

Studi Perbandingan Metode Ekstraksi Soxhlet, *Hot Press* dan *Hot Press* - Soxhlet terhadap Rendemen dan Karakteristik Fisikokimia Minyak Biji Bintaro

Altriasih, Liony Dian Pertiwi, Hermin Kartika Sari*, Teguh Taufiqurohim

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

*Koresponden email: hermin.kartika@polban.ac.id

Diterima: 6 Agustus 2026

Disetujui: 14 Agustus 2026

Abstract

Cerbera manghas L. seeds are a non-edible biomass with potential as a biodiesel feedstock due to their high vegetable oil content. However, their utilization remains limited because an effective extraction method is needed to obtain high oil yield and good quality. This study aimed to compare extraction methods for *Cerbera manghas* seed oil and evaluate its characteristics. The methods included Soxhlet extraction using n-hexane, Hot Pressing, and a combination of Hot Pressing and Soxhlet extraction. Soxhlet extraction was conducted at 70 °C for 2, 4, 6, and 8 h, while Hot Pressing was performed at 80, 90, and 100 °C for 10 min. The extracted oil was analyzed for yield, free fatty acid (FFA), moisture content, density, and viscosity. The highest Soxhlet yield was obtained after 8 h (69.88%). However, considering yield, oil characteristics, and process time efficiency, 2 h was recommended as the operating condition, producing a 65.77% yield, 6.43% FFA, and 2.50% moisture content. The best Hot Pressing condition was 80 °C, producing a 7.75% yield, 6.46% FFA, and 2.44% moisture content. Meanwhile, the combined Hot Pressing–Soxhlet extraction produced a 26.65% yield, 15.51% FFA, and 19.42% moisture content. Overall, Soxhlet extraction showed the best performance and is recommended for *Cerbera manghas* seed oil extraction.

Keywords: *bintaro seeds, soxhlet extraction, oil quality, hot pressing*

Abstrak

Biji bintaro (*Cerbera manghas* L.) merupakan biomassa *non-edible* yang berpotensi sebagai bahan baku biodiesel karena memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi. Namun, pemanfaatan minyak biji bintaro masih terbatas karena diperlukan metode ekstraksi yang efektif untuk menghasilkan minyak dengan yield tinggi dan kualitas yang baik. Penelitian ini bertujuan membandingkan metode ekstraksi minyak biji bintaro dan mengevaluasi karakteristik minyak yang dihasilkan. Metode ekstraksi yang digunakan meliputi Soxhletasi menggunakan pelarut n-heksana, pengepresan panas (*Hot Press*), serta kombinasi *Hot Press*-Soxhletasi. Proses Soxhletasi dilakukan pada suhu 70 °C dengan variasi waktu ekstraksi 2, 4, 6, dan 8 jam, sedangkan metode *Hot Press* dilakukan pada variasi suhu 80, 90, dan 100 °C dengan waktu pengepresan selama 10 menit. Minyak hasil ekstraksi dianalisis berdasarkan yield, kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air, densitas, dan viskositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yield tertinggi metode Soxhletasi diperoleh pada waktu ekstraksi 8 jam, yaitu sebesar 69,88%. Namun, berdasarkan evaluasi yield, karakteristik minyak, serta efisiensi waktu proses, waktu ekstraksi 2 jam direkomendasikan sebagai kondisi operasi dengan yield sebesar 65,77%, FFA sebesar 6,43%, dan kadar air sebesar 2,50%. Metode *Hot Press* menghasilkan kondisi terbaik pada suhu 80 °C, yaitu yield sebesar 7,75%, FFA sebesar 6,46%, dan kadar air sebesar 2,44%. Sementara itu, metode kombinasi *Hot Press*-Soxhletasi menghasilkan yield sebesar 26,65% pada suhu *Hot Press* 80 °C, dengan nilai FFA sebesar 15,51% dan kadar air sebesar 19,42%. Secara keseluruhan, metode Soxhletasi memberikan performa terbaik sehingga direkomendasikan sebagai metode ekstraksi minyak biji bintaro.

Kata kunci: *biji bintaro, soxhletasi, kualitas minyak, pengepresan panas*

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan minyak nabati sebagai sumber energi terbarukan. Sebagai negara tropis dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, Indonesia memiliki berbagai jenis tanaman penghasil minyak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi, salah satunya biodiesel [1]. Namun, pemanfaatan minyak pangan sebagai bahan baku energi menimbulkan potensi persaingan antara kebutuhan energi dan kebutuhan pangan [2]. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sumber minyak nabati *non-edible* yang tidak bersaing dengan kebutuhan konsumsi.

Salah satu tanaman yang bersifat non-edible adalah bintaro (*Cerbera manghas* L.), yang banyak dijumpai di area pesisir serta daerah perkotaan di Indonesia [3]. Biji bintaro diketahui mengandung minyak dengan kadar yang cukup tinggi berkisar antara 46–64% dan asam lemaknya sesuai untuk pembuatan biodiesel [4]. Selain itu, kandungan senyawa toksik berupa glikosida jantung (*cardiac glycosides*) seperti cerberin menyebabkan tanaman ini tidak aman untuk dikonsumsi sehingga tidak menimbulkan persaingan dengan kebutuhan pangan serta berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel.

