

Ekstraksi Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) dengan Pelarut N-Hexane dalam Tangki Berpengaduk

¹Ellena Hendrianti Permata Nagari, ¹Hanah Sajidah, ¹Dyah Suci Perwitasari*

¹Teknik Kimia, Fakultas Teknik & Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Gunung Anyar 60249

*Penulis korespondensi: saridyah05@gmail.com

Abstrak. Alpukat (*Persea americana* Mill) merupakan tanaman tropis yang tumbuh subur di wilayah beriklim hangat seperti Indonesia. Secara morfologis, buah alpukat terdiri dari sekitar 65% daging buah (mesokarp), 20% biji (endokarp), dan 15% kulit (perikarp). Hingga saat ini, pemanfaatan biji alpukat masih tergolong terbatas dan umumnya hanya berakhir sebagai limbah organik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, biji alpukat mengandung pati sekitar 23%, sehingga berpotensi sebagai sumber pati alternatif untuk aplikasi di berbagai sektor industri, termasuk pangan dan farmasi. Selain pati, kandungan protein yang relatif tinggi dalam biji alpukat juga memberikan nilai gizi tambahan yang signifikan. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan biji alpukat, salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui ekstraksi minyak yang terkandung di dalamnya. Minyak biji alpukat dapat diperoleh melalui berbagai metode, salah satunya adalah metode ekstraksi mekanik yang mengandalkan tekanan dan bahan tambahan. Dalam penelitian ini, ekstraksi dilakukan dengan bantuan pelarut n-heksana dan teknik pengadukan menggunakan tangki berpengaduk. Hasil terbaik diperoleh pada kondisi pengadukan 500 RPM selama 110 menit, dengan rendemen minyak mencapai 36,9%.

Kata kunci: Ekstraksi, Biji Alpukat, N-Heksana, Tangki, Berpengaduk

Abstract. Avocado is a plant that can grow well in tropical climates such as Indonesia. Avocado fruit itself consists of 65% flesh (mesocarp), 20% seeds (endocarp), and 15% skin (pericarp). Until now, the utilization of avocado seeds is still limited, so it often becomes waste that has not been utilized optimally. In fact, avocado seeds have a starch content of 23%, which makes it an alternative source of starch that has the potential to be used in various industrial sectors, including food and pharmaceuticals. In addition, the high protein content in avocado seeds also makes it have good nutritional value. To utilize this potential, avocado seed oil can be extracted with the right method to produce maximum results. One method used in oil extraction is the mechanical extraction method, which involves pressure and the use of certain additional materials. In this study, the avocado seed oil extraction process was carried out with the help of n-hexane solvent and stirring techniques. Optimal results were obtained at a stirring speed of 500 RPM with an extraction duration of 110 minutes, resulting in an oil yield of 36.9%.

Keywords: Extraction, Avocado Seeds, N-Hexane, Stirred Tank

1. Pendahuluan

Alpukat (*Persea americana* Mill.) merupakan salah satu tanaman buah yang dapat tumbuh optimal pada daerah beriklim tropis, termasuk di Indonesia. Buah alpukat memiliki kandungan lemak dalam dagingnya sekitar 9,8 gram per 100 gram daging buah, serta mengandung antioksidan (Swidya dkk., 2020). Meskipun demikian, biji alpukat hingga kini masih belum dimanfaatkan secara optimal dan sering kali menjadi limbah yang tidak digunakan sepenuhnya. Namun, dengan kandungan pati yang mencapai 23% biji alpukat memiliki potensi sebagai sumber pati alternatif yang dapat digunakan dalam berbagai sektor industri, termasuk pangan dan farmasi (Azzahra dkk., 2022). Selain itu, tingginya kandungan protein dalam biji alpukat juga menjadikannya sebagai sumber nutrisi yang bernilai tinggi (Qodim dkk., 2023). Minyak yang diekstrak dari biji alpukat mengandung berbagai asam lemak esensial, di antaranya asam oleat dan asam linoleat. Berdasarkan penelitian (Marlina dan Pratama 2018) terkait pemanfaatan minyak biji alpukat sebagai bahan baku produksi biodiesel, ditemukan bahwa kandungan minyak dalam bijinya berkisar antara 15% hingga 25%. Hasil penelitian lain oleh (Dwi

dkk, 2019) juga menunjukkan bahwa biji alpukat mengandung minyak dalam rentang 25% hingga 34%.

Kandungan minyak dalam biji alpukat dapat dilakukan melalui proses ekstraksi dengan pelarut yang tepat. Pemilihan jenis pelarut berperan penting dalam efektivitas proses ekstraksi, sehingga harus disesuaikan dengan karakteristik bahan (Azzahra dkk, 2022). Minyak yang terkandung dalam biji alpukat dapat dilakukan dengan metode pengepresan mekanis atau ekstraksi berbasis pelarut. Menurut (Dewi dkk, 2022), n-heksana banyak digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi karena mampu melarutkan lemak dan minyak dengan baik serta membantu memisahkan kandungan minyak dari komponen lainnya, seperti air dan zat warna. Oleh karena itu, pemilihan pelarut memegang peranan penting dalam menentukan kualitas fisis – kimia dan kuantitas minyak hasil ekstraksi. Penelitian oleh (Dewi dkk. 2022) menunjukkan bahwa proses ekstraksi minyak biji alpukat menggunakan pelarut n-heksana dengan metode maserasi menghasilkan rendemen sebesar 15,36%, dengan kandungan asam lemak bebas (FFA) 0,50%, kadar karotenoid 0,14%, serta densitas minyak 0,60 ml/gr. Penelitian oleh (Saranaung dkk, 2018) ekstraksi biji alpukat dengan metode soxhletasi menemukan bahwa ukuran serbuk 60 mesh menunjukkan nilai rendemen tertinggi 39,61%.

Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam ekstraksi minyak adalah ekstraksi dengan teknologi berpengaduk. Menurut (Wijaya, 2019), pengadukan memberikan efek kenaikan Yield secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi, semakin tinggi kemungkinan kontak antara pelarut dan bahan, sehingga meningkatkan hasil ekstraksi minyak. Dalam proses perancangan metode ekstraksi, efisiensi pengadukan dan penggunaan pelarut menjadi faktor penting yang harus diperhitungkan. Berdasarkan studi sebelumnya mengenai ekstraksi minyak biji alpukat menggunakan pelarut n-heksana dalam sistem berpengaduk, parameter utama yang perlu diperhatikan adalah kecepatan pengadukan dan waktu ekstraksi, yang berpengaruh terhadap rendemen minyak yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh yield ekstraksi minyak biji alpukat (*Persea americana* Mill) menggunakan pelarut n-heksana dalam tangki berpengaduk, dengan memvariasikan kecepatan pengadukan dan waktu ekstraksi, serta mengkaji minyak biji alpukat yang dihasilkan berdasarkan parameter mutu biodiesel yang ditetapkan oleh standar.

