

OPTIMASI PENGGUNAAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH BAGLOG JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*) DALAM PENGOLAHAN MINYAK GORENG BEKAS: STUDI PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK

Ronae Meryam¹, Sri Sunarsih^{2*}, Eka Sulistyarningsih³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas AKPRIND Indonesia, ^{*}Penulis Koresponden
Eronaemeryam08@gmail.com, ²srisunarsih@akprind.ac.id, ³sulistyarningsih@akprind.ac.id,

ABSTRACT

The potential for baglog mushroom waste in Bleberan Village, Playen District, Gunungkidul Regency is very large and has not been utilized properly, as well as the potential for used cooking oil waste. In this research, activated charcoal was made which was used as an adsorbent for free fatty acids in used cooking oil. The characterization of refined cooking oil is carried out based on SNI 7709:2019 including odor, color and free fatty acids. Measurement of the effectiveness of activated charcoal adsorption was carried out by varying the concentration of NaOH activator 1 N, 2 N, 3 N, 4 N, and 5 N, varying the granule size of 20, 40, 60, 80, and 100 mesh, and varying the mass of activated charcoal 2 g, 4 g, 6 g, 8 g and 10 g. The research results showed that optimum conditions were obtained at a NaOH activator concentration of 5 N with a grain size of 100 mesh and an activated charcoal mass of 8 g. In these conditions, used cooking oil experiences an increase in odor quality from abnormal to normal, color from brown to yellow, and a decrease in free fatty acids from 1.73 to 0.27%, so that it meets quality standards according to SNI 7709:2019.

Keywords: activated charcoal, oyster mushroom baglog waste, used cooking oil

INTISARI

Potensi limbah baglog jamur di Desa Bleberan, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunungkidul sangat banyak dan belum dimanfaatkan dengan baik, begitupun potensi limbah minyak goreng bekas. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan arang aktif yang digunakan sebagai adsorben asam lemak bebas pada minyak goreng bekas. Karakterisasi minyak goreng hasil pemurnian dilakukan berdasarkan SNI 7709:2019 meliputi bau, warna, dan asam lemak bebas. Pengukuran efektivitas adsorpsi arang aktif dilakukan dengan memvariasi konsentrasi aktivator NaOH 1 N, 2 N, 3 N, 4 N, dan 5 N, memvariasi ukuran butiran 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh, serta memvariasi massa arang aktif 2 g, 4 g, 6 g, 8 g dan 10 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi yang optimum didapat pada konsentrasi aktivator NaOH 5 N dengan ukuran butiran 100 mesh dan massa arang aktif 8 g. Pada kondisi tersebut minyak goreng bekas mengalami peningkatan kualitas bau dari tidak normal menjadi normal, warna dari coklat menjadi kuning, dan penurunan asam lemak bebas dari 1,73 menjadi 0,27%, sehingga memenuhi standar mutu menurut SNI 7709:2019.

Kata kunci: arang aktif, limbah baglog jamur tiram, minyak goreng bekas

1. PENDAHULUAN

Usaha budidaya jamur tiram banyak dilakukan masyarakat Desa Bleberan, Playen Gunungkidul. Desa tersebut memiliki 48 kelompok budidaya jamur tiram yang masing-masing memiliki kumbung. Setiap kumbungnya memanfaatkan sekitar 500 – 1000 baglog. Usaha ini menghasilkan limbah baglog yang merupakan media tanam jamur dengan komposisi media tumbuh jamur ini terdiri dari campuran serbuk kayu gergaji 80%, dedak 10%, kapur, gips 1,8% dan 0,4% padatan lainnya (Maharani, 2019). Pemanfaatan media tanam tumbuh jamur ini rata-rata selama tiga bulan. Setelah periode tersebut, media baglog harus diperbaharui dengan baglog yang baru karena produktivitasnya untuk menghasilkan jamur sudah rendah. Warga hanya menampung limbah baglog tersebut di sekitar rumahnya. Setelah dirasa sudah cukup banyak atau menumpuk limbah baglog dibakar sehingga dapat merusak lingkungan.

