



Effectiveness Of Activated Nipah Bark Charcoal In Reducing Free Fatty Acids And Peroxide Numbers In Waste-Cooked Oil

Efektivitas Arang Aktif Kulit Nipah Dalam Menurunkan Asam Lemak Bebas Dan Bilangan Peroksida Minyak Jelantah

Naily Ulya¹⁾, Fajar Hidayanto²⁾, Oto Prasadi¹⁾, Fadhil Muhammad Nuryanto¹⁾, Meta Aquarista Galia²⁾, Fitriani Ratna Sari¹⁾, Nina Fauziah¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Jurusan Rekayasa Mesin Industri Pertanian, Politeknik Negeri Cilacap

²⁾ Program Studi Pengembangan Produk Agroindustri, Jurusan Rekayasa Mesin Industri Pertanian, Politeknik Negeri Cilacap

Email: ¹⁾naily.ulya@pnc.ac.id

How to Cite :

Ulya, N., Hidayanto, F., Prasadi, O., Nuryanto, F. M., Galia, M. A., Sari, F. R., & Fauziah, N. (2026). Effectiveness of activated nipah bark charcoal in reducing free fatty acids and peroxide numbers in waste-cooked oil. *SINTA Journal (Science, Technology, and Agricultural)*, 7(1), 189–200. DOI : <https://doi.org/10.37638/sinta.7.1189-200>

ARTICLE HISTORY

Received [13 Nov 2025]

Revised [28 Jan 2026]

Accepted [20 Feb 2026]

KEYWORDS

Minyak jelantah,
Kulit Nipah,
Adsorpsi

*This is an open access article
under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license*



ABSTRAK

Minyak jelantah mengandung kadar asam lemak bebas (ALB) dan senyawa peroksida yang tinggi, sehingga berisiko terhadap kesehatan dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memurnikan minyak jelantah menggunakan arang aktif dari kulit buah nipah (*Nypa fruticans*) yang kaya lignoselulosa (48,22% selulosa, 26,4% hemiselulosa, dan 17,8% lignin). Kulit nipah dikarbonisasi dan diaktivasi secara kimia menggunakan NaOH 0,5 N. Analisis FTIR menunjukkan gugus fungsional –OH dan C=O yang berperan dalam proses adsorpsi. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor waktu adsorpsi (30, 60, dan 90 menit), diulang lima kali. Parameter yang diamati meliputi ALB, bilangan peroksida, kadar air, viskositas, dan pH. Hasil menunjukkan penurunan ALB dari 1,60% menjadi 0,29%, bilangan peroksida dari 7,10 menjadi 3,76 meq/kg, kadar air dari 0,60% menjadi 0,26%, dan viskositas dari 64,48 menjadi 56,78 MPas, serta peningkatan pH dari 6,06 menjadi 6,62. Arang aktif kulit nipah terbukti efektif dalam menyerap senyawa polar dan oksidatif, meningkatkan mutu minyak

jelantah. Pemanfaatan limbah nipah sebagai adsorben mendukung prinsip ekonomi sirkular, dengan potensi sebagai solusi ramah lingkungan dan bernilai ekonomi dalam pengolahan limbah minyak.

ABSTRACT

Used cooking oil contains high levels of free fatty acids (FFA) and peroxide compounds, posing health and environmental risks. This study explores the purification of used cooking oil using activated carbon derived from nipa palm (*Nypa fruticans*) peel, which is rich in lignocellulose (48.22% cellulose, 26.4% hemicellulose, 17.8% lignin). The peel underwent carbonization and chemical activation with NaOH 0.5 N. FTIR analysis confirmed the presence of functional groups –OH and C=O, indicating enhanced adsorption capability. A Completely Randomized Design (CRD) was applied with adsorption times of 30, 60, and 90 minutes, repeated five times. Parameters measured included FFA, peroxide value, water content, viscosity, and pH. Results showed significant improvements: FFA reduced from 1.60% to 0.29%, peroxide value from 7.10 to 3.76 meq/kg, water content from 0.60% to 0.26%, and viscosity from 64.48 to 56.78 MPas, while pH increased from 6.06 to 6.62. These findings demonstrate that activated carbon from nipa peel effectively adsorbs polar and oxidative compounds, improving oil quality. The process supports circular economy principles by converting agricultural waste into valuable adsorbents, offering a low-cost and eco-friendly solution for oil purification

PENDAHULUAN

Konsumsi minyak goreng di Kabupaten Cilacap tergolong tinggi di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, konsumsi minyak goreng selama lima tahun terakhir mencapai 481,6 metrik ton (Badan Pusat Statistik, 2025). Tingginya konsumsi tersebut menyebabkan besarnya limbah minyak jelantah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga dan produksi.