Pemanfaatan minyak biji bintaro sebagai bahan baku biodiesel sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan karena menentukan jumlah minyak yang diperoleh (*yield*) serta kualitas minyak yang dihasilkan [5]. Parameter seperti kadar asam lemak bebas (FFA), densitas, dan viskositas menjadi penting karena berpengaruh terhadap efisiensi proses transesterifikasi dan mutu biodiesel yang dihasilkan [6]. Secara umum, ekstraksi minyak dapat dilakukan melalui metode mekanik maupun metode pelarut [7]. Metode *Hot Press* memiliki keunggulan karena prosesnya cepat dan sederhana serta menghasilkan minyak dengan kualitas yang relatif baik, tetapi *yield* yang dihasilkan cenderung lebih rendah karena tidak seluruh minyak dapat diekstraksi secara maksimal [8][9]. Sebaliknya, metode soxhletasi mampu mengekstrak minyak lebih efektif sehingga menghasilkan *yield* yang lebih tinggi dibandingkan metode mekanis [4].

Handayani [10] menjelaskan bahwa *yield* minyak biji bintaro melalui metode *Hot Press* hidrolik hanya sekitar 3,7%, sedangkan soxhletasi menggunakan *n*-heksana menghasilkan *yield* sebesar 51,07%. Hasil serupa juga dilaporkan oleh [11] pada biji *Calophyllum inophyllum*, di mana ekstraksi Soxhlet menghasilkan *yield* lebih tinggi dibandingkan ekstraksi mekanis. Hal ini sejalan dengan laporan bahwa proses pengepresan mekanis masih meninggalkan sisa minyak dalam bungkil sekitar 10–20% [12], sehingga metode mekanik sebagai metode tunggal belum mampu mengekstraksi seluruh minyak yang terdapat dalam matriks biji.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, kombinasi *hot press* dan soxhletasi berpotensi menggabungkan keunggulan kedua metode, yaitu mengekstraksi minyak bebas melalui *Hot Press* dan memperoleh minyak residu melalui soxhletasi pada ampas hasil pengepresan. Namun, penelitian yang membandingkan metode *Hot Press*, soxhletasi, dan kombinasi keduanya terhadap *yield* dan kualitas minyak biji bintaro masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan ketiga metode tersebut dengan fokus pada pengaruh metode ekstraksi terhadap *yield* dan kualitas minyak yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biji bintaro (*Cerbera manghas* L.) yang diperoleh dari buah bintaro tua dengan kulit berwarna coklat sebagai indikator kematangan. Biji yang digunakan merupakan biji yang utuh, tidak busuk, tidak berjamur, dan bebas dari kerusakan. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi adalah *n*-heksana teknis. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis kualitas minyak meliputi etanol 96%, larutan kalium hidroksida (KOH), indikator fenoltalein (PP), dan akuades. Peralatan utama yang digunakan terdiri atas Soxhlet extractor, screw *Hot Press*, rotary evaporator, oven, blender, ayakan, neraca analitik, piknometer, viskometer Ostwald, serta peralatan gelas laboratorium.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan preparasi biji bintaro yang meliputi pemisahan biji dari kulit buah dan tempurung. Biji kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 14 jam hingga mencapai berat konstan. Selanjutnya biji kering diperkecil ukurannya menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 20 mesh (0,85 mm). Minyak kemudian diekstraksi menggunakan tiga metode, yaitu Soxhlet, *Hot Press*, dan Kombinasi *Hot Press*-Soxhlet.

Pada metode Soxhlet, sebanyak 50 g serbuk biji bintaro diekstraksi menggunakan *n*-heksana pada suhu 70 °C dengan variasi waktu ekstraksi selama 2, 4, 6, dan 8 jam. Metode *Hot Press* dilakukan menggunakan screw *Hot Press* pada variasi suhu pengepresan 80, 90, dan 100 °C selama 10 menit. Selanjutnya, ampas hasil *Hot Press* diekstraksi kembali menggunakan metode Soxhlet pada kondisi optimum untuk memperoleh sisa minyak yang masih tertinggal dalam bungkil. Minyak hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarut menggunakan rotary evaporator, kemudian dilakukan karakterisasi untuk menentukan kualitas minyak.