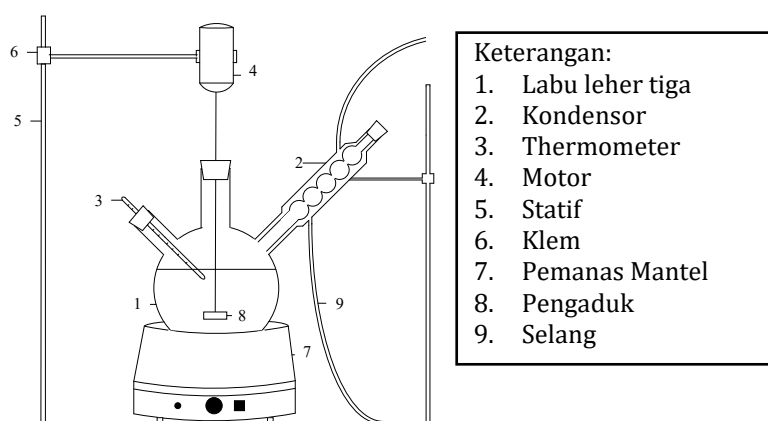
2. Metode

2.1. Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji alpukat yang diperoleh dari Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. Bahan pendukung meliputi pelarut N-Heksana 98% (Bratachem), serta kertas saring yang dibeli dari UD. Nirwana Abadi, Kota Surabaya.

2.2. Alat

Alat- alat yang digunakan dalam proses penelitian antara lain :



Gambar 1. Rangkaian Alat Ekstraksi dalam Tangki Berpengaduk

2.3. Persiapan Bahan Baku

Biji alpukat dibersihkan dari kulit, dicuci menggunakan air mengalir dan dipotong menjadi ukuran kecil. Selanjutnya, biji alpukat tersebut dikeringkan dalam oven opada suhu 100 °C selama 60 menit. Biji yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dan dilakukan pengayakan dengan ukuran 60 mesh sehingga akan didapatkan serbuk biji alpukat. Biji alpukat yang sudah kering di analisa kadar airnya, yang dihitung berdasarkan perbedaan massa sebelum dan sesudah pengeringan dan dinyatakan dalam persen (% b/b).

2.4. Proses Ekstraksi Biji Alpukat

Serbuk biji alpukat diekstraksi dengan menggunakan pelarut n-heksana 98% di dalam sebuah tangki pengaduk (*agitated vessel*). Proses ekstraksi dilakukan dengan variasi kecepatan pengadukan sebesar 300, 350, 400, 450, dan 500 RPM serta waktu ekstraksi selama 70, 90, 110, 130, dan 150 menit. Sebanyak 500 ml pelarut n-heksana ditambahkan ke dalam tangki berisi serbuk biji alpukat untuk melarutkan komponen minyak atau senyawa non-polar lainnya yang terkandung di dalam biji alpukat. Kemudian proses filtrasi menggunakan kertas saring dilakukan untuk memisahkan filtrat minyak biji alpukat dari residu biji alpukat setelah proses ekstraksi. Selanjutnya filtrat biji alpukat akan dilakukan proses pemurnian.

2.5. Proses Pemurnian Produk Ekstraksi

Filtrat biji alpukat yang telah didapatkan dari proses ekstraksi di dalam tangki berpengaduk kemudian dilakukan proses destilasi dengan suhu 69 °C selama 60 menit, dimana nantinya akan didapatkan minyak biji alpukat yang kemudian akan dilakukan analisa kualitas minyak biji alpukat.

2.6. Analisa Kadar Air Biji Alpukat

Timbang 2-5 gram bahan yang telah dikeringkan pada oven dengan suhu 100 °C. kemudian dimasukan ke dalam desikator untuk penimbangan awal. Bahan selanjutnya dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit lalu dimasukan Kembali ke dalam desikator dan ditimbang. Proses ini diulang hingga diperoleh berat simplisia konstan. Dengan W_1 sebagai berat bahan awal dan W_2 sebagai berat bahan kering, kadar air dapat di hitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

2.7. Analisa Kualitas Minyak Biji Alpukat

1. Yield (%)

Minyak biji alpukat yang telah dipisahkan dari pelarut N-Heksana, ditimbang untuk menentukan massa dan diukur volumenya. Selanjutnya, yield minyak biji alpukat dihitung berdasarkan berat minyak yang diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Massa minyak biji alpukat}}{\text{Berat biji alpukat}} \times 100 \%$$

2. Densitas Minyak (SNI 01-2891-19920)

Densitas merupakan besaran yang menunjukkan massa per satuan volume suatu benda. Semakin tinggi densitas, semakin besar massa yang terkandung dalam setiap satuan volumenya. Densitas dapat dihitung dengan membagi

massa total dengan volume totalnya. Untuk menentukan nilai densitas, pertama-tama piknometer harus dibersihkan, kemudian dikeringkan dan ditimbang dalam keadaan kosong. Setelah itu, diisi dengan minyak hingga penuh dan ditimbang kembali. Setelah massa minyak diperoleh, langkah selanjutnya adalah menggantinya dengan air suling pada suhu ruang. Minyak dimasukkan ke dalam piknometer, ditutup, lalu ditimbang kembali.

$$\text{Berat jenis} = \frac{(W_p + W_m) - W_p}{V_p}$$

Dengan :

W_p = berat piknometer

W_m = berat minyak

V_p = volume piknometer

3. Viskositas (SNI 06-644.2-2000)

Viskositas merupakan salah satu parameter karakteristik minyak biji alpukat yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekentalannya. Pengujian viskositas dilakukan dengan memasukkan minyak biji alpukat ke dalam viskometer Ostwald yang telah dipasang pompa karet dan dibilas sampel garis batas atas. Waktu (t) yang dibutuhkan minyak untuk turun hingga batas bawah dihitung. Untuk menentukan nilai viskositas minyak biji alpukat, diperlukan cairan pembanding, yaitu air. Pengujian viskositas pada air dilakukan dengan cara yang sama seperti pada minyak biji alpukat. Nilai viskositas diperoleh dengan membandingkan waktu dari kedua jenis cairan. Perhitungan viskositas didapatkan dari persamaan berikut :

$$\mu = \mu_0 \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0}$$

Dengan :

μ = viskositas sampel (cP)

μ_0 = viskositas air (cP)

t = waktu alir sampel (s)

t_0 = waktu alir alir (s)

ρ = densitas sampel (gr/ml)

ρ_0 = densitas alir (gr/ml)

