MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i5.11627

PENGGUNAAN KARBON DAUN AREN DAN *BLEACHING EARTH* DALAM PENJERNIHAN BERTAHAP MINYAK JELANTAH

Use of Sugar Palm Leaf Carbon and Bleaching Earth in the Stepwise Purification of Waste Cooking Oil

Aura Dwi Qalbi & Umar Kalmar Nizar
Universitas Negeri Padang
umarkn@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jun 18, 2026	Jul 16, 2026	Jul 28, 2026	Aug 2, 2026

Abstract

Repeated use of cooking oil causes a decline in oil quality due to the formation of free fatty acids, polar compounds, and oxidation products. This study aimed to evaluate the effect of variations in the composition of sugar palm leaf carbon (*Arenga pinnata*) and bleaching earth on the quality of used cooking oil through an adsorption-based purification process. Sugar palm leaf carbon was obtained through carbonization at 300 °C for 1 hour and was then characterized using proximate analysis. The purification process was conducted using three adsorbent compositions, namely K75-B25, K50-B50, and K25-B75. Adsorption effectiveness was evaluated based on density, flow rate, acid value, and saponification value. The proximate analysis results showed that sugar palm leaf carbon had a moisture content of 4.49%, a volatile matter content of 2.20%, an ash content of 9.00%, and a fixed carbon content of 88.8%. All treatment variations improved the quality of used cooking oil compared with the untreated sample. The K75-B25 treatment demonstrated the best performance, with the lowest density of 0.9407 g/mL, the highest flow rate of 0.3227 mL/s, the lowest acid value of 4.8378 mg KOH/g, and the highest saponification value of 50.9149 mg

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

KOH/g. These findings indicate that increasing the proportion of sugar palm leaf carbon resulted in greater adsorption effectiveness than increasing the proportion of bleaching earth. Thus, sugar palm leaf carbon combined with bleaching earth has the potential to be used as an alternative adsorbent to improve the physicochemical characteristics of used cooking oil through a purification process.

Keywords: Adsorption; Bleaching Earth; Sugar Palm Leaf Carbon; Used Cooking Oil; Oil Purification

Abstrak: Penggunaan minyak goreng secara berulang menyebabkan penurunan kualitas minyak akibat pembentukan asam lemak bebas, senyawa polar, dan produk oksidasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh variasi komposisi karbon daun aren (*Arenga pinnata*) dan *bleaching earth* terhadap kualitas minyak jelantah melalui proses penjernihan secara adsorpsi. Karbon daun aren diperoleh melalui proses karbonisasi pada suhu 300 °C selama 1 jam, kemudian dikarakterisasi menggunakan analisis proksimat. Proses penjernihan dilakukan menggunakan tiga variasi komposisi adsorben, yaitu K75-B25, K50-B50, dan K25-B75. Efektivitas adsorpsi dievaluasi berdasarkan densitas, laju alir, bilangan asam, dan bilangan penyabunan. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa karbon daun aren memiliki kadar air sebesar 4,49%, kadar zat menguap 2,20%, kadar abu 9,00%, dan kadar karbon terikat 88,8%. Seluruh variasi perlakuan mampu memperbaiki kualitas minyak jelantah dibandingkan sampel tanpa perlakuan. Perlakuan K75-B25 menunjukkan kinerja terbaik dengan densitas terendah sebesar 0,9407 g/mL, laju alir tertinggi sebesar 0,3227 mL/s, bilangan asam terendah sebesar 4,8378 mg KOH/g, dan bilangan penyabunan tertinggi sebesar 50,9149 mg KOH/g. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi karbon daun aren menghasilkan efektivitas adsorpsi yang lebih baik dibandingkan peningkatan proporsi *bleaching earth*. Dengan demikian, karbon daun aren yang dikombinasikan dengan *bleaching earth* berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben alternatif untuk meningkatkan karakteristik fisikokimia minyak jelantah melalui proses penjernihan.

Kata Kunci: Adsorpsi; *Bleaching Earth*; Karbon Daun Aren; Minyak Jelantah; Penjernihan Minyak

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu bahan pangan yang banyak digunakan dalam proses pengolahan makanan pada skala rumah tangga maupun industri. Penggunaan minyak goreng secara berulang pada suhu tinggi dapat menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis, oksidasi dan polimerisasi yang menghasilkan berbagai senyawa hasil degradasi seperti asam lemak bebas, senyawa polar, dan produk oksidasi (Abrante-pascual et al., 2024). Senyawa-senyawa tersebut mengakibatkan penurunan kualitas minyak yang ditandai dengan perubahan sifat fisik dan kimia, sehingga minyak jelantah tidak lagi memiliki karakteristik yang sama dengan minyak segar (Abrante-pascual et al., 2024). Selain berdampak terhadap mutu minyak, pembuangan minyak jelantah tanpa pengolahan juga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan metode penjernihan yang efektif untuk mengurangi

senyawa hasil degradasi sehingga kualitas minyak dapat diperbaiki sebelum dimanfaatkan kembali pada aplikasi yang sesuai (Beghetto, 2025).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas minyak jelantah, di antaranya netralisasi, filtrasi, membran, dan adsorpsi. Di antara berbagai metode tersebut adsorpsi banyak dipilih karena memiliki proses yang relatif sederhana, biaya operasional yang rendah, serta mampu mengurangi senyawa hasil degradasi tanpa memerlukan peralatan yang kompleks (Onn et al., 2023). Berbagai biomassa telah dimanfaatkan sebagai adsorben, seperti tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi, dan limbah pertanian lainnya (Onn et al., 2023). Selain bioadsorben, *bleaching earth* juga banyak digunakan sebagai adsorben mineral karena efektif mengadsorpsi pigmen, senyawa polar, dan pengotor yang memengaruhi kualitas minyak (Akbar, 2022). Kombinasi adsorben berbasis biomassa dan *bleaching earth* berpotensi memberikan efek yang saling melengkapi dalam proses penjernihan minyak melalui mekanisme adsorpsi terhadap berbagai jenis kontaminan (Abdelbasir et al., 2023).

