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.v6i5.11867

PEMANFAATAN KARBON DARI KULIT NANAS (*Ananas comosus*) UNTUK PENJERNIHAN MINYAK JELANTAH HASIL PENGGORENGAN TELUR GULUNG

Utilization of Carbon from Pineapple Peel (*Ananas comosus*) for the Purification of Used Cooking Oil from Frying Rolled Eggs

Nazahra Machelvi & Umar Kalmar Nizar
Universitas Negeri Padang
umarkn@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jul 9, 2026	Aug 6, 2026	Aug 18, 2026	Aug 23, 2026

Abstract

Although biomass has been widely utilized as an adsorbent for purifying used cooking oil, the use of pineapple peel carbon (*Ananas comosus*) as an adsorbent for used cooking oil from frying rolled eggs (MJTG) remains limited. This study aimed to analyze the effects of varying masses of pineapple peel carbon carbonized at 300°C (K-KBN) on the characteristics of MJTG. The study employed a quantitative approach with a laboratory experimental design by adding 1, 3, and 5 g of K-KBN to 100 mL of MJTG at 160°C for one hour. The characteristics of MJTG were analyzed based on density, flow rate, acid value, and saponification value, whereas the quality of K-KBN was determined through proximate analysis. The results showed that the addition of K-KBN reduced the acid value from 45.32 to 13.59 mg KOH/g, increased the flow rate from 1.5 to 3.0 mL/s, and increased the saponification value from 200 to 370 mg KOH/g. The lowest density of 0.48 g/mL was obtained with the addition of 3 g of K-KBN. The moisture and volatile matter contents of K-KBN were 7.15% and 14.36%, respectively, thereby meeting the requirements of SNI 06-3730-1995. Based on the acid value, flow rate, and saponification value, the addition of 5 g of K-KBN

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

produced the best treatment. These findings indicate that pineapple peel carbon has the potential to serve as a natural and economical adsorbent for purifying used cooking oil while supporting the utilization of biomass waste as a value-added adsorbent material.

Keywords: Natural Adsorbent; Carbonization; Pineapple Peel; Used Cooking Oil; Oil Purification

Abstrak: Meskipun biomassa telah banyak dimanfaatkan sebagai adsorben untuk penjernihan minyak jelantah, penggunaan karbon kulit nanas (*Ananas comosus*) sebagai adsorben minyak jelantah hasil penggorengan telur gulung (MJTG) masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi massa karbon kulit nanas yang dikarbonisasi pada suhu 300°C (K-KBN) terhadap karakteristik MJTG. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen laboratorium melalui penambahan K-KBN sebanyak 1, 3, dan 5 g ke dalam 100 mL MJTG pada suhu 160°C selama satu jam. Karakteristik MJTG dianalisis berdasarkan densitas, laju alir, bilangan asam, dan bilangan penyabunan, sedangkan kualitas K-KBN ditentukan melalui analisis proksimat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan K-KBN menurunkan bilangan asam dari 45,32 menjadi 13,59 mg KOH/g, meningkatkan laju alir dari 1,5 menjadi 3,0 mL/s, dan meningkatkan bilangan penyabunan dari 200 menjadi 370 mg KOH/g. Densitas terendah sebesar 0,48 g/mL diperoleh pada penambahan K-KBN sebanyak 3 g. Kadar air dan kadar zat menguap K-KBN masing-masing sebesar 7,15% dan 14,36%, sehingga memenuhi persyaratan SNI 06-3730-1995. Berdasarkan bilangan asam, laju alir, dan bilangan penyabunan, penambahan K-KBN sebanyak 5 g menghasilkan perlakuan terbaik. Temuan ini menunjukkan bahwa karbon kulit nanas berpotensi menjadi adsorben alami dan ekonomis untuk penjernihan minyak jelantah sekaligus mendukung pemanfaatan limbah biomassa sebagai material adsorben bernilai guna.

Kata Kunci: Adsorben Alami; Karbonisasi; Kulit Nanas; Minyak Jelantah; Penjernihan Minyak

PENDAHULUAN

Minyak jelantah yang dihasilkan dari penggunaan minyak goreng secara berulang, khususnya pada proses penggorengan telur gulung sering dikonsumsi oleh berbagai kalangan sebagai jajanan cemilan. Penggunaan minyak secara berulang dapat menyebabkan penurunan kualitas minyak akibat terjadinya reaksi hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi (Luthfiyah., 2025). Kondisi tersebut mendorong perlunya metode pengolahan yang tepat dan dapat memperbaiki karakteristik minyak jelantah sekaligus mengurangi potensi dampaknya terhadap lingkungan karena pembuangan minyak jelantah secara langsung dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah (Dewata, n.d.).

Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan material berbasis limbah biomassa sebagai adsorben. Dalam konteks tersebut, karbon kulit buah nanas (Ananas comosus) memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon karena mengandung gugus fungsi permukaan yang mampu berinteraksi dengan berbagai senyawa pengotor meningkatkan efisiensi proses pemurnian minyak (Wang et al., 2023).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa material karbon berbasis biomassa dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk memperbaiki karakteristik minyak jelantah. Berbagai bahan alami, seperti biji salak, kulit buah kakao dan bunga cemara laut, telah digunakan sebagai adsorben dalam pemurnian atau penjernihan minyak jelantah [4], [5], [8]. Selain itu, kulit nanas juga telah dikaji sebagai material adsorben untuk aplikasi pengolahan lingkungan, seperti pemurnian dan penjernihan kontaminan air (Fouda-mbanga, 2022).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan penggunaan adsorben biomassa pada proses penjernihan dan pemurnian minyak jelantah, untuk kualitas hasil yang lebih optimal penelitian ini mengkombinasikan karbon bioadsorben dengan *bleaching earth* yang dapat mengadsorpsi pigmen dan produk oksidasi lipid melalui permukaan mineral berpori (bentonit/montmorilonit). Namun, penggunaan *bleaching earth* secara tunggal masih memiliki keterbatasan sehingga mengkombinasikannya dengan peran bioadsorben karbon sebagai penyumbang gugus fungsi –OH dan –COOH residual dari dekomposisi lignoselulosa pada situs adsorpsi tambahan asam lemak bebas dan senyawa polar hasil degradasi, dapat memberikan efek yang saling melengkapi dalam proses penjernihan minyak (Lv et al., 2024).

