal karena sifat antioksidan, antikolesterol, dan antiinflamasi.

Sedangkan varietas mentega lokal mengandung berbagai asam lemak dengan kegunaan spesifik seperti antijamur, antimikroba, dan potensi manfaat kesehatan saraf.

**Tabel 3. Perbedaan Senyawa dari Kedua Varietas Buah Alpukat Mentega dan Aligator**

Nama Asam Lemak	Var. Mentega lokal	Var. Aligator	Keterangan	Potensi Kesehatan	Sumber acuan
9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid	Tidak ada	Ada	Unik di varietas mentega aligator	Antioksidan, antikolesterol, antiinflamasi	[16], [17]
9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester	Tidak ada	Ada	Unik di varietas mentega aligator		
11-Octadecenoic acid/ octadec-11-enoic acid/ Methyl 11-octadecenoate	ada	Ada	Umum	Antibakteri, Antidiare	[18]
10-Undecenoic acid/ Methyl 10-undecenoate/ methyl undec-10-enoat	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Antijamur	[19]
Tetracosanoic acid, methyl ester/ Methyl lignocerate/ Methyl tetracosanoate/ Lignoseric acid	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Antidiabetes	[20]
Hexadecanoic acid/ Palmitic acid	Ada	Ada	Umum	Antibakteri	[21]
Methyl 15-tetracosenoate/ 15-Tetracosenoic acid	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Kesehatan saraf	[22]
13-Docosenoic acid/ methyl 13-docosenoate/ Erucic Acid	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Kesehatan saraf	[23]
Nonanoic acid/ Methyl nonanoate	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Herbisida alami	[24]
Hexadecanoic acid, 15-methyl-, methyl ester	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Antijamur	[25]
Heptacosanoic acid, methyl ester / methyl heptacosanoate	Ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal	Antimikroba	[26]
2,3,3-trimethyl-pent-4-enoic acid / Pentenoic acid	ada	Tidak ada	Unik di varietas mentega lokal		
Decanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl caprate	Tidak ada	Ada	Unik di varietas mentega aligator	Antimikroba	[27]

Berikut adalah diagram Venn yang menunjukkan perbandingan senyawa asam lemak antara varietas mentega lokal dan varietas mentega aligator. Gambar 3 menunjukkan area merah (var mentega) menunjukkan terdapat 8 senyawa asam lemak yang unik hanya ditemukan di varietas mentega lokal. Area hijau (var aligator) menunjukkan terdapat 3 senyawa asam lemak yang hanya ditemukan di varietas mentega aligator. Area tumpang tindih (tengah) menunjukkan senyawa asam lemak yang ditemukan di kedua varietas. Diagram ini dengan jelas menggambarkan jumlah senyawa yang unik di masing-masing varietas dan yang umum di kedua varietas. Anda dapat melihat bahwa ada beberapa senyawa yang hanya ada di varietas mentega lokal, beberapa hanya di mentega aligator, dan dua senyawa yang terdapat di keduanya.