Daun aren (*Arenga pinnata*) merupakan salah satu limbah biomassa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber karbon adsorben melalui proses karbonisasi (Farma et al., 2022). Pemanfaatan biomassa ini tidak hanya memberikan nilai tambah terhadap limbah pertanian, tetapi juga berpotensi menghasilkan adsorben alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan (García-ruiz et al., 2026). Meskipun berbagai jenis biomassa telah banyak dilaporkan sebagai adsorben untuk penjernihan minyak jelantah, informasi mengenai penggunaan karbon daun aren yang dikombinasikan dengan *bleaching earth*, khususnya dalam berbagai variasi komposisi adsorben, masih terbatas. Selain itu, pengaruh variasi komposisi kedua adsorben terhadap perubahan sifat fisik dan kimia minyak jelantah juga belum banyak dilaporkan, sehingga efektivitas masing-masing adsorben dalam sistem kombinasi masih perlu dikaji lebih lanjut (Aritonang et al., 2024; Darmawan, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi komposisi karbon daun aren (*Arenga pinnata*) dan *bleaching earth* terhadap kualitas minyak jelantah melalui proses penjernihan secara adsorpsi. Karbon yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan analisis proksimat, sedangkan efektivitas proses penjernihan dievaluasi berdasarkan perubahan densitas, laju alir, bilangan asam, dan bilangan penyabunan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2026 di Laboratorium Penelitian Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Bahan yang digunakan meliputi minyak jelantah, daun aren (*Arenga pinnata*), bleaching earth komersial, etanol, larutan KOH 0,5 N, larutan HCl 0,5 N, dan indikator fenolftalein (PP). Peralatan utama yang digunakan terdiri atas furnace, oven, hotplate magnetic stirrer, timbangan analitik, piknometer, buret, gelas kimia, erlenmeyer, corong, kertas saring, serta peralatan gelas laboratorium lainnya.

1. Preparasi Karbon Daun Aren

Prosedur kerja preparasi karbon dilakukan dengan mengadaptasi metode yang dilaporkan sebelumnya (Esssylia Afriyanti Utami , Umar Kalmar Nizar, 2025; Farma et al., 2022; Rahayu et al., 2025) dengan beberapa modifikasi sesuai tujuan penelitian. Daun aren (*Arenga pinnata*) dicuci menggunakan air mengalir, dipotong menjadi ukuran kecil, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan dilanjutkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Biomassa kering selanjutnya dikarbonisasi menggunakan furnace pada suhu 300°C selama 1 jam, disimpan dalam desikator dan gerus sampai halus sehingga didapatkan karbon daun aren.

2. Analisis Proksimat Karbon

Karbon daun aren dikarakterisasi menggunakan analisis proksimat, yaitu penentuan kadar air, kadar zat menguap (*volatile matter*) dan kadar abu (Liu et al., 2023; Zhang et al., 2023). Pengujian dilakukan berdasarkan metode yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995.

a. Penentuan Kadar Air

Cawan porselen dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sebagai berat awal (W_1). Sebanyak 1 gram sampel karbon daun aren dimasukkan ke dalam cawan dan ditimbang kembali (W_2). Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam, didinginkan di dalam desikator, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat akhir (W_3) dan dihitung dengan persamaan:

$$Kadar\ Air\ (\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1}\ X\ 100\% \qquad (1)$$

b. Penentuan Kadar Zat Menguap

Sampel karbon daun aren sebanyak 1 gram (W_2) dimasukkan dalam cawan porselen yang diketahui berat kosongnya (W_1), panaskan di dalam furnace pada suhu 600°C selama 30 menit tanpa kontak dengan udara bebas. Setelah pemanasan, didinginkan dan timbang kembali untuk mendapatkan berat akhir (W_3). Kadar zat menguap dihitung menggunakan persamaan:

$$Kadar\ Zat\ Menguap\ (\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_2}\ X\ 100\% \qquad (2)$$

c. Penentuan Kadar Abu

Cawan porselen berisi 1 gram sampel karbon daun aren ditimbang (W_2), panaskan dalam furnace selama 15 menit pada suhu 900°C. Cawan didinginkan dan ditimbang kembali untuk mendapatkan berat abu (W_3). Kadar abu dihitung dengan persamaan :

$$Kadar\ Abu\ (\%) = \frac{W_3}{W_2}\ X\ 100\% \qquad (3)$$

d. Penentuan Karbon Terikat

Kandungan kadar karbon terikat pada sampel dianalisis berdasarkan persamaan di bawah ini. Dimana A adalah kadar abu (%) dan B adalah kadar zat menguap (%).

$$\text{Karbon Terikat } (\%) = 100\% - (A + B) \qquad (4)$$

3. Proses Penjernihan Minyak Jelantah

Minyak jelantah disaring untuk memisahkan pengotor, kemudian dipanaskan pada suhu 160°C. Sebanyak 50 mL minyak diambil dan dicampur dengan karbon daun aren, kemudian diaduk sambil dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam. Campuran disaring untuk memisahkan karbon dari minyak. Filtrat selanjutnya dipanaskan kembali selama 30 menit pada suhu 80°C, ditambahkan bleaching earth sesuai variasi komposisi adsorben. Campuran didiamkan 24 jam pada suhu ruang, selanjutnya disaring kembali dan didapatkan minyak hasil penjernihan.