Minyak goreng adalah salah satu pokok kebutuhan di keluarga memasak masyarakat Indonesia. Namun, penggunaan secara berulang minyak goreng menyebabkan terjadinya kerusakan struktur kimia minyak beserta peningkatan kadar asam lemak bebas (ALB) dan bilangan peroksida (Susilowati et al., 2019). Minyak telah dipakai berkali-kali ini dikenal sebagai minyak jelantah. Minyak jelantah dapat menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi manusia dan binatang, terlebih minyak jelantah juga menimbulkan kerusakan lingkungan jika dibuang tanpa prosedur yang sesuai (Awogbemi et al., 2021). Maka dari itu, limbah minyak jelantah yang jumlahnya besar ini perlu adanya penanganan yang serius.

Disisi lain, limbah minyak jelantah yang tergolong limbah B3 ini belum terkelola secara optimal, limbah B3 atau limbah bahan berbahaya dan beracun merupakan salah satu jenis limbah yang mengandung bahan atau zat pemicu yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya berpotensi membahayakan keamanan kesehatan manusia, serta mencemarkan dan merusak lingkungan hidup (Foo et al., 2021). Limbah B3 dapat dihasilkan oleh sejumlah sektor, seperti industri, fasilitas kesehatan, serta rumah tangga. Beberapa metode telah dilakukan seperti pemanfaatan minyak jelantah menjadi produk oleokimia. Namun, perlu adanya pengembangan teknologi yang efisien dan terjangkau

untuk memenuhi standar pasar, sehingga perlu adanya alternatif pemanfaatan minyak jelantah menjadi bahan yang bernilai ekonomi tinggi, ramah lingkungan, dan mudah diakses oleh masyarakat luas.

Degradasi kualitas minyak goreng akibat oksidasi dan hidrolisis dari proses pemanasan yang menghasilkan peroksida dan asam lemak bebas menjadi tantangan dalam pemanfaatan kembali minyak jelantah menjadi minyak goreng berstandar nasional Indonesia. Beberapa penelitian dilakukan untuk pemurnian minyak goreng jelantah, salah satunya dengan metode adsorpsi arang aktif (Miskah et al., 2019). Arang aktif atau karbon aktif adalah material karbon yang mempunyai struktur pori sangat halus dan luas permukaan yang sangat besar sehingga mampu menyerap berbagai zat kimia, gas, maupun partikel berbahaya (Ganjoo et al., 2023). Bahan ini umumnya dibuat dari bahan organik seperti tempurung kelapa, kayu, serbuk gergaji, atau limbah biomassa lain dengan cara proses karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi prosesnya dilakukan dengan menghangatkan bahan pada suhu rendah dan dalam lingkungan sedikit oksigen (pirolisis), lalu diikuti aktivasi yang bisa dikerjakan secara fisik (dengan uap air atau karbon dioksida gas) atau secara kimia (dengan bahan kimia seperti asam fosfat atau kalium hidroksida). Arang aktif digunakan luas dalam banyak lini, seperti penyaringan udara dan air, saringan zat kimia, filtrasi minyak jelantah, dan dalam industri farmasi dan makanan. Karena daya serapnya yang tinggi terhadap logam berat, warna, dan senyawa organik, arang aktif menjadi salah satu solusi ramah lingkungan dalam pengolahan limbah dan pemurnian berbagai produk. Secara umum arang aktif diproduksi melalui dua tahapan yaitu karbonisasi dan aktivasi, Dimana karbonisasi adalah pemanasan dengan suhu sekitar 400°C-600°C dan aktivasi dapat dilakukan dengan menggunakan aktivasi kimiawi dan aktivasi fisika (Haryanti et al., 2024).

Arang aktif dapat diproduksi dari bahan-bahan alam yang mengandung lignoselulosa tinggi (Dwityaningsih et al., 2023). Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk produksi arang aktif dari bahan alam yang mengandung lignoselulosa. Penelitian Miskah et al. (2019) telah memanfaatkan kulit durian sebagai bahan arang aktif dan menghasilkan penurunan kadar asam lemak bebas hingga 0,0637% dan peroksida 0,41 meq O₂/kg dengan waktu kontak selama 150 menit. Penelitian lain dilakukan dengan memanfaatkan ampas tebu dan H₃PO₄ sebagai aktivator dan mampu mengurangi kadar asam lemak bebas menjadi 0,336% dan bilangan peroksida 6,99 meq/kg (Subiandono et al., 2011). Selain itu penelitian Jumiaty & Nanda (2024), melakukan pemurnian minyak jelantah menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa menghasilkan penurunan asam lemak bebas menjadi 0,15%.