**Gambar 3. Perbandingan Senyawa Asam Lemak antara Varietas Mentega Lokal dan Varietas Mentega Aligator**

## PEMBAHASAN

Asam lemak adalah komponen utama dalam minyak alpukat, dan proporsi relatifnya menentukan manfaat kesehatan, stabilitas, dan aplikasi kuliner minyak alpukat. Aplikasi kuliner minyak alpukat merujuk pada penggunaan minyak alpukat dalam berbagai jenis masakan atau produk pangan. Beberapa contoh aplikasi kuliner minyak alpukat seperti bahan salad (dressing) dan pelengkap hidangan (finishing oil). Keberadaan minyak alpukat dalam hidangan ternyata dapat meningkatkan profil nutrisi sambil mempertahankan kualitas sensori [28]. Komponen asam lemak terbanyak didalam kandungan minyak alpukat mentega hasil ekstraksi dengan autoklaf adalah asam tetrakosanoat (tetracosanoic acid, methyl ester/ Methyl lignocerate/ Methyl tetracosanoate) yang terletak pada peak 3 dengan konsentrasi 40.569% (Tabel 1). Asam tetrakosanoat atau disebut juga sebagai asam saraf (nervonic acid) ini merupakan asam lemak rantai sangat panjang yang namanya berasal dari penemuan awal pada jaringan saraf mamalia. Asam tetrakosanoat bergabung dengan sphingosin melalui ikatan amino untuk membentuk nervonil sphingolipid, yang merupakan komponen penting dalam materi putih otak dan serabut saraf bermielin. Senyawa ini sangat erat kaitannya dengan perkembangan dan pemeliharaan otak serta biosintesis dan perbaikan sel saraf [22]. Asam tetrakosanoat merupakan jenis asam lemak berantai panjang yang umumnya ditemukan didalam buah alpukat [29]. Isolasi metil tetracosanoat dari bahan nabati menghasilkan bahan aktif antidiabetes dan penurun kolesterol yang menarik untuk diteliti lebih lanjut [30]. Asam lemak lain dalam kandungan minyak alpukat mentega yang memiliki potensi sama adalah asam erusat (13-docosenoic acid/ methyl 13-docosenoate/ erucic acid) [23].

Berdasarkan data kromatografi diketahui terdapat asam oktadesenoat (11-Octadecenoic acid/ octadec-11-enoic acid/ Methyl 11-octadecenoate) dalam komposisi senyawa minyak alpukat mentega. Menurut studi literatur, asam oktadesenoat adalah

isomer dari asam oleat yang dikenal juga sebagai asam vaksinat. Asam lemak ini dibentuk melalui pemanjangan asam lemak palmitoleat [31]. Kandungannya didalam minyak alpukat berkisar antara 5 – 7 %, hal ini sesuai dengan hasil data kromatografi bahwa konsentrasi asam lemak ini didalam sampel sebesar 6,75%. Manfaat asam vaksinat di bidang industri dipergunakan sebagai penanda kemurnian minyak alpukat karena memiliki karakter unik dan isomer dari asam oleat dimana prosedur deteksi asam oleat sukar dilakukan [31]. Di bidang kesehatan, asam vaksinat memiliki potensi antidiare dan antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri penyebab diare seperti *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Shigella dysenteriae* [18]. Sebagai produk pemanjangan dari asam lemak palmitoleat, asam cis-vaksinat memiliki aktivitas mengurangi ekspresi gen lipogenik sehingga menghambat sintesis asam lemak, meningkatkan kolesterol HDL plasma, dan menurunkan kadar trigliserida post prandial [32]. Studi ini menunjukkan harapan besar terhadap kandungan minyak alpukat yang dapat berpotensi sebagai agen antihiperlipidaemia.

Minyak alpukat mentega mengandung berbagai asam lemak yang tidak hanya bermanfaat untuk kesehatan secara umum, tetapi juga memiliki aktivitas antijamur dan antibakteri. Komposisi asam lemak seperti asam undesilat (10-undecenoic acid), asam palmitat (hexadecanoic acid), asam nonanoat (nonanoic acid), dan asam heptakosanoat (heptacosanoic acid) telah diketahui memiliki sifat antimikroba yang bisa digunakan untuk mengatasi berbagai infeksi mikroba [25]. Fungsi antimikroba ini menjadikan minyak alpukat sebagai sumber yang potensial untuk pengembangan produk farmasi dan perawatan kesehatan, terutama dalam hal antijamur dan antibakteri. Asam undesilat, misalnya, sering digunakan dalam produk antijamur topikal karena kemampuannya untuk menghambat pertumbuhan jamur [19]. Asam palmitat, selain berfungsi sebagai komponen utama dalam lemak dan minyak, juga memiliki sifat antimikroba [21]. Selain itu, jaringan buah alpukat memiliki keanekaragaman senyawa yang diekspresikan sebagai defensin, yaitu peptida antimikrobal dengan aktivitas yang luas dan nonspesifik. Defensin merupakan salah satu mekanisme alami yang digunakan oleh tumbuhan untuk melawan patogen. Aktivitas antimikrobalnya yang luas membuatnya kandidat kuat untuk berbagai aplikasi farmakologis. Dengan demikian, minyak alpukat dan senyawa defensin yang berasal dari buah alpukat menawarkan peluang untuk mengembangkan produk yang dapat melawan infeksi mikroba secara efektif. Penggunaan minyak alpukat dan komponennya dalam produk kesehatan dan farmasi bisa menjadi alternatif alami dalam menangani masalah kesehatan yang berkaitan dengan infeksi mikroba [33].