2.3 Metode Analisis

Karakterisasi minyak dilakukan melalui analisis *yield*, kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air, densitas, dan viskositas. *Yield* dihitung berdasarkan perbandingan massa minyak yang diperoleh terhadap massa awal bahan baku menggunakan Persamaan (1), untuk metode kombinasi, *yield* dihitung dari total

massa minyak hasil *Hot Press* dan soxhletasi terhadap massa awal bahan baku menggunakan Persamaan (2.2).

$$\text{Yield (\%)} = \frac{m \text{ produk}}{m \text{ bahan baku}} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan Yield pada metode kombinasi dihitung berdasarkan persamaan 2.

$$\text{Yield (\%)} = \frac{m \text{ produk Hot Press} + m \text{ produk soxhletasi}}{m \text{ bahan baku}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

m = Massa (gram)

Kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*, FFA) dianalisis menggunakan metode titrasi alkalimetri. Nilai FFA dihitung berdasarkan hasil titrasi melalui perhitungan angka asam dan dinyatakan sebagai persen asam oleat menggunakan Persamaan (3)

$$\text{Angka asam} \left(\text{mg} \frac{\text{KOH}}{\text{g}} \right) = \frac{V \text{ KOH} \times N \text{ KOH} \times Mr \text{ KOH}}{m \text{ sampel (minyak)}} \quad (3)$$

$$\text{FFA (\%)} = \frac{\text{Angka Asam}}{1,99}$$

Keterangan:

V = Volume (mL)

N = Normalitas (mg/mL)

Mr = Massa molekul relatif

m = Massa (gram)

Kadar air ditentukan menggunakan metode oven berdasarkan kehilangan massa setelah pemanasan dan dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(W + W_o) - W_1}{W_o} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

W_o = Berat awal minyak

W = Berat cawan

W₁ = Berat cawan + berat minyak + dan berat minyak setelah dikeringkan

Densitas minyak diukur menggunakan piknometer 5 mL pada suhu 25 °C dan dihitung menggunakan Persamaan (5).

$$\rho \text{ Minyak Biji Bintaro} = \frac{(m \text{ piknometer} + m \text{ minyak biji bintaro}) - m \text{ piknometer kosong}}{\text{Volume piknometer}} \quad (5)$$

Keterangan:

ρ = Massa jenis (g/mL)

m = Massa (gram)

V = Volume (mL)

Viskositas ditentukan menggunakan viskometer Ostwald pada suhu 25 °C dengan akuades sebagai fluida pembanding, kemudian dihitung menggunakan Persamaan (6).

$$\mu \text{ Minyak Biji Bintaro} = 0,89 \times \frac{\rho \text{ Minyak biji bintaro} \times t_1}{\rho \text{ air} \times t_2} \quad (6)$$

Keterangan:

μ_s = Viskositas Minyak (cSt)

ρ = Massa jenis (g/mL)

t₁ = Waktu sampel (detik)

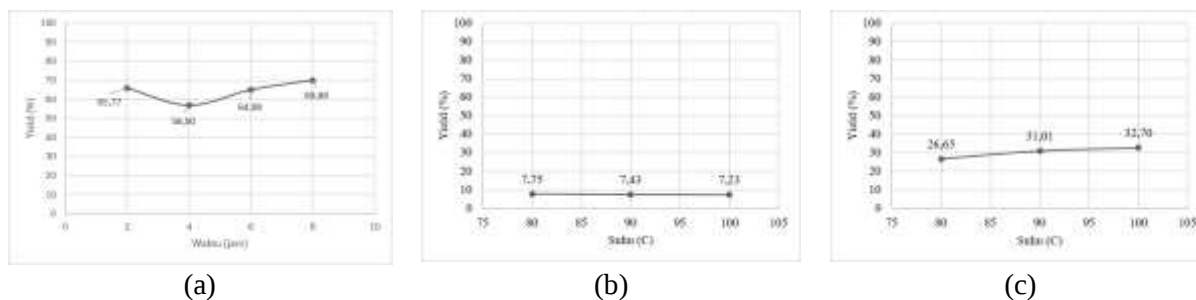
t₂ = Waktu air (detik)

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian meliputi pengaruh metode ekstraksi terhadap yield serta karakteristik mutu minyak biji bintaro (*Cerbera manghas* L.), yang meliputi densitas, viskositas, kadar air, dan kadar asam lemak bebas (FFA). Perbandingan dilakukan pada tiga metode ekstraksi, yaitu Soxhlet dengan variasi waktu ekstraksi, *Hot Press* dengan variasi suhu pengepresan, serta kombinasi *Hot Press*–Soxhlet. Pembahasan difokuskan pada pengaruh perlakuan terhadap kuantitas dan kualitas minyak yang dihasilkan serta dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu untuk menjelaskan fenomena yang terjadi.

3.1 Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Yield Minyak

Yield merupakan salah satu parameter utama yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas metode ekstraksi minyak biji bintaro. Perbandingan yield pada metode Soxhlet, *Hot Press*, dan kombinasi *Hot Press*–Soxhlet disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pengaruh metode ekstraksi terhadap yield minyak biji bintaro: (a) Soxhlet, (b) *Hot Press*, dan (c) kombinasi (*Hot Press*–Soxhlet).