Nipah (*Nypa fruticans*) merupakan tanaman dari suku Palmae, dan tumbuh di sepanjang Sungai yang terpengaruh pasang surut air laut. Di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, nipah tumbuh melimpah sepanjang pesisir Pantai Selatan Jawa (Mardiyana et al. 2023). Meskipun beberapa komponennya telah digunakan sebagai untuk produksi gula dan bahan pangan (Cheablam & Chanklap, 2020), pemanfaatannya secara keseluruhan masih belum optimal. Pelepah nipah khususnya mengandung komposisi lignoselulosa yang menjanjikan untuk bahan baku arang aktif dengan kadar 48,22% selulosa, 26,4 hemiselulosa, dan 17,8 % lignin (Haryanti et al., 2024). Dengan karakteristik tersebut, arang aktif dari nipah memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Namun, potensi pelepah nipah sebagai adsorben untuk pemurnian minyak jelantah, khususnya dalam menurunkan kadar asam lemak bebas (FFA) dan bilangan peroksida, belum banyak dikaji dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Potensi ekonomi dari pemanfaatan arang aktif buah nipah merupakan salah satu usaha dalam menerapkan ekonomi sirkular yaitu mengubah limbah yang bernilai rendah menjadi produk bernilai tambah (Zein & Antony 2022). Model bisnis ini diuntungkan oleh biaya bahan baku berupa limbah nipah dan limbah minyak jelantah yang relatif rendah, dan memiliki dua aliran pendapatan potensial yaitu penjualan arang aktif secara langsung dan penjualan minyak jelantah hasil pemurnian ke industri dengan harga premium.

METODE PENELITIAN

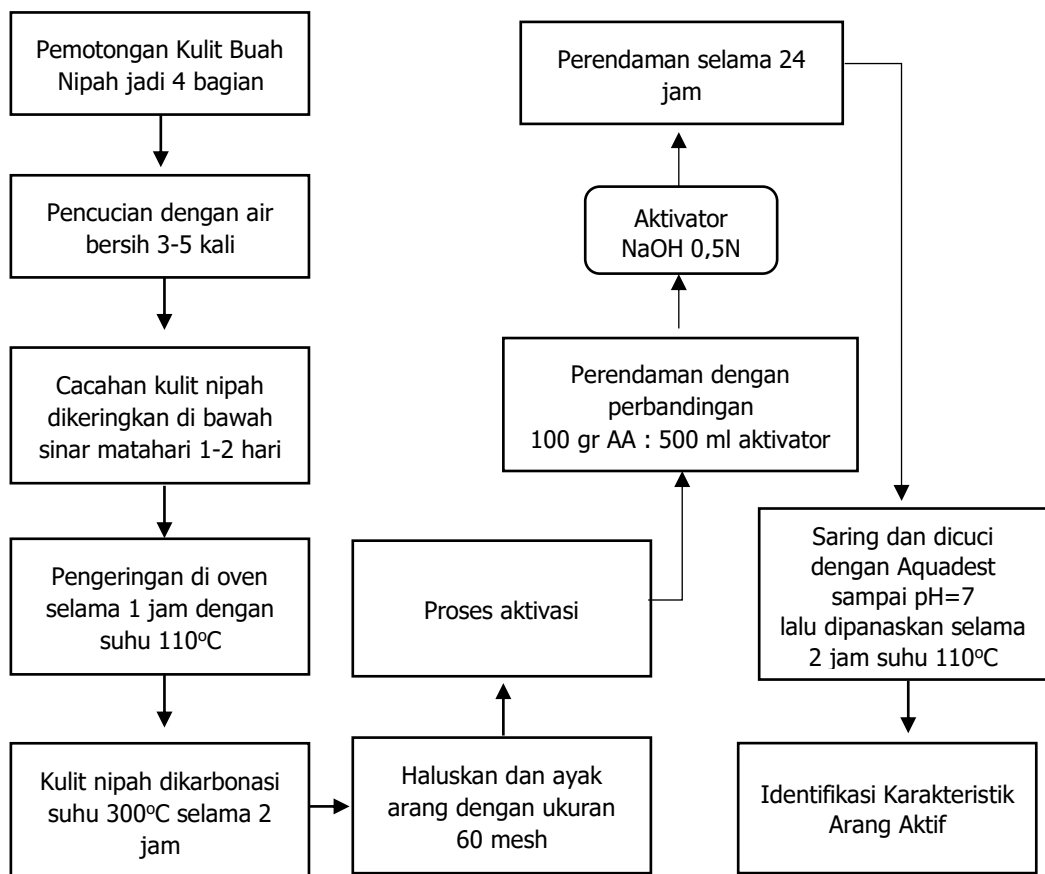
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain timbangan digital, oven pengering, furnace, mortar keramik, ayakan 100 mesh, pH meter, kertas saring, stopwatch, hot plate stirrer dengan magnetic stirrer dan gelas kimia, spektrofotometer UV-Vis, desikator, gelas ukur, erlenmeyer, pipet, buret. Bahan penelitian yang digunakan yaitu minyak jelantah, kulit nipah, aquades, NaOH 0,5 N, kalium iodide, Natrium Tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N (larutan standar), Indikator Phenolphthalein (PP) 1%.

Pembuatan Arang Aktif

Proses pembuatan arang aktif dari kulit buah nipah dimulai dengan pemotongan kulit menjadi empat bagian, kemudian dicuci menggunakan air bersih sebanyak tiga hingga lima kali untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu, kulit nipah yang telah dicacah dijemur di bawah sinar matahari selama satu hingga dua hari, lalu dikeringkan dalam oven selama satu jam pada suhu 110°C . Tahap berikutnya adalah proses aktivasi, di mana kulit nipah direndam selama 24 jam dalam larutan NaOH 0,5N dengan perbandingan 100 gram arang aktif terhadap 500 ml larutan aktivator.