4. Angka Bilangan Asam (SNI 01-2891-1992)

Angka bilangan asam didefinisikan sebagai jumlah miligram KOH (Kalium Hidroksida) yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak, sekaligus merefleksikan kadar asam lemak bebas dalam minyak tersebut. Selain itu, angka bilangan asam berkaitan dengan proses hidrolisis minyak yang berhubungan dengan kualitas minyak. Sebanyak 5 gram minyak ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml, kemudian ditambahkan 50 ml larutan alkohol. Setelah itu, campuran dipanaskan dengan pengadukan selama 30 menit. Kemudian didinginkan dan ditambahkan beberapa tetes indikator fenolftalein, lalu dititrasi menggunakan larutan standar KOH. Untuk menentukan nilai angka bilangan asam, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Angka bilangan asam} = \frac{(\text{ml KOH}) \times N \text{ KOH} \times \text{BM KOH}}{W}$$

Dengan :

ml KOH = volume KOH yang habis saat titrasi
N (KOH) = Normalitas
BM (KOH) = Berat Molekul

5. Penentuan Kadar Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) (SNI 01-2891-1992)

Kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) ditentukan berdasarkan jenis asam lemak yang paling dominan dalam minyak tertentu. Sebanyak 0,2 gram sampel minyak ditimbang dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 ml alkohol netral 96% yang telah dipanaskan hingga mendidih serta 2 ml indikator fenoltalein (PP). Campuran selanjutnya dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi hingga berubah warna menjadi merah jambu yang stabil selama 30 detik. Kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dalam minyak biji alpukat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{FFA}(\%) = \frac{(V \times N) \text{NaOH} \times (\text{BM})}{W \times 1000} \times 100\%$$

Dengan :

V(NaOH) = Volume peniteran NaOH (ml)
N(NaOH) = Normalitas NaOH (N)
W = Berat Sampel (g)
BM = Berat Molekul

6. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Alpukat Menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*)

kromatografi gas (GC) merupakan metode analisis yang umum digunakan untuk menentukan komposisi asam lemak penyusun trigliserida. Analisis tidak dilakukan secara langsung pada asam lemak bebas, melainkan pada produk hasil hidrolisis trigliserida yang telah dikonversi menjadi derivat metil ester. Bentuk metil ester ini memiliki titik didih lebih rendah sehingga memudahkan deteksi menggunakan instrument GC-MS. Penentuan komposisi asam lemak dilakukan dengan kromatografi gas (GC) menggunakan kolom non-polar yang dikombinasikan dengan spektrometer massa (MS). Kolom non-polar memisahkan asam lemak jenuh terlebih dahulu dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh yang memiliki jumlah atom karbon sama. Secara kualitatif, waktu retensi tiap asam lemak memiliki karakteristik spesifik, memungkinkan spektrometer massa mengidentifikasi semua komponen dalam sampel minyak. Selain itu, spektrum massa dari masing – masing komponen yang terelusi dibandingkan dengan spektrum massa komponen standar yang terdapat dalam database perangkat lunak GC-MS yang digunakan (Swidya, Santoso dkk, 2020).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Yield Minyak Biji Alpukat (*Persea americana Mill*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Yield minyak biji alpukat yang diperoleh melalui ekstraksi menggunakan tangki berpengaduk dipengaruhi oleh kecepatan dan lama waktu ekstraksi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kecepatan

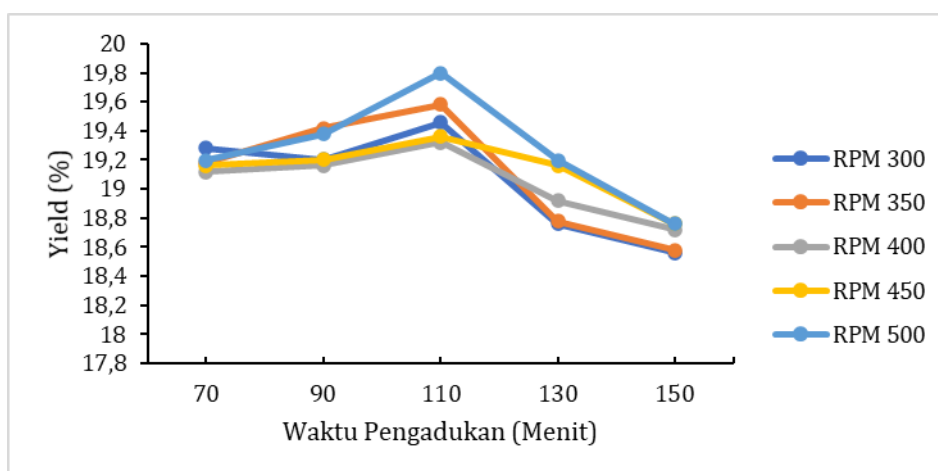
pengadukan (RPM) dengan variasi: 300, 350, 400, 450, dan 500, serta waktu pengadukan selama: 70, 90, 110, 130, dan 150 menit. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 60°C dengan pelarut n-heksana. Yield minyak biji alpukat dihitung berdasarkan perbandingan antara massa minyak yang diperoleh dan massa bahan baku berupa serbuk biji alpukat. Hasil yield minyak biji alpukat di sajikan dalam **Tabel 1**.

Table 1. Hasil *Yield* Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill)

RPM	Waktu Pengadukan (Menit)	Yield(%)
300	70	19.28
	90	19.2
	110	19.46
	130	18.76
	150	18.56
350	70	19.18
	90	19.42
	110	19.58
	130	18.78
	150	18.58
400	70	19.12
	90	19.16
	110	19.32
	130	18.92
	150	18.72
450	70	19.16
	90	19.2
	110	19.36
	130	19.16
	150	18.76
500	70	19.198
	90	19.38
	110	19.798
	130	19.198
	150	18.76

Hasil ekstraksi disajikan pada table 1 menunjukkan bahwa kombinasi kecepatan dan waktu pengadukan berperan signifikan terhadap yield minyak biji alpukat. Yield maksimum, yaitu sekitar 19,8%, diperoleh pada kecepatan 500 RPM dan durasi ekstraksi 110 menit. Di atas durasi ini, terjadi penurunan yield yang diduga akibat degradasi termal dan volatilisasi komponen minyak. Pola serupa diamati pada kecepatan 350–450 RPM, dengan kecenderungan peningkatan yield hingga titik optimum, kemudian menurun seiring waktu. Formasi vortex pada kecepatan tinggi (400–450 RPM) menyebabkan distribusi panas dan massa yang tidak merata, yang turut berkontribusi pada degradasi

minyak (Wildyawati dkk, 2020). Meskipun waktu ekstraksi yang lebih lama umumnya meningkatkan pelarutan minyak karena kontak pelarut-padatan yang lebih baik, proses ini akan mencapai titik jenuh di mana konsentrasi minyak dalam pelarut tidak bertambah signifikan (Nashuha dkk., 2024). Namun, paparan suhu, cahaya, dan oksigen selama ekstraksi berkepanjangan dapat merusak struktur kimia minyak, menurunkan kualitas dan kuantitasnya. Hal ini dikonfirmasi oleh (Novella dkk, 2019) yang melaporkan penurunan yield akibat durasi ekstraksi yang terlalu panjang.



