

Studi Literatur Potensi dan Perkembangan Teknik Ekstraksi Minyak Alpukat

Rahmah Humairah¹, Ryan Moulana¹, Yanti Meldasari Lubis¹, Amrina Maulida²,
Dina Annisa¹, Satriana^{1*}

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Koresponden email: satriana@usk.ac.id

Diterima: 2 April 2024

Disetujui: 27 Juli 2024

Abstract

The high production of avocados has driven the diversification of this commodity, such as as an alternative raw material for the production of vegetable oil, namely avocado oil. To produce products with better quality and efficiency, development is needed in one of the processes, such as the extraction stage. The discussion in this literature review includes the potential and development of extraction techniques such as cold-pressed extraction, leaching, microwave-assisted extraction/MAE and solvent extraction to maximize avocado oil production. Through a comprehensive analysis, this study aims to provide a better understanding of how these processes affect the characteristics and quality of avocado oil. The results of this study are expected to provide guidance for avocado oil producers and researchers in developing better avocado oil processing techniques, so that the economic potential and sustainability of avocado oil can be optimized.

Keywords: *avocado, avocado oil, cold-pressed extraction, leaching, microwave-assisted extraction/MAE, solvent extraction*

Abstrak

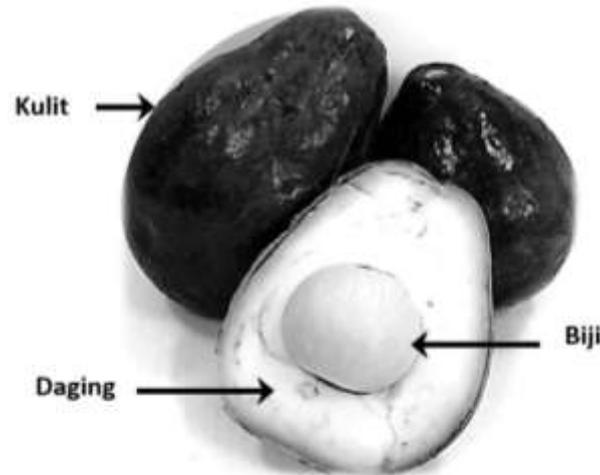
Tingginya produksi buah alpukat mendorong terjadinya diversifikasi komoditi tersebut sebagai alternatif bahan baku proses pembuatan minyak nabati yaitu minyak alpukat. Untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan efisiensi yang lebih baik, dibutuhkan perkembangan pada salah satu proses seperti tahapan ekstraksi. Pembahasan pada kajian literatur ini meliputi potensi dan perkembangan teknik ekstraksi seperti ekstraksi dingin, ekstraksi sokhlet padat-cair, ekstraksi berbantuan *microwave* dan ekstraksi pelarut untuk memaksimalkan produksi minyak alpukat. Melalui analisis yang komprehensif, studi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana proses-proses tersebut memengaruhi karakteristik dan kualitas minyak alpukat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi para produsen minyak alpukat dan periset dalam mengembangkan teknik pengolahan minyak alpukat yang lebih baik, sehingga potensi ekonomi dan keberlanjutan minyak alpukat dapat dioptimalkan.

Kata Kunci: *alpukat, ekstraksi dingin, ekstraksi sokhlet padat-cair, ekstraksi berbantuan microwave, ekstraksi pelarut, minyak alpukat*

1. Pendahuluan

Produktivitas alpukat (*Persea americana*) di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (BPS) mencapai 865.780 ton, meningkat sebanyak 27,7% dari tahun sebelumnya dengan produktivitas alpukat nasional sebesar 669.260 ton pada tahun 2021 [1]. Meningkatnya produktivitas tersebut dapat menjadi salah satu dorongan untuk meningkatkan diversifikasi dari alpukat, seperti pembuatan minyak alpukat. Secara umum, alpukat terdiri dari tiga bagian utama yaitu kulit, daging dan biji (Gambar 1) yang didominasi oleh daging buah dengan (65%), biji (20%) dan kulit (15%) [2]. Setiap bagian dari buah alpukat memiliki kandungan senyawa fungsional yang berbeda. Kulit alpukat mengandung lebih banyak karotenoid, antioksidan dan senyawa hidrofobik. Sedangkan bijinya mengandung beberapa senyawa fenolik, antioksidan dan antimikroba.

