

## **Preparasi Minyak Goreng Bekas sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel dengan Adsorben Arang Aktif dari Tempurung Kelapa**

### ***Preparation of Waste Cooking Oil as a Raw Material for Biodiesel Synthesis with Activated Charcoal Adsorbent from Coconut Shells***

**Haryono<sup>1\*</sup>, Hersandy Dayu Kusuma<sup>2</sup>, Husain Akbar Sumeru<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jl. Ir. Soekarno Km. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat*

<sup>2</sup>*Prodi Sarjana Terapan Teknologi Industri Kimia, Sekolah Vokasi, Universitas Padjadjaran, Jl. Ir. Soekarno Km. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat*  
*Email: haryono@unpad.ac.id*

#### **ABSTRAK**

Minyak goreng, khususnya dari sawit, merupakan salah satu kebutuhan utama di rumah tangga dan industri pangan atau kuliner. Pemakaian minyak goreng tersebut pada akhirnya akan dihasilkan limbah berupa minyak goreng bekas. Minyak goreng bekas memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan biodiesel, salah satu jenis energi terbarukan. Namun demikian, sebelum digunakan pada proses pembuatan biodiesel, minyak goreng bekas tersebut harus dipisahkan dari pengotor-pengotornya. Salah satu metode dalam tahap pemisahan pengotor dari minyak goreng bekas tersebut adalah adsorpsi dengan berbagai jenis adsorben, misalnya arang aktif. Tempurung kelapa merupakan limbah biomassa potensial sebagai bahan baku untuk menghasilkan arang aktif. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh suhu dan kadar adsorben pada adsorpsi minyak goreng bekas dengan arang aktif dari tempurung kelapa untuk terhadap karakteristik minyak goreng bekas sebagai bahan baku pada sintesis biodiesel. Prosedur penelitian meliputi dua tahap utama, yaitu pemurnian minyak goreng bekas dengan metode sedimentasi, filtrasi, evaporasi, dan sedimentasi; kemudian sintesis biodiesel dari minyak goreng bekas setelah dimurnikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi minyak goreng bekas pada suhu 70 °C dan kadar arang aktif sebagai adsorben sebanyak 5% (b/v) diperoleh minyak goreng bekas dengan kualitas terbaik, didasarkan pada parameter densitas, viskositas, bilangan asam, dan bilangan iodin. Biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas yang telah dimurnikan pada kondisi adsorpsi optimal tersebut telah memenuhi standar kualitas biodiesel menurut Standar Nasional Indonesia, SNI 7182-2015.

**Kata kunci** : Adsorpsi, arang aktif, biodiesel, minyak goreng bekas, tempurung kelapa

#### **ABSTRACT**

*Cooking oil, particularly from palm oil, is a primary need in households and the food and culinary industry. The use of this cooking oil ultimately results in waste in the form of waste cooking oil. Waste cooking oil has the potential to be used as a raw material in the production of biodiesel, a type of renewable energy. However, before being used in the biodiesel production process, the waste cooking oil must be separated from its impurities. One method in the impurity separation stage from waste cooking oil is adsorption with various types of adsorbents, such as activated charcoal. Coconut shells are a potential biomass waste as a raw material for producing activated charcoal. The aim of this study was to determine the effect of temperature and adsorbent content on the adsorption of waste cooking oil with activated charcoal from coconut shells on the characteristics of waste cooking oil as a raw material for biodiesel synthesis. The research procedure includes two main stages, namely the purification of waste cooking oil by sedimentation, filtration, evaporation, and sedimentation methods; then the synthesis of biodiesel from waste cooking oil after purification. The results of the study showed that the adsorption of waste cooking oil at a temperature of 70 °C and an activated charcoal content as an adsorbent of 5% (w/v) produced waste cooking oil with the best quality, based on the parameters of density, viscosity, acid number, and iodine number. Biodiesel produced from waste cooking oil that has been purified under optimal adsorption conditions has met the biodiesel quality standards according to Indonesian National Standard, SNI 7182-2015.*