Berdasar komposisinya, komponen utama serbuk gergaji dalam baglog adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin (Salman, 2020). Sedangkan dedak mengandung 74,095% bahan organik, 5,34% protein kasar, 2,797% lemak kasar dan 26,431% serat kasar (Koni et al, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa penyusun baglog didominasi oleh

unsur karbon sehingga merupakan bahan yang potensial untuk diolah menjadi karbon aktif. Pembuatan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu dengan aktivator NaOH pernah dilakukan oleh Priambudi dan Susanti (2024). Hasil yang terbaik diperoleh dengan menggunakan konsentrasi aktivator sebesar 1 N. Karbon aktif yang diperoleh sudah memenuhi standar mutu yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995 dengan kadar air sebesar 14,1%, kadar abu sebesar 8,6%, material volatil 24,1%, dan kadar *fixed carbon* sebesar 46,8%. Kualitas karbon aktif juga diukur berdasar daya serapnya terhadap iodium yakni sebesar 932 mg/g.

Kualitas karbon aktif yang dihasilkan dipengaruhi oleh temperatur pirolisis. Pengamatan pada pirolisis dengan temperatur 200°C, 225°C, 250°C, 275°C dan 300°C selama 1jam dan aktivasi dengan NaOH 1 N selama 3 jam diperoleh hasil yang kualitasnya mendekati Standar Industri Indonesia (SII) 0258-88 adalah pada temperature suhu 275°C. Pada kondisi operasional tersebut dihasilkan karbon aktif dengan kadar air 3%, kadar abu 10,2%, kadar material volatile 23%, dan kadar *fixed carbon* 63,7% (Sa'diyah, 2021). Salah satu potensi pemanfaatan karbon aktif adalah sebagai adsorben kontaminan pada minyak goreng bekas. Dalam hal ini bersesuaian dengan besarnya potensi minyak goreng bekas di Indonesia yang masyarakatnya sangat menggemari makanan yang diolah dengan minyak (digoreng). Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan konsumsi minyak goreng di Indonesia meningkat sebesar 2,32 persen pertahun dari 2015 hingga 2020. Pada tahun 2023, secara nasional, potensi produksi dari rumah tangga di tanah air dapat mencapai 1,2 juta kiloliter pertahun (Sari, 2023). Minyak goreng bekas ini diolah sebagai biodiesel. Indonesia menjadi salah satu pengeksport minyak goreng bekas dengan tujuan terbesar ke negara Eropa.

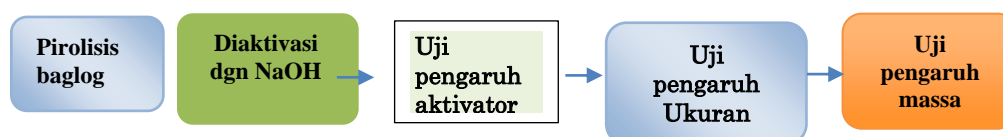
Komponen utama minyak goreng adalah trigliserida dan beberapa senyawa bioaktif seperti karotenoid, lesitin, lignin, pitosterol, serta tokoferol yang bermanfaat kesehatan manusia. Asam lemak yang lazim terdapat dalam minyak nabati antara lain asam kaprilat, asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam stearat, asam palmitoleat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Pada minyak kelapa dan minyak inti sawit asam lemak yang dominan adalah asam laurat dengan konsentrasi masing-masing 49,00% dan 49,25%. Sedangkan kandungan dalam minyak sawit antara lain asam palmitat sebesar 44,00% dan asam oleat sebesar 41,00%, Umumnya minyak goreng berbentuk cair pada suhu ruang, memiliki titik leleh yang lebih rendah dari suhu kamar (Rahman et al, 2022 dan Nasir, 2020). Minyak goreng yang sehat dan layak dikonsumsi adalah yang berwarna kuning dan jernih. Minyak ini banyak diperoleh dari tumbuh-tumbuhan antara lain kelapa, kelapa sawit, kacang kedelai, biji jagung (lembaganya), biji bunga matahari, biji zaitun (olive) dan kanola (Nasir, 2020 dan Fitri, 2020). Di dalam tubuh minyak dengan jumlah kalori 9 kkal/gram berperan sebagai sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein yang masing-masing hanya menghasilkan energi sebesar 4 kkal/gram. Minyak yang merupakan senyawa non polar juga berfungsi sebagai pelarut bagi vitamin-vitamin A, D, E dan K yang tidak larut dalam air (Nasir, 2020), Minyak goreng yang telah dipakai secara berulang kali pada suhu tinggi (160 – 200°C), akan mengakibatkan kerusakan. Berbagai macam reaksi yang terjadi selama proses penggorengan seperti reaksi oksidasi, hidrolisis, polimerisasi, dan reaksi dengan logam dapat mengakibatkan minyak membentuk senyawa – senyawa yang berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti menimbulkan mutagenik, karsinogenik, neurotoksik, dan efek hepatoksik (Khoirunnisa, 2019 dan Febriyanti, 2020). Kualitas minyak goreng yang dikonsumsi sebagai bahan pangan ditentukan oleh sifat kimia dan sifat fisiknya. Sifat kimia dapat diketahui dari komponen yang terdapat pada minyak goreng kadar asam lemak bebas, angka penyabunan, titik asap, kadar air dan angka peroksida. Sedangkan sifat fisika dapat diketahui dari warna dan bau (Nst, 2020). Kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dapat menjadi salah satu parameter penentu kualitas minyak tersebut. Besarnya asam lemak bebas dalam minyak ditunjukkan dengan nilai angka asam. Angka asam yang tinggi mengindikasikan bahwa asam lemak bebas yang ada di dalam minyak juga tinggi sehingga kualitas minyak justru semakin rendah (Lika, 2022). Asam lemak bebas di dalam minyak goreng merupakan asam lemak berantai panjang yang tidak teresterifikasi. Sebagian besar merupakan asam lemak bebas. Seseorang yang mengkonsumsi asam lemak bebas semakin banyak, maka kadar *Low Density Lipoprotein* (LDL) dalam darahnya akan meningkat. LDL ini merupakan kolesterol jahat. Untuk mengurangi dampak buruknya, maka kadar asam lemak bebas dalam minyak goreng harus dibatasi/dikurangi (Latif, 2021). Salah satu cara untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng bekas adalah dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif sebagai adsorben (penyerap). Arang aktif masih menjadi salah satu adsorben terbaik karena kemudahan dalam pengolahan bahan baku, prosesnya yang sederhana, murah dan efisien (Syahrir, 2019).