Pembuatan minyak alpukat sebagai salah satu alternatif minyak nabati sangat potensial dikembangkan, khususnya dari daging buah alpukat karena mengandung senyawa-senyawa penting seperti antioksidan, vitamin A,D dan E, fitosterol [3]. Selain itu, minyak alpukat dipercaya dapat meminimalisasi kadar kolesterol dan trigliserida serta meningkatkan *High Density Lipoprotein* (HDL) yang merupakan kolesterol baik pencegah risiko terjadinya aterosklerosis dan kardiovaskular [4]. Sehingga, diperlukan kajian lebih dalam untuk memperoleh metode ekstraksi terbaik pada pembuatan minyak alpukat.



Gambar 1. Buah alpukat (*Persea americana*)

Menurut Sari et al. minyak alpukat juga memiliki keunggulan lainnya karena kandungannya yang mirip dengan minyak zaitun, yaitu asam askorbat, kolin, biotin, niasin, dan berbagai vitamin lainnya [5]. Minyak alpukat juga mengandung 74% asam lemak tak jenuh tunggal, 11% asam lemak tak jenuh ganda, dan 13% asam lemak jenuh. Kandungan asam lemak tersebut dapat bervariasi tergantung pada varietas, kematangan, dan lingkungan tempat tumbuh alpukat.

Minyak alpukat dapat diperoleh dengan teknik ekstraksi konvensional maupun non konvensional. Sayangnya, perkembangan produksi minyak alpukat tidak mengalami peningkatan signifikan seperti minyak nabati lainnya, seperti minyak kelapa sawit dan minyak kelapa. Hal ini dapat disebabkan karena belum adanya teknologi yang efisien dalam proses pemurnian minyak alpukat. Padahal teknik ekstraksi yang berbeda dapat menghasilkan karakteristik seperti fisiko-kimia, organoleptik (aroma, rasa, warna), asam lemak bebas, bilangan peroksida, stabilitas, kelembapan, kandungan asam lemak (asam palmitat, asam palmitoleat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat), antioksidan, hingga profil senyawa volatil yang spesifik untuk jenis ekstraksi tersebut dan hasil yang lebih baik seperti yang tercantum pada standar minyak alpukat (**Tabel 1**).

Tabel 1. Standar minyak alpukat

	Minyak alpukat ekstra murni	Minyak alpukat murni	Minyak alpukat	Minyak alpukat campuran
Kondisi umum	Diperoleh dari buah kualitas terbaik, melewati proses ekstraksi mekanik (seperti alat pres, dekanter, dan alat pres sekrup) pada suhu rendah (<50°C), hanya menggunakan air dan bahan pembantu proses seperti enzim dan <i>talcum powder</i> , tidak menggunakan pelarut kimia	Minyak alpukat diekstraksi dari buah alpukat yang sehat dengan menggunakan metode mekanis pada suhu rendah	Kualitas buah tidak menjadi prioritas. Minyak yang diproduksi sudah dihilangkan baunya, dengan tingkat keasaman yang rendah, warna pucat dan rasa yang hambar. Minyak dapat berupa minyak alpukat atau diinfus dengan rasa herbal atau buah alami	Bagus digunakan untuk dicampur dan melengkapi minyak nabati lainnya seperti minyak zaitun, minyak biji rami, minyak biji labu dan minyak macadamia
Karakteristik organoleptik				
Aroma dan rasa	Menunjukkan penilaian sensori terhadap rasa alpukat yang khas (40 dari 100 poin),	Menunjukkan penilaian sensori terhadap rasa alpukat yang khas	Rasa herbal, jamur dan mentega dengan aroma <i>smoky</i>	Tergantung campuran