**Keyword** : Adsorption, activated charcoal, biodiesel, waste cooking oil, coconut shells

#### **PENDAHULUAN**

Produksi minyak bumi di Indonesia dilaporkan mengalami penurunan, dari 610,53 ribu barel per hari (1 barel = 159 liter) pada tahun 2022 menjadi 608,30 ribu barel per hari pada tahun 2023 [1]. Minyak bumi tersebut merupakan sumber utama sebagai bahan baku produksi bahan bakar fosil. Energi fosil masih menjadi bagian terpenting dari konsumsi energi, dimana sekitar 80% konsumsi energi global masih dipenuhi oleh energi fosil [2]. Bahan bakar fosil sebagai sumber dominan pemenuhan kebutuhan energi nasional [3] merupakan sumber energi tak terbarukan, sehingga cadangannya akan semakin berkurang seiring dengan peningkatan laju konsumsinya. Oleh karena itu pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) sebagai sumber alternatif menjadi kebijakan dan aksi strategis dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

Pada aspek atau pertimbangan keamanan lingkungan, dalam rangka mitigasi perubahan iklim, pemerintah Indonesia mendukung pengembangan EBT dengan menargetkan bauran jenis energi tersebut sebesar 23% pada tahun 2025 [4]. Salah satu bentuk energi terbarukan yang saat ini menjadi perhatian yaitu biofuel. Biofuel merupakan pengganti terbaik bahan bakar fosil, karena bersifat terbarukan, melepaskan lebih sedikit gas berbahaya dan berbiaya relatif rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional atau berbasis fosil [5]. Biodiesel merupakan salah satu jenis dari *biofuel* tersebut. Biodiesel termasuk sebagai *biofuel* atau bahan bakar bio paling menjanjikan yang dapat menggantikan bahan bakar fosil konvensional. Sifat fisika dan kimia dari biodiesel sangat mirip dengan minyak diesel berbahan dasar minyak bumi [6]. Biodiesel digunakan sebagai energi terbarukan dan berkelanjutan karena kandungan sulfur yang hampir tidak ada, netral karbon, dan tidak beracun bagi lingkungan. Keuntungan lainnya bagi mesin diesel diantaranya memiliki titik nyala yang tinggi, bilangan setana yang tinggi, kandungan oksidgen yang tinggi, tidak mengandung senyawa aromatik, dan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sehingga mampu bersaing dengan bahan bakar fosil konvensional [7].

Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari ester asam lemak yang diperoleh dari beberapa bahan baku, seperti minyak nabati, lemak hewan, dan limbah minyak goreng [8]. Di Indonesia, minyak sawit masih menjadi andalan sebagai bahan baku pada produksi biodiesel. Sampai Desember 2024, GAPKI (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia) melaporkan bahwa dari total produksi minyak sawit nasional sebesar 52,762 juta ton (dalam bentuk CPO, *Crude Palm Oil*, dan PKO, *Palm Kernel Oil*). Dari total produksi tersebut, sekitar 10,205 juta ton minyak sawit digunakan untuk konsumsi pangan, salah satunya sebagai bahan baku pada produksi minyak goreng, dan nilai yang lebih besar yaitu sekitar 11,447 juta ton untuk justru sebagai bahan baku biodiesel [9]. Penggunaan minyak sawit untuk keperluan pembuatan biodiesel tentunya akan berkompetisi dengan keperluan pangan. Oleh karena itu, upaya pemanfaatan minyak non pangan sebagai bahan baku produksi biodiesel merupakan langkah strategis.

Di sisi lain, pada konsumsi minyak goreng di berbagai sektor, seperti rumah tangga dan industri kuliner, akan dihasilkan limbah berupa minyak goreng bekas. Minyak goreng bekas, khususnya dari rumah tangga, umumnya masih dibuang ke tempat sampah atau sistem drainase atau ke tanah. Pembuangan minyak goreng bekas akan menimbulkan banyak masalah lingkungan. Minyak goreng bekas tersebut dapat berfungsi sebagai bahan baku yang baik untuk produksi biodiesel karena mengandung trigliserida dan asam lemak bebas. Penggunaan minyak goreng bekas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel akan menjadikan proses produksinya lebih ekonomis karena biayanya yang rendah. Dibandingkan dengan minyak nabati, minyak goreng bekas tidak menimbulkan kontradiksi antara pemenuhan kebutuhan pangan dengan bahan bakar, mudah didapat dan tidak menimbulkan masalah lingkungan [10].