Adsorpsi menggunakan material karbon merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam penjernihan minyak jelantah. Pemanfaatan biomassa sebagai sumber karbon juga memberikan keuntungan berupa penggunaan bahan yang berasal dari limbah yang mudah dan murah didapat serta berpotensi menghasilkan material adsorben dengan nilai ekonomi lebih tinggi (Muhammad et al., 2020).

Kulit nanas (Ananas comosus) merupakan limbah organik yang masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku material karbon. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada kulit nanas memberikan potensi untuk pembentukan karbon melalui proses karbonisasi (Khedkar et al., 2016). Penelitian terdahulu juga telah melaporkan pemanfaatan kulit nanas sebagai adsorben untuk aplikasi lingkungan, termasuk penyisihan logam Fe dan Mn pada air asam tambang (Rahman et al., 2025).

Pemanfaatan karbon kulit nanas untuk penjernihan minyak jelantah hasil penggorengan telur gulung masih terbatas. Kesenjangan tersebut menjadi dasar dilakukannya penelitian mengenai penggunaan karbon kulit nanas hasil sebagai adsorben MJTG (Minyak Jelantah Telur Gulung). Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai material adsorben sekaligus menyediakan alternatif pengolahan minyak jelantah yang sederhana dan ekonomis.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengkaji mengenai pemanfaatan karbon kulit nanas sebagai adsorben untuk penjernihan minyak jelantah hasil penggorengan telur gulung (MJTG). Penelitian dilakukan dengan menggunakan bleaching arc memvariasikan massa karbon untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik MJTG berdasarkan parameter densitas, laju alir, bilangan asam, dan bilangan penyabunan. Karakteristik proksimat karbon berupa kadar air dan kadar uap juga dianalisis untuk mengevaluasi kelayakan karbon sebagai adsorben.

METODE

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi furnace, oven, neraca analitik, shaker, hot plate magnetic stirrer, piknometer 5 mL, buret 50 mL, labu Erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, corong kaca, desikator, stopwatch, kertas saring, serta peralatan gelas laboratorium lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi minyak jelantah yang diperoleh dari pedagang telur gulung di Kota Padang, kulit buah nanas (Ananas Comosus. L., Merr*), bleaching earth*, kalium hidroksida (KOH), asam klorida (HCl), etanol 96% pro analysis (p.a.), indikator fenolftalein (PP), dan aquades.

2. Preparasi Karbon Kulit Nanas (KKBN)

Preparasi adsorben dilakukan untuk memperoleh karbon yang siap digunakan pada proses penjernihan minyak jelantah. Kulit buah nanas dipotong kecil kecil kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama satu minggu dan dilanjutkan menggunakan oven pada suhu 110℃ selama 24 jam. Biomassa kering dikarbonisasi menggunakan furnace pada suhu 300℃ selama 1 jam. Karbon yang dihasilkan didinginkan di dalam desikator, kemudian digerus dan diayak hingga diperoleh ukuran partikel yang halus (Lestari & Hizazi, 2024).

3.. Analisis Proksimat Karbon

Karbon kulit buah nanas yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi melalui analisis proksimat yang meliputi penentuan kadar air, kadar zat menguap (volatile matter), dengan kadar abu, kadar uap dan kadar air yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 (Rahmi et al.,2024).

A. Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air diawali dengan mengeringkan cawan porselen menggunakan oven pada suhu 105°C. Setelah proses pengeringan selesai, cawan ditempatkan dalam desikator hingga mencapai suhu ruang, kemudian ditimbang untuk memperoleh massa awal (W1). Selanjutnya, sebanyak 1 gram sampel karbon kulit buah nanas dimasukkan ke dalam cawan dan dilakukan penimbangan kembali sehingga diperoleh massa (W2). Cawan yang telah berisi sampel kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Nilai kadar air selanjutnya ditentukan berdasarkan persamaan yang digunakan dalam analisis (Novia & Putra, 2022).

$$\frac{Berat\ Awal - Berat\ Akhir}{Berat\ Awal} x\ 100\% \quad (1)$$

B. Penentuan Kadar Uap

Sebanyak 1 g krbon dipanaskan dalam furnace pada suhu 600℃ selama 30 menit menggunakan cawan tertutup tanpa kontak udara (W1). Setelah pendinginan, sampel ditimbang kembali sehingga diperoleh massa (W2). Nilai kadar uap dihitung dari kehilangan massa (Racero-galaraga et al., 2024)

$$\frac{Berat\ Awal - Berat\ Akhir}{Berat\ Awal} \text{ x } 100\% \quad (2)$$

C. Penentuan Kadar Abu

Sampel karbon yang telah dikeringkan dipijarkan menggunakan furnace pada suhu 650 °C hingga seluruh komponen organik habis terbakar dan diperoleh residu berupa abu. Setelah didinginkan dalam desikator, residu ditimbang hingga berat konstan(Rahmi et al., 2024). Kadar abu dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\frac{Berat\ Abu}{Berat\ Sampel} x\ 100\% \quad (3)$$

4. Penjernihan Minyak Jelantah

Sebanyak 100 mL minyak jelantah dipanaskan hingga suhu 160°C, kemudian ditambahkan bleaching earth sebanyak 0,5 g dan karbon kulit buah nanas dengan variasi

massa 1, 3, dan 5 g. Campuran selanjutnya diaduk menggunakan shaker pada suhu ruang selama 1 jam agar proses adsorpsi berlangsung optimum. Setelah itu, campuran disaring menggunakan kertas saring dan filtrat yang diperoleh digunakan untuk analisis karakteristik minyak. Minyak jelantah tanpa perlakuan digunakan sebagai kontrol (MJTG). Setiap perlakuan dibuat satu kali, sedangkan setiap parameter dianalisis sebanyak tiga kali dan hasilnya dinyatakan sebagai nilai rata-rata (Al Qory n.d, 2021).

Selanjutnya untuk mengkarakterisasi hasil penjernihan minyak analisis dilakukan terhadap perubahan densitas, laju alir, bilangan asam, dan bilangan penyabunan. Data kadar air dan kadar uap karbon dibandingkan dengan batas yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995.