Tabel 1. Kode Sampel

Kode Sampel	Karbon Daun Aren (%)	Bleaching Earth (%)	Massa Total (g)
K75-B25	75	25	3
K50-B50	50	50	3
K25-B75	25	75	3

4. Analisis Sifat Minyak

a. Densitas

Densitas merupakan besaran yang menyatakan massa suatu zat per satuan volume pada suhu tertentu. Pengukuran densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer 5 ml. Nilai densitas diperoleh dengan menghitung selisih massa antara piknometer berisi minyak jelantah dan piknometer kosong kemudian dibagi dengan volume minyak yang digunakan. Pengujian densitas mengacu pada ISO 6883 (Pycnometer Methode) yang dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (5)$$

b. Laju Alir

Laju alir dihitung dari volume biodiesel yang mengalir melalui buret per satuan waktu. Pengukuran laju alir dilakukan dengan memasukkan 5 ml minyak jelantah ke dalam buret. Waktu yang dibutuhkan hingga seluruh biodiesel keluar dari buret dicatat, dan laju alir dihitung menggunakan persamaan :

$$Laju\ Alir = \frac{volume\ (ml}{waktu\ (s)} \qquad (6)$$

c. Bilangan Asam

Penentuan bilangan asam dilakukan melalui metode titrasi. Prosedur pengujian dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,5 gram minyak jelantah kemudian ditambahkan 12,5 mL etanol diaduk agar tercampur rata. Setelah itu, dilakukan titrasi menggunakan larutan KOH dalam etanol 0,5 N. Volume KOH yang digunakan dicatat, dan bilangan asam dihitung menggunakan persamaan merujuk pada (Ghani et al., 2021) dan AOCS Cd 3d-63 yang telah ditentukan:

$$Bilangan\ Asam = \frac{ml\ KOH \times N\ KOH \times BM\ KOH}{berat\ sampel} \qquad (7)$$

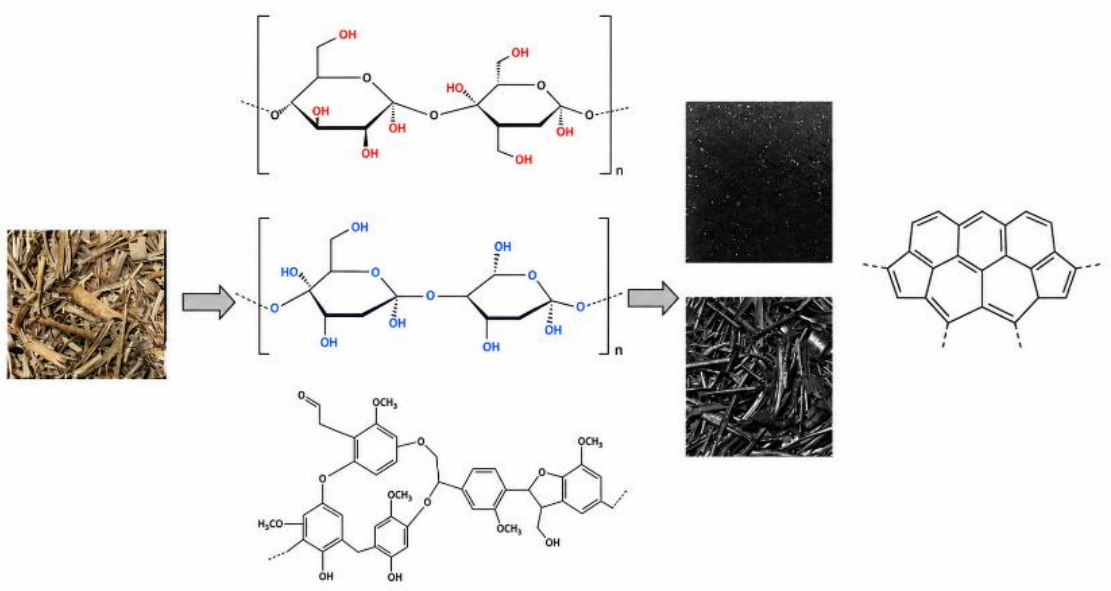
d. Bilangan Penyabunan

Penentuan bilangan penyabunan dilakukan dengan menggunakan metode titrasi asam basa. 0,5 gram sampel minyak jelantah ditambahkan 12,5 mL larutan KOH dalam etanol 0,5 N. Campuran diaduk sampai homogen, dan lakukan titrasi dengan larutan HCl 0,5 M hingga mencapai titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahan warna indikator (Khairiah et al., 2024). Nilai bilangan penyabunan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$SV = \frac{(Volume\ HCl\ blanko - volume\ HCl\ sampel) \times N\ KOH \times BM\ KOH}{Berat\ Sampel} \qquad (8)$$

HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi karbon daun aren (*Arenga pinnata*) dan *bleaching earth* sebagai adsorben dalam proses penjernihan minyak jelantah melalui variasi perbandingan yaitu K75-B25, K50-B50, dan K25-B75. Karbon daun aren terlebih dahulu dipreparasi melalui proses karbonisasi sebelum digunakan sebagai adsorben.



Gambar 1. Karbon Daun Aren Hasil Karbonisasi

Gambar 1 menunjukkan karbon daun aren yang diperoleh melalui proses karbonisasi biomassa daun aren pada suhu 300°C selama 1 jam. Selama proses karbonisasi, komponen utama biomassa berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin mengalami dekomposisi termal sehingga menghasilkan material karbon berwarna hitam yang selanjutnya dihaluskan dan dilakukan analisis proksimat.

a. Analisis Proksimat Karbon Daun Aren

Uji proksimat terhadap karbon daun aren dilakukan untuk mengetahui karakteristik dasar bahan sebelum digunakan sebagai adsorben.