Berbagai studi telah melaporkan bahwa minyak goreng bekas memiliki sifat fisika dan kimia, serta komposisi asam lemak bervariasi [11]. Variabilitas tersebut dipengaruhi oleh perbedaan kondisi pada saat pemakaian minyak goreng, seperti: suhu, waktu, dan jenis pangan penggorengan [12, 13]. Nilai viskositas kinematik, angka penyabunan, titik nyala, kadar air dan asam lemak bebas pada minyak goreng bekas relatif tinggi, dimana sifat-sifat tersebut akan mempengaruhi kualitas dan jumlah produksi biodiesel [14]. Kekurangan karakteristik dari minyak goreng bekas tersebut dapat diperbaiki dengan tahap pemurnian. Salah satu tahap pemurnian yang penting untuk dilakukan adalah pemisahan pengotor-pengotor pada minyak goreng bekas berupa asam lemak bebas dan senyawa-senyawa organik ringan sebagai hasil degradasi kimiawi selama proses penggorengan dengan metode adsorpsi [15]. Pada penerapan metode adsorpsi tersebut dapat dilakukan dengan berbagai jenis adsorben. Adsorben dari bahan alam terbarukan atau biomassa, khususnya dalam bentuk limbah, merupakan jenis adsorben yang potensial [16]. Tempurung kelapa, salah satu limbah dari pemanfaatan buah kelapa, dapat digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan adsorben dalam bentuk arang aktif [17]. Pada buah kelapa terdapat sekitar 15,18% tempurung kelapa yang dapat dikonversi menjadi material berkarbon, misalnya arang dengan proses karbonisasi [18].

Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh suhu dan kadar adsorben pada adsorpsi minyak goreng bekas dengan arang aktif dari tempurung kelapa untuk terhadap karakteristik minyak goreng bekas sebagai bahan baku pada sintesis biodiesel.

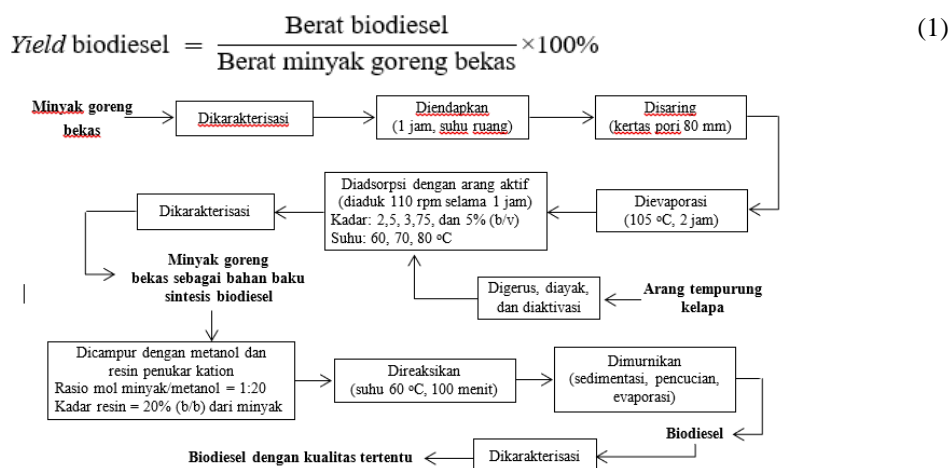
## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimen di laboratorium melalui 5 tahap, yaitu: penyiapan arang aktif dari tempurung kelapa, karakterisasi minyak goreng bekas sebelum dimurnikan, pemurnian (sedimentasi, filtrasi, adsorpsi, dan evaporasi) dan karakterisasi minyak goreng bekas, dan sintesis serta karakterisasi biodiesel. Pada tahap penyiapan arang aktif dari tempurung kelapa, sebanyak 200 g arang tempurung kelapa digerus, kemudian diayak untuk diperoleh arang berukuran lolos 100 mesh. Serbuk arang tempurung kelapa kemudian diaktivasi dengan pemanasan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 30 menit. Serbuk arang aktif tempurung kelapa didinginkan di dalam desikator, dan disimpan di dalam wadah tertutup.