Gambar 2. Hubungan Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Yield Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill)

Berdasarkan **Gambar 2**, terlihat bahwa peningkatan Yield dipengaruhi oleh kombinasi optimal antara waktu dan kecepatan pengadukan. Pada kecepatan 500 RPM, Yield minyak tertinggi diperoleh saat waktu pengadukan mencapai 110 menit dengan persentase mendekati 19,8%. Setelah melewati durasi ini, terjadi penurunan Yield seiring bertambahnya waktu pengadukan. Hasil penelitian didapatkan pada kecepatan pengadukan 350 RPM, 400 RPM, dan 450 RPM, di mana Yield minyak biji alpukat cenderung meningkat hingga titik tertentu sekitar 110 menit, kemudian mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena waktu ekstraksi yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan konsentrasi (Nashuha, 2024) Fenomena ini dikonfirmasi oleh penelitian (Novella dan Purwanti, 2019) yang mengekstraksi minyak biji alpukat melaporkan bahwa peningkatan waktu ekstraksi minyak biji alpukat cenderung menurunkan Yield. Penurunan ini disebabkan oleh degradasi sejumlah komponen dalam minyak yang meningkat seiring bertambahnya waktu ekstraksi, sehingga yield ekstraksi menurun dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Pada kecepatan 400 dan 450 RPM, terbentuk vortex dalam tangki pengadukan, menyebabkan distribusi panas dan bahan yang tidak merata. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu pengadukan yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi komponen minyak serta mempercepat proses penguapan minyak, sehingga mengurangi hasil minyak yang diperoleh (Widyawati, 2020). Pengadukan dengan kecepatan 500 RPM menghasilkan Yield tertinggi dibandingkan kecepatan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan dapat membantu memaksimalkan pelepasan minyak dari material biji alpukat, tetapi hanya dalam rentang waktu pengadukan yang optimal.

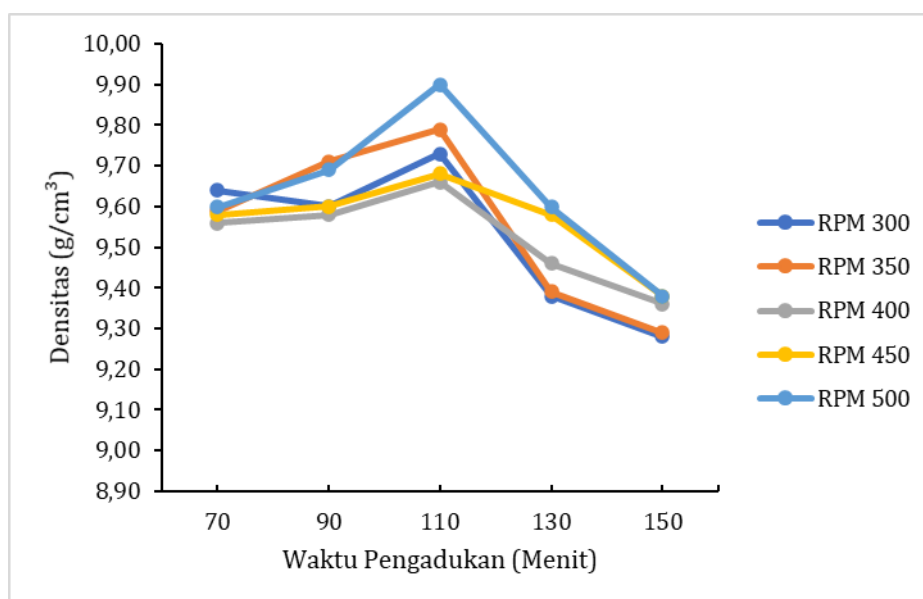
Peningkatan waktu ekstraksi berbanding lurus dengan peningkatan rendemen minyak karena waktu ekstraksi yang lebih lama memperluas kontak antara pelarut dan biji, sehingga lebih banyak minyak yang terlarut ke dalam pelarut. Namun, setelah mencapai kondisi keseimbangan, persentase minyak yang terekstraksi tidak mengalami peningkatan

lebih lanjut dan cenderung konstan. Hal ini terjadi karena waktu ekstraksi yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan konsentrasi telah tercapai (Nashuha, 2024). Fenomena ini dikonfirmasi oleh penelitian (Novella dan Purnanti 2019), yang mengekstraksi minyak biji alpukat dan melaporkan bahwa hasil yang diperoleh menunjukkan kecenderungan berbeda. Semakin lama waktu ekstraksi, Yield yang dihasilkan justru cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh peningkatan durasi ekstraksi yang meningkatkan kemungkinan degradasi komponen dalam minyak, sehingga jumlah minyak yang diekstraksi pun berkurang. Secara umum, komponen dalam minyak dapat mengalami degradasi akibat paparan panas, cahaya, dan oksigen selama proses ekstraksi. Semakin lama durasi ekstraksi, semakin besar kemungkinan terjadinya degradasi komponen dalam minyak.

3.2. Pengaruh Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Densitas Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill)

Table 2. Hasil Densitas Minyak Biji Alpukat terhadap Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan

Waktu Pengadukan (menit)	RPM				
	300	350	400	450	500
70	9.64	9.59	9.56	9.58	9.60
90	9.60	9.71	9.58	9.60	9.69
110	9.73	9.79	9.66	9.68	9.90
130	9.38	9.39	9.46	9.58	9.60
150	9.28	9.29	9.36	9.38	9.38



Gambar 3. Hubungan Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Densitas Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill)