Setelah perendaman, bahan disaring dan dicuci menggunakan aquadest hingga mencapai pH netral (pH 7), kemudian dipanaskan kembali selama dua jam pada suhu 110°C . Sebelum dilakukan identifikasi karakteristik arang aktif, kulit nipah terlebih dahulu dikarbonasi pada suhu 300°C selama dua jam. Arang hasil karbonasi kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan saringan berukuran 60 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam. Arang tanpa aktivasi menggunakan kode S1 sedangkan arang aktivasi NaOH 0,5 N memiliki kode S2.



Gambar 1. Alur Pembuatan Arang Aktif Kulit Buah Nipah
Figure 1. Flowchart for making activated charcoal from nipah fruit skin

Parameter Pengamatan

Pada arang aktif, parameter seperti kadar air dan kadar abu diukur untuk menentukan kemurnian dan kualitas adsorben, di mana kadar yang rendah umumnya diinginkan, sementara massa jenis berpengaruh pada sifat alir dan kapasitas adsorpsinya. Efektivitas pemurnian kemudian diuji pada minyak jelantah dengan menganalisis penurunan asam lemak bebas (ALB) dan bilangan peroksida, yang masing-masing merupakan indikator utama kerusakan hidrolitik dan oksidatif. Parameter fisikokimia minyak lainnya juga diamati, termasuk kadar air (untuk mengetahui kandungan air yang dapat mempercepat hidrolisis), viskositas (yang dapat berubah seiring dengan degradasi minyak), dan pH (untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa asam). Selain itu, analisis Fourier Transform Infrared (FTIR) dilakukan sebagai teknik untuk mendeteksi perubahan gugus fungsi secara spesifik, seperti munculnya gugus hidroperoksida, karbonil, atau hilangnya ikatan rangkap.

Analisis Data

1. Pengukuran Asam Lemak Bebas

Prinsip dasarnya adalah menetralisasi asam lemak bebas menggunakan larutan basa standar dan hasilnya dinyatakan sebagai persen berat asam oleat. Penentuan kadar asam lemak bebas menggunakan persamaan 1.

$$\%ALB = \frac{BM \text{ Asam Lemak Bebas} \times V \times N}{W} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

BM ALB = Berat Molekul Asam Lemak Bebas (sebagai asam palmitat = 25,6)

V = Volume KOH saat titrasi

N = Normalitas KOH

W= Berat sampel

2. Pengukuran Bilangan Peroksida

Pengukuran Bilangan Peroksida dilakukan berdasarkan reaksi iodometri, yaitu reaksi antara senyawa peroksida dalam minyak dengan kalium iodide yang dinyatakan pada persamaan 2.

$$PV = \frac{1000 \times N \times (V_0 - V_1)}{W} \quad (2)$$

Keterangan:

N = Normalitas larutan standar natrium tiosulfat (N)

V₀ = Volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi sampel (mL)

V₁ = Volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi blanko (mL)

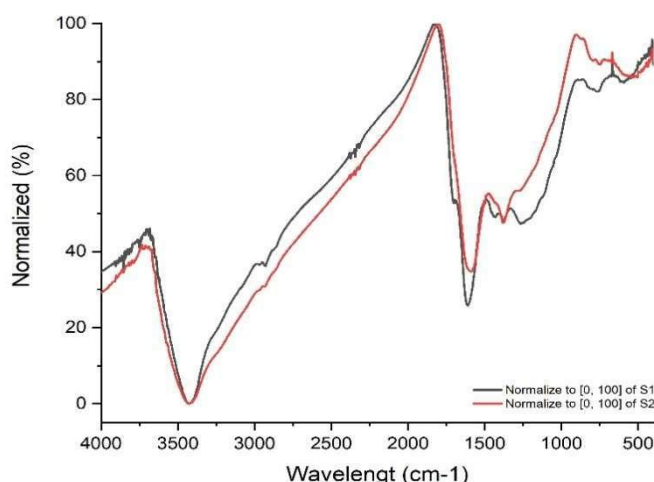
W = Bobot contoh (g)

Rancangan percobaan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktor yaitu lama perendaman arang aktif selama 30, 60 dan 90 menit yang diulang sebanyak lima kali. Analisis data menggunakan uji analisis one way ANOVA dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf signifikansi 5% apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Arang Aktif

Arang aktif memiliki struktur mikropori dan luas permukaan yang tinggi, sehingga sangat efektif dalam proses adsorpsi berbagai senyawa kimia. Permukaannya kaya akan gugus fungsional seperti hidroksil (–OH), karbonil (C=O), dan karboksilat (–COOH) yang berperan penting dalam interaksi dengan zat polar sehingga arang aktif sangat berguna dalam pemurnian, penjernihan, dan penghilangan kontaminan dari cairan maupun gas.