Yield minyak biji bintaro hasil ekstraksi menggunakan metode Soxhlet, *Hot Press*, dan kombinasi (*Hot Press*–Soxhlet) ditunjukkan pada **Gambar 1**. Pada metode Soxhlet (a), yield yang diperoleh pada waktu ekstraksi 2, 4, 6, dan 8 jam berturut-turut sebesar 65,76%, 56,90%, 64,98%, dan 69,88%. Secara umum, penambahan waktu ekstraksi cenderung meningkatkan yield, meskipun pada waktu 4 jam terjadi penurunan. Semakin lama waktu ekstraksi, semakin besar kesempatan pelarut berdifusi ke dalam matriks bahan sehingga minyak yang terekstraksi meningkat [13]. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa peningkatan waktu ekstraksi Soxhlet meningkatkan rendemen minyak [14]. Penurunan yield pada waktu 4 jam diduga dipengaruhi oleh kondisi operasional, yaitu frekuensi siklus sifon yang lebih sedikit sehingga kontak antara pelarut dan sampel kurang optimal.

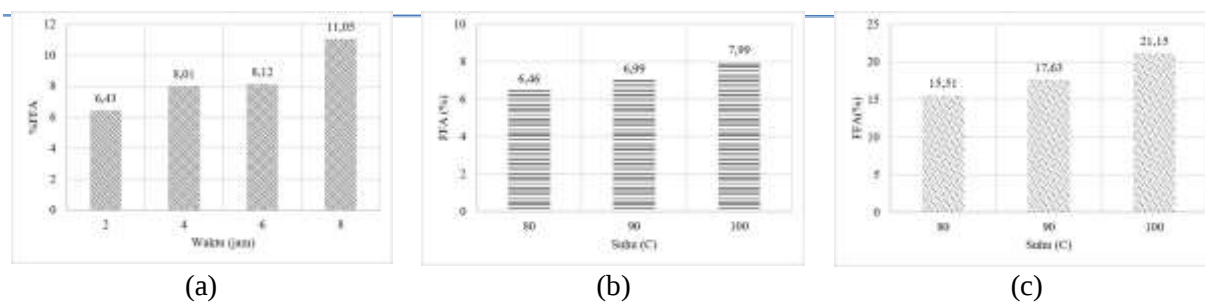
Pada metode *Hot Press* (b), yield pada suhu pengepresan 80, 90, dan 100°C berturut-turut sebesar 7,75%, 7,43%, dan 7,23%. Peningkatan suhu menunjukkan kecenderungan menurunkan yield, meskipun perbedaannya relatif kecil. Hal ini diduga karena suhu 80°C telah cukup untuk menurunkan viskositas minyak sehingga minyak yang mudah keluar telah berhasil diekstraksi, sedangkan peningkatan suhu menyebabkan bahan lebih kering sehingga sebagian minyak tetap tertahan di dalam ampas.

Pada metode kombinasi *Hot Press*–Soxhlet (c), yield meningkat dari 26,65% pada suhu *Hot Press* 80°C menjadi 31,01% pada 90°C dan 32,70% pada 100°C. Peningkatan ini diduga karena pemanasan pada tahap *Hot Press* menurunkan viskositas minyak dan membuat struktur ampas lebih berpori sehingga pelarut n-heksana pada tahap Soxhlet lebih mudah melarutkan sisa minyak yang masih tertahan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya [15], [16]. Berdasarkan parameter yield, kondisi terbaik diperoleh pada waktu ekstraksi 8 jam untuk metode Soxhlet, suhu 80°C untuk metode *Hot Press*, dan suhu 100°C untuk metode kombinasi *Hot Press*–Soxhlet.

3.2 Karakteristik Mutu Minyak

3.2.1 Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Nilai kadar asam lemak bebas (FFA) minyak biji bintaro pada berbagai metode ekstraksi ditunjukkan pada **Gambar 2**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar FFA dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan kondisi ekstraksi yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian, kadar FFA pada metode Soxhlet berkisar antara 6,43-11,05%, metode *Hot Press* sebesar 6,46-7,99%, sedangkan metode kombinasi menghasilkan kadar FFA tertinggi yaitu sebesar 15,51-21,15%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode ekstraksi berpengaruh terhadap kadar FFA minyak yang dihasilkan.



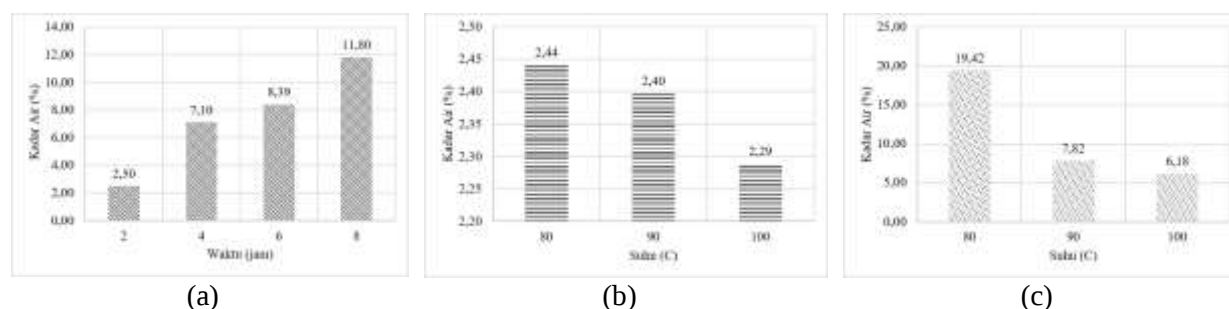
Gambar 2. Kadar FFA Minyak Biji Bintaro pada Berbagai Metode dan Kondisi Ekstraksi: (a) Soxhlet, (b) Hot Press, dan (c) kombinasi (Hot Press–Soxhlet).