Komposisi asam lemak penyusun minyak alpukat aligator antara lain asam dekanat (decanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl caprate), asam heksadekanat (hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid), asam 11-oktadesenoat (11-octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate), asam 9- oktadesenoat atau asam oleat (9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) oleic acid), dan asam 9,12-oktadekadienoat atau asam linoleat (9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester). Asam lemak penyusun minyak alpukat aligator yang paling banyak adalah asam oleat. Keberadaan asam oleat sebagai komponen terbesar dalam minyak alpukat aligator menunjukkan potensi besar minyak ini untuk manfaat kesehatan, terutama terkait dengan kesehatan jantung. Asam oleat diketahui memiliki sifat anti-inflamasi dan membantu mengatur kadar kolesterol, yang menjadikannya komponen penting dalam diet sehat. Minyak alpukat aligator dengan komposisi asam lemak ini dapat memiliki aplikasi luas, termasuk dalam industri makanan sebagai bahan masakan yang sehat, serta dalam industri kosmetik dan farmasi untuk produk perawatan kulit dan kesehatan umum [16], [17].

Selain asam oleat, ditemukan juga asam 9-12 oktadekadienoat (9,12-Octadecadienoic acid), yang dikenal juga sebagai asam linoleat dalam kandungan

minyak alpukat aligator. Asam linoleat adalah asam lemak tak jenuh ganda yang terdiri dari 18 atom karbon dengan dua ikatan rangkap pada posisi 9 dan 12. Asam linoleat adalah salah satu asam lemak esensial yang harus diperoleh dari makanan karena tubuh manusia tidak dapat memproduksinya sendiri. Asam ini memiliki sejumlah manfaat dan peran penting dalam kesehatan jantung, fungsi otak, dan kesehatan kulit menjadikannya komponen berharga dalam produk makanan, farmasi, dan kosmetik [34]. Peran asam linoleat yang penting dalam menjaga integritas sel dan sifat anti-inflamasi membuatnya menjadi komponen berharga dalam alpukat dan produk turunan seperti minyak alpukat. Asam linoleat juga merupakan komponen esensial dalam diet seimbang dan dapat mendukung berbagai aspek kesehatan jika dikonsumsi dalam jumlah yang tepat [34].

Berdasarkan data kromatografi diketahui komposisi minyak alpukat aligator adalah asam dekanoat atau asam kaprat dan asam heksadekanoat atau asam palmitat, kedua asam lemak ini umumnya tidak ditemukan dalam minyak alpukat dalam jumlah signifikan. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada tabel 3, diketahui komposisi minyak alpukat mengandung sejumlah konsentrasi kecil asam dekanoat dan asam palmitat. Sumber asam dekanoat seperti minyak sawit memiliki kandungan asam dekanoat yang melimpah, sehingga penggunaannya dalam produk kosmetik, makanan, dan suplemen nutrisi membuatnya menjadi komponen penting dalam banyak industri. Manfaat kesehatan yang terkait dengan metabolisme cepat dan sifat antimikroba membuatnya menjadi bahan yang berharga dalam produk-produk yang mendukung kesehatan dan kebugaran [35]. Kandungan asam palmitat dalam minyak alpukat dengan konsentrasi kecil dapat ditemukan juga dalam minyak nabati lainnya seperti minyak jagung dan minyak zaitun. Dalam produk kosmetik, asam palmitat membantu melembutkan kulit dan memberikan tekstur yang halus pada krim dan losion. Selain itu, asam ini juga digunakan dalam produksi sabun dan produk pembersih karena sifatnya yang membantu menciptakan busa dan tekstur yang baik [36].