	Minyak alpukat ekstra murni	Minyak alpukat murni	Minyak alpukat	Minyak alpukat campuran
	menunjukkan rasa <i>grassy</i> , jamur dan mentega dengan sedikit aroma <i>smoky</i>	(20 dari 100 poin), menunjukkan rasa <i>grassy</i> , jamur dan mentega dengan sedikit aroma <i>smoky</i>		
Warna	Hijau	Hijau kekuningan	Kuning pucat	Tergantung campuran
Asam lemak bebas (% dalam asam oleat)	$\leq 0.5\%$	0.8 - 1.0%	0.1 %	
Bilangan asam	$\leq 1\%$	$\leq 2.1\%$	$\leq 0.2\%$	
Bilangan peroksida (meq/kg minyak)	≤ 4.0	< 8.0	< 0.5	
Stabilitas	2 tahun pada suhu ruang, disimpan di bawah nitrogen dan minim Cahaya	18 bulan pada suhu ruang, disimpan di bawah nitrogen dan minim Cahaya	>2 tahun pada suhu ruang, disimpan di bawah nitrogen dan minim Cahaya	
Titik asap	$\geq 250^{\circ}\text{C}$	$\geq 200^{\circ}\text{C}$	$\geq 250^{\circ}\text{C}$	
Kelembapan	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.1\%$	
Komposisi asam lemak				
asam palmitat (16 : 0)	10 – 25			
asam palmitoleat (16 : 1)	2 – 8			
asam stearat (18 : 0)	0.1 – 0.4			
asam oleat (18 : 1)	60 – 80			
asam linoleat (18 : 2)	7 – 20			
asam linolenat (18 : 3)	0.2 – 1			
Antioksidan (mg/kg)				
Vitamin E	70 – 190			
Jejak logam				
Tembaga	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.05\%$

Sumber : [6]

Dewasa ini, proses dan metode ekstraksi terus mengalami perkembangan, seperti adanya pengklasifikasian metode ekstraksi fisik, ekstraksi kimia, dan ekstraksi biologi. Adapun tujuan dari literatur ini adalah untuk mengkaji beberapa proses ekstraksi tersebut sehingga dapat dijadikan alternatif pada pengolahan minyak alpukat.

2. Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *literature review* yang dilakukan terhadap beberapa artikel. *Review* dilakukan berdasarkan artikel yang terkait dengan penggunaan teknik ekstraksi minyak alpukat serta potensi dan perkembangannya terhadap teknik ekstraksi tersebut untuk minyak alpukat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Ekstraksi dingin (*cold-pressed extraction*)

Metode ekstraksi dingin merupakan bagian dari ekstraksi secara fisik yang umum digunakan pada proses industri khususnya untuk mengekstrak minyak dari tanaman. Teknik ekstraksi dingin cenderung berjalan lebih cepat serta menghasilkan lebih sedikit minyak dibandingkan metode ekstraksi lainnya yang membutuhkan jangka waktu lebih lama seperti metode ekstraksi pelarut. Namun, metode ini memiliki keunggulan karena dapat meminimalisasi terjadinya penguapan pelarut dan pemurnian minyak [7]. Proses *cold-pressed extraction* terdiri dari beberapa langkah utama yaitu pengeringan, penghancuran, homogenisasi, pengepresan, dan filtrasi. Salah satu langkah yang paling krusial adalah pada saat pengepresan karena akan menghilangkan sebanyak mungkin cairan (*liquor press*) dari padatan (*cake press*). Selain itu, efisiensi dari proses pemisahan juga tergantung pada desain *centrifuge* yang digunakan serta cara mengoperasikannya [8].