Peningkatan kadar FFA pada metode Soxhlet diduga disebabkan oleh semakin lamanya waktu kontak antara pelarut dan bahan sehingga minyak terpapar panas lebih lama dan meningkatkan peluang terjadinya reaksi hidrolisis. Sementara itu, kadar FFA yang lebih tinggi pada metode kombinasi diduga terjadi karena minyak mengalami dua tahap proses ekstraksi, yaitu Hot Press dan Soxhlet, sehingga total waktu pemanasan menjadi lebih lama. Hasil penelitian ini sejalan dengan [17] yang menyatakan bahwa perpanjangan waktu ekstraksi meningkatkan kadar FFA akibat hidrolisis minyak selama pemanasan. Selain itu, waktu ekstraksi yang melebihi kondisi optimum dapat meningkatkan derajat hidrolisis minyak sehingga kadar FFA semakin tinggi [17].

Tinggi kadar FFA kurang menguntungkan apabila minyak digunakan sebagai bahan baku biodiesel karena dapat meningkatkan kebutuhan katalis basa dan memicu pembentukan sabun (saponifikasi) selama proses transesterifikasi. Oleh karena itu, meskipun waktu 8 jam menghasilkan yield tertinggi, waktu ekstraksi 2 jam dipilih sebagai kondisi terbaik karena menghasilkan kadar FFA terendah sebesar 6,43% dengan yield yang masih tinggi, sehingga memberikan keseimbangan antara kuantitas dan kualitas minyak.

3.2.2 Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kadar Air

Kadar air minyak biji bintaro hasil ekstraksi menggunakan metode Soxhlet, Hot Press, dan kombinasi disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kadar Air Minyak Biji Bintaro pada Berbagai Metode dan Kondisi Ekstraksi: (a) Soxhlet, (b) Hot Press, dan (c) kombinasi (Hot Press–Soxhlet).

Berdasarkan **Gambar 3** kadar air minyak biji bintaro menunjukkan tren yang berbeda pada setiap metode ekstraksi. Metode Soxhlet menghasilkan kadar air yang meningkat seiring bertambahnya waktu ekstraksi, sedangkan metode Hot Press dan kombinasi menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air dengan meningkatnya suhu pengepresan. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa mekanisme ekstraksi dan kondisi operasi memengaruhi kandungan air pada minyak yang dihasilkan.

Metode Soxhlet menghasilkan kadar air yang meningkat dari 2,50% pada waktu ekstraksi 2 jam menjadi 11,80% pada waktu ekstraksi 8 jam. Peningkatan kadar air diduga dipengaruhi oleh proses ekstraksi maupun penanganan sampel. Meskipun minyak telah melalui proses evaporasi untuk memisahkan pelarut *n*-heksana, proses tersebut belum mampu menghilangkan seluruh air maupun sisa pelarut yang masih terperangkap di dalam minyak. Selain itu, lamanya penyimpanan sampel sebelum analisis juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar air, sebagaimana dijelaskan oleh [18]. Kadar air minyak pada rentang 0,2–0,39% termasuk kategori sedang, sehingga kadar air yang diperoleh pada penelitian ini tergolong tinggi[19]. Kandungan air yang tinggi dapat memicu reaksi hidrolisis trigliserida yang menghasilkan asam lemak bebas dan berpotensi menurunkan kualitas minyak [10].

Metode Hot Press dan kombinasi menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air seiring meningkatnya suhu pengepresan. Penurunan tersebut diduga terjadi karena peningkatan suhu selama proses Hot Press menyebabkan sebagian kandungan air dalam bahan menguap sebelum minyak diekstraksi. Hasil

ini sejalan dengan [15] yang menyatakan bahwa peningkatan suhu pengepresan menurunkan kadar air (*seed moisture content*) akibat penguapan air selama proses ekstraksi mekanis. Selain itu, [20] menyatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi sifat fisik minyak, sedangkan [21] menjelaskan bahwa peningkatan suhu dan penurunan kadar air bahan dapat meningkatkan efisiensi pelepasan minyak selama proses pengepresan. Meskipun demikian, penentuan kondisi optimum tidak hanya didasarkan pada kadar air, tetapi juga perlu mempertimbangkan parameter mutu lainnya, seperti yield dan kadar asam lemak bebas (FFA).