Minyak goreng bekas, diperoleh dari Restoran Parit 9 Bandung, sebelum dimurnikan, dikarakterisasi terlebih dahulu (karakterisasi awal) terkait parameter densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan iodin, dan bilangan peroksidanya. Pemurnian terhadap minyak goreng bekas diawali dengan sedimentasi selama 1 jam untuk memisahkan pengotor padat tersuspensi. Pemurnian dilanjutkan untuk memisahkan pengotor padat terdispersi dengan metode filtrasi dengan kertas saring Whatman no. 40 (ukuran pori 8 mikro meter), dibantu dengan pompa vakum. Minyak goreng bekas dari tahap filtrasi kemudian dikurangi kadar airnya dengan evaporasi pada suhu 105 °C selama 2 jam. Setelah didinginkan, minyak goreng bekas diadsorpsi dengan arang aktif. Adsorpsi dilakukan

dengan pengadukan pada kecepatan 110 rpm selama 1 jam, dengan jumlah arang aktif divariasikan pada kadar 2,5, 3,75, dan 5% (b/v), sedangkan suhu adsorpsi divariasikan pada 60, 70, dan 80 °C. Pada akhir adsorpsi, adsorben dipisahkan dari minyak dengan filtrasi. Minyak goreng bekas setelah pemurnian dikarakterisasi dengan parameter-parameter yang sama dengan karakterisasi awal.

Minyak goreng bekas setelah pemurnian dengan karakteristik paling baik, selanjutnya dimanfaatkan untuk sintesis biodiesel. Sintesis biodiesel dilakukan pada suhu 60 °C selama 100 menit, dan rasio mol minyak goreng bekas terhadap metanol sebesar 1:20. Reaksi pembentukan biodiesel dibantu dengan katalis heterogen berupa resin penukar kation sebanyak 20% (b/b) terhadap massa minyak dan metanol. Pada akhir sintesis biodiesel, campuran hasil reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah untuk memisahkan antara biodiesel kasar dengan gliserol dan katalis sisa. Biodiesel kasar diambil sebagai produk di lapisan atas. Biodiesel kasar selanjutnya dimurnikan dari sisa gliserol dan metanol sisa dengan pencucian memakai akuades, dan dievaporasi untuk meminimalkan kadar air dan metanol yang masih terjebak. Biodiesel produk kemudian dihitung *yield* dan dikarakterisasi parameter kualitasnya, meliputi densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan iodin, bilangan peroksida, bilangan penyabunan, bilangan setana, dan komposisi metil ester dengan instrumen GC-MS, *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (Shimadzu QP 2010 ULTRA). *Yield* biodiesel dihitung berdasarkan Persamaan (1). Bagan alir dari percobaan ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Bagan alir percobaan preparasi minyak goreng bekas sebagai bahan baku biodiesel

## HASIL DAN ANALISIS

### Hasil Karakterisasi Minyak Goreng Bekas dan Setelah Pemurnian

Minyak goreng bekas memiliki karakteristik bervariasi, tergantung pada suhu, waktu, dan jenis pangan penggorengan [12]. Minyak goreng bekas pada penelitian ini sebelum dimurnikan memiliki warna gelap. Warna gelap tersebut menandakan banyaknya senyawa karbonil yang terbentuk setelah terjadinya reaksi hidrolisis dan oksidasi terhadap molekul minyak. Tabel 1 menampilkan perbandingan karakteristik antara minyak goreng bekas sebelum dan setelah pemurnian pada kondisi adsorpsi yang dipelajari.

**Tabel 1.** Pengaruh suhu dan kadar arang aktif pada adsorpsi terhadap karakteristik minyak goreng bekas

Suhu/ °C	Kadar <sub>adsorb</sub> en/ %	Viskositas/c St	Densitas/ g/mL	Bilangan asam/ mg KOH/g minyak	Bilangan peroksida/ meq O <sub>2</sub> /kg	Bilangan iodin/ g I <sub>2</sub> /100 g
Awal	0,0	44,3	0,89	1,2	9,2	25
	2,5	37,5	0,88	0,7	3,1	10
60	3,75	34,5	0,89	0,8	3,1	13
	5,0	40,0	0,89	0,8	3,1	8
70	2,5	34,0	0,89	0,9	3,1	3
	3,75	31,5	0,89	0,7	2,6	3
	5,0	29,0	0,88	0,5	2,0	12
80	2,5	26,5	0,89	0,6	3,1	15
	3,75	29,5	0,88	0,9	3,1	30
	5,0	30,0	0,88	0,9	5,1	33