Menurut penelitian Wong et al., minyak alpukat dari kultivar ‘Hass’ yang menggunakan metode *cold press* menghasilkan minyak berwarna hijau zamrud saat diekstraksi yang disebabkan oleh tingginya kadar klorofil dan karotenoid yang diekstraksi ke dalam minyak [9]. Minyak alpukat tersebut memiliki rasa alpukat yang khas, dengan rasa herbal dan mentega/jamur. Varietas lain mungkin menghasilkan minyak dengan profil rasa yang sedikit berbeda seperti yaitu pada kultivar ‘Fuerte’, yang memiliki lebih banyak rasa jamur dan kurang rasa alpukat. Profil asam lemak yang dihasilkan dari proses ekstraksi ini sangat mirip dengan minyak zaitun dengan kandungan tertinggi yaitu asam oleat. Minyak alpukat tersebut mengandung 76% monounsaturat (asam oleat dan palmitoleat), 12% polyunsaturat (asam linoleat dan linolenat), dan 12% jenuh (asam palmitat dan stearat). Sedangkan antioksidan utama dalam minyak alpukat adalah α -tokoferol (70–190 mg/kg minyak), β -, γ -, dan δ -tokoferol dalam jumlah yang lebih sedikit (<10 mg/kg minyak). Komponen non-lipid lain yang ada dalam minyak alpukat adalah klorofil (11–19 mg/kg minyak) dan karotenoid (1,0–3,5 mg/kg minyak).

Klorofil dari daging dan kulit berkontribusi pada warna hijau zamrud yang khas dari minyak. Pembentukan warna juga tergantung pada posisi klorofil di mesokarp dan variasi jumlah kandungan klorofil. Umumnya, sebagian besar klorofil dan karotenoid terdapat di lapisan daging yang lebih hijau dan berdekatan dengan kulit buah. Klorofil tidak berkontribusi pada kestabilan minyak tetapi dapat menimbulkan masalah, karena klorofil dapat bertindak sebagai sensitivator untuk terjadinya fotooksidasi. Oleh karena itu, penting untuk menyimpan minyak di tempat yang jauh dari cahaya.

Karotenoid dalam buah alpukat berpotensi sebagai antikarsinogenik; karotenoid yang sama kemudian diekstraksi ke dalam minyak. Karotenoid paling signifikan yang ada dalam minyak adalah lutein (0,5–3,3 mg/kg minyak). Lutein bermanfaat bagi kesehatan mata dengan mengurangi perkembangan degenerasi makula karena faktor usia. Minyak alpukat yang menggunakan metode *cold press* juga mengandung kadar fitosterol yang tinggi (β -sitosterol sebagai sterol utama yang ada), yaitu 2,23–4,48 mg/g minyak. Berdasarkan komposisi asam lemaknya dan keberadaan fitokimia ini, minyak alpukat yang diekstrak menggunakan metode *cold press* dianggap sebagai minyak yang menyehatkan.

3.2 Ekstraksi Sokhlet Padat-cair (*Leaching*)

Salah satu metode sederhana yang dapat digunakan untuk menghasilkan minyak alpukat adalah metode ekstraksi sokhlet padat-cair (*leaching*). Metode ini merupakan salah satu metode ekstraksi yang sudah digunakan secara luas untuk mendapatkan minyak dari berbagai bahan baku alami. Selain itu, ekstraksi sokhlet memiliki keunggulan yaitu dapat digunakan untuk menentukan rendemen ekstraksi teoretis maksimum pada minyak alpukat [10]. Sokhlet ekstraksi adalah metode ekstraksi yang menggunakan pelarut dan panas untuk memisahkan minyak dari bahan baku. Metode ini telah menjadi metode standar selama ini dan digunakan sebagai referensi untuk mengevaluasi kinerja teknik ekstraksi padat-cair lainnya. Prinsip metode ini adalah memilih pelarut yang tepat dan menggunakan panas dan/atau agitasi [11].