Berdasarkan temuan tersebut mengungkapkan perbedaan yang signifikan dalam komposisi senyawa kimia dari kedua varietas ini, yaitu varietas mentega lokal dan mentega aligator. Varietas mentega aligator mungkin memiliki potensi kesehatan yang lebih baik dibandingkan varietas mentega lokal, terutama karena kehadiran asam oleat. Di sisi lain, varietas mentega lokal mengandung beberapa senyawa unik yang berpotensi bermanfaat untuk kesehatan saraf dan memiliki aktivitas antijamur. Kedua perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan genetik dua varietas buah alpukat yang mempengaruhi komposisi asam lemak di dalam minyak. Namun, ternyata metode ekstraksi juga dapat mempengaruhi komposisi asam lemak didalam minyak. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa metode ekstraksi dengan autoklaf selama 120 menit dapat mempengaruhi komposisi asam lemak dalam minyak alpukat. Hal ini dibuktikan dengan tidak ditemukannya asam oleat, yang umumnya merupakan komponen utama dalam minyak alpukat mentega karena dikaitkan dengan proses oksidasi yang terjadi akibat pemanasan tinggi. Asam oleat adalah asam lemak tak jenuh tunggal yang memiliki ikatan rangkap dalam struktur kimianya. Pemanasan tinggi dalam proses ekstraksi, seperti autoklaf, dapat menyebabkan oksidasi asam oleat. Oksidasi ini dapat memecah ikatan rangkap dan menghasilkan asam lemak yang lebih sederhana, seperti asam nonanoat. Asam nonanoat adalah asam lemak bebas yang sering ditemukan sebagai produk hasil oksidasi asam oleat dan asam lemak rantai panjang lainnya. Ketika asam lemak tak jenuh dihadapkan pada suhu tinggi, oksidasi dapat terjadi, yang mengakibatkan pemecahan rantai dan pembentukan senyawa asam lemak yang lebih pendek [24]. Ini bisa menjadi alasan utama mengapa asam oleat tidak terdeteksi dalam ekstraksi minyak alpukat dengan autoklaf selama 120 menit.

Berbeda dengan minyak alpukat aligator yang memiliki kestabilan asam lemak dalam proses ekstraksi yang dapat dibuktikan dengan masih ditemukannya asam oleat dalam

kandungan minyak. Stabilitas asam oleat dalam minyak alpukat aligator menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan tidak memicu oksidasi atau perubahan signifikan pada asam lemak tak jenuh dalam minyak alpukat aligator. Minyak alpukat aligator menunjukkan kestabilan dalam hal komposisi asam lemak, terutama asam oleat. Stabilitas ini menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan untuk minyak alpukat aligator mampu menjaga integritas asam lemak tak jenuh tanpa menyebabkan oksidasi atau perubahan kimia yang signifikan. Stabilitas asam lemak dalam minyak alpukat aligator merupakan indikator penting yang menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan efektif dalam menjaga komposisi asam lemak, terutama asam oleat. Asam oleat adalah asam lemak tak jenuh tunggal yang terkenal karena manfaat kesehatannya, seperti sifat anti-inflamasi dan kemampuan untuk mengatur kadar kolesterol dalam tubuh. Jika metode ekstraksi tidak tepat, asam lemak ini dapat teroksidasi, mengubah komposisinya dan mengurangi kualitas serta manfaat kesehatan minyak alpukat [37], [38].