Data percobaan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa, secara umum, pemurnian terhadap minyak goreng bekas dengan metode adsorpsi mengakibatkan penurunan nilai dari semua parameter yang dikarakterisasi, kecuali densitas. Densitas antara minyak goreng bekas sebelum dan setelah pemurnian relatif sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa densitas relatif kurang sensitif dalam merespon terhadap perubahan konsentrasi pengotor, khususnya pengotor-pengotor ringan dan dengan struktur kimia sederhana, di dalam minyak sebagai dampak proses

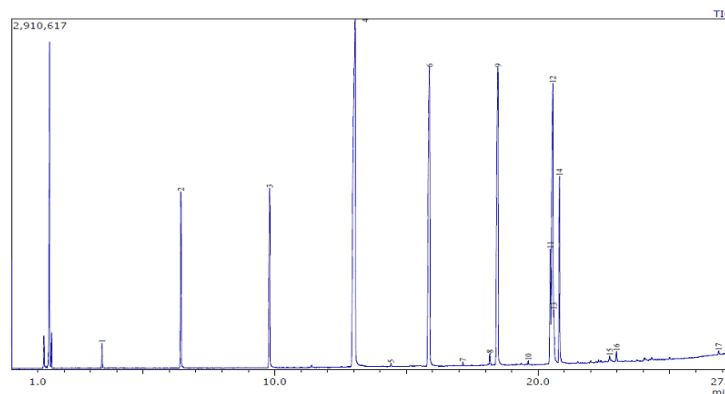
pemurnian. Viskositas merupakan parameter yang menunjukkan ukuran hambatan atau tahanan suatu fluida untuk mengalir. Minyak goreng bekas cenderung memiliki viskositas yang tinggi sebagai dampak kontribusi dari keberadaan pengotor, khususnya partikulat padat dan senyawa-senyawa polimer peroksida dari hasil reaksi oksidasi terhadap molekul minyak selama proses penggorengan [19]. Pemakaian minyak sawit untuk menggoreng beberapa bahan pangan menyebabkan peningkatan viskositas minyak goreng sawit dari awalnya 30,56 cSt menjadi 33,24–37,2 cSt [16].

Pada penelitian ini, sebelum pemurnian, minyak goreng bekas memiliki viskositas sebesar 44,3 cSt. Viskositas minyak goreng bekas tersebut selanjutnya turun menjadi 29,0–40,0 cSt setelah dimurnikan. Pemurnian dengan adsorpsi pada suhu 70 °C dan kadar arang aktif sebagai adsorben sebanyak 5,0% (b/v) menghasilkan viskositas terendah, yaitu 29,0 cSt. Semakin rendah viskositas dari minyak goreng bekas setelah pemurnian cenderung menunjukkan semakin banyak pengotor pada minyak yang berhasil dipisahkan.

Penurunan nilai parameter dari karakteristik minyak goreng bekas terjadi secara konsisten dan signifikan pada parameter bilangan peroksida dan bilangan asam. Nilai bilangan peroksida mengalami penurunan dari 9,2 meq O<sub>2</sub>/kg menjadi 2,0–5,1 meq O<sub>2</sub>/kg. Sedangkan bilangan asam dari minyak goreng bekas mengalami penurunan dari 1,2 mg KOH/g menjadi 0,5–0,8 mg KOH/g. Penurunan bilangan peroksida dan asam secara konsisten dan signifikan tersebut mengindikasikan bahwa arang aktif sebagai adsorben telah bekerja dengan baik dalam memisahkan pengotor berupa senyawa-senyawa peroksida dan asam lemak bebas dari minyak goreng bekas selama proses adsorpsi. Asam lemak bebas merupakan pengotor pada minyak goreng sebagai dampak reaksi hidrolisis, dan senyawa-senyawa peroksida dihasilkan sebagai akibat degradasi oksidatif terhadap minyak [16].