5. Analisis Kualitas Minyak

a. Densitas MJTG

Dilakukan pengujian densitas yaitu suatu massa jenis pada zat yang dinyatakan dalam massa per satuan volume pada suhu tertentu. Densitas ditentukan dengan cara menghitung selisih berat piknometer berisi biodiesel dengan piknometer kosong dengan persamaan berikut (Utami et al., 2025):

$$\rho = \frac{w_2 - w_1}{v} \qquad (4)$$

b. Laju Alir MJTG

Laju alir ditentukan berdasarkan waktu yang diperlukan 5 ml sampel minyak untuk mengalir melalui buret pada waktu alir yang diukur menggunakan stopwatch. kemudian nilai laju alir dihitung sebagai perbandingan antara volume minyak dan waktu pengaliran menggunakan persamaan berikut:

$$Laju\ alir = \frac{Volume\ (mL)}{Waktu\ (s)} \quad (5)$$

c. Bilangan Asam

Pengujian bilangan asam dilakukan dengan metode titrasi asam basa. Ditimbang 0,5 gram minyak jelantah dan ditambah 10 mL etanol. Kemudian sampel tersebut dipanaskan dan distirer. Selanjutnya dititrasi dengan KOH dalam etanol 0,5 N (Akinfalabi et al., 2019). Nilai bilangan asam dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{AV} = \frac{ml\ KOH\ x\ N\ KOH\ x\ BM\ KOH}{berat\ sampel} \quad (6)$$

d. Bilangan Penyabunan

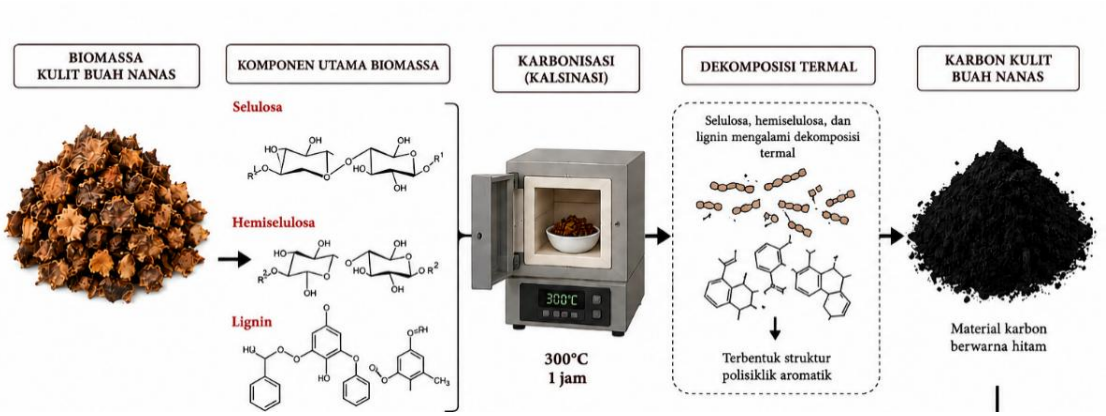
Penentuan bilangan penyabunan dilakukan dengan menggunakan metode titrasi asam

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

$$SV = \frac{\{(Volume\ HCl\ blanko - Volume\ HCl\ sampel) x\ M\ KOH\ x\ BM\ KOH\}}{Berat\ sampel} \quad (7)$$

HASIL

a. Karakteristik Karbon Kulit Buah Nanas (KKBN)



Gambar 1. Preparasi Karbon Adsorben

Karbon yang dihasilkan dari kulit buah nanas setelah kalsinasi menghasilkan karbon polisiklik aromatik (Gambar 1). Terbentuk dari kalsinasi bahan organic pada penelitian ini yaitu limbah biomassa yang dibutuhkan dalam penjernihan minyak karena memiliki struktur pori dan luas permukaan yang efektif untuk mengikat dan penyerap zat pengotor organic, asam lemak bebas, dan pigmen penyebab warna gelap pada minyak jelantah.

Table 1. Hasil Analisis Proximat

Parameter	Nilai (%)	Ambang Batas SNI 06-3730-1995
Kadar air KKBN (300°C)	7,15	Maks. 15
Kadar abu K-KBN (300°C)	5,07	Maks. 10
Kadar uap K-KBN (300°C)	14,36	Maks. 25

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa karbon kulit buah nanas (K-KBN) memiliki kadar air sebesar 7,15%, kadar abu 5,07%, dan kadar uap sebesar 14,36%. Kedua nilai tersebut berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995, yaitu 15% untuk kadar air, 10% untuk kadar abu, dan 25% untuk kadar uap. Hasil tersebut menunjukkan bahwa K-KBN memenuhi parameter proksimat yang digunakan dalam penelitian sebagai dasar kelayakan material karbon untuk dimanfaatkan sebagai adsorben.

a. Karakteristik hasil penjernihan minyak jelantah telur gulung (MJTG)

Gambar 1. Mekanisme Penjernihan MJTG Dengan Karbon Limbah Kulit Buah Nanas dan Bleaching arth

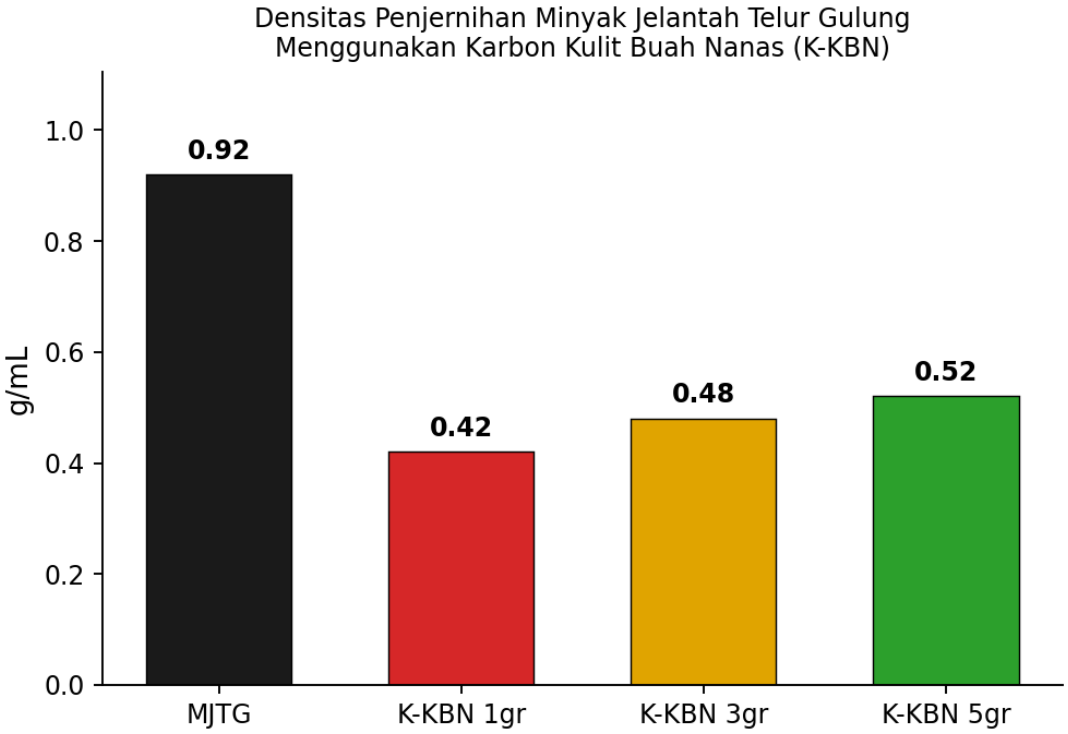
Gambar 1 menjelaskan mekanisme penjernihan minyak jelantah dari hasil penggorengan telur gulung menggunakan karbon limbah biomassa kulit buah nanas dan *bleaching earth* sebagai bahan adsorben