Metode ekstraksi yang mampu menjaga stabilitas asam lemak tak jenuh seperti asam oleat cenderung melibatkan kontrol suhu dan waktu ekstraksi yang tepat. Proses ekstraksi yang terlalu panas atau terlalu lama dapat memicu oksidasi, yang dapat memecah asam oleat menjadi asam lemak lain yang lebih sederhana, seperti asam nonanoat. Dengan demikian, stabilitas asam oleat menunjukkan bahwa proses ekstraksi yang digunakan pada minyak alpukat aligator dilakukan dengan cara yang tidak merusak ikatan rangkap asam lemak tak jenuh [39]. Selain itu, variasi dalam jenis dan varietas buah alpukat dapat memiliki dampak signifikan terhadap komposisi asam lemak dan kestabilannya. Faktor-faktor seperti asal usul tanaman, metode budidaya, dan kondisi iklim dapat memengaruhi komposisi kimiawi buah alpukat, termasuk kandungan asam lemaknya. Terdapat berbagai varietas alpukat, seperti Hass, Fuerte, Bacon, dan Reed, yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam hal ukuran, tekstur, rasa, dan komposisi kimia. Setiap varietas memiliki profil asam lemak yang berbeda, mempengaruhi kandungan asam lemak tak jenuh tunggal dan jenuh. Misalnya, varietas Hass cenderung memiliki kadar asam oleat yang tinggi, yang dapat meningkatkan stabilitas minyak karena sifat tak jenuhnya. Dengan demikian, minyak dari varietas alpukat yang memiliki komposisi asam oleat lebih tinggi cenderung lebih stabil dan tahan lama [40].

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa minyak alpukat kaya akan asam lemak tak jenuh tunggal, terutama asam oleat, yang berperan penting dalam kesehatan jantung dan antiinflamasi. Namun, penelitian ini juga memberikan kontribusi baru dengan mengidentifikasi senyawa unik dalam varietas mentega lokal yang belum banyak dipelajari, seperti Methyl 15-tetracosenoate dan Heptacosanoic acid, methyl ester, yang mungkin memiliki potensi sebagai bahan bioaktif dalam pengembangan produk kesehatan baru. Temuan ini memiliki implikasi yang signifikan bagi industri makanan dan kesehatan. Varietas mentega aligator, dengan kandungan asam oleat yang tinggi, dapat dipromosikan sebagai minyak yang lebih sehat untuk konsumsi sehari-hari, terutama dalam upaya pencegahan penyakit kardiovaskular. Sebaliknya, varietas mentega lokal dapat lebih difokuskan untuk aplikasi farmasi dan kosmetik, mengingat adanya senyawa-senyawa dengan potensi antimikroba dan antijamur yang kuat [9], [12].

## **SIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini yang diambil berdasarkan hasil chromatogram dan analisis komposisi asam lemak, varietas mentega aligator lebih unggul untuk manfaat kesehatan secara umum, terutama untuk pencegahan penyakit jantung, karena kandungan asam oleat dan asam linoleat yang signifikan. Varietas ini lebih cocok untuk konsumsi harian bagi orang yang ingin menjaga kesehatan jantung dan mengontrol

kadar kolesterol. Namun, dalam minyak alpukat mentega yang diekstrak menggunakan autoklaf menunjukkan adanya asam tetrakosanoat (nervonic acid) yang merupakan komponen utama dengan potensi kesehatan untuk saraf dan otak. Sangat relevan untuk digunakan dalam pengobatan penyakit neurologis atau sebagai suplemen yang mendukung kesehatan otak, terutama dalam populasi lanjut usia atau individu dengan risiko penyakit neurodegeneratif. Variasi dalam jenis dan varietas buah alpukat juga dapat memengaruhi komposisi dan stabilitas asam lemak dalam minyak alpukat. Oleh karena itu, pemilihan varietas dan metode ekstraksi yang optimal sangat penting untuk menghasilkan minyak alpukat berkualitas tinggi dengan manfaat kesehatan yang signifikan.