Hasil penelitian relatif berbeda ditunjukkan pada pengaruh suhu dan kadar arang aktif di tahap adsorpsi terhadap perubahan bilangan iodin dari minyak goreng bekas. Secara umum bilangan iodin dari minyak goreng bekas setelah adsorpsi mengalami penurunan. Namun pada suhu adsorpsi 80 °C dengan kadar arang aktif sebesar 3,75 dan 5,0% (b/v), minyak goreng bekas setelah adsorpsi memiliki bilangan iodin lebih tinggi jika dibandingkan dengan bilangan iodin dari minyak goreng bekas awal (sebelum adsorpsi). Hasil penelitian tersebut pada prinsipnya tidak bisa menjadi petunjuk utama terkait dengan kinerja adsorben arang aktif. Kesimpulan ini didasarkan pada makna dari bilangan iodin. Bilangan iodin dari minyak menunjukkan jumlah ikatan tak jenuh (rangkap dua atau tiga) pada rantai karbon yang terdapat pada senyawa organik penyusun minyak. Minyak dengan bilangan iodin semakin tinggi berarti pada minyak tersebut terkandung senyawa organik dengan ikatan karbon tak jenuh semakin banyak [10]. Adsorpsi merupakan peristiwa interaksi fisik dan/ kimia antara adsorben dengan adsorbat yang terjadi pada permukaan adsorben. Interaksi tersebut dapat terjadi dengan memanfaatkan perbedaan muatan listrik antara spesi kimia pada adsorben dengan adsorbat, dan jika keduanya bersifat reaktif secara kimia, selanjutnya akan terjadi reaksi kimia membentuk senyawa baru [20]. Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 1, dan dengan pertimbangan bahwa adsorpsi lebih khusus dimaksudkan untuk memisahkan pengotor dalam bentuk asam lemak bebas (diwakili oleh bilangan asam) dan senyawa-senyawa volatil peroksida (diwakili oleh bilangan peroksida), maka kondisi optimum adsorpsi minyak goreng bekas dengan adsorben arang aktif dari tempurung kelapa ditetapkan tercapai ketika adsorpsi dilaksanakan pada suhu 70 °C dan kadar adsorben arang aktif sebesar 5,0% (b/v). Pada kondisi optimum adsorpsi tersebut, nilai densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan peroksida, dan bilangan iodin dari minyak goreng bekas diperoleh berturut-turut sebesar 0,88 g/mL, 29,0 cSt, 0,5 mg KOH/g minyak, 2,0 meq O<sub>2</sub>/kg minyak, dan 12 g I<sub>2</sub>/100 g minyak.

Hasil karakterisasi berikutnya terhadap minyak goreng bekas setelah pemurnian adalah penentuan jenis dan komposisi asam lemak dengan metode GC-MS. Hasil karakterisasi dengan GC-MS dari minyak goreng bekas ditampilkan dalam bentuk kromatogram ditampilkan pada Gambar 2, sedangkan jenis dan komposisi asam lemaknya ditabulasikan pada Tabel 2. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa minyak goreng bekas didominasi oleh asam laurat, suatu asam lemak jenuh dengan rumus kimia C<sub>12</sub>H<sub>24</sub>O<sub>2</sub>.



**Gambar 2.** Kromatogram dari minyak goreng bekas setelah adsorpsi dengan adsorben arang aktif dari tempurung kelapa

**Tabel 2.** Jenis dan komposisi asam lemak dari minyak goreng bekas setelah pemurnian dengan adsorpsi memakai adsorben arang aktif tempurung kelapa

No. puncak	Waktu retensi/ menit	Nisbah area/ %	Dugaan Senyawa
2	6,436	5,12	Asam kaprilat
3	9,804	5,64	Asam kaprat
4	13,053	28,55	Asam laurat
6	15,882	18,01	Asam tridekanoat
9	18,475	16,12	Asam palmitat
11	20,465	4,03	Asam linoleat
12	20,562	13,43	Asam elaidat
13	20,598	1,26	Asam oleat
14	20,818	6,28	Asam stearat

### Perolehan dan Karakteristik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian

Sintesis biodiesel dari minyak goreng bekas pada penelitian ini dilakukan dengan katalis heterogen berupa resin penukar kation. Penampilan fisik dari biodiesel yang dihasilkan ditampilkan pada Gambar 3. Untuk mengetahui kualitas dari biodiesel tersebut dilakukan karakterisasi beberapa parameter kualitas, kemudian dibandingkan dengan standar kualitas dari biodiesel menurut SNI 7182-2015. Hasil karakterisasi terhadap biodiesel ditampilkan pada Tabel 3.