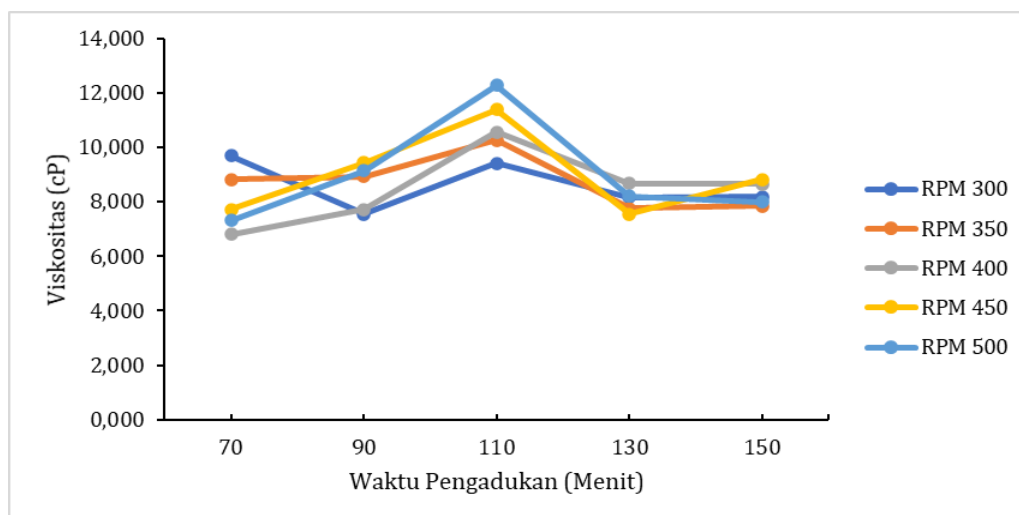
Perubahan kecepatan pengadukan (RPM) memengaruhi densitas minyak biji alpukat yang dihasilkan. Pada kecepatan pengadukan rendah (300–400 RPM), campuran minyak dan pelarut tidak terlalu homogen, sehingga menghasilkan densitas yang lebih rendah. Berdasarkan **Gambar 3**, kecepatan pengadukan yang lebih tinggi dapat meningkatkan turbulensi dan mempercepat perpindahan massa antara biji alpukat dan pelarut, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan nilai densitas minyak biji alpukat. (Jallaluddin, 2023) melaporkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi minyak biji alpukat, konsentrasinya meningkat akibat akumulasi komponen kimia penyusunnya, sehingga menghasilkan densitas yang lebih tinggi. Namun, pada kecepatan pengadukan 400 dan 450 RPM, terbentuk vortex yang menyebabkan penurunan densitas minyak biji alpukat. Vortex ini mengurangi laju difusi antara pelarut dan bahan, serta menghambat perpindahan massa antara biji alpukat dan pelarut, yang berakibat pada rendahnya nilai densitas minyak (Dewi, 2022). Selain itu, distribusi panas yang tidak merata pada kecepatan 400 dan 450 RPM juga dapat menyebabkan degradasi minyak biji alpukat. Menurut (Asmaiya ddk.,2023), semakin banyak jumlah ikatan rangkap dalam minyak, semakin rendah nilai densitasnya.

Menurut (Azizi dkk., 2023) proses transfer massa dalam ekstraksi dengan adanya proses pengadukan berperan dalam menentukan rendemen minyak yang di hasilkan . Pengadukan memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi perpindahan massa antara biji alpukat dan pelarut selama proses ekstraksi. Dengan menciptakan pengadukan dapat memperbesar luas area kontak antara permukaan biji dan pelarut, sehingga memfasilitasi pelarutan minyak ke dalam pelarut. Selain itu, pengadukan mengurangi ketebalan lapisan difusi di sekitar permukaan biji, yang mempercepat transfer massa. Pengadukan juga membantu mencegah sedimentasi biji, mendistribusikan panas secara merata, serta mengurangi gradien konsentrasi minyak dalam pelarut, yang secara keseluruhan meningkatkan efisiensi proses ekstraksi. Namun, kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi harus dihindari karena dapat menyebabkan emulsifikasi, yang berpotensi menurunkan kualitas minyak (Abidin, dkk., 1978).

3.3. Pengaruh Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Viskositas Minyak Biji Alpukat (*Persea americana Mill*)

Table 3. Hasil Viskositas (Cp) Minyak Biji Alpukat terhadap Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan

Waktu Pengadukan (Menit)	RPM				
	300	350	400	450	500
70	9.705	8.825	6.815	7.733	7.312
90	7.556	8.926	7.714	9.454	9.150
110	9.415	10.274	10.571	11.387	12.291
130	8.177	7.774	8.686	7.548	8.212
150	8.193	7.847	8.666	8.824	8.006



Gambar 4. Hubungan Waktu Pengadukan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Viskositas Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill)

Berdasarkan grafik hubungan antara waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan terhadap viskositas minyak biji alpukat pada **Gambar 4**, terlihat bahwa viskositas tertinggi diperoleh pada waktu pengadukan 110 menit dengan kecepatan 500 RPM, mencapai nilai sebesar 12,291 cP. Viskositas cenderung mengalami perubahan seiring waktu pengadukan pada setiap kecepatan pengadukan (RPM). Pada grafik menunjukkan bahwa viskositas minyak biji alpukat meningkat pada awal pengadukan, yakni dari 70 hingga 110 menit, kemudian menurun setelahnya (110 hingga 150 menit). Pada waktu pengadukan 70 menit, viskositas relatif tinggi, yang dapat dikaitkan dengan peningkatan proses pelarutan seiring waktu (Alstmalilyal, dkk., 2023). Pada awal pengadukan, lebih banyak molekul minyak yang terlepas dari matriks biji alpukat ke dalam pelarut n-heksana, sehingga meningkatkan konsentrasi minyak dalam larutan dan menyebabkan kenaikan viskositas. Viskositas mencapai puncaknya pada waktu 110 menit, yang menunjukkan bahwa proses pelarutan telah berlangsung secara maksimal. Setelah melewati waktu tersebut, viskositas mulai menurun, kemungkinan karena pelarut mencapai kejenuhan sehingga proses pelarutan minyak melambat atau karena degradasi molekul minyak akibat pengadukan yang terlalu lama. Kecepatan pengadukan (RPM) juga memiliki pengaruh signifikan terhadap viskositas. Viskositas akan naik dan turun seiring waktu pengadukan. Seperti terlihat pada Gambar 3, pada kecepatan pengadukan yang tinggi, viskositas justru menurun kembali. Hal ini dapat terjadi karena turbulensi berlebih pada kecepatan tinggi menyebabkan minyak yang telah larut kembali terdispersi atau mengalami degradasi. Berdasarkan hasil pengukuran viskositas minyak biji alpukat, dapat disimpulkan bahwa peningkatan volume pelarut n-heksana berbanding lurus dengan kenaikan nilai viskositas. Semakin besar volume pelarut n-heksana, semakin tinggi nilai viskositas yang diperoleh. Sebaliknya, dengan bertambahnya waktu ekstraksi, viskositas cenderung mengalami penurunan (Syahfitri dkk., 2024).