Saran dari penelitian ini adalah dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang potensi kesehatan minyak alpukat, dengan fokus pada efek asam lemak seperti asam tetrakosanoat, asam oleat, dan asam linoleat, sehingga dapat memberikan bukti ilmiah yang lebih kuat tentang efeknya pada kesehatan saraf, jantung, dan kulit. Studi klinis yang melibatkan konsumsi minyak alpukat dalam diet dapat membantu mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang manfaat kesehatan dari minyak alpukat dan memperluas aplikasinya dalam berbagai bidang, termasuk kesehatan, makanan, dan kosmetik.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Kementerian Kesehatan RI yang telah memberikan bantuan pendanaan penelitian melalui Simlitabkes.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] W. Andajani dan D. Rahardjo, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Usahatani Alpukat," *Jurnal Agrinika : Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, vol. 4, no. 2, hlm. 143–154, Sep 2020, doi: 10.30737/agrinika.v4i2.1058.
- [2] B. Widiarti, D. Hariyono, dan S. Fajriani, "Studi Pertumbuhan pada Tiga Jenis Tanaman Alpukat (*Persea americana* Mill)," *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*, vol. 007, no. 1, hlm. 48–53, 2022, doi: 10.21776/ub.jpt.2022.007.1.6.
- [3] M. T. Awulachew, "Feasibility Study of a Business Plan: Oil Production from Avocado," *Kuwait Research Journal of Agriculture and Life Science*, vol. 1, no. 1, hlm. 1, 2024.
- [4] L. J. Stolp dan D. R. Kodali, "Naturally occurring high-oleic oils: Avocado, macadamia, and olive oils," dalam *High Oleic Oils: Development, Properties, and Uses*, vol. 2, 2022, hlm. 7–52. doi: 10.1016/B978-0-12-822912-5.00003-4.
- [5] X. Qin dan J. Zhong, "A review of extraction techniques for avocado oil," *J Oleo Sci*, vol. 65, no. 11, hlm. 881–888, 2016, doi: 10.5650/jos.ess16063.
- [6] G. Costagli dan M. Betti, "Avocado oil extraction processes: Method for cold-pressed high-quality edible oil production versus traditional production," *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 46, no. 3, hlm. 115–122, 2015, doi: 10.4081/jae.2015.467.
- [7] C. Nasri dkk., "Chemical characterization of oil from four Avocado varieties cultivated in Morocco," *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, vol. 28, no. 19, hlm. 1–11, 2021, doi: 10.1051/ocl/2021008.
- [8] Z. Alnasan, O. K. Yamanishi, A. Alnasan, dan M. C. Pires, "Influence of harvesting time on oil content, dry matter, and fatty acid composition of different avocado cultivars," *Acta Horti*, vol. 1299, hlm. 347–354, Des 2020, doi: 10.17660/ActaHortic.2020.1299.52.
- [9] A. Marra dkk., "Avocado and Its By-Products as Natural Sources of Valuable Anti-Inflammatory and Antioxidant Bioactives for Functional Foods and Cosmetics with Health-Promoting Properties," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 14, hlm. 5978–0, Jul 2024, doi: 10.3390/app14145978.