Gambar 3 menunjukkan, berdasarkan parameter warna, minyak goreng bekas awal memiliki warna cenderung coklat-gelap. Setelah mengalami proses pemurnian, kemudian diubah menjadi biodiesel, diperoleh biodiesel dengan warna cenderung kuning-oranye jernih. Warna biodiesel tersebut merupakan warna khas dari biodiesel yang dihasilkan dari bahan baku minyak sawit. Karakteristik dari biodiesel yang dihasilkan, berdasarkan 6 parameter kualitas, yaitu densitas (pada suhu 40 °C), viskositas (pada suhu 40 °C), bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan iodin, dan bilangan cetana, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3, semua parameter kualitas tersebut telah memenuhi SNI biodiesel. Pada penelitian ini diperoleh biodiesel dengan *yield* sebanyak 60%.

**Tabel 3.** Karakteristik biodiesel dari minyak goreng bekas dan perbandingannya dengan SNI biodiesel

Parameter	Satuan	Nilai	SNI 7182-2015
Densitas, (40 °C)	g/mL	0,85	0,85–0,89
Viskositas, (40 °C)	cSt	2,6	2,3–6,0
Bilangan asam	mg KOH/g	0,3	maks. 0,8
Bilangan peroksida	meq O <sub>2</sub> /kg	0,98	maks. 10
Bilangan iodin	g I <sub>2</sub> /100 mg	3	maks. 115
Bilangan cetana	-	87	min. 51



(a)



(b)

**Gambar 3.** Perbandingan penampilan fisik (warna) antara: (a) minyak goreng bekas awal dan (b) biodiesel yang dihasilkan

### KESIMPULAN

Arang aktif dari tempurung kelapa telah terbukti mampu berperan sebagai adsorben untuk pemurnian minyak goreng bekas. Kinerja terbaik dari arang aktif sebagai adsorben tersebut dicapai ketika adsorpsi terhadap minyak goreng bekas dilakukan pada suhu 70 °C dan kadar arang aktif sebanyak 5,0% (b/v). Pada kondisi adsorpsi tersebut dihasilkan minyak goreng bekas dengan karakteristik terbaik berdasarkan parameter viskositas, bilangan asam, dan bilangan peroksida dengan nilai terendah.