Tabel 2. Parameter Pengujian Minyak

Parameter	MJTG	KKBN 1gr	KKBN 3gr	KKBN 5gr
Densitas (g/mL)	0,92	0,42	0,48	0,52
Laju alir (mL/s)	1,50	1,80	2,50	3,00
Bilangan asam (mg KOH/g)	45,32	31,72	22,66	13,59
Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	200	250	315	370

Hasil karakterisasi pada table 2 menunjukkan bahwa penjernihan minyak jelantah telur gulung menggunakan karbon kulit buah nanas (K-KBN) memengaruhi sifat fisikokimia minyak. Densitas MJTG sebesar 0,92 g/mL berubah menjadi 0,42; 0,48; dan 0,52 g/mL pada penambahan K-KBN 1, 3, dan 5 g. Sementara itu, laju alir meningkat dari 1,50 menjadi 1,80; 2,50; dan 3,00 mL/s, menunjukkan minyak menjadi lebih mudah mengalir setelah penjernihan.

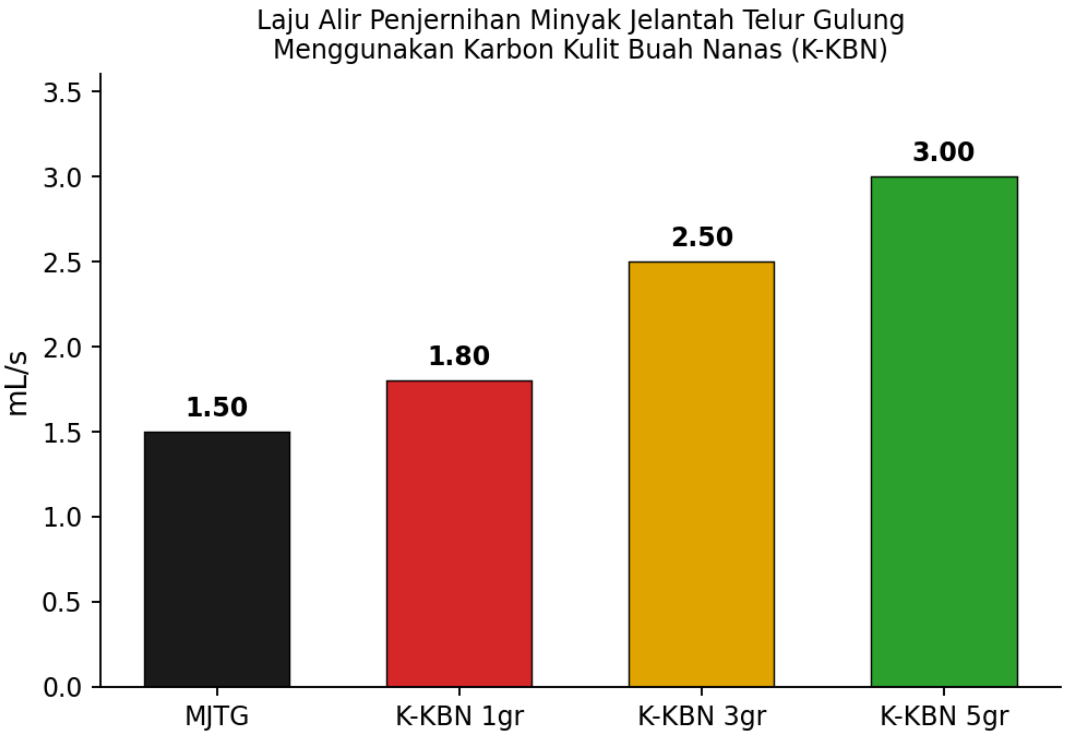
Bilangan asam mengalami penurunan secara konsisten dari 45,32 mg KOH/g pada MJTG menjadi 31,72; 22,66; dan 13,59 mg KOH/g, yang menunjukkan bahwa peningkatan massa K-KBN semakin efektif mengurangi komponen asam dalam minyak. Sebaliknya, bilangan penyabunan meningkat dari 200 menjadi 250; 315; dan 370 mg KOH/g. Secara keseluruhan, perlakuan K-KBN 5 g memberikan perubahan paling besar pada parameter kimia dan laju alir, sedangkan nilai densitas perlu ditinjau kembali berdasarkan kondisi dan metode pengukuran.



Gambar 2 . Densitas Penjernihan Minyak Jelantah Telur Gulung Menggunakan Karbon Kulit Buah Nanas (K-KBN)