Gambar 2. Spektra FTIR S1 (Arang) dan S2 (Arang NaOH)
Figure 2. FTIR spectra S1 (Charcoal) and S2 (NaOH Charcoal)

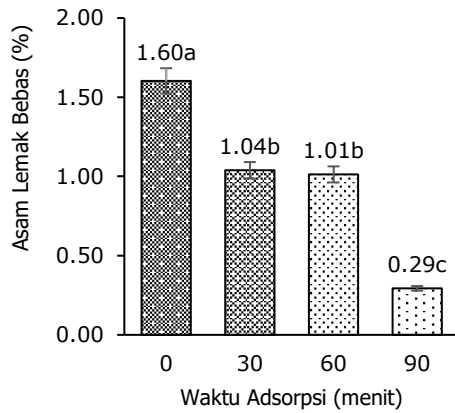
Spektrum FTIR yang ditampilkan menunjukkan perbandingan gugus fungsi antara arang biasa (S1) dan arang aktif NaOH (S2) setelah proses aktivasi. Kurva merah (S2) memperlihatkan intensitas yang lebih tinggi pada beberapa daerah spektrum, terutama di sekitar 3400 cm^{-1} yang mengindikasikan keberadaan gugus -OH , serta di sekitar 1700 cm^{-1} yang menunjukkan gugus karbonil (C=O) (Gambar 2). Peningkatan intensitas ini menandakan bahwa aktivasi dengan NaOH berhasil memodifikasi permukaan arang, menambahkan gugus polar yang penting untuk proses adsorpsi. Selain itu, pergeseran atau penajaman puncak tertentu pada S2 menunjukkan perubahan struktur kimia yang lebih aktif secara fungsional dibandingkan S1. Penelitian Sahara et al. (2015) menunjukkan bahwa aktivasi arang tempurung kelapa dengan NaOH meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap senyawa hipoklorit karena terbentuknya gugus aktif yang lebih banyak.

Perubahan ini berkorelasi langsung dengan kemampuan adsorpsi terhadap bilangan peroksida dan asam lemak bebas. Gugus -OH dan C=O yang lebih dominan pada S2 memungkinkan terjadinya interaksi hidrogen dan elektrostatik yang lebih kuat dengan senyawa polar dalam minyak jelantah. Dengan demikian, arang aktif NaOH (S2) memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam menurunkan kandungan senyawa oksidatif dan asam lemak bebas dibandingkan arang biasa (S1). Hasil ini sejalan dengan penelitian Ifa et al. (2022) yang menunjukkan penggunaan aktivator NaOH mampu mengurangi asam lemak bebas sebesar 51.92% pada *crude palm oil* (CPO).

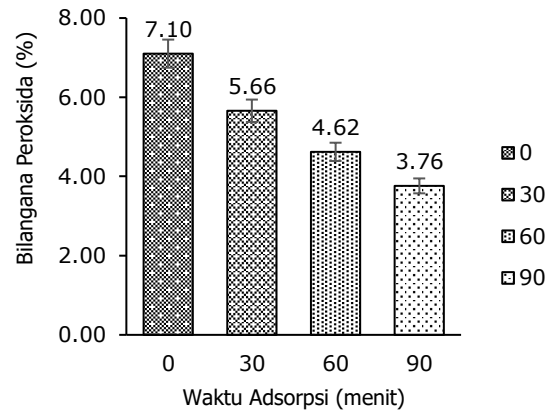
Pengaruh Arang Aktif terhadap Asam Lemak Bebas, Bilangan Peroksida, Viskositas, Kadar air dan pH Minyak Jelantah

Arang aktif mampu menurunkan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida dalam minyak jelantah melalui mekanisme adsorpsi gugus polar yang merusak mutu minyak. Aktivasi kimia seperti NaOH meningkatkan luas permukaan dan gugus fungsional arang, sehingga lebih efektif dalam menyerap senyawa oksidatif, air, dan

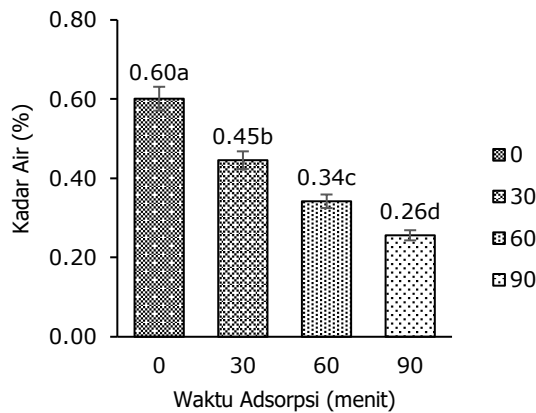
komponen polar lain yang memengaruhi viskositas dan pH. Pengaruh arang aktif NaOH ditunjukkan pada Gambar 3.