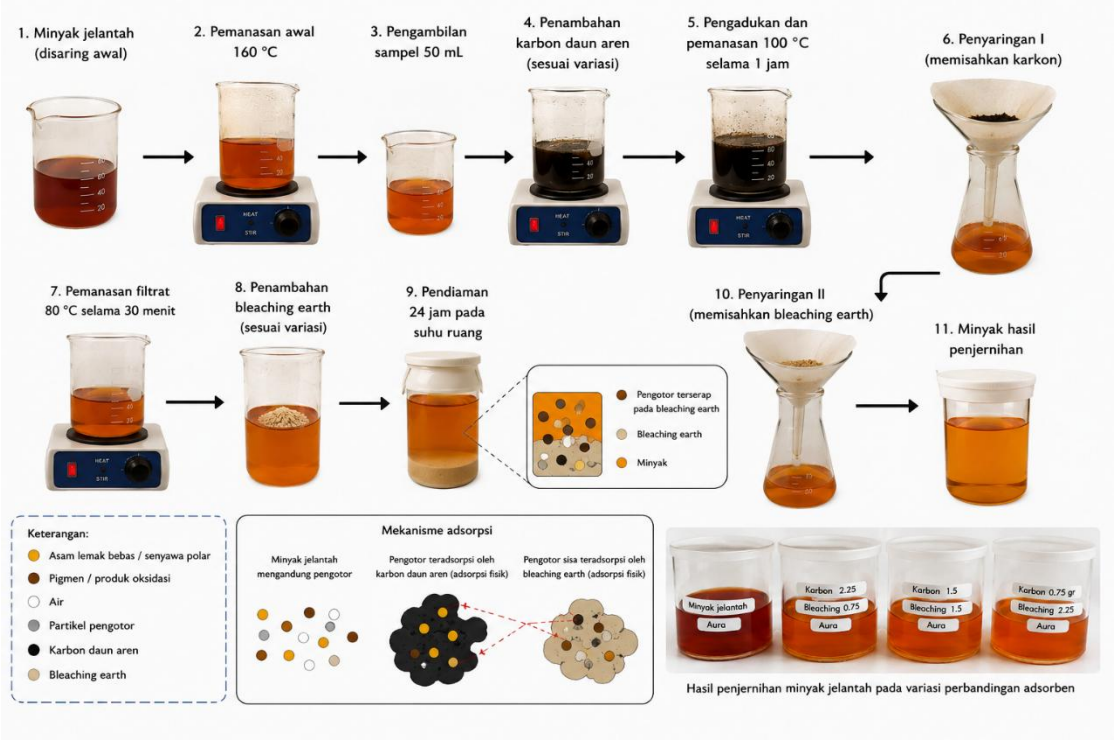
Tabel 2. Hasil Uji Proksimat

Parameter	Nilai
Kadar Air	4,49%
Kadar Zat Menguap	2,20%
Kadar Abu	9,00%
Kadar Karbon Terikat	88,8%

Tabel 2 menunjukkan hasil uji proksimat karbon daun aren memiliki kadar air sebesar 4,49%, kadar zat menguap (*volatile matter*) 2,20%, dan kadar abu 9,00% dan kadar karbon terikat 88,8% .

b. Penjernihan Minyak Jelantah

Proses penjernihan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama dilakukan dengan pemanasan minyak jelantah dan penambahan karbon daun aren, sehingga diperoleh minyak yang tampak lebih jernih dibandingkan sampel kontrol. Selanjutnya, pada tahap kedua dilakukan pemanasan kembali disertai penambahan *bleaching earth*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa warna minyak menjadi semakin jernih setelah perlakuan tahap kedua. Mekanisme proses penjernihan minyak jelantah menggunakan kombinasi karbon daun aren dan *bleaching earth* disajikan pada Gambar 2.



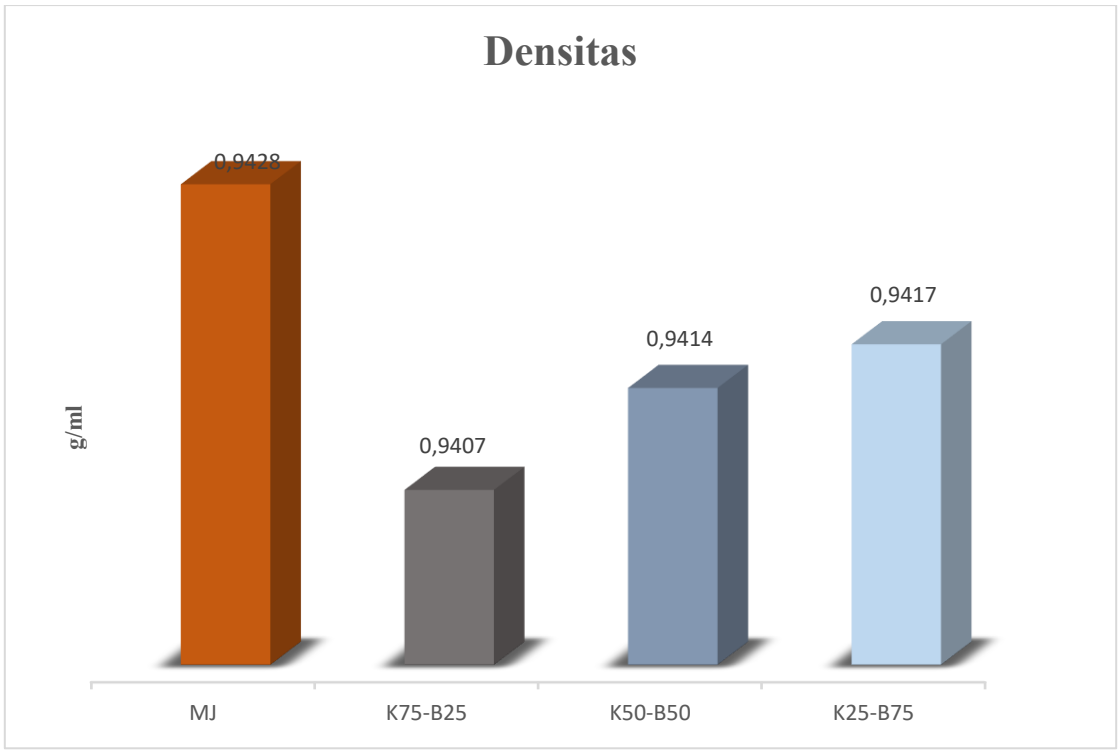
Gambar 2. Mekanisme Proses Penjernihan Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Daun Aren dan Bleaching Earth

Minyak jelantah tanpa perlakuan (MJ) digunakan sebagai pembanding untuk menilai peningkatan mutu minyak setelah proses penjernihan. Hasil dari penjernihan dapat dilihat pada Gambar 3 dan dilakukan pengujian densitas, laju alir, bilangan asam dan bilangan penyabunan.