- [10] T. E. Collignon dkk., “Avocado (*Persea americana* Mill) and its phytoconstituents: potential for cancer prevention and intervention,” *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 13, hlm. 1–21, 2023, doi: 10.1080/10408398.2023.2260474.
- [11] R. Göldağ dan M. Doğan, “Avokado (*Persea americana* Mill.)’nun Besin içeriği, Antioksidan Özelliği ve Potansiyel Sağlık Faydaları,” *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi*, vol. 6, no. 1, hlm. 62–69, Jun 2024, doi: 10.55213/kmujsens.1398303.
- [12] R. H. T. M. Dewi, N. Sholihah, R. Nofitasari, D. Adhityasmara, dan A. Shabrina, “The Potential of Avocado Oil for Topical Use: A Narrative Review,” *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, vol. 21, no. 1, hlm. 106–114, Jun 2024, doi: 10.31942/jiffk.v21i1.11218.
- [13] H. Gasparetto dan N. P. Gonçalves Salau, “FT-IR data discrimination using principal component analysis toward the green extraction of avocado oil: A study comprehending electrostatic misfits of polar solvents,” *J Mol Liq*, vol. 393, hlm. 123600, 2024, doi: 10.1016/j.molliq.2023.123600.
- [14] M. J. Werman dan I. Neeman, “Avocado oil production and chemical characteristics,” *J Am Oil Chem Soc*, vol. 64, no. 2, hlm. 229–232, 1987, doi: 10.1007/BF02542007.
- [15] H. Saputra, N. Nazir, dan D. Sylvi, “Ekstraksi dan karakterisasi minyak alpukat (*persea americana*, mill) Solok, Sumatera Barat,” *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 1, no. 2, hlm. 47–53, 2018.
- [16] Z.-H. Yang dkk., “Differential Effect of Dietary Supplementation with a Soybean Oil Enriched in Oleic Acid versus Linoleic Acid on Plasma Lipids and Atherosclerosis in LDLR-Deficient Mice,” *Int J Mol Sci*, vol. 23, no. 15, hlm. 8385–8392, Jul 2022, doi: 10.3390/ijms23158385.
- [17] C. Santa-Maria dkk., “Update on Anti-Inflammatory Molecular Mechanisms Induced by Oleic Acid,” *Nutrients*, vol. 15, no. 1, hlm. 224–235, Jan 2023, doi: 10.3390/nu15010224.
- [18] T. Ojuolape Amusan, “Phytochemical, Antidiarrhoeal activity, Isolation and Characterisation of 11-Octadecenoic Acid, Methyl ester Isolated from the seeds of *Acacia nilotica* Linn,” *Journal of Biotechnology and Immunology*, vol. 2, no. 1, hlm. 229–235, 2020, doi: 10.5281/zenodo.3669434.
- [19] D. Shi dkk., “Antifungal effects of undecylenic acid on the biofilm formation of *Candida albicans*,” *Int. Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, vol. 54, no. 05, hlm. 343–353, Mei 2016, doi: 10.5414/CP202460.
- [20] K. Shilpa, K. N. Sangeetha, V. S. Muthusamy, S. Sujatha, dan B. S. Lakshmi, “Probing key targets in insulin signaling and adipogenesis using a methanolic extract of *Costus pictus* and its bioactive molecule, methyl tetracosanoate,” *Biotechnol Lett*, vol. 31, no. 12, hlm. 1837–1841, Des 2009, doi: 10.1007/s10529-009-0105-3.
- [21] M. T. Shaaban, M. F. Ghaly, dan S. M. Fahmi, “Antibacterial activities of hexadecanoic acid methyl ester and green-synthesized silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria,” *J Basic Microbiol*, vol. 61, no. 6, hlm. 557–568, Jun 2021, doi: 10.1002/jobm.202100061.
- [22] Q. Li, J. Chen, X. Yu, dan J.-M. Gao, “A mini review of nervonic acid: Source, production, and biological functions,” *Food Chem*, vol. 301, hlm. 125286, Des 2019, doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125286.
- [23] J. B. S. Kumar dan B. Sharma, “A review on neuropharmacological role of erucic acid: an omega-9 fatty acid from edible oils,” *Nutr Neurosci*, vol. 25, no. 5, hlm. 1041–1055, Mei 2022, doi: 10.1080/1028415X.2020.1831262.