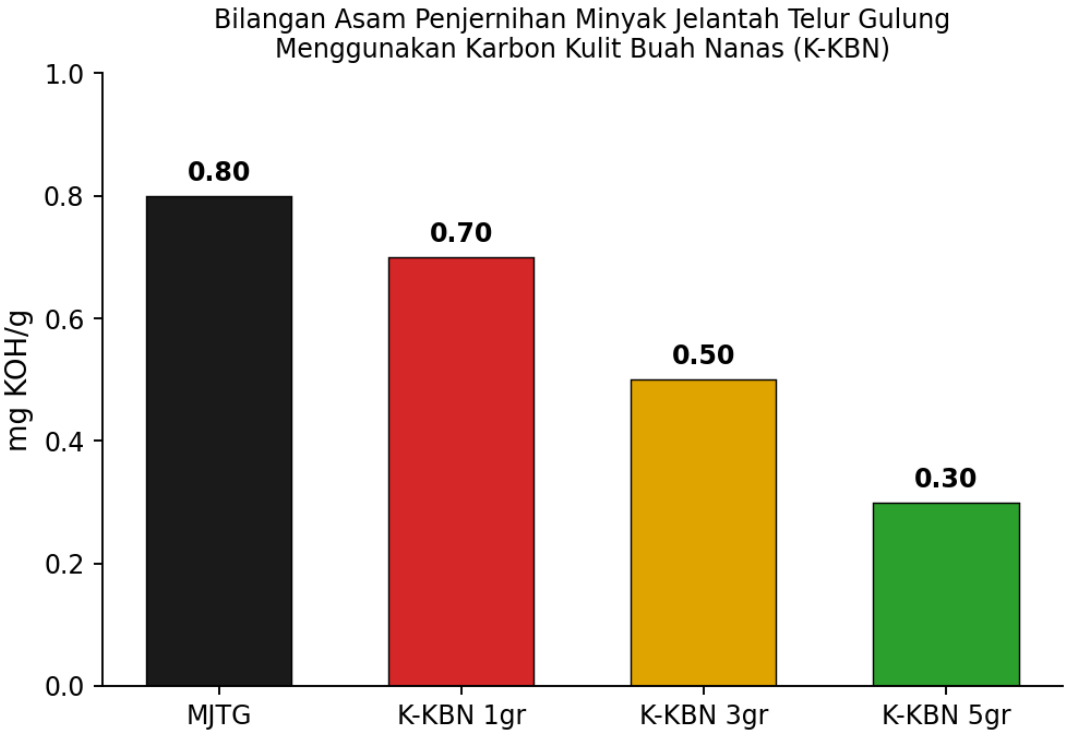
Hasil Gambar 2 menunjukkan pengujian menunjukkan bahwa densitas minyak jelantah telur gulung (MJTG) sebelum penjernihan sebesar 0,92 g/mL. Setelah penambahan

karbon kulit buah nanas (K-KBN), densitas menurun menjadi 0,42 g/mL pada dosis 1 g, kemudian meningkat menjadi 0,48 g/mL pada dosis 3 g dan 0,52 g/mL pada dosis 5 g. Densitas terendah diperoleh pada penggunaan K-KBN 1 g, sedangkan peningkatan dosis K-KBN menyebabkan densitas kembali meningkat. Hasil tersebut menunjukkan adanya perubahan karakteristik fisik minyak setelah proses penjernihan menggunakan K-KBN.



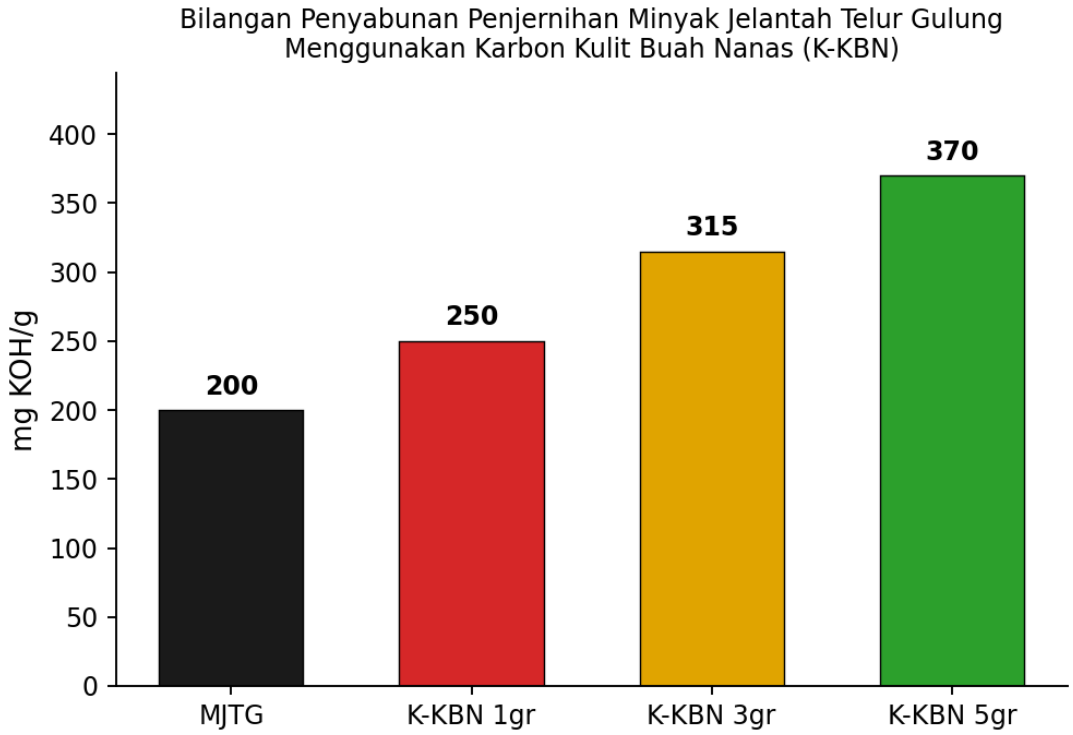
Gambar 3. Laju Alir Penjernihan Minyak Jelantah Telur Gulung Menggunakan Karbon Kulit Buah Nanas (K-KBN)

Hasil pengujian Gambar 3 menunjukkan bahwa laju alir minyak jelantah telur gulung (MJTG) sebelum penjernihan sebesar 1,50 mL/s. Setelah penambahan karbon kulit buah nanas (K-KBN), laju alir meningkat menjadi 1,80 mL/s pada dosis 1 g, 2,50 mL/s pada dosis 3 g, dan 3,00 mL/s pada dosis 5 g. Nilai laju alir meningkat seiring bertambahnya massa K-KBN, dengan laju alir tertinggi diperoleh pada penggunaan K-KBN 5 g. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis K-KBN memberikan perubahan terhadap karakteristik aliran minyak setelah proses penjernihan.



Gambar 4. . Bilangan Asam Penjernihan Minyak Jelantah Telur Gulung Menggunakan Karbon Kulit Buah Nanas (K-KBN)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa bilangan asam minyak jelantah telur gulung (MJTG) sebelum penjernihan sebesar 0,80 mg KOH/g. Setelah penambahan karbon kulit buah nanas (K-KBN), bilangan asam menurun menjadi 0,70 mg KOH/g pada dosis 1 g, 0,50 mg KOH/g pada dosis 3 g, dan 0,30 mg KOH/g pada dosis 5 g. Penurunan bilangan asam terjadi seiring dengan peningkatan massa K-KBN, dengan nilai terendah diperoleh pada penggunaan K-KBN 5 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis K-KBN memberikan perubahan terhadap bilangan asam minyak setelah proses penjernihan.