Karbon aktif memiliki struktur amorf dengan luas permukaan internal yang besar dan tingkat porositas yang tinggi. Pori-porinya terdiri atas mikropori dengan ukuran diameter di bawah 5 µm, mesopori dengan ukuran diameter antara 5-25 µm, dan makropori dengan ukuran diameter di atas 25 µm. Kondisi dan struktur pori-pori

inilah yang berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsinya. Komposisi karbon aktif terdiri atas karbon mikrokristalin dan non-grafit serta unsur lain yang berupa sejumlah kecil hidrogen atau sejumlah besar oksigen (Lubis, 2020 dan Alimah, 2021).

Pembuatan arang aktif dilakukan dalam dua tahap yaitu proses pembentukan arang melalui pirolisis pada temperatur sekitar 500-600°C, dilanjutkan dengan proses aktivasi secara fisika atau kimia. Proses aktivasi ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa hidrokarbon yang melingkupi permukaan arang sehingga pori-porinya akan lebih terbuka. Dengan demikian, proses aktivasi ini akan meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif (Alimah, 2021). Besarnya potensi limbah baglog jamur yang belum dimanfaatkan dengan baik dan fakta bahwa arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben asam lemak bebas pada minyak goreng bekas, mendorong peneliti untuk memanfaatkan limbah baglog sebagai arang aktif dalam pemurnian minyak goreng bekas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar penurunan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng bekas. Dalam penelitian ini dipilih untuk menggunakan NaOH sebagai aktivator karena pada beberapa penelitian sebelumnya dihasilkan arang aktif yang mampu menurunkan konsentrasi larutan asam lemak bebas secara signifikan.

2. METODE PENELITIAN



Baglog yang sudah tidak produktif lagi sebagai media pertumbuhan jamur tiram dijemur di bawah sinar matahari selama 5 hari agar mempermudah proses pirolisis. Baglog kering dipirolisis secara lambat selama kurang lebih 6 jam pada temperatur 550°C. Arang yang terbentuk digerus secara manual hingga diperoleh ukuran 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh. Selanjutnya arang diaktivasi menggunakan NaOH pada konsentrasi bervariasi 1, 2, 3, 4 dan 5 N dengan perendaman selama 24 jam. Arang aktif disaring dengan kertas saring whatman 42 dan dicuci dengan aqua demineral hingga pH netral untuk melarutkan sisa mineral yang belum hilang. Serbuk arang aktif kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 3-4 jam dan diulang setiap 1 jam hingga diperoleh berat konstan.