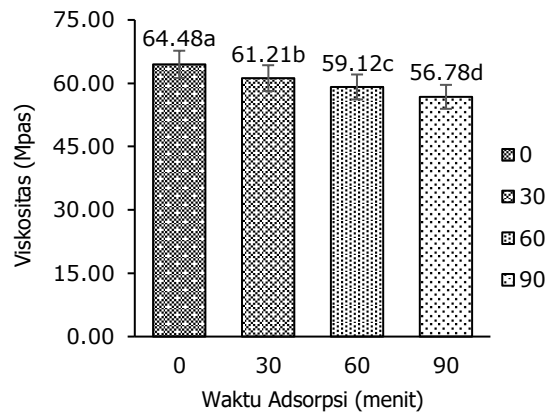
(a)



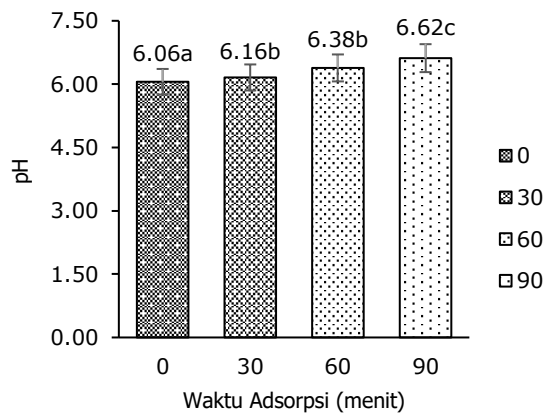
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3. Pengaruh lama waktu adsorpsi arang aktif NaOH terhadap (a) asam lemak bebas; (b) bilangan peroksida; (c) kadar air; (d) viskositas dan (e) pH minyak jelantah.

Angka-angka yang didampingi huruf yang berbeda pada gambar yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Figure 3. Effect of NaOH activated charcoal adsorption time on (a) free fatty acids; (b) peroxide value; (c) water content; (d) viscosity and (e) pH of used cooking oil.

Numbers accompanied by different letters in the same figure indicate significant differences in the 5% DMRT test.

Hasil analisis menunjukkan bahwa lama perendaman arang aktif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap semua parameter mutu minyak (Gambar 3). Penurunan nilai FFA, peroksida, kadar air, dan viskositas seiring bertambahnya lama perendaman mengindikasikan meningkatnya kualitas minyak. Hal ini disebabkan oleh kemampuan arang aktif dalam mengadsorpsi senyawa-senyawa polar, asam lemak bebas, serta komponen oksidatif yang dapat menurunkan mutu minyak (Permatasari et al., 2021). Waktu adsorpsi yang lebih lama secara signifikan menurunkan kadar asam lemak bebas (ALB) dalam minyak jelantah, dengan efektivitas tertinggi tercapai pada menit ke-90 (Gambar 3a). Penurunan ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi mampu memperbaiki kualitas minyak bekas secara bertahap.

Pada menit ke-0, kadar ALB tercatat sebesar 1,60%, menandakan kondisi awal minyak jelantah yang belum mengalami perlakuan. Setelah 30 dan 60 menit adsorpsi, kadar ALB menurun menjadi 1,04% dan 1,01%, menunjukkan adanya penurunan yang signifikan namun relatif stabil. Penurunan drastis terjadi pada menit ke-90, di mana kadar ALB mencapai 0,29%, yang secara statistik berbeda nyata dari waktu sebelumnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Pratiwi (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan adsorben arang kulit biji kakao mampu menurunkan kadar ALB secara signifikan dalam minyak jelantah. Penelitian lain oleh Febriyanti et al. (2024) juga menegaskan bahwa durasi adsorpsi berpengaruh langsung terhadap efektivitas penurunan ALB, di mana waktu yang lebih lama memberikan hasil yang lebih optimal.

Proses adsorpsi terbukti efektif dalam menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah, yang mencerminkan penurunan tingkat oksidasi dan peningkatan mutu minyak bekas. Grafik menunjukkan tren penurunan yang konsisten dari 7,10% pada menit ke-0 menjadi 3,76% pada menit ke-90, menandakan bahwa semakin lama waktu kontak antara minyak dan adsorben, semakin besar kemampuan adsorben dalam mengikat senyawa peroksida (Gambar 3b). Penurunan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Atikah (2018), yang menggunakan bentonit dan karbon aktif sebagai adsorben dan mencatat penurunan signifikan bilangan peroksida setelah proses adsorpsi. Penelitian lain oleh Abdillah dan Hulupi (2020) juga menunjukkan bahwa adsorben berbasis cangkang telur mampu menurunkan bilangan peroksida secara efektif, terutama setelah proses kalsinasi dan pengadukan selama satu jam indochembull.com. Penurunan bilangan peroksida ini penting karena senyawa peroksida merupakan indikator awal kerusakan minyak akibat oksidasi, yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan jika dikonsumsi. Dengan demikian, adsorpsi menjadi metode sederhana namun efisien untuk meregenerasi minyak jelantah agar lebih layak digunakan kembali atau diolah lebih lanjut.

Proses adsorpsi menunjukkan efektivitas ganda dalam menurunkan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida, dua indikator utama kerusakan minyak jelantah.

Penurunan kadar ALB dari 1,60% (0 menit) menjadi 0,29% (90 menit) menunjukkan bahwa adsorben mampu mengikat senyawa polar seperti asam lemak bebas secara bertahap. Sementara itu, bilangan peroksida juga menurun dari 7,10% menjadi 3,76% dalam rentang waktu yang sama, menandakan berkurangnya senyawa hasil oksidasi primer. Hasil ini sejalan dengan penelitian Atikah (2018) yang menunjukkan bahwa karbon aktif dan bentonit mampu menurunkan kadar ALB dan BP secara signifikan dalam minyak jelantah.