Gambar 3. Hasil Penjernihan Minyak Jelantah

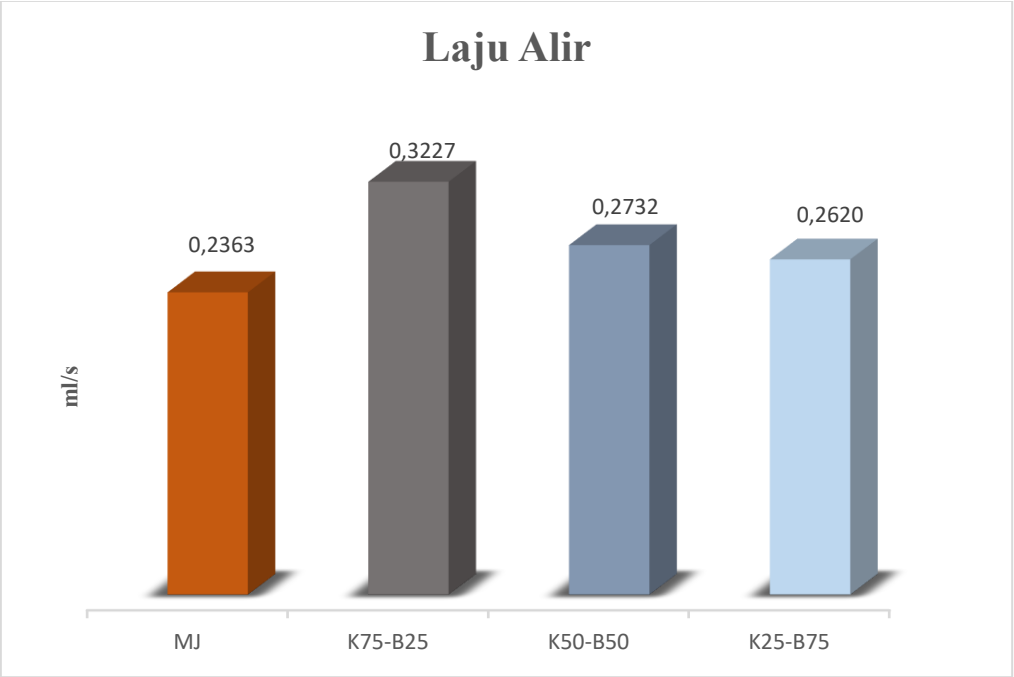
c. Densitas



Gambar 4. Hasil Uji Densitas

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian densitas minyak jelantah sebelum dan sesudah proses penjernihan. Nilai densitas minyak berada pada kisaran 0,9407–0,9428 g/mL. Sampel minyak jelantah tanpa perlakuan (MJ) memiliki nilai densitas tertinggi sebesar 0,9428 g/mL, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K75-B25 sebesar 0,9407 g/mL. Sementara itu, perlakuan K50-B50 dan K25-B75 masing-masing menghasilkan nilai densitas sebesar 0,9414 g/mL dan 0,9417 g/mL.

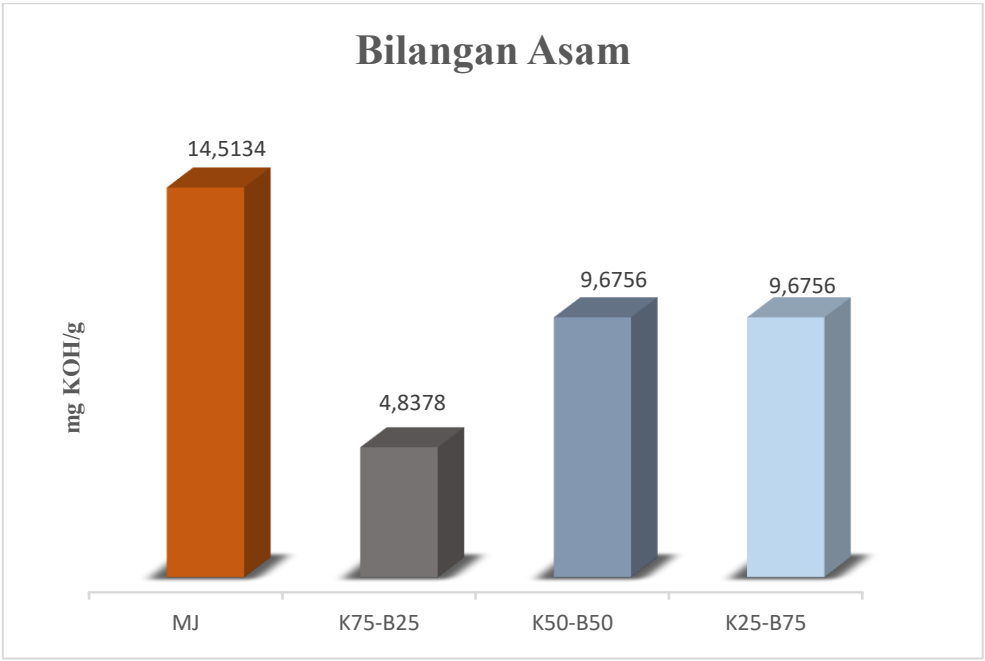
d. Laju Alir



Gambar 5. Hasil Uji Laju Alir

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian laju alir berada pada kisaran 0,2363–0,3227 mL/s. Sampel minyak jelantah tanpa perlakuan (MJ) memiliki nilai laju alir terendah sebesar 0,2363 mL/s, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K75-B25 sebesar 0,3227 mL/s. Sementara itu, perlakuan K50-B50 laju alir sebesar 0,2732 mL/s dan K25-B75 0,2620 mL/s.