3.2.3 Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Densitas

Nilai densitas minyak biji bintaro hasil ekstraksi menggunakan metode Soxhlet, *Hot Press*, dan kombinasi disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Densitas Minyak Biji Bintaro pada Berbagai Metode dan Kondisi Ekstraksi

Soxhlet		Hot Press		Kombinasi	
Waktu (jam)	Densitas (g/mL)	Suhu Hot Press (°C)	Densitas (g/mL)	Suhu Hot Press (°C)	Densitas (g/mL)
2	1,028	80	0,961	80	1,019
4	1,024	90	0,962	90	1,037
6	1,018	100	0,961	100	1,039
8	0,982	—	—	—	—

Berdasarkan **Tabel 1** menunjukkan bahwa densitas minyak dipengaruhi oleh metode dan kondisi ekstraksi yang digunakan. Pada metode Soxhlet, densitas cenderung menurun seiring bertambahnya waktu ekstraksi. Sebaliknya, metode *Hot Press* menghasilkan nilai densitas yang relatif konstan, sedangkan metode kombinasi menunjukkan kecenderungan peningkatan densitas dengan meningkatnya suhu *Hot Press*.

Perbedaan nilai densitas antar metode dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku, kondisi ekstraksi, suhu pengukuran, serta komposisi minyak yang dihasilkan. Handayani [10] menyatakan bahwa berat jenis minyak dipengaruhi oleh komposisi asam lemak, tingkat kejenuhan asam lemak, dan kandungan pengotor seperti getah, karbohidrat, protein, dan fosfatida. Nilai densitas yang relatif konstan pada metode *Hot Press* menunjukkan bahwa peningkatan suhu hingga 100°C belum memberikan perubahan yang berarti terhadap komposisi utama minyak.

3.2.4 Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Viskositas

Nilai viskositas minyak biji bintaro hasil ekstraksi menggunakan metode Soxhlet, *Hot Press*, dan kombinasi disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Viskositas Minyak Biji Bintaro pada Berbagai Metode dan Kondisi Ekstraksi

Soxhlet		Hot Press		Kombinasi	
Waktu (jam)	Viskositas (cSt)	Suhu Hot Press (°C)	Viskositas (cSt)	Suhu Hot Press (°C)	Viskositas (cSt)
2	12,687	80	19,068	80	18,423
4	11,121	90	22,952	90	23,507
6	10,482	100	23,019	100	23,526
8	4,653	—	—	—	—

Berdasarkan **Tabel 2** Nilai viskositas minyak biji bintaro yang diukur menggunakan viskometer Ostwald pada suhu 30°C menunjukkan tren yang berbeda pada setiap metode ekstraksi. Pada metode Soxhlet, viskositas menurun seiring bertambahnya waktu ekstraksi, yaitu dari 12,68 cSt (2 jam) menjadi 11,12 cSt (4 jam), 10,48 cSt (6 jam), dan 4,65 cSt (8 jam). Penurunan terbesar terjadi pada ekstraksi 8 jam, yang diduga disebabkan oleh semakin banyaknya fraksi minyak dengan massa molekul lebih rendah yang terekstraksi serta berkurangnya kandungan komponen berat atau pengotor yang dapat meningkatkan kekentalan minyak. Penurunan viskositas ini juga diikuti oleh penurunan densitas, sehingga mengindikasikan adanya perubahan karakteristik fisik minyak selama proses ekstraksi. Viskositas dipengaruhi oleh karakteristik fisikokimia minyak, di mana viskositas yang tinggi umumnya berkaitan dengan kandungan senyawa polimer maupun pengotor, seperti getah atau lendir yang ikut terekstraksi [22].

Berbeda dengan metode Soxhlet, viskositas minyak hasil ekstraksi metode *Hot Press* meningkat seiring kenaikan suhu pengepresan, yaitu dari 19,068 cSt pada 80°C menjadi 22,952 cSt pada 90°C dan 23,019 cSt pada 100°C. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa suhu pengepresan yang lebih tinggi menghasilkan minyak yang lebih kental. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan

bahwa peningkatan suhu ekstraksi mekanis dapat meningkatkan viskositas minyak [23]. Pemanasan pada suhu yang lebih tinggi juga dapat mempercepat oksidasi lipid sehingga menghasilkan senyawa polar berbobot molekul lebih besar yang meningkatkan hambatan aliran minyak [24]. Selain itu, ekstraksi secara mekanis masih memungkinkan komponen non minyak, seperti getah maupun pengotor lain, terbawa bersama minyak sehingga turut memengaruhi karakteristik viskositas minyak.

Pada metode kombinasi, viskositas minyak juga meningkat seiring kenaikan suhu *Hot Press*, yaitu dari 18,42 cSt pada 80°C menjadi 23,51 cSt pada 90°C dan 23,53 cSt pada 100°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengepresan pada metode kombinasi diikuti oleh meningkatnya viskositas minyak yang dihasilkan. Tren ini sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai ekstraksi mekanis minyak [23]. Pemanasan pada suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat oksidasi lipid sehingga menghasilkan senyawa hasil oksidasi yang berkontribusi terhadap peningkatan viskositas minyak [24]. Selain itu, metode kombinasi yang melibatkan pengepresan dan ekstraksi Soxhlet menggunakan n-heksana masih memungkinkan komponen non minyak ikut terekstraksi sehingga turut memengaruhi karakteristik viskositas minyak.