Kadar air dalam minyak jelantah mengalami penurunan signifikan seiring bertambahnya waktu adsorpsi, menunjukkan efektivitas proses pemurnian dalam mengurangi kandungan polar yang tidak diinginkan. Pada menit ke-0, kadar air tercatat sebesar 0,60%, kemudian menurun bertahap menjadi 0,45% (30 menit), 0,34% (60 menit), dan mencapai titik terendah 0,26% pada menit ke-90 (Gambar 3c). Penurunan kadar air sangat penting karena air dalam minyak dapat mempercepat proses oksidasi dan hidrolisis, yang berdampak negatif terhadap mutu dan stabilitas minyak. Penelitian oleh Pakpahan et al. (2013) menunjukkan bahwa penggunaan adsorben serabut kelapa dan jerami mampu menurunkan kadar air dan warna minyak jelantah secara signifikan, terutama pada waktu adsorpsi yang lebih lama. Sementara itu, Levels (2021) melaporkan bahwa bentonit bekas sebagai adsorben juga efektif dalam menurunkan kadar air dan memperbaiki karakteristik fisik minyak bekas.

Viskositas minyak jelantah mengalami penurunan bertahap seiring bertambahnya waktu adsorpsi, menunjukkan bahwa proses pemurnian mampu mengurangi kandungan senyawa berat dan polimer hasil degradasi termal. Pada menit ke-0, viskositas tercatat sebesar 64,48 MPas, kemudian menurun menjadi 61,21 MPas (30 menit), 59,12 MPas (60 menit), dan mencapai titik terendah 56,78 MPas pada menit ke-90 (Gambar 3d). Penurunan viskositas sangat penting karena viskositas tinggi pada minyak jelantah berkorelasi dengan penurunan kualitas fisik dan fungsional, seperti daya sebar dan kestabilan panas. Penelitian oleh Ulfa et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan adsorben ampas kopi yang dimodifikasi mampu menurunkan viskositas minyak jelantah secara signifikan, sekaligus memperbaiki warna dan bau minyak. Sementara itu, Pakpahan et al. (2013) juga mencatat bahwa adsorben serabut kelapa dan bentonit bekas efektif dalam menurunkan viskositas dan memperbaiki karakteristik fisik minyak jelantah.

Nilai pH minyak jelantah mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu adsorpsi, menunjukkan bahwa proses pemurnian tidak hanya menurunkan senyawa perusak, tetapi juga memperbaiki karakteristik kimia minyak. Pada menit ke-0, pH tercatat sebesar 6,06 dan meningkat bertahap menjadi 6,16 (30 menit), 6,38 (60 menit), dan mencapai 6,62 pada menit ke-90 (Gambar 3e). Penelitian oleh Pakpahan et al. (2013) menunjukkan bahwa penggunaan adsorben serabut kelapa dan jerami mampu memperbaiki warna dan pH minyak jelantah secara signifikan, terutama pada waktu adsorpsi yang lebih lama. Peningkatan pH ini penting karena minyak dengan pH mendekati netral memiliki stabilitas oksidatif yang lebih baik dan lebih aman untuk dikonsumsi atau diolah lebih lanjut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis spektrum FTIR mengungkap bahwa aktivasi adsorben (S2) menghasilkan perubahan gugus fungsional yang signifikan dibandingkan adsorben biasa (S1). Perubahan ini berkontribusi langsung pada peningkatan kinerja pemurnian minyak