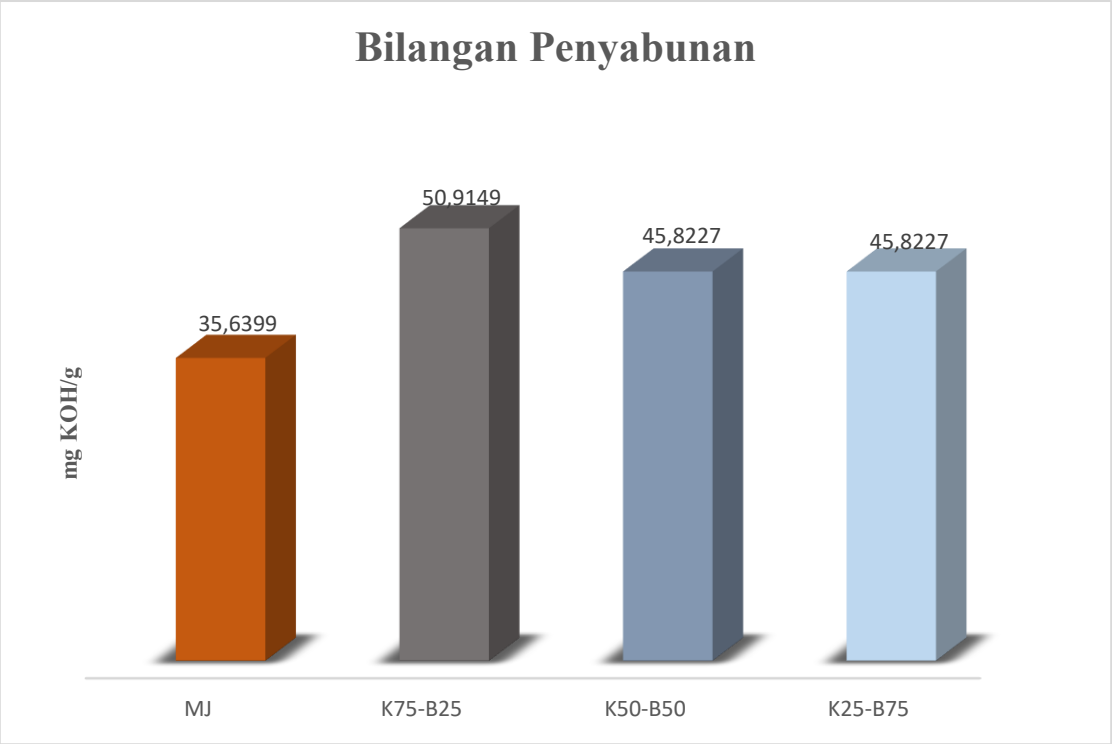
e. Bilangan Asam



Gambar 6. Hasil Uji Bilangan Asam

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian bilangan asam minyak berada pada kisaran 4,8378–14,5134 mg KOH/g. Sampel minyak jelantah tanpa perlakuan (MJ) memiliki nilai bilangan asam tertinggi sebesar 14,5134 mg KOH/g, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K75-B25 sebesar 4,8378 mg KOH/g. Sementara itu, perlakuan K50-B50 dan K25-B75 masing-masing menghasilkan nilai bilangan asam sebesar 9,6756 mg KOH/g.

f. Bilangan Penyabunan



Gambar 7. Hasil Uji Bilangan Penyabunan

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian bilangan penyabunan pada kisaran 35,6399–50,9149 mg KOH/g. Sampel minyak jelantah tanpa perlakuan (MJ) memiliki nilai bilangan penyabunan terendah sebesar 35,6399 mg KOH/g, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K75-B25 sebesar 50,9149 mg KOH/g. Sementara itu, perlakuan K50-B50 dan K25-B75 masing-masing menghasilkan nilai bilangan penyabunan sebesar 45,8227 mg KOH/g.

PEMBAHASAN

a. Uji Proksimat Karbon

Hasil uji proksimat menunjukkan bahwa karbon daun aren memiliki kadar air sebesar 4,49%, kadar zat menguap (*volatile matter*) sebesar 2,20%, kadar abu sebesar 9,00% dan kadar karbon terikat 88,8%. Kadar air dan kadar zat menguap yang rendah mengindikasikan bahwa

proses karbonisasi pada suhu 300°C selama 1 jam telah mampu menghilangkan sebagian besar air dan senyawa volatil dari biomassa, sehingga menghasilkan karbon yang lebih stabil untuk digunakan sebagai adsorben (Zhang et al., 2023). Sementara itu, kadar abu sebesar 9,00% menunjukkan masih adanya residu mineral anorganik yang merupakan karakteristik umum karbon hasil karbonisasi tanpa aktivasi. Nilai karbon terikat yang tinggi 88,8% menunjukkan bahwa sebagian besar komponen organik biomassa telah terkonversi menjadi karbon selama proses karbonisasi. Kondisi ini mengindikasikan terbentuknya matriks karbon yang relatif stabil sehingga berpotensi mendukung proses adsorpsi senyawa hasil degradasi minyak jelantah. Meskipun demikian, karbon yang dihasilkan tetap berpotensi digunakan sebagai adsorben dalam proses penjernihan minyak jelantah, karena karakteristik proksimatnya menunjukkan kualitas yang memadai untuk mengadsorpsi senyawa hasil degradasi minyak (Jha et al., 2023). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang melaporkan bahwa karbon biomassa dengan kadar air dan zat menguap yang rendah memiliki stabilitas yang lebih baik serta masih efektif digunakan sebagai adsorben, meskipun belum melalui proses aktivasi (Liu et al., 2023).