Gambar 5. Warna Minyak Biji Alpukat Pada Menit Ekstraksi Ke-70 Setelah Proses Pemurnian Pada Beberapa RPM (dari kanan ke kiri : 500 RPM, 450 RPM, 400 RPM, 350 RPM, 300 RPM)

Variasi warna yang signifikan ditunjukkan pada Gambar 5 berdasarkan kecepatan pengadukan dan waktu ekstraksi. Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap efisiensi transfer massa antara biji alpukat dan pelarut n-heksana. Pada kecepatan pengadukan yang lebih tinggi, turbulensi yang dihasilkan lebih besar, sehingga meningkatkan laju difusi senyawa larut minyak ke dalam pelarut (Abidin, dkk., 1978). Hal ini dapat menyebabkan lebih banyak senyawa pigmen, seperti karotenoid atau fenolik, yang terlarut, sehingga memberikan warna minyak yang lebih gelap (Prabawaningrum, dkk., 2020). Sebaliknya, pada kecepatan pengadukan yang lebih rendah, proses ekstraksi berlangsung lebih lambat, sehingga jumlah senyawa pigmen yang larut lebih sedikit, menghasilkan warna minyak yang lebih terang. Selain kecepatan pengadukan, waktu ekstraksi juga memengaruhi jumlah total senyawa yang terlarut. Pada durasi ekstraksi yang lebih lama, senyawa pigmen, senyawa fenolik, dan senyawa lainnya memiliki waktu lebih panjang untuk larut dalam n-heksana, sehingga menghasilkan warna yang lebih gelap. Sebaliknya, jika waktu ekstraksi lebih singkat, senyawa-senyawa ini tidak sepenuhnya larut, sehingga warna minyak cenderung lebih terang. Perbedaan warna minyak biji alpukat disebabkan oleh kombinasi antara kecepatan pengadukan dan waktu ekstraksi yang memengaruhi jumlah dan jenis senyawa yang terlarut. Kecepatan tinggi dan waktu ekstraksi yang lebih lama cenderung menghasilkan minyak yang lebih gelap karena lebih banyak senyawa pigmen dan fenolik yang terekstraksi (Risya, dkk., 2016). Hasil warna minyak biji alpukat terbaik terdapat pada kecepatan pengadukan 350 RPM dengan durasi pengadukan 70 menit.

3.4. Analisa Kualitas Minyak Biji Alpukat

1. Angka Bilangan Asam

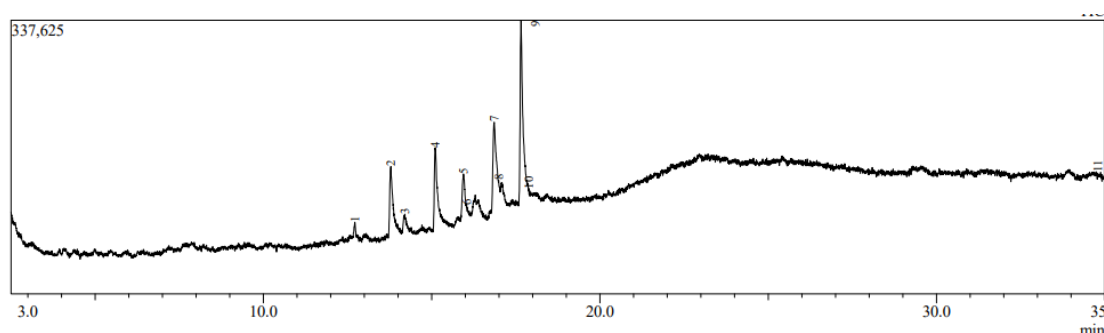
Analisis angka bilangan asam dilakukan sesuai standar SNI 01-2891-1992 dengan cara mencampurkan 3 ml sampel biodiesel ke dalam 9 ml etanol 97%. Campuran tersebut dipanaskan hingga suhu 45°C, lalu ditambahkan indikator PP sebanyak 3 tetes (Rachmanita & Syafitri, 2020). Berdasarkan pengujian, nilai bilangan asam yang diperoleh sebesar 4,56 mg KOH/g, menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki kandungan asam lemak bebas yang relatif tinggi. Menurut penelitian (Marlina & Pratama, 2018) bilangan asam minyak biji alpukat sesuai standar berkisar antara 9,97 – 12,83 mg KOH/g, dengan nilai rata-rata 11,74 mg KOH/g. Hasil menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi dan semakin banyak pelarut yang digunakan, bilangan asam minyak biji alpukat cenderung meningkat. Namun, apabila diaplikasikan sebagai bahan baku biodiesel, minyak biji alpukat yang diperoleh masih belum memenuhi standar dan memerlukan perlakuan awal tambahan berupa proses esterifikasi. Jika

minyak biji alpukat memiliki kadar FFA lebih dari 2%, maka proses esterifikasi diperlukan sebelum dilakukan transesterifikasi untuk produksi biodiesel. Beberapa penelitian telah mengukur bilangan asam minyak biji alpukat. Dalam salah satu studi, nilai bilangan asam minyak biji alpukat berkisar antara 0,354 hingga 0,473 mg KOH/gram, yang memenuhi standar SNI untuk biodiesel (Redjeki S. & Rochaleni, 2021). Penelitian lain (Rachmanita & Syafitri, 2020) melaporkan bahwa minyak biji alpukat memiliki nilai asam sebesar 0,4 mg KOH/gram, sesuai dengan standar SNI 04-7182-2015 untuk biodiesel, di mana nilai maksimum bilangan asam adalah 0,5 mg KOH/gram. Perbedaan hasil bilangan asam dapat terjadi pada setiap jenis minyak biji alpukat yang dihasilkan, karena komposisi kimia minyak biji alpukat dapat bervariasi tergantung pada lokasi geografis, jenis tanaman, iklim, serta metode budidaya. Faktor genetik juga memainkan peran penting dalam menentukan kandungan asam lemak bebas dalam biji alpukat.

2. Kadar Lemak Bebas (Free Fatty Acid)

Asam lemak bebas (ALB) merupakan asam yang dihasilkan selama proses hidrolisis oleh enzim lipase. ALB terbentuk akibat reaksi hidrolisis pada minyak, yang berpotensi menyebabkan ketengikan. Kandungan ALB digunakan sebagai indikator kualitas minyak, di mana peningkatan kadar ALB, menunjukkan penurunan mutu minyak. Dalam analisis yang dilakukan, kadar ALB yang diperoleh adalah 0,37%. Beberapa penelitian telah menganalisis kadar ALB dalam minyak biji alpukat. Salah satu studi melaporkan bahwa minyak biji alpukat memiliki kadar ALB rata-rata sebesar 0,40%, yang menunjukkan kualitas minyak yang baik (Dewi dkk., 2022). Hasil yang diperoleh sudah sesuai dalam hal kadar ALB minyak biji alpukat yang dihasilkan. Menurut penelitian (Widyawati, dkk., 2020), asam oleat merupakan asam lemak tertinggi dalam minyak biji alpukat dengan kadar mencapai 71,715%, sedangkan asam margaroleat sebagai asam lemak dengan kandungan terendah adalah yaitu 0,017%.