Metode ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu fase sampel berulang kali bersentuhan dengan pelarut yang baru, hal ini dapat memastikan bahwa proses ekstraksi berjalan secara sempurna. Kemudian, metode panas yang diterapkan metode ini pada labu distilasi meluas ke rongga ekstraksi hingga batas tertentu dan

menjaga sistem pada suhu yang relatif tinggi. Selain itu, ekstrak tidak perlu disaring setelah ekstraksi dan jumlah sampel yang diproses dapat ditingkatkan dengan melakukan beberapa ekstraksi paralel secara bersamaan [12]. Namun, di sisi lain metode sokhlet juga memiliki beberapa kekurangan, seperti waktu yang dibutuhkan untuk ekstraksi. Pertimbangan lainnya adalah faktor lingkungan dikarenakan adanya produksi limbah organik dalam jumlah besar yang memerlukan pembuangan yang mahal. Selain itu, tantangan lainnya adalah metode ini tidak mudah diotomasi dan tidak cocok untuk pemulihan minyak dalam volume tinggi [12].

Oleh karena itu, beberapa modifikasi metode Soxhlet telah dilakukan untuk mempersingkat waktu ekstraksi, menggunakan bentuk energi tambahan, dan mengotomatisasi alat ekstraksi. Beberapa metode modifikasi meliputi ekstraksi Soxhlet bertekanan tinggi, ekstraksi Soxhlet dengan bantuan microwave, ekstraksi Soxhlet dengan bantuan ultrasound, dan ekstraksi Soxhlet otomatis. Ekstraksi Soxhlet bertekanan tinggi dicapai dengan menempatkan ekstraktor di dalam autoklaf silinder baja tahan karat atau dengan menggunakan ekstraktor fluida superkritis-soxhlet. Ekstraksi Soxhlet dengan bantuan microwave didasarkan pada prinsip yang sama dengan ekstraktor Soxhlet konvensional, tetapi dimodifikasi untuk memudahkan penempatan kompartemen kartrid sampel di zona iradiasi oven microwave. Sementara itu, ekstraksi Soxhlet dengan bantuan ultrasound menggunakan gelasware Soxhlet konvensional, tetapi ruang Soxhlet ditampung dalam bak termostatik di mana ultrasound diterapkan dengan menggunakan probe ultrasonik.

Menurut Prasetyowati et al. untuk melakukan proses ekstraksi sokhlet padat-cair (*leaching*), maka setelah sampel alpukat dikeringkan, kemudian dilanjutkan dengan proses penggilingan hingga sampel menjadi bubuk dan ditimbang sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam kertas saring yang sudah dibentuk silinder menyesuaikan dengan ukuran sokhlet yang digunakan. Kemudian, sampel dapat dimasukkan ke dalam sokhlet yang sudah dirangkai dengan kondensor dan labu didih. Digunakan pelarut berupa n-heksana 200 ml, 300 ml, 400 ml ke dalam labu didih. Lalu sokhlet yang sudah dirangkai diletakkan di atas pemanas selama 60 menit, 90 menit dan 120 menit sampai didapatkan hasil ekstraksi berupa pelarut dan minyak alpukat [13].

Untuk mendapatkan perolehan minyak alpukat akhir, maka dilanjutkan dengan proses evaporasi untuk memisahkan minyak alpukat dengan pelarutnya. Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan analisa seperti berat jenis, persentase *yield*, viskositas, % FFA (asam lemak bebas) dan angka asam. Menurut (Prasetyowati et al, 2010), minyak yang dihasilkan dari ekstraksi alpukat menghasilkan *yield* yang paling kecil senilai 16,62% (200 mL, 50 gram, 60 menit) dan nilai paling besar 25,15% (400ml, 50 gram, 120 menit).