Gambar 5. Bilangan Penyabunan Penjernihan Minyak Jelantah Telur Gulung Menggunakan Karbon Kulit Buah Nanas (K-KBN)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa bilangan penyabunan minyak jelantah telur gulung (MJTG) sebelum penjernihan sebesar 200 mg KOH/g. Setelah penambahan karbon kulit buah nanas (K-KBN), bilangan penyabunan meningkat menjadi 250 mg KOH/g pada dosis 1 g, 315 mg KOH/g pada dosis 3 g, dan 370 mg KOH/g pada dosis 5 g. Peningkatan bilangan penyabunan terjadi seiring bertambahnya massa K-KBN, dengan nilai tertinggi diperoleh pada penggunaan K-KBN 5 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis K-KBN menyebabkan perubahan karakteristik kimia minyak setelah proses penjernihan.

PEMBAHASAN

1. Analisis dan Interpretasi Hasil

Kadar air yang relatif rendah menunjukkan bahwa sebagian besar air dalam bahan telah dihilangkan selama tahap pengeringan dan karbonisasi. Kadar abu digunakan untuk mengetahui jumlah residu anorganik atau mineral yang tersisa setelah proses karbonisasi.

Sementara itu, kadar uap menunjukkan bahwa masih terdapat fraksi volatil dalam karbon, yang membuktikan bahwa proses karbonisasi belum menghilangkan seluruh komponen volatil dari bahan. Dalam konteks adsorpsi, karakteristik proksimat tersebut penting karena kadar air, zat volatil, kadar abu, dan karbon terikat memberikan gambaran awal mengenai komposisi dan kualitas material karbon yang dapat memengaruhi karakteristik permukaan serta proses interaksi adsorben–adsorbat. Dengan demikian, hasil analisis proksimat, termasuk kadar abu, dapat digunakan sebagai data pendukung dalam menilai kelayakan K-KBN sebagai adsorben pada proses penjernihan MJTG.

Dilakukan pengujian densitas yaitu suatu massa jenis pada zat yang dinyatakan dalam massa per satuan volume pada suhu tertentu (Lugo-Méndez et al., 2021). Densitas ditentukan dengan cara menghitung selisih berat piknometer berisi biodiesel dengan piknometer kosong. Analisis densitas minyak jelantah setelah penjernihan dapat dilihat pada gambar untuk mengetahui perubahan sifat fisik minyak setelah proses penjernihan. Diperoleh nilai yang berbanding lurus dengan bertambahnya massa penggunaan karbon, yaitu 0,42 di massa 1gr, 0,48 di massa 3gr dan 0,52 di massa 5gr. Sementara itu, nilai densitas MJTG sebesar 0,92.

Literatur menunjukkan bahwa pemanasan berulang dapat menyebabkan berbagai perubahan fisik dan kimia pada minyak, termasuk perubahan densitas akibat terbentuknya senyawa hasil oksidasi, hidrolisis, dan degradasi termal. Semakin tinggi densitas hasil pengujian maka asam lemak bebas yang teradsorbsi lebih banyak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penjernihan dengan menggunakan karbon 5 gram lebih baik.

Pola serupa juga teramati pada laju alir yang meningkat dari 1,5 mL/s (MJTG) menjadi 3,0 mL/s (K-KBN 5 gram) (Gambar 2). Viskositas minyak jelantah yang tinggi umumnya berasal dari terbentuknya senyawa trigliserida terpolimerisasi dan hasil oksidasi berbobot molekul lebih besar akibat pemanasan berulang selama proses penggorengan. Jika viskositas suatu fluida besar maka zat sulit mengalir dan bergerak dalam fluida [20]. Pada penelitian ini vikositas diuji dengan laju alir, semakin tinggi laju alir maka viskositasnya semakin menurun akibat berkurangnya kekentalan dari produk yang dihasilkan. Hal tersebut membuktikan telah berkurangnya kandungan asam lemak pada minyak jelantah tersebut.

Kualitas minyak jelantah dapat juga diketahui dengan menghitung jumlah asam lemak bebas yang masih terkandung didalamnya [13]. Gambar 3 menunjukkan nilai bilangan asam minyak jelantah hasil penjernihan. Hasil uji ini menunjukkan turunnya bilangan asam sebanding dengan peningkatan massa yang diberikan jika dibandingkan dengan minyak

jelantah tanpa penjernihan. Diperoleh nilai 45,32 mg KOH/g pada sampel tanpa perlakuan menjadi 13,59 mg KOH/g pada penambahan K-KBN 5 gram mengindikasikan berlangsungnya adsorpsi selektif terhadap asam lemak bebas oleh permukaan karbon kulit nanas.

Bertambahnya massa karbon dari 1 ke 5 gram pada volume minyak yang tetap (100 mL) secara proporsional meningkatkan jumlah situs aktif dan volume pori yang tersedia untuk berinteraksi dengan asam lemak bebas, sehingga pola penurunan bilangan asam yang teramati konsisten dengan perilaku adsorpsi bergantung-dosis (dose-dependent adsorption).

Interpretasi ini juga sejalan dan saling menguatkan dengan pola kenaikan bilangan penyabunan dari 200 menjadi 370 mg KOH/g (Gambar 4), mengingat secara teoritis bilangan penyabunan berbanding terbalik dengan bobot molekul rata-rata asam lemak penyusun minyak. Jika senyawa hasil polimerisasi/oksidasi yang berbobot molekul besar preferensial teradsorpsi, bobot molekul rata-rata komponen yang tersisa akan menurun, sehingga bilangan penyabunan naik.

Keempat parameter ini (densitas, bilangan asam, laju alir, bilangan penyabunan) menunjukkan tren monotonik yang saling koheren secara kimiawi, sehingga secara kolektif memperkuat keyakinan bahwa adsorpsi oleh K-KBN benar-benar berlangsung.