3. Komposisi Minyak Biji Alpukat dengan GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectrometry)



Gambar 6. Kromatogram hasil analisis GC-MS (*Gas Chromatography–Mass Spectrometry*)

Table 4. Kromatogram hasil GC-MS Minyak Biji Alpukat 3 Senyawa Tertinggi

Senyawa	Retention Time (R.Time)	Formula	Molecular Weight	% Total
Hexadecanoic Acid, Methyl Ester (Palmitic Acid Methyl Ester)	15.100	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	39.77
10,13-Octadecadienoic Acid, Methyl Ester	16.860	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294	19.75
8-Decenoic acid, 5-ethenyl-3,5,9-trimethyl-, methyl ester	12.715	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	252	14.10

Analisis GC-MS dilakukan pada minyak biji alpukat dengan Yield tertinggi, yaitu pada variabel 500 RPM dengan waktu pengadukan 110 menit. Berdasarkan tabel 4, hasil GC-MS menunjukkan tiga senyawa dominan dalam minyak biji alpukat. Ketiga senyawa tersebut terdiri dari asam lemak jenuh dan tak jenuh. Senyawa pertama adalah Hexadecanoic Acid atau yang lebih dikenal sebagai asam palmitat, termasuk dalam kelompok asam lemak jenuh dengan persentase 39,77%. Senyawa kedua, 10,13-Octadecadienoic Acid, termasuk dalam kelompok asam lemak tak jenuh dengan persentase 19,75%, sedangkan senyawa ketiga, 8-Decenoic Acid, juga merupakan asam lemak tak jenuh dengan persentase 14,10%. Ketiga senyawa ini umum ditemukan dalam minyak dan lemak nabati, seperti minyak nabati lainnya. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Widyawati, dkk., 2020), yang mengoptimalkan karakterisasi minyak biji alpukat dan melaporkan bahwa komponen asam palmitat dalam minyak biji alpukat tertinggi yang diperoleh adalah 20,35%. Hasil yield tertinggi yang di peroleh dari proses ekstraksi menghasilkan keberadaan trigliserida yang memadai dan kadar FFA rendah (<2%) hal ini sesuai dengan penelitian (Olalekan Michael, 2022) mengemukakan bahwa dengan hasil yield tertinggi meningkatkan efisiensi tinggi pembentukan biodiesel, meminimalkan pembentukan sabun, dan meningkatkan persentase konversi menjadi Fatty Acid Methyl Ester (FAME).

4. Kesimpulan

Hasil analisis ekstraksi minyak biji alpukat menunjukkan bahwa Yield tertinggi diperoleh pada kecepatan pengadukan 500 RPM dengan waktu pengadukan 110 menit, menghasilkan Yield sebesar 19,8%. Minyak biji alpukat yang diperoleh dari tangka berpengaduk mengandung 39,77% asam palmitat. Minyak ini memiliki potensi sebagai bahan baku biodiesel dan minyak nabati, dengan kadar asam lemak bebas sebesar 0,37% yang memenuhi standar biodiesel. Namun, nilai bilangan asam sebesar 4,56 mg KOH/g masih memerlukan proses esterifikasi sebelum digunakan. Analisis GC-MS mengidentifikasi tiga senyawa dominan, yaitu Hexadecanoic Acid (asam palmitat) dengan persentase 39,77%, 10,13-Octadecadienoic Acid (asam lemak tak jenuh) dengan persentase 19,75%, dan 8-Decenoic Acid, (asam lemak tak jenuh) dengan persentase 14,10%. Berdasarkan hasil tersebut, tujuan penelitian ini telah tercapai, yaitu menentukan kondisi operasi optimum ekstraksi yang menghasilkan yield minyak

tertinggi, serta mengonfirmasi bahwa minyak biji alpukat yang diperoleh memiliki sifat fisikokimia yang memenuhi spesifikasi mutu bahan baku biodiesel menurut standar.

4. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr.T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T selaku pembimbing atas bimbingan, arahan, dan dukungannya selama penyusunan jurnal penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah meluangkan waktu dan berpartisipasi dalam penelitian. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dan dasar bagi pengembang penelitian lebih lanjut di masa mendatang.

Referensi

- Abidin, Z., Yulianto, M.E. and Tembalang, P. (1978) 'Model Perpindahan Massa Sistem Cair-Cair Dalam Tangki', pp. 17-21.
- Adeloye Olalekan Michael. Effects of Extraction Solvents on Oil Yield from Persea Americana Seed and Its Characterization', *American Journal of Chemical Engineering*, 10(4), pp. 72-78. Available at: <https://doi.org/10.11648/j.ajche.20221004.12>.
- Ahmad najid (2018) 'Ekstraksi Senyawa Bahan Alam - Google Books', *Universitas Muslim Indonesia*[Preprint],(August2018).Availableat:https://www.researchgate.net/publication/328601923_Ekstraksi_Senyawa_Bahan_Alam.
- Aji, A., Bahri, S. and Tantalia, T. (2018) 'Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi Hcl UNTUK Pembuatan Pektin Dari Kulit JERUK Bali (Citrus maxima)', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(1), p. 33. Available at: <https://doi.org/10.29103/jtku.v6i1.467>.
- Andaka, G. and Fajrah, D.I. (2020) 'Ekstraksi Minyak Biji Pepaya dengan Pelarut n-Heksana', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, pp. G81-G87.
- Anggista, G. et al. (2019) 'Penentuan Faktor Berpengaruh Pada Ekstraksi Rimpang Jahe Menggunakan Extraktor Berpengaduk', *Gema Teknologi*, 20(3), p. 80. Available at: <https://doi.org/10.14710/gt.v20i3.24532>.
- Animah, Si. (2018) 'Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Biji Alpukat (Persea americana Mill) Menggunakan Metode Soxhlet'.
- Astmaiya, M., Azhari, A. and Jalaluddin, J. (2023) 'Ekstraksi dan Karakterisasi Minyak Biji Jarak Pagar (Jatropha curcas L) dan Biji Jarak Kepyar (Ricinus Communis) dengan Menggunakan Pelarut Petroleum Eter', *Journal of Biodiesel Research and Innovation (Journal of BRAIN)*, 1(1), p. 17. Available at: <https://doi.org/10.29103/jbrain.v1i1.13380>.
- Azzahra, F., Sari, I.S. and Ashari, D.N. (2022) 'Penetapan Nilai Rendemen Dan Kandungan Zat Aktif Ekstrak Biji Alpukat (Persea americana) Berdasarkan Perbedaan Pelarut Ekstraksi', *Jurnal Farmasi Higea*, 14(2), p. 159. Available at: <https://doi.org/10.52689/higea.v14i2.484>.
- Azizi, M.H., Ramaniya, D.W. and Pujiastuti, C. (2023) 'Koefisien Perpindahan Massa pada Ekstraksi Polisakarida dari Biji Asam Jawa dengan Pelarut NaOH', *Chempro*, 1(2), pp. 8-13. Available at: <https://doi.org/10.33005/chempro.v1i2.38>.