3.3 Kondisi Ekstraksi Terbaik

Penentuan kondisi ekstraksi terbaik dilakukan berdasarkan perbandingan yield dan karakteristik mutu minyak yang meliputi densitas, viskositas, kadar air, serta kadar asam lemak bebas (FFA). Ringkasan parameter pada kondisi optimum masing-masing metode disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Kondisi Ekstraksi Terbaik pada Masing-Masing Metode

Parameter	Soxhlet (2 jam)	Hot Press (80 °C)	Kombinasi (80 °C+2 jam)
Yield (%)	65,768	7,753	26,647
FFA (%)	6,429	6,464	15,513
Kadar air (%)	2,496	2,441	19,424
Densitas (g/mL)	1,028	0,961	1,019
Viskositas (cSt)	12,687	19,068	18,423

Berdasarkan **Tabel 3** metode Soxhlet dengan waktu ekstraksi 2 jam menghasilkan yield tertinggi, yaitu 65,768%, dengan kualitas minyak yang relatif baik, ditunjukkan oleh kadar air sebesar 2,496%, kadar FFA sebesar 6,429%, densitas 1,028 g/mL, dan viskositas 12,687 cSt. Sementara itu, metode *Hot Press* pada suhu 80°C menghasilkan kualitas minyak yang relatif baik dengan kadar air (2,441%) dan FFA (6,464%) yang hampir sama dengan metode Soxhlet, namun yield yang diperoleh jauh lebih rendah, yaitu 7,753%. Pada metode kombinasi *Hot Press*–Soxhlet (80°C + 2 jam), yield meningkat menjadi 26,647%, tetapi diikuti oleh peningkatan kadar air (19,424%) dan FFA (15,513%) sehingga mutu minyak yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dua metode lainnya. Oleh karena itu, metode Soxhlet dengan waktu ekstraksi 2 jam dipilih sebagai kondisi ekstraksi terbaik karena memberikan keseimbangan antara yield yang tinggi dan kualitas minyak yang lebih baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, metode Soxhletasi dengan waktu ekstraksi 8 jam menghasilkan yield minyak biji bintaro tertinggi sebesar 69,88%. Namun, berdasarkan pertimbangan keseimbangan antara yield, karakteristik minyak, dan efisiensi waktu proses, waktu ekstraksi 2 jam direkomendasikan sebagai kondisi operasi. Peningkatan suhu pada metode *Hot Press* tidak meningkatkan yield, dengan hasil terbaik diperoleh pada suhu 80°C sebesar 7,75%. Metode kombinasi (*Hot Press*–Soxhletasi) juga belum mampu menghasilkan yield yang lebih tinggi dibandingkan Soxhletasi tunggal. Selain itu, karakteristik fisikokimia minyak yang dihasilkan dari ketiga metode menunjukkan perbedaan pada nilai densitas, viskositas, kadar air, dan kadar asam lemak bebas (FFA). Secara umum, minyak yang diperoleh masih memiliki kadar air dan FFA yang tinggi sehingga memerlukan proses pengeringan, pemurnian, dan penurunan FFA sebelum dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel.

5. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis komposisi asam lemak minyak biji bintaro menggunakan GC-MS serta mengembangkan proses produksi biodiesel melalui tahap esterifikasi dan transesterifikasi. Pengujian karakteristik biodiesel juga perlu dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaiannya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) biodiesel).