- [24] I. Travlos dkk., "The herbicidal potential of different pelargonic acid products and essential oils against several important weed species," *Agronomy*, vol. 10, no. 11, hlm. 1687, 2020, doi: 10.3390/agronomy10111687.
- [25] M. N. Abubacker dan T. Deepalakshmi, "In vitro Antifungal Potentials of Bioactive Compound Methyl Ester of Hexadecanoic Acid Isolated from *Annona muricata* Linn. (Annonaceae) Leaves," *Biosci Biotechnol Res Asia*, vol. 10, no. 2, hlm. 879–884, Des 2013, doi: 10.13005/bbra/1211.
- [26] S. A. M. El Sawi, D. M. M. M. Hanafy, dan T. S. M. A. El Alfy, "Composition of the non-polar extracts and antimicrobial activity of *Chorisia insignis* HBK. leaves," *Asian Pac J Trop Dis*, vol. 4, no. 6, hlm. 473–479, Des 2014, doi: 10.1016/S2222-1808(14)60609-5.
- [27] J. N. Okechalu, M. M. Dashen, P. M. Lar, B. Okechalu, dan T. Gushop, "Microbiological quality and chemical characteristics of palm oil sold within Jos metropolis, Plateau State, Nigeria," *J Microbiol Biotechnol Res*, vol. 1, no. 2, hlm. 107–112, 2011.
- [28] F. do Espírito Santo de Jesus dkk., "Edible Oils and Development of New Products: Sensory, Microbiological, and Cytotoxic Aspects," *Curr Org Chem*, vol. 27, no. 22, hlm. 1917–1945, 2023, doi: 10.2174/0113852728267166231123111707.
- [29] S. P. Bangar dkk., "Avocado seed discoveries: Chemical composition, biological properties, and industrial food applications," 2022. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100507.
- [30] O. P. P. Liem, A. K. Hartono, B. E. Putri, dan S. Hartini, "Asam Lignoserat Biji Saga (*Adenantha Pavonina*) Sebagai Penurun Kolesterol Pada Telur Puyuh," dalam *The Human and Nature Sustainability Empowerment through Science, Mathematic and Education*, Salatiga: Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana, 2012, hlm. 199–201.
- [31] H. S. Green dan S. C. Wang, "Cis-vaccenic acid: New marker to detect seed oil adulteration in avocado oil," *Food Chemistry Advances*, vol. 1, hlm. 100107, Okt 2022, doi: 10.1016/j.focha.2022.100107.
- [32] V. P. Singh dkk., "High vaccenic acid content in beef fat attenuates high fat and high carbohydrate western diet induced changes in lipid metabolism and gut microbiota in pigs," *Microorganisms*, vol. 9, no. 12, hlm. 2517–2529, 2021, doi: 10.3390/microorganisms9122517.
- [33] J. J. Guzmán-Rodríguez dkk., "Antibacterial Activity of Defensin PaDef from Avocado Fruit (*Persea americana* var. *drymifolia*) Expressed in Endothelial Cells against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*," *Biomed Res Int*, vol. 2013, no. 2, hlm. 1–9, 2013, doi: 10.1155/2013/986273.
- [34] A. K. Fleck dkk., "Dietary conjugated linoleic acid links reduced intestinal inflammation to amelioration of CNS autoimmunity," *Brain*, vol. 144, no. 4, hlm. 1152–1166, 2021, doi: 10.1093/brain/awab040.
- [35] T. M. Ilesanmi, O. O. Oladipo, A. C. Olaleye, dan O. D. Osasona, "Antimicrobial Activity of Essential Oil from Avocado (*Persea americana*) Seed and Pulp on Some Pathogenic Organisms," *South Asian Journal of Research in Microbiology*, vol. 12, no. 3, hlm. 61–68, 2022, doi: 10.9734/sajrm/2022/v12i330276.
- [36] A. Mancini dkk., "Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects on Health," *Molecules*, vol. 20, no. 9, hlm. 17339–17361, Sep 2015, doi: 10.3390/molecules200917339.
- [37] A. Fadda dkk., "Innovative and Sustainable Technologies to Enhance the Oxidative Stability of Vegetable Oils," *Sustainability*, vol. 14, no. 2, hlm. 849, Jan 2022, doi: 10.3390/su14020849.

- [38] Y. Ma, G. Wang, Z. Deng, B. Zhang, dan H. Li, “Effects of Endogenous Anti-Oxidative Components from Different Vegetable Oils on Their Oxidative Stability,” *Foods*, vol. 12, no. 11, hlm. 2273, Jun 2023, doi: 10.3390/foods12112273.
- [39] I. Berasategi, B. Barriuso, D. Ansorena, dan I. Astiasarán, “Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil,” *Food Chem*, vol. 132, no. 1, hlm. 439–446, Mei 2012, doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.018.
- [40] F. M. da Costa, S. F. Frasson, C. D. Borges, F. D. Krumreich, R. C. Zambiasi, dan C. R. B. Mendonça, “Thermal stability of avocado oil: A comparative study with rice bran and olive oils,” *Revista Chilena de Nutricion*, vol. 48, no. 4, hlm. 556–568, 2021, doi: 10.4067/S0717-75182021000400556.