3.3 Ekstraksi berbantuan *microwave* (*Microwave-Assisted extraction/MAE*)

Ekstraksi berbantuan microwave (MAE) merupakan salah satu teknik untuk mengekstraksi minyak dari berbagai bahan menggunakan energi *microwave* untuk mempercepat proses ekstraksi. Energi *microwave* ditransfer ke pelarut dan matriks padat secara cepat dan efisien, sehingga senyawa yang menarik dari sampel dapat terekstrak dengan lebih cepat. MAE juga merupakan teknik yang ramah lingkungan karena dalam praktiknya mengurangi penggunaan pelarut organik. Namun, microwave dapat menyebabkan oksidasi lipid dan perubahan kuantitatif pada asam lemak [14].

Prinsip dasar MAE adalah energi *microwave* dapat memanaskan pelarut dan sampel padat secara selektif. Pemanasan langsung ini menyebabkan pelarut menjadi lebih mudah melarutkan senyawa yang menarik dari sampel. Selain itu, pemanasan pelarut juga dapat membantu mengurangi kadar air dalam sampel, yang dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi. MAE memiliki beberapa kelebihan dibandingkan teknik ekstraksi tradisional seperti ekstraksi sokhlet yang memiliki proses ekstraksi lebih cepat [15]. Penelitian yang dilakukan Reddy et al. menunjukkan ekstrak minyak alpukat dari sampel alpukat kering yang telah direndam dalam air pada suhu 60°C selama 1 jam dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen minyak terendah (54,63%) yang dapat menghabiskan waktu selama 24 jam jika menggunakan metode sokhlet [16]. Selain itu, MAE dapat mengurangi jumlah pelarut organik yang digunakan, sehingga lebih ramah lingkungan dengan kondisi ekstrak dengan kualitas yang lebih tinggi. MAE dapat menghasilkan ekstrak dengan kualitas yang lebih tinggi, karena kerusakan senyawa yang menarik dapat diminimalisasi [17].

Namun, MAE juga memiliki beberapa kekurangan, seperti membutuhkan peralatan dengan harga yang lebih mahal dibandingkan peralatan ekstraksi tradisional serta diperlukan operator yang terlatih untuk menggunakan peralatan dan teknik ekstraksi yang tepat [15]. Selain itu, energi *microwave* dapat menyebabkan oksidasi lipid, yang dapat menurunkan kualitas ekstrak. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa MAE dapat menghasilkan minyak alpukat dengan kualitas yang lebih tinggi daripada metode

ekstraksi tradisional. Dalam studi oleh Moreno et al. kombinasi pengeringan *microwave* dan ekstraksi pelarut menghasilkan rendemen minyak alpukat yang lebih tinggi daripada metode Sokhlet [18]. Selain itu, minyak yang dihasilkan dari MAE juga memiliki rasio asam lemak tak jenuh tunggal yang lebih tinggi terhadap asam lemak jenuh, yang dikaitkan dengan kualitas minyak yang lebih tinggi. Studi oleh Reddy et al. juga menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan dari MAE memiliki kualitas yang lebih baik daripada minyak yang dihasilkan dari metode Sokhlet. Minyak yang dihasilkan dari MAE memiliki keasaman yang lebih rendah dan stabilitas oksidasi yang lebih tinggi, yang membuat minyak tersebut lebih sesuai untuk dikonsumsi sebagai minyak makan. Secara keseluruhan, MAE adalah teknik ekstraksi yang menjanjikan untuk mengekstraksi minyak dari berbagai bahan. Teknik ini lebih cepat, lebih efisien, dan lebih ramah lingkungan daripada teknik ekstraksi tradisional. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi kekurangan MAE, seperti kemungkinan oksidasi lipid [16].