Minyak goreng bekas yang telah dimurnikan, salah satu tahapnya adalah adsorpsi dengan arang aktif pada kondisi terbaik, telah berhasil dikonversi menjadi biodiesel. Biodiesel diperoleh dengan *yield* 60%, dan dengan parameter kualitas yang telah memenuhi SNI biodiesel, SNI 7182-2015.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Kimia Fisik FMIPA Universitas Padjadjaran atas ijin dan fasilitas penelitian yang telah tersedia untuk menyelesaikan penelitian ini.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] The Global Economy, Indonesia: Oil Production, Tersedia online di [https://www.theglobaleconomy.com/Indonesia/oil\\_production/](https://www.theglobaleconomy.com/Indonesia/oil_production/), Diakses pada 12 Oktober 2025.
- [2] L. Zhang, X. Jian, and Y. Ma, "Analysis of Differences in Fossil Fuel Consumption in the World Based on the Fractal Time Series and Complex Network", *Frontiers in Physics*, vol. 12, no. 1457287, pp. 1-12, 2024. <https://doi.org/10.3389/fphy.2024.1457287>
- [3] PT Pertamina, *Pertamina Energy Outlook 2023: Panduan Transisi Energi Indonesia*, Jakarta: PT Pertamina, 2023.
- [4] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Pemerintah Kejar Target Tingkatkan Bauran EBT, Tersedia online di <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/>, Diakses pada 12 Oktober 2025.
- [5] A. Gaur, S. Mishra, S. Chowdhury, P. Baredar and P. Verma, "A Review on Factor Affecting Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: An Indian Perspective", *Materials Today: Proceedings*, vol. 46, pp. 5594-5600, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.432>
- [6] M. J. Costa, M. R. L. Silva, E. E. A. Ferreira, A. K. F. Carvalho, R. C. Basso, E. B. Pereira, H. F. de Castro, A. A. Mendes and D. B. Hirata, "Enzymatic Biodiesel Production by Hydroesterification Using Waste Cooking Oil as Feedstock", *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, vol. 157, no. 108131, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2020.108131>
- [7] S. F. Basumatary, B. Das, B. K. Das, M. Hoque, S. Brahma, B. Bidangshri, K. Patir, M. Selvaraj, S. L. Rokhum and S. Basumatary, "Recent Advances in Magnetic Solid Catalysts: Synthesis, Stabilization and Application in Cleaner Production of Biodiesel", *Energy Nexus*, vol. 15, no. 100318, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2024.100318>
- [8] Monika, S. Banga and V. V. Pathak, "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: A Comprehensive Review on the Application of Heterogenous Catalysts", *Energy Nexus*, vol. 10, no. 100209, pp. 1-20, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100209>
- [9] Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia, Tersedia online di <https://gapki.id/news/2025/03/06/produksi-menurun-pasar-indonesia-menyusut/>, Diakses pada 12 Oktober 2025.
- [10] C. Adhikesavan, D. Ganesh, and V. Charles Augustin, "Effect of Quality of Waste Cooking Oil on the Properties of Biodiesel, Engine Performance and Emissions", *Cleaner Chemical Engineering*, vol. 4, no. 100070, pp. 1-9, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cce.2022.100070>
- [11] M. U. H. Suzihaque, H. Alwi, U. K. Ibrahim, S. Abdullah, and N. Haron, "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: A Brief Review", *Materials Today: Proceedings*, vol. 63, S490-S495, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.527>
- [12] H. Sanli, M. Canakci, and E. Alptekin, "Characterization of Waste Frying Oils Obtained from Different Facilities", *World Renewable Energy Congress*, Linköping-Sweden 8-13 May 2011, p. 479-485.
- [13] V. Plata, D. Ferreira-Beltrán, and P. Gauthier-Maradei, "Effect of Cooking Conditions on Selected Properties of Biodiesel Produced from Palm-Based Waste Cooking Oils", *Energies*, vol. 15, no. 3, p. 908, 2022. <https://doi.org/10.3390/en15030908>
- [14] N. I. Alias, K. Javendra, and M. Z. Shahrom, "Characterization of Waste Cooking Oil for Biodiesel Production", *Journal of Kejuruteraan*, vol. 1, no. 2, pp. 79-83, 2018. [http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2018-si1\(2\)-10](http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2018-si1(2)-10)
- [15] C. G. Lopresto, M. Gentile, A. Caravella, S. Candamano, and V. Calabro, "De-acidification of Waste Cooking Oils by Adsorption on Industrial Waste: Kinetic Analysis of a Green Pretreatment for Biodiesel Production", *Chemosphere*, vol. 380, 144460, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144460>
- [16] R. Bostan, M. Glevitzky, S. Varvara, G. A. Dumitrel, G. I. Rusu, M. Popa, I. Glevitzky, and M. L. Vică, "Utilization of Natural Adsorbents in the Purification of Used Sunflower and Palm Cooking Oils", *Applied Sciences*, vol. 14, no. 11, 4417, 2024. <https://doi.org/10.3390/app14114417>
- [17] L. Chandana, K. Krushnamurthy, D. Suryakala, and Ch. Subrahmanyam, "Low-cost Adsorbent Derived from the Coconut Shell for the Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Medium", *Materials Today: Proceedings*, vol. 26, no. 1, pp. 44-51, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.04.205>
- [18] S. A. Bello, J. O. Agunsoye, J. A. Adebisi, F. O. Kolawole, and S. B. Hassan, "Physical Properties of Coconut Shell Nanoparticles", *Katmandu University Journal of Science, Engineering, and Technology*, vol. 12, no. 1, pp. 63-79, 2016.
- [19] M. Popa, I. Glevitzky, G.-A. Dumitrel, M. Glevitzky, and D. Popa, "Study on Peroxide Values for Different Oils and Factors Affecting the Quality of Sunflower Oil", *Land Reclam. Earth Obs. Surv. Environ. Eng.*, vol. 6, pp. 137-140, 2017.
- [20] M. Alaqarbeh, "Adsorption Phenomena: Definition, Mechanism, and Adsorption Types: Short Review", *RHAZES: Green and Applied Chemistry*, vol. 13, pp. 43-51, 2021. <http://dx.doi.org/10.48419/IMIST.PRSM/rhazes-v13.28283>