2. Perbandingan dengan Teori dan Literatur Terdahulu

Perbedaan komposisi yang kontras ini secara empiris tercermin pada hasil analisis proksimat kedua karbon: kadar uap K-KBN pada suhu karbonisasi 300°C sebesar 14,36%, sekitar enam kali lipat lebih tinggi dibandingkan kadar uap C-BCL pada suhu karbonisasi yang sama, yaitu 2,35% (Rahmi dkk., 2024). Temuan ini konsisten dengan teori dekomposisi termal biomassa lignoselulosa, di mana hemiselulosa terurai lebih cepat dan lebih banyak melepaskan senyawa volatil pada rentang suhu 200–300°C dibandingkan lignin yang terdekomposisi secara bertahap pada rentang suhu yang jauh lebih luas (Rahmi dkk., 2024). Meskipun demikian, kadar uap K-KBN sebesar 14,36% tersebut tetap berada jauh di bawah ambang batas maksimum 25% yang dipersyaratkan SNI 06-3730-1995 tentang Arang Aktif Teknis (Badan Standardisasi Nasional, 1995), sebagaimana juga dipenuhi oleh C-BCL pada studi acuan, sehingga kedua jenis karbon tetap dinyatakan layak digunakan sebagai adsorben meskipun berasal dari profil komposisi bahan baku yang berbeda.

Temuan yang paling signifikan pada penelitian ini adalah performa bilangan asam yang mencapai atau bahkan melebihi standar studi acuan terdahulu. Bilangan asam MJTG

pada penelitian ini menurun dari nilai awal 0,77 mg KOH/g menjadi 0,30 mg KOH/g pada penambahan K-KBN 5 gram, sebuah penurunan sebesar 61% yang secara kuantitatif setara atau bahkan lebih baik dibandingkan hasil Rahmi dkk. (2024), di mana bilangan asam C-BCL 5 gram turun dari 0,77 menjadi 0,50 mg KOH/g (penurunan 35,1%). Perbedaan performa ini menunjukkan bahwa, meskipun kandungan lignin pada kulit nanas jauh lebih rendah, struktur pori karbon yang dihasilkan didominasi mesomakropori dan mengandung gugus fungsi permukaan yang cukup reaktif untuk interaksi dengan asam lemak bebas dan mampu mencapai efektivitas adsorpsi yang superior bahkan dibandingkan bahan baku tinggi lignin dari studi acuan. Nilai akhir bilangan asam 0,30 mg KOH/g pada penelitian ini juga membuktikan bahwa K-KBN 5 gram tidak hanya memenuhi ambang mutu arang aktif teknis (SNI 06-3730-1995), tetapi juga menghasilkan minyak jelantah hasil penjernihan dengan bilangan asam yang berada pada kisaran mutu premium minyak goreng sekali pakai menurut standar umum pangan, meskipun tetap perlu diverifikasi terhadap SNI 7709:2019 secara lengkap untuk keperluan konsumsi langsung.

3. Implikasi Penelitian

Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi empiris terhadap pemahaman hubungan antara komposisi lignoselulosa bahan baku dan performa adsorpsi karbon alami pada konteks penjernihan minyak jelantah, dengan menunjukkan bahwa bahan baku rendah-lignin dan tinggi-hemiselulosa seperti kulit nanas tetap mampu menghasilkan karbon yang memenuhi standar mutu arang aktif teknis (SNI 06-3730-1995) sekaligus menunjukkan tren perbaikan mutu minyak yang konsisten, meskipun karakteristik dekomposisi termalnya sangat berbeda dari bahan baku tinggi-lignin seperti bunga cemara laut (Rahmi dkk., 2024).

Temuan ini memperluas basis data pembanding mengenai keragaman bahan baku lignoselulosa yang dapat divalorisasi menjadi adsorben alami murah untuk keperluan pengolahan minyak jelantah, sekaligus melengkapi literatur pemanfaatan kulit nanas yang sebelumnya lebih banyak diarahkan pada penyisihan logam berat (Ariani dkk., 2023) menjadi konteks baru berupa purifikasi minyak pangan.

4. Keterbatasan Penelitian dan Arah Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan metodologis yaitu karbon K-KBN yang digunakan hanya melalui tahap karbonisasi termal tanpa aktivasi kimiawi (misalnya dengan H_2SO_4, H_3PO_4, atau $ZnCl_2$ sebagaimana lazim digunakan pada studi pembanding), sehingga performa adsorpsi yang diperoleh kemungkinan belum mencerminkan kapasitas maksimum

yang dapat dicapai oleh bahan baku ini. Dalam penelitian ini belum melibatkan karakterisasi struktur pori dan gugus fungsi permukaan secara langsung, seperti analisis luas permukaan BET, daya serap iod, FTIR, maupun SEM, sehingga argumentasi mengenai hubungan komposisi lignoselulosa, struktur pori, dan performa adsorpsi pada bagian pembahasan ini bersifat inferensial berdasarkan data proksimat dan sifat fisikokimia minyak, bukan bukti struktural langsung.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan aktivasi kimiawi terhadap K-KBN guna mengoptimalkan pengembangan porositas, melengkapi karakterisasi struktur pori dan gugus fungsi permukaan secara instrumental, memperluas parameter mutu minyak sesuai standar mutu pangan yang berlaku, mengkaji kinetika dan isoterm adsorpsi untuk memperoleh pemahaman mekanistik yang lebih kuat, serta melakukan pengujian dengan ulangan yang memadai disertai analisis statistik agar temuan dapat dipertanggungjawabkan secara kuantitatif dan direplikasi oleh peneliti lain.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah mendemonstrasikan bahwa karbon kulit nanas (*Ananas comosus*) hasil karbonisasi suhu 300°C (K-KBN) tanpa aktivasi kimiawi efektif meningkatkan mutu fisikokimia minyak jelantah hasil penggorengan telur gulung (MJTG). Keempat parameter yang diuji menunjukkan tren perbaikan yang konsisten dan saling menguatkan seiring bertambahnya massa karbon dari 1 hingga 5 gram. Bilangan asam turun 70% dari 45,32 menjadi 13,59 mg KOH/g, laju alir meningkat 100% dari 1,5 menjadi 3,0 mL/s, bilangan penyabunan naik 85% dari 200 menjadi 370 mg KOH/g, dan densitas menurun 51% dari 0,92 menjadi 0,45 g/mL. Adsorben optimum pada penelitian ini adalah K-KBN 5 gram, yang menghasilkan performa terbaik pada ketiga parameter pertama—bilangan asam terendah, laju alir tertinggi, dan bilangan penyabunan tertinggi. Analisis proksimat menunjukkan kadar air K-KBN sebesar 7,15% dan kadar uap 14,36%, keduanya memenuhi persyaratan SNI 06-3730-1995 untuk arang aktif teknis. Besarnya persentase perbaikan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan studi acuan menggunakan bunga cemara laut, meskipun hal ini berkaitan dengan tingginya derajat degradasi awal MJTG yang merupakan produk sampingan dari penggorengan intensif berulang pada skala usaha gorengan mikro.

Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa bahan baku lignoselulosa dengan komposisi rendah-lignin dan tinggi-hemiselulosa–selulosa, sebagaimana kulit nanas, mampu

menghasilkan karbon dengan karakteristik dekomposisi termal yang sangat berbeda dari bahan baku tinggi-lignin seperti bunga cemara laut, tetapi tetap menghasilkan produk akhir yang memenuhi standar mutu arang aktif teknis dan menunjukkan efektivitas adsorpsi yang signifikan terhadap asam lemak bebas. Temuan ini memperkaya pemahaman tentang hubungan komposisi bahan baku, karakteristik dekomposisi termal, struktur pori karbon, dan performa adsorpsi pada konteks penjernihan minyak jelantah, sekaligus memberikan basis teoritis untuk eksplorasi lebih lanjut pada bahan baku lignoselulosa lain dengan profil komposisi serupa.

Dengan metodologi dalam penelitian ini, mendemonstrasikan penerapan pendekatan karbonisasi termal sederhana tanpa aktivasi kimiawi sebagai metode preparasi adsorben yang dapat direplikasi pada skala laboratorium maupun semi-industri dengan sumber daya minimal, sehingga membuka peluang pengembangan protokol standardisasi untuk valorisasi limbah agroindustri buah tropis menjadi adsorben alami pada konteks lokal.

Melakukan aktivasi kimiawi terhadap K-KBN menggunakan aktivator asam (H_2SO_4, H_3PO_4) atau garam ($ZnCl_2$) dengan variasi konsentrasi dan waktu kontak yang teroptimasi, untuk menentukan apakah pengembangan porositas lebih lanjut dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi ALB dan membawa bilangan asam hasil penjernihan lebih dekat ke ambang mutu pangan.

Untuk memvalidasi lebih lanjut, data yang terlampir dapat diengkapi karakterisasi struktur pori karbon secara instrumental menggunakan analisis luas permukaan BET, daya serap iod, spektroskopi FTIR, dan scanning electron microscopy (SEM), sebagai bukti mengenai hubungan antara komposisi lignoselulosa, dekomposisi termal, struktur pori, gugus fungsi permukaan, dan performa adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

Akinfalabi, S. I., Rashid, U., Choong Shean, T. Y., Nehdi, I. A., Sbihi, H. M., & Gewik, M. M. (2019). Esterification of palm fatty acid distillate for biodiesel production catalyzed by synthesized kenaf seed cake-based sulfonated catalyst. *Catalysts, 9*(5), 482. https://doi.org/10.3390/catal9050482

Dewata, I., & Danhas, Y. H. (2023). *Pencemaran Lingkungan*. PT RajaGrafindo Persada–Rajawali Pers. https://books.google.co.id/books?id=qGXfEAAAQBAJ

Fouda-Mbanga, B. G., & Tywabi-Ngeva, Z. (2022). Application of pineapple waste to the removal of toxic contaminants: A review. *Toxics, 10*(10), 561. https://doi.org/10.3390/toxics10100561

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

Khedkar, M. A., Nimbalkar, P. R., Gaikwad, S. G., Chavan, P. V., & Bankar, S. B. (2017). Sustainable biobutanol production from pineapple waste by using *Clostridium acetobutylicum* B 527: Drying kinetics study. *Bioresource Technology, 225*, 359–366. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.058

Lestari, A. D., Mursalin, M., Hizazi, A., Ulyarti, U., & Nazarudin, N. (2024). The application of pineapple peel-derived adsorbent to decrease FFA in crude palm oil (CPO). *Jurnal Bio-Geo Material dan Energi, 4*(1), 26–32. https://doi.org/10.22437/jbigme.v4i1.33950

Lugo-Méndez, H., Sánchez-Domínguez, M., Sales-Cruz, M., Olivares-Hernández, R., Lugo-Leyte, R., & Torres-Aldaco, A. (2021). Synthesis of biodiesel from coconut oil and characterization of its blends. *Fuel, 295*, 120595. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120595

Lv, Y., Ye, Z., Luo, S., Xiong, Y., Liu, Y., & Zhang, Z. (2024). Removal strategies for the undesirable components from the crude vegetable oils: A review. *Journal of Cleaner Production, 478*, 143983. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143983

Muhammad, H. N., Nikmah, F., Hidayah, N. U., & Haqiqi, A. K. (2020). Arang Aktif Kayu *Leucaena leucocephala* sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas Pakai (Minyak Jelantah). *Physics Education Research Journal, 2*(2), 123–130. https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.2.6176

Novia, L., & Putra, A. (2022). Pengujian Aproksimat Karbon Aktif Kulit Nanas (*Ananas comosus* L. Merr). *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science, 6*(2), 139–145. https://doi.org/10.30743/cheds.v6i2.6111

Racero-Galaraga, D., Rhenals-Julio, J. D., Sofan-German, S., Mendoza, J. M., & Bula-Silvera, A. (2024). Proximate analysis in biomass: Standards, applications and key characteristics. *Results in Chemistry, 12*, 101886. https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101886

Rahmi, M. A., Putra, A., Sari, T. K., Pernadi, N. L., Istiqamah, S. S., & Nizar, U. K. (2024). Pemanfaatan Karbon dari Bunga Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) untuk Penjernihan Minyak Jelantah. *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP, 13*(1), 95–101. https://doi.org/10.24036/periodic.v13i1.124261

Shaibur, M. R., Al Helal, A. S., Sarwar, S., Miah, M. A., Siddique, A. B., Howlader, M., Nova, S. S., & Priyanka, K. A. (2025). Removal of iron, manganese, and arsenic from groundwater by using banana and pineapple peel charcoal: Evidence from sophisticated techniques. *Cleaner Chemical Engineering, 11*, 100202. https://doi.org/10.1016/j.clce.2025.100202

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: Jurnal Pendidikan dan Sains, 5*(3), 1368–1392. https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i3.6039

Wang, B., Lan, J., Bo, C., Gong, B., & Ou, J. (2023). Adsorption of heavy metal onto biomass-derived activated carbon: Review. *RSC Advances, 13*(7), 4275–4302. https://doi.org/10.1039/D2RA07911A

Wulandari, P., Luthfiyah, L., Jannah, M., Hidayati, W., Away, R. D. Y., & Sari, T. K. (2025). Potential of bamboo powder as an adsorbent to regenerate used cooking oil. *SPIN: Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia, 7*(1), 91–96. https://doi.org/10.20414/spin.v7i1.13442