b. Densitas

Seluruh perlakuan menggunakan kombinasi karbon daun aren dan *bleaching earth* mampu menurunkan densitas minyak jelantah dibandingkan sampel tanpa perlakuan (MJ). Penurunan densitas menunjukkan bahwa proses adsorpsi berhasil mengurangi sebagian senyawa hasil degradasi minyak, seperti senyawa polar, produk oksidasi, dan komponen bermassa molekul tinggi yang terbentuk selama pemanasan berulang (Yuniarto et al., 2026). Perlakuan K75-B25 menghasilkan nilai densitas terendah (0,9407 g/mL), sedangkan peningkatan proporsi *bleaching earth* pada K50-B50 dan K25-B75 menyebabkan nilai densitas sedikit meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa karbon daun aren memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap penurunan densitas dibandingkan *bleaching earth* pada kondisi penelitian ini. Karbon hasil karbonisasi memiliki struktur berpori yang mampu mengadsorpsi senyawa organik hasil degradasi minyak, sedangkan *bleaching earth* lebih berperan dalam mengadsorpsi senyawa polar dan pigmen. Kombinasi kedua adsorben tersebut mampu memperbaiki sifat fisik minyak, meskipun efektivitasnya dipengaruhi oleh perbandingan komposisi adsorben yang digunakan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penggunaan kombinasi bioadsorben dan *bleaching earth* dapat menurunkan densitas minyak jelantah setelah proses adsorpsi. Temuan serupa juga dilaporkan oleh (Onn et al., 2023), yang menyatakan

bahwa adsorpsi mampu menghilangkan senyawa hasil oksidasi dan komponen polar sehingga memperbaiki karakteristik fisik minyak.

c. Laju Alir

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menggunakan kombinasi karbon daun aren dan *bleaching earth* meningkatkan laju alir minyak jelantah dibandingkan sampel tanpa perlakuan (MJ). Nilai laju alir tertinggi diperoleh pada perlakuan K75-B25 sebesar 0,3227 mL/s, sedangkan penambahan proporsi *bleaching earth* yang lebih tinggi menghasilkan laju alir yang sedikit lebih rendah. Peningkatan laju alir mengindikasikan bahwa minyak menjadi lebih mudah mengalir setelah proses adsorpsi. Kondisi ini berkaitan dengan berkurangnya senyawa hasil degradasi, seperti produk oksidasi, polimer, dan pengotor yang terbentuk selama penggunaan minyak secara berulang, sehingga hambatan aliran minyak menjadi lebih kecil (Maharani et al., 2023). Karena laju alir memiliki hubungan berbanding terbalik dengan viskositas, peningkatan laju alir pada penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan penurunan viskositas minyak setelah proses pemurnian, meskipun viskositas tidak diukur secara langsung.

d. Bilangan Asam

Bilangan asam merupakan salah satu parameter penting untuk mengevaluasi kualitas minyak karena menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terbentuk akibat proses hidrolisis dan oksidasi selama penggunaan berulang (Ghani et al., 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menggunakan kombinasi karbon daun aren dan *bleaching earth* mampu menurunkan bilangan asam minyak jelantah dibandingkan sampel tanpa perlakuan (MJ). Perlakuan K75-B25 menghasilkan bilangan asam terendah sebesar 4,8378 mg KOH/g, sedangkan peningkatan proporsi *bleaching earth* pada K50-B50 dan K25-B75 menghasilkan nilai yang sedikit lebih tinggi. Penurunan bilangan asam menunjukkan bahwa proses adsorpsi mampu mengurangi sebagian asam lemak bebas dan senyawa polar yang terdapat dalam minyak jelantah. Temuan ini sesuai dengan penelitian (Bostan et al., 2024) yang menunjukkan bahwa adsorben alami efektif menurunkan kadar asam lemak bebas melalui proses adsorpsi sehingga mutu minyak meningkat. Karbon daun aren berperan sebagai adsorben yang mengikat senyawa hasil degradasi minyak, sedangkan *bleaching earth* membantu mengadsorpsi komponen polar sehingga keduanya bekerja secara sinergis dalam memperbaiki kualitas minyak (Onn et al., 2023; Syahira et al., 2024).

e. Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan menunjukkan jumlah kalium hidroksida (KOH) yang diperlukan untuk menyabunkan satu gram minyak, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik asam lemak penyusun minyak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menggunakan kombinasi karbon daun aren dan *bleaching earth* menurunkan bilangan penyabunan dibandingkan minyak jelantah tanpa perlakuan. Nilai bilangan penyabunan tertinggi diperoleh pada perlakuan K75-B25 sebesar 50,9149 mg KOH/g, sedangkan peningkatan proporsi *bleaching earth* menghasilkan nilai yang sedikit lebih tinggi. Penurunan ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi mampu mengurangi sebagian senyawa hasil degradasi dan komponen pengotor yang terbentuk selama penggunaan minyak secara berulang, sehingga memengaruhi karakteristik kimia minyak. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa proporsi karbon daun aren yang lebih tinggi memberikan efektivitas yang lebih baik dibandingkan peningkatan proporsi *bleaching earth* pada kondisi penelitian ini (Khairiah et al., 2024; Syahira et al., 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi karbon daun aren (*Arenga pinnata*) dan *bleaching earth* mampu memperbaiki kualitas minyak jelantah melalui proses penjernihan secara adsorpsi. Berdasarkan seluruh parameter yang diuji, komposisi adsorben memberikan pengaruh terhadap kualitas minyak, di mana peningkatan proporsi karbon menghasilkan kinerja yang lebih baik dibandingkan peningkatan proporsi *bleaching earth*. Perlakuan K75-B25 memberikan hasil terbaik dengan menghasilkan densitas, bilangan asam, dan bilangan penyabunan terendah, serta laju alir tertinggi. Komposisi K75-B25 direkomendasikan sebagai komposisi optimum dalam penelitian ini. Hasil tersebut menunjukkan bahwa karbon daun aren berperan lebih dominan dalam mengadsorpsi senyawa hasil degradasi minyak, sedangkan *bleaching earth* berfungsi sebagai adsorben pendukung dalam proses penjernihan minyak jelantah.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelbasir, S. M., Shehab, A. I., & Abdel Khalek, M. A. (2023). Spent bleaching earth; recycling and utilization techniques: A review. *Resources, Conservation & Recycling Advances, 17*, Article 200124. https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200124