3.4 Ekstraksi Pelarut (*Solvent Extraction*)

Ekstraksi pelarut (*solvent extraction*) merupakan metode tradisional untuk mengekstrak lipid dari suatu bahan baku yang paling umum digunakan. Minyak sangat mudah larut dalam pelarut organik seperti heksana, benzena, siklohexana, aseton, dan kloroform karena pelarut organik dapat merobek dinding sel tanaman serta mengganggu interaksi antara lipid dan matriks jaringan, sehingga dapat mengekstrak minyak [19][20]. Terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan saat memilih pelarut organik, yaitu kelarutan preferensi senyawa yang diteliti, titik didih rendah, ekonomis, tidak beracun, ketersediaan, *re-usability*. Heksana merupakan salah satu pelarut organik yang memenuhi semua kualitas tersebut dan dapat digunakan pada proses ekstraksi skala besar [19]. Secara keseluruhan, ekstraksi pelarut adalah metode yang efektif untuk mengekstrak lipid dari bahan baku salah satunya minyak alpukat. Namun, penting untuk memilih pelarut yang tepat dan menggunakan metode ekstraksi yang sesuai untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Menurut Mostert et al. minyak alpukat dapat diekstrak menggunakan berbagai pelarut organik seperti aseton, heksana dan methanol [21]. Berdasarkan penelitian Mostert et al. proses ekstraksi minyak alpukat menggunakan pelarut heksana menunjukkan bahwa hasil minyak yang dihasilkan secara signifikan lebih tinggi daripada hasil yang diperoleh dari proses ekstraksi fluida superkritis menggunakan karbon dioksida (CO₂). Selain itu, dilaporkan bahwa minyak alpukat yang diekstraksi dengan heksana mengandung sejumlah besar komponen non-trigliserida, seperti gum, fosfolipid, dan lilin, serta kandungan fraksi tak saponifikasi, termasuk pigmen, sterol, dan hidrokarbon [21].

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian literatur ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa potensi dan perkembangan teknik ekstraksi minyak alpukat. Perkembangan metode tersebut meliputi ekstraksi dingin (*cold-pressed extraction*), ekstraksi sokhlet padat-cair (*leaching*), ekstraksi berbantuan *microwave* (*microwave-assisted extraction/MAE*), dan ekstraksi pelarut (*solvent extraction*). Kesimpulan ini memberikan panduan bagi produsen minyak nabati khususnya minyak alpukat dan periset untuk mengoptimalkan potensi ekonomi dan keberlanjutan buah alpukat. Dengan memperhatikan potensi dan perkembangan yang telah dibahas, diharapkan dapat dikembangkan teknik pengolahan alpukat yang lebih baik, sehingga mutu minyak alpukat dapat ditingkatkan dan memberikan manfaat ekonomi yang lebih besar. Dalam rangka meningkatkan pemahaman dan pengembangan lebih lanjut, penelitian masa depan dapat berfokus pada menganalisis secara mendalam pengaruh penggunaan pelarut dan perbedaan perlakuan awal terhadap buah alpukat terhadap mutu minyak alpukat serta mengeksplorasi strategi pengolahan alpukat yang inovatif dan berkelanjutan.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Syiah Kuala dan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Penelitian dan Teknologi Republik Indonesia yang mendanai penelitian melalui Penelitian Lektor Kepala No. 119/UN11.2.1/PT.01.03/PNBP/2022.

6. Referensi

- [1] Badan Pusat Statistika, 2022.
- [2] Satriana, M.D. Supardan. N. Arpi, and W.A.N. Mustapha. Development of Methods Used in the Extraction of Avocado Oil. *European Journal of Lipid Science and Technology.*, vol. 121 : pp.1 – 12, 2019.