jelantah. Proses adsorpsi terbukti mampu memperbaiki lima parameter mutu utama secara signifikan, yaitu kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, kadar air, viskositas, dan pH. Penurunan yang drastis pada kadar ALB (dari 1,60% menjadi 0,29%) dan parameter lainnya membuktikan efektivitasnya. Saran penelitian ini untuk mengoptimalkan kontak antara minyak jelantah dan adsorben teraktivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, F., & Hulupi, M. (2020). Efektivitas Cangkang Telur untuk Menurunkan Bilangan Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 5(2), 109-116.
- Atikah, A. (2018). Penurunan Bilangan Peroksida Pada Minyak Goreng Bekas Menggunakan Adsorben Ca Bentonit. *Jurnal Distilasi*, 2(1), 35-45.
- Awogbemi, O., Von Kallon, D. V., Aigbodion, V. S., & Panda, S. (2021). Advances in biotechnological applications of waste cooking oil. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100158.
- Badan Pusat Statistik. (2025). Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Minyak dan Kelapa Per Kabupaten/kota - Tabel Statistik [Internet]. Available from: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwMyMy/-rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-minyak-dan-kelapa-per-kabupaten-kota.html>
- Cheablam, O., & Chanklap, B. (2020). Sustainable Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb.) Product Utilization in Thailand. *Scientifica*, 2020, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2020/3856203>.
- Dwityaningsih, R., Rahayu, T. E. P. S., Handayani, M., & Nurhilal, M. (2023). Pengaruh variasi konsentrasi H_3PO_4 sebagai zat aktivator terhadap karakteristik karbon aktif dari sekam padi. *J. Infotekmesin*, 14(1), 98-104.
- Febriyanti, L. D., Devianti, V. A., & Puspitasari, I. (2024). ANALISIS ASAM LEMAK BEBAS DAN KADAR AIR MENGGUNAKAN ADSORBEN KUNYIT DENGAN PENGARUH LAMA WAKTU ADSORPSI. *Jurnal Kesehatan Yamas Makassar*, 8(2), 24-32.
- Foo, W. H., Chia, W. Y., Tang, D. Y. Y., Koay, S. S. N., Lim, S. S., & Chew, K. W. (2021). The conundrum of waste cooking oil: Transforming hazard into energy. *Journal of hazardous materials*, 417, 126129.
- Ganjoo, R., Sharma, S., Kumar, A., & Daouda, M. M. (2023). Activated carbon: Fundamentals, classification, and properties. In: Verma C, Quraishi MA, editors. *Activated Carbon* [Internet]. 1st ed. Available from: <https://books.rsc.org/books/book/2104/chapter/7568125/Activated-Carbon-Fundamentals-Classification-and>
- Haryanti, N.H., Suarso, E., Manik, T.N., Suryajaya, , Sari, N. et al. (2024). Activated Carbon from Nipa Palm Fronds (*Nypa fruticans*) with H_3PO_4 and KOH Activators as Fe Adsorbers. *Journal of Renewable Materials*, 12(2), 203–214. <https://doi.org/10.32604/jrm.2023.043549>.
- Ifa, L., Syarif, T., Sartia, S., Juliani, J., Nurdjannah, N., & Kusuma, H. S. (2022). Techno-economics of coconut coir bioadsorbent utilization on free fatty acid level reduction in crude palm oil. *Heliyon*, 8(3).
- Jumiati, E., & Nanda, M. (2024). Pemurnian Minyak Goreng Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan Aktivasi Fisika. *Jurnal Fisika Unand*, 13(2), 254-260.

- Levels, P. O. R. F. (2021). Pemanfaatan Bentonit Bekas Sebagai Adsorben Pada Proses Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(1), 30.
- Mardiya, Evila P.S.R.T., & Prasetya, V. (2023). Karakteristik Asap Cair dari Kulit Buah Nipah (*Nypa fruticans*) dan Potensinya Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus*. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelaut Dan Perikan Papua* 6(2), 72–7.
- Miskah, S., Aprianti, T., Agustien, M., Utama, Y., & Said, M. (2019, November). Purification of used cooking oil using activated carbon adsorbent from durian peel. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 396, No. 1, p. 012003). IOP Publishing.
- Pakpahan, J. F., Tambunan, T., Harimby, A., & Ritonga, M. Y. (2013). Pengurangan FFA dan warna dari minyak jelantah dengan adsorben serabut kelapa dan jerami. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 31-36.
- Permatasari, N. M. A. D., Hasanah, N. U., Setiawan, W. A., Diba, A. Y. P. F., Sahila, D., Wulandari, H., & Muliasari, H. (2021). Penentuan Kualitas Minyak Goreng Bekas Setelah Penambahan Adsorben Alami dari Bonggol Jagung dan Ampas Tebu. *Journal of Agritechology and Food Processing*, 1(2), 68-74.
- Pratiwi, I. (2024). *Analisis Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah Dengan Adsorben Arang Kulit Biji Kakao (Theobroma cacao L.)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).
- Sahara, E., Dahliani, N. K., & Manuaba, I. B. P. (2017). Pembuatan dan karakterisasi arang aktif dari batang tanaman gumitir (*Tagetes Erecta*) dengan aktivator NaOH. *Jurnal Kimia*, 11(2), 174-180.
- Subiandono, E., Heriyanto, N. M., & Karlina, E. (2011). *Potensi nipah (Nypa fruticans (Thunb.) Wurmb.) sebagai sumber pangan dari hutan mangrove* (pp. 54-60). Indonesian Ministry of Agriculture.
- Susilowati, E., Hasan, A., & Syarif, A. (2019, February). Free fatty acid reduction in a waste cooking oil as a raw material for biodiesel with activated coal ash adsorbent. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1167, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.
- Ulfa, E. D., Yana, Y., Syamsiyah, S., & Yudhanto, M. B. (2024). PENGARUH MASSA ADSORBEN ARANG AKTIF DARI AMPAS KOPI PADA PEMURNIAN MINYAK JELANTAH. *JURNAL TEKNIK KIMIA VOKASIONAL (JIMSI)*, 4(1), 34-44.
- Zein, S. H., & Antony, A. (2022). Techno-Economic Analysis and Feasibility of Industrial-Scale Activated Carbon Production from Agricultural Pea Waste Using Microwave-Assisted Pyrolysis: A Circular Economy Approach. *Processes*, 10(9), 1702. <https://doi.org/10.3390/pr10091702>.