Abrante-Pascual, S., Nieva-Echevarría, B., & Goicoechea-Oses, E. (2024). Vegetable oils and their use for frying: A review of their compositional differences and degradation. *Foods, 13*(24), Article 4186. https://doi.org/10.3390/foods13244186

Aritonang, B., Ritonga, A. H., Harefa, K., Wiratma, D. Y., & Herlina. (2024). Purification of used cooking oil using a combination of activated carbon and bentonite adsorbents. *Jurnal Farmasimed (JFM), 7*(1), 31–40. https://doi.org/10.35451/jfm.v7i1.2331

Beghetto, V. (2025). Strategies for the transformation of waste cooking oils into high-value products: A critical review. *Polymers, 17*(3), Article 368. https://doi.org/10.3390/polym17030368

Bostan, R., Glevitzky, M., Varvara, S., Dumitrel, G.-A., Rusu, G. I., Popa, M., Glevitzky, I., & Vică, M. L. (2024). Utilization of natural adsorbents in the purification of used sunflower and palm cooking oils. *Applied Sciences, 14*(11), Article 4417. https://doi.org/10.3390/app14114417

Darmawan, M. I., Ilmannafian, A. G., Kiptiah, M., & Sari, N. (2024). Pemurnian Minyak Goreng Bekas Menggunakan Bioadsorben dari Limbah Fiber Stasiun Press Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 22*(5), 1269–1275. https://doi.org/10.14710/jil.22.5.1269-1275

Farma, R., Apriyani, I., Awitdrus, Taer, E., & Apriwandi. (2022). Hemicellulosa-derived *Arenga pinnata* bunches as free-standing carbon nanofiber membranes for electrode material supercapacitors. *Scientific Reports, 12*, Article 2572. https://doi.org/10.1038/s41598-022-06619-4

García-Ruiz, D. L., Valencia-Delgado, D. S., Hernández-Ocaña, S. M., Ortega-Varela, L. F., Domratcheva-Lvova, L., Morales-Troyo, F., Solana-Reyes, Y., & Gutiérrez-García, C. J. (2026). Green synthesis of activated carbon from waste biomass for biodiesel dry wash. *Biomass, 6*(1), Article 3. https://doi.org/10.3390/biomass6010003

Ghani, I. A., Ikhsan, M. H., Nizar, U. K., Dewata, I., Amran, A., Sury, S., & Sanjaya, H. (2021). Aplikasi Karbon Ampas Teh Tersulfonasi sebagai Katalis dalam Produksi Biodiesel dari PFAD (Palm Fatty Acid Destilate). *PRIMER (Prima Medical Journal), 6*(2), 1–6. https://doi.org/10.34012/pmj.v4i2.1950

Jha, S., Gaur, R., & Shahabuddin, S. (2023). Biochar as sustainable alternative and green adsorbent for the remediation of noxious pollutants: A comprehensive review. *Toxics, 11*(2), Article 117. https://doi.org/10.3390/toxics11020117

Khairiah, H., Fatmayati, & Dhora, A. (2024). Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN), 7*(1), 460–469. https://doi.org/10.31004/jutin.v7i1.24720

Liu, X., Ren, X., Dong, J., Wang, B., Gao, J., Wang, R., Yao, J., & Cao, W. (2023). Preparation and physicochemical properties of biochar from the pyrolysis of pruning waste of typical fruit tree in North China. *BioResources, 18*(4), 8536–8556. https://doi.org/10.15376/biores.18.4.8536-8556

Maharani, D. R., Ruhiyat, R., Iswanto, B., & Juliani, A. (2022). The use of spent bleaching earth (SBE) as an adsorbent to reduce free fatty acids in waste cooking oil. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology, 5*(2), 193–208. https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i2.13539

Onn, M., Muniandy, K., Zaiton, S. N. 'A., & Wahit, M. U. (2023). Free fatty acid reduction in used frying oil via bio adsorbent: A short review. *Chemical Engineering Transactions, 106*, 139–144. https://doi.org/10.3303/CET23106024

Taufiq, A., Hendro, A., Ferdy D, E., Widayat, W., & Edward, L. (2022). Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorbent Zeolit dan Bleaching Earth. *Indonesia Journal of Halal, 4*(1), 16–24. https://doi.org/10.14710/halal.v4i1.13675

Utami, E. A., Nizar, U. K., & Etika, S. B. (2025). Peningkatan Pemurnian Minyak Jelantah melalui Sistem Adsorben Ganda: Bleaching Earth dan Karbon dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). *MASALIQ, 5*(3), 1368–1392. https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i3.6039

Yanti, F. R. W., & Nizar, U. K. (2025). Pemanfaatan Karbon Aktif Daun Serai (*Cymbopogon citratus*) dan Bleaching Earth dalam Penjernihan Minyak Jelantah. *MASALIQ, 5*(3), 1351–1367. https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i3.6036

Yuniarto, A., Wijayanti, A. A., & Fulazzaky, M. A. (2026). Isotherm, kinetic, and mass-transfer analysis of free fatty acid adsorption using wood twig-derived biochar and biochar-bentonite composite adsorbents. *Chemical Engineering Journal Advances, 27*, Article 101349. https://doi.org/10.1016/j.ceja.2026.101349

Zainal, Z. S., Hoo, P., Ahmad, A. L., Abdullah, A. Z., Ng, Q., Shuit, S., Enche Ab Rahim, S. K., & Andas, J. (2024). Plant-based calcium silicate from rice husk ash: A green adsorbent for free fatty acid recovery from waste frying oil. *Heliyon, 10*(4), Article e26591. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26591

Zhang, W., Chen, R., Li, J., Huang, T., Wu, B., Ma, J., Wen, Q., Tan, J., & Huang, W. (2023). Synthesis optimization and adsorption modeling of biochar for pollutant removal via machine learning. *Biochar, 5*, Article 25. https://doi.org/10.1007/s42773-023-00225-x