- [3] T. Chimsook, R. Raktaengan, and W. Khomarewut. Formulation of Skin Care Cream from Avocado Oil and Adlay Seed Extract. *In: KMUTNB Int J Appl Sci Technol*, Special Issue : pp.53–58, 2017.
- [4] D. W. I. S. Hasibuan. Pengaruh Penambahan Buah Alpukat (*Persea americana*) dan 42 Variasi Gula pada Pembuatan Yogurt. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Medan, 2022.
- [5] P. K., Sari, R. Desnita dan S. A. Desi. Potensi Penggunaan Minyak Alpukat (*Avocado Oil*) sebagai Pelembab. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN.*, vol. 5, pp.1–7, 2021.
- [6] A. Woolf, M. Wong, L. Eyres, T. McGhie, C. Lund, S. Olsson, Y. Wang, C. Bulley, M. Wang, E. Friel, and C. Requejo-Jackman. Avocado Oil. *Gourmet and Health-Promoting Speciality Oils.*, pp73-125, 2009.
- [7] H. D. F. Q. Barros, J. P. Coutinho, R. Grimaldi, H. T. Godoy, F. A. Cabral, J. Simultaneous extraction of edible oil from avocado and capsaicin from red bell pepper using supercritical carbon dioxide as solvent. *Supercrit.* 107 : pp.315-329, 2016.
- [8] F. Shahidi. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley and Sons Ltd, United Kingdom, 2005.
- [9] M. Wong, C.R. Jackman, and A. Woolf. What is unrefined, extra virgin cold-pressed avocado oil?. *Inform.*, 21 (4) : pp.198-259, 2010.
- [10] S. C. S. Corzzini, H. D. F. Q. Barros, R. Grimaldi, F. A. Extraction of edible avocado oil using supercritical CO₂ and a CO₂/ethanol mixture as solvents Cabral, *J. Food Eng.*, vol. 194, pp.40-45, 2017.
- [11] E. R. Abaide, G. L. Zobot, M. V. Tres, R. F. Martins, J. L. Fagundez, L. F. Nunes, S. Druzian, J. F. Soares, V. D. Prá, J. R. F. Silva, R. C. Kuhn, M. A. Mazutti. Yield, composition, and antioxidant activity of avocado pulp oil extracted by pressurized fluids. *Food Bioprod. Process.*, vol. 102, pp.289 - 298, 2017.
- [12] J. L. Luque-Garcia, and M. D. L. de Castro. Focused microwave-assisted Soxhlet extraction: devices and applications. *Talanta.*, vol. 64, pp. 571-577, 2004.
- [13] Prasetyowati, R, Pratiwi dan F. Tris. Pengambilan Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*) dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknik Kimia.*, vol. 2, pp.16-24, 2010.
- [14] A. Alupului, I. Calinescu, V. Lavric, U. P. B. Microwave extraction of active principles from medicinal plants. *Sci. Bull.*, vol. 74, pp.129-142, 2012.
- [15] S. Shah, A. Sharma, N. Gupta, Bioresour. Extraction of oil from *Jatropha curcas L.* seed kernels by combination of ultrasonication and aqueous enzymatic oil extraction. *Technol.*, vol. 96, pp.121-123, 2005.
- [16] M. Reddy, R. Moodley, S. B. Jonnalagadda, J. Env. Fatty acid profile and elemental content of avocado (*Persea americana Mill.*) oil –effect of extraction methods *Sci. Journal of Environmental Science and Health.*, vol. 47, 529-537, 2012.
- [17] F. Chemat, V. Tomao, M. Viot. *Handbook of Food Analysis Instruments*. (Ed: Otlis S),. CRC Press, 2008.
- [18] A. O. Moreno, L. Dorantes, J. Galiandez, J. Effect of Different Extraction Methods on Fatty Acids, Volatile Compounds, and Physical and Chemical Properties of Avocado (*Persea americana Mill.*) . *Oil Agr. Food Chem.*, vol. 51, pp.2216-2221, 2003.
- [19] P. Mercer and R. E. Armenta. Developments in oil extraction from microalgae. *Eur J Lipid Sci Technol.*, vol. 13, pp.539-547, 2011.
- [20] L. Xiao. Evaluation of extraction methods for recovery of fatty acids from marine products. Masters Thesis. Bjørn Grung, University of Bergen, 2010.
- [21] M. E. Mostert, B. M. Botha, L. M. D. Plessis and K. G. Duodu. Short Communication Effect of fruit ripeness and method of fruit drying on the extractability of avocado oil with hexane and supercritical carbon dioxide. *Journal of the Sciences of Food and Agriculture.*, vol. 87, pp.2880-2885, 2007.