Uji pengaruh konsentrasi aktivator dilakukan terhadap 100 mL minyak goreng bekas yang ditambahkan 6 gr arang aktif ukuran 60 mesh dengan konsentrasi aktivator 1- 5 N. Arang aktif dan minyak goreng bekas diaduk menggunakan *shaker* selama 60 menit kemudian dibiarkan selama 24 jam. Minyak goreng bekas disaring dengan kertas saring whatman 42. Dilakukan uji bau, warna, dan asam lemak bebas.

Untuk mengetahui pengaruh ukuran butiran dan variasi massa digunakan arang aktif dengan konsentrasi paling efektif dengan ukuran 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh. Pengaruh variasi massa arang aktif diuji menggunakan 2, 4, 6, 8 dan 10 g dengan konsentrasi aktivator dan ukuran mesh yang paling efektif dari hasil uji yang diperoleh sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Aktivator

Pengamatan dilakukan menggunakan limbah minyak goreng bekas sebanyak 100 mL dan arang aktif 60 mesh seberat 6 gr dengan variasi konsentrasi aktivator NaOH 1 N, 2 N, 3 N, 4 N, dan 5 N. Hasil uji variasi konsentrasi aktivator NaOH terhadap kualitas minyak goreng bekas didapatkan data pada **Tabel 1**. Sesuai data dalam Tabel 1, hasil adsorpsi arang aktif 60 mesh seberat 6 g dengan variasi konsentrasi aktivator 1-5 N terhadap kontaminan minyak goreng bekas menunjukkan hasil uji yang optimum pada arang aktif yang diaktivasi dengan NaOH 5 N. Asam lemak bebas yang tersisa pada minyak goreng sebesar 0,54%. Keseluruhan hasil tersebut menunjukkan bahwa warna minyak goreng bekas sudah memenuhi standar pada SNI 7709:2019, namun bau dan konsentrasi asam lemak bebasnya belum memenuhi standar mutu menurut SNI 7709:2019.

Aktivasi dengan NaOH bertujuan untuk membuka pori-pori arang yang masih tertutup oleh tar dan senyawa hidrokarbon lain (Alimah, 2021). Senyawa-senyawa ini terdestruksi oleh NaOH tersebut untuk memperluas luas permukaan arang. NaOH masuk di antara pori-pori dari arang dan memperlebar permukaan arang yang awalnya tertutup sehingga menambah luas permukaan yang aktif. Semakin tinggi konsentrasi aktivator NaOH yang digunakan maka akan membentuk pori yang lebih besar pada arang aktif yang mengakibatkan terjerapnya asam lemak bebas pada pori-pori arang aktif sehingga nilai asam lemak bebas akan semakin rendah

Tabel 1 Hasil uji variasi konsentrasi aktivator NaOH

Konsentrasi NaOH (N)	Parameter		
	Bau	Warna	Asam lemak bebas (%)
1	Tidak normal	Kuning	1,09
2	Tidak normal	Kuning	0,91
3	Tidak normal	Kuning	0,73
4	Tidak normal	Kuning	0,64
5	Tidak normal	Kuning	0,54
Syarat SNI	Normal	Kuning - jingga	Maks 0,3

Sumber ; Analisis data primer

3.2 Pengaruh Variasi Ukuran Butiran

Pengamatan dilakukan menggunakan limbah minyak goreng bekas sebanyak 100 mL dan arang aktif NaOH 5 N seberat 6 gr dengan variasi ukuran butiran 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh. Hasil uji variasi ukuran butiran terhadap minyak goreng bekas didapatkan data pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil uji variasi ukuran butiran arang aktif

Ukuran butiran (mesh)	Parameter		
	Bau	Warna	Asam lemak bebas (%)
20	Tidak normal	Kuning	0,73
40	Tidak normal	Kuning	0,64
60	Tidak normal	Kuning	0,54
80	Normal	Kuning	0,45
100	Normal	Kuning	0,36
Syarat SNI	Normal	Kuning - jingga	Maks 0,3

Sumber ; Analisis data primer

Hasil adsorpsi dari arang aktif NaOH 5 N seberat 6 g dengan variasi ukuran butiran antara 20-100 mesh menunjukkan hasil uji yang paling optimum pada ukuran butiran 100 mesh. Kualitas minyak setelah perlakuan dengan arang aktif menunjukkan bau yang normal, warna