6. Daftar Pustaka

- [1] Aisyah, Lies, and Cahyo Setyo Wibowo. "A review of biodiesel development in Indonesia: current status, future potential and its impact on the environment." *Scientific Contributions Oil and Gas* 34.3 (2011): 177-188.
- [2] A. Hidayatno *et al.*, "Exploring the food-versus-fuel debate in Indonesia's palm oil industry toward sustainability: A model-based policymaking approach," *Energy Nexus*, vol. 19, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.nexus.2025.100511.
- [3] A. Susilo, D. Haryanta, and T. T. Sa'Adah, "The effect of bintaro (*Cerbera manghas*) leaf extract on transmission of aphids (homoptera) in chili (*Capsicum annuum*) plants," *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*, vol. 14, pp. 239–250, Dec. 2020, doi: 10.46300/91011.2020.14.31.
- [4] I. W. Sutapa, Rosmawaty, and H. Ropa, "Non-edible Oil of *Cerbera manghas* L. Seed from Seram Island-Maluku as Oil Source of Biodiesel Production," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1341/3/032001.
- [5] J. A. V Famurewa, K. F. Jaiyeoba, C. A. Ogunlade, and O. B. Ayeni, "Effect of extraction methods on yield and some quality characteristics of coconut (*Cocos nucifera* L) oil," 2021. [Online]. Available: <http://www.cigrjournal.org>
- [6] T. P. Hariyadi and M. Jelita, "Analisis Potensi dan Evaluasi Emisi Biodiesel dari Palm Oil Mill Effluent," *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, vol. 9, no. 2, p. 115, May 2024, doi: 10.36722/sst.v9i2.2754.
- [7] Atabani, Abdelaziz Emad, et al. "Non-edible vegetable oils: a critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production." *Renewable and sustainable energy reviews* 18 (2013): 211-245.
- [8] S. Wang *et al.*, "Effect of Different Extraction Methods on Quality Characteristics of Rapeseed and Flaxseed Oils," *J. Food Qual.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8296212.
- [9] Nurloviana, Sanggra, Rudianda Sulaeman, and Evi Sribudiana. "Karakteristik Mutu Minyak Biji Bintaro (*Cerbera Manghas* L) Berdasarkan Tingkat Kematangan Biji." *JOM UNRI* 5 (2018).
- [10] Anggraeni, Santi Rukminita. "Karakteristik fisiko-kimia minyak biji bintaro (*Cerbera manghas* L) dan potensinya sebagai bahan baku pembuatan biodiesel." *Jurnal Akuatika* 6.2 (2015).
- [11] M. M. K. Bhuiya, M. Rasul, M. Khan, N. Ashwath, and M. Rahman, "Comparison of oil extraction between screw press and solvent (n-hexane) extraction technique from beauty leaf (*Calophyllum inophyllum* L.) feedstock," *Ind. Crops Prod.*, vol. 144, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.indcrop.2019.112024.
- [12] H. Bakhshabadi, M. Ganje, M. Gharekhani, T. Mohammadi-Moghaddam, C. Aulestia, and A. Morshedi, "A Review of New Methods for Extracting Oil from Plants to Enhance the Efficiency and Physicochemical Properties of the Extracted Oils," Apr. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/pr13041124.
- [13] J. W. Ntalikwa, "Solvent Extraction of *Jatropha* Oil for Biodiesel Production: Effects of Solvent-to-Solid Ratio, Particle Size, Type of Solvent, Extraction Time, and Temperature on Oil Yield," *Journal of Renewable Energy*, vol. 2021, pp. 1–8, Jul. 2021, doi: 10.1155/2021/9221168.
- [14] S. S. Handayani, E. R. Gunawan, D. Suhendra, and M. Murniati, "Kajian Pengaruh Suhu Pemanasan Awal Dan Waktu Sokletasi Terhadap Perolehan Minyak Biji Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.)," *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, vol. 10, no. 4, pp. 749–754, Dec. 2024, doi: 10.29303/jstl.v10i4.754.
- [15] D. Mridula, P. Barnwal, and K. K. Singh, "Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 52, no. 3, pp. 1498–1506, Mar. 2015, doi: 10.1007/s13197-013-1132-6.
- [16] A. Patra, S. Abdullah, and R. C. Pradhan, "Review on the extraction of bioactive compounds and characterization of fruit industry by-products," Dec. 01, 2022, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1186/s40643-022-00498-3.
- [17] Alhanif, Misbahudin, et al. "Application of the Box-Behnken Experimental Design to Optimize Coffee Ground Oil Extraction Using the Soxhlet Method." *Journal of Chemical Process Engineering* 11.1 (2026): 1-16.
- [18] Nurloviana, Sanggra, Rudianda Sulaeman, and Evi Sribudiana. "Karakteristik Mutu Minyak Biji Bintaro (*Cerbera Manghas* L) Berdasarkan Tingkat Kematangan Biji." *JOM UNRI* 5 (2018).
- [19] Sunarko, *Petunjuk Praktis Budi Daya & Pengolahan Kelapa Sawit*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka, 2007.

- [20] R. Savoie, J. L. Lanoisellé, and E. Vorobiev, "Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review," Jan. 01, 2013, *Springer Science and Business Media, LLC*. doi: 10.1007/s11947-012-0947-x.
- [21] P. Willems, N. J. M. Kuipers, and A. B. De Haan, "Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates," *J. Food Eng.*, vol. 89, no. 1, pp. 8–16, Nov. 2008, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.03.023.
- [22] Mudia, Fadilah Rabiul Nada, et al. "Pemanfaatan Biji Bintaro (*Cerbera manghas* L) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel Dan Biopellet Untuk Pengembangan Energi Baru Terbarukan." *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia*. Vol. 1. No. 1. 2020.
- [23] A. H. Tambunan, J. P. Situmorang, J. J. Silip, A. Joelianingsih, and T. Araki, "Yield and physicochemical properties of mechanically extracted crude *Jatropha curcas* L oil," *Biomass Bioenergy*, vol. 43, pp. 12–17, Aug. 2012, doi: 10.1016/j.biombioe.2012.04.004.
- [24] Choe, Eunok, and David B. Min. "Mechanisms and factors for edible oil oxidation." *Comprehensive reviews in food science and food safety* 5.4 (2006): 169-186.