Ellena Hendrianti Permata Nagari, Hanah Sajidah, Dyah Suci Perwitasari : Ekstraksi Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) Dengan Pelarut N-Hexane Dalam Tangki Berpengaduk

- Bahri, S. (2020) 'Ekstraksi Kulit Batang Nangka menggunakan Air untuk Pewarna Alami Tekstil', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(2), p. 73. Available at: <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i2.2683>.
- Berghuis, N.T., Tamako, P.D. and Supriadin, A. (2019) 'Pemanfaatan Limbah Biji Alpukat (*Persea americana*) sebagai Bahan Baku Biodiesel', *al-Kimiya*, 6(1), pp. 36–45. Available at: <https://doi.org/10.15575/ak.v6i1.4597>.
- Dewi, L.S. et al. (2022) 'Karakteristik Minyak Dari Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Menggunakan Metode Ekstraksi Dengan Pelarut N-Heksana', *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(4), p. 37. Available at: <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i4.7469>.
- Fajri, M. and Daru, Y. (2022) 'Pengaruh Rasio Volume Pelarut dan Waktu Ekstraksi terhadap Perolehan Minyak Biji Kelor', *agriTECH*, 42(2), p. 123. Available at: <https://doi.org/10.22146/agritech.59062>.
- Hardiana, R. (2021) 'Optimasi Metode Ekstraksi Simplisia Rimpang Curcuma Zedoaria dengan Metode Ultrasound-assisted extration', p. 6.
- Jalaluddin (2023) 'Jurnal Teknologi Kimia Unimal', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(Mei), pp. 85–100.
- Laila, L. (2017) 'Kaji Eksperimen Angka Asam Dan Viskositas Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit Dari Pt Smart Tbk', *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(1), pp. 3–6. Available at: <https://doi.org/10.36048/jtpii.v2i1.2245>.
- Marlina, L. and Pratama, D.W. (2018) 'Pengambilan Minyak Biji Alpukat dengan Metode Ekstraksi', *Jurnal Ilmiah Berkala*, 12(1), pp. 31–37.
- Nashuha, F.A., Kafy, R.S. and Sumada, K. (2024) 'Optimasi Ekstraksi Minyak Biji Wijen dengan Pelarut N-Heksana dalam Tangki Berpengaduk', *Inovasi Teknik Kimia*, 9(1), pp. 44–49.
- Novella, R. and Purwanti, A. (2019) 'Pengambilan Minyak Nabati Dari Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Dengan Pelarut N-Heksana', *Jurnal Inovasi Proses*, 4(2), pp. 75–80.
- Oktaviani, I.I. and Ulilalbab, A. (2020) 'Pengaruh Penambahan TEPUNG Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Dalam Pembuatan Roti Tawar Terhadap Kadar Air Dan Daya Terima', *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan (The Journal of Food Technology and Health)*, 2(1), pp. 44–52. Available at: <https://doi.org/10.36441/jtepakes.v2i1.499>.
- Perdana (2018) *Lemak dan MINY*, *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Prabawaningrum, D., Kasmiyati, S. and Mahardika, A. (2020) 'Kandungan Pigmen dan Aktivitas Antioksidan pada Tanaman Celosia plumosa Bunga Merah dan Kuning', *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(2), pp. 119–128. Available at: <https://doi.org/10.14710/baf.5.2.2020.119-128>.
- Putri, A.R. (2021) 'Optimasi PROSES Ekstraksi Daun MENGKUDU (*Morinda Ctrifolia* L.) Secara Maserasi Dengan Pendekatan Surface RESPONSE Analysis Optimization OF THE Extraction PROCESS OF Noni (*Morinda Citrifolia* L.) Leaves BY Maseration Using THE Surface RESPONSE Analysis Appr', p. 38.

- Qodim, A. *et al.* (2023) 'Optimasi Ekstraksi Minyak Biji Alpukat Dengan Pelarut N-Hexana', *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 2(1), pp. 53–59. Available at: <https://doi.org/10.61844/jtkm.v2i1.452>.
- Rachmanita, R.E. and Safitri, A. (2020) 'Biji alpukat merupakan limbah yang dibuang setelah daging buah tersebut dimakan. Padahal didalam biji alpukat fatty acid methyl ester sebagai bahan pembuat biodiesel.', *Jurnal Ilmiah Sains*, 20(2), p. 88.
- Redjeki S., S. and Rochaeni, H. (2021) 'Pembuatan Biodiesel Dari Asam Lemak Hasil Ekstraksi Maserasi Biji Alpukat (Persea americana Mill.) Dengan Katalis KOH dan H₂SO₄ dan Perbandingan Minyak Metanol', *Warta Akab*, 44(2), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.55075/wa.v45i1.1>.
- Risyad, A., Permadani, R.L. and Mz, S. (2016) 'Ekstraksi Minyak Dari Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Menggunakan Pelarut N-Heptana', *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), pp. 34–39.
- Saranaung, A., Sangi, M.S. and Katja, D.G. (2018) 'Pengaruh Ukuran Bahan terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Biji Pala (Myristica Fragrans Houtt) dengan Metode Soxhletasi', *Jurnal MIPA*, 7(1), p. 39. Available at: <https://doi.org/10.35799/jm.7.1.2018.19282>.
- SWIDIYA, P., Santoso, B. and Lidiasari, E. (2020) 'Ekstraksi Dan Karakterisasi Minyak Alpukat Ijo Bundar (Persea Americana. Mill)', pp. 47–53. Available at: <https://repository.unsri.ac.id/28380/>.
- Syahfitri, A. *et al.* (2024) 'Ekstraksi Minyak Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Dengan Pelarut N-Heksana', *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 4(3), p. 309. Available at: <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i3.14683>.
- Syahputra, N. (2022) 'Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Waru (Hibiscus Tiliaceus) Dengan Pelarut N-Heksan, Etil Asetat, dan Etanol Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)', *Skripsi* [Preprint].
- Widyawati, Y., Megaswara, F.A. and Permana, S.A. (2020) 'Optimasi Proses Sokletasi Menggunakan Metode Permukaan Respon dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat (Persea Americana)', *Jurnal Teknologi*, 7(2), pp. 97–109. Available at: <https://doi.org/10.31479/jtek.v7i2.47>.
- Yusnitasari, M., Aulia, C. and Ridwan, S. (2023) 'Aktivitas Antibakteri Dari Berbagai Bagian Alpukat (Persea Americana Mill)', 4, pp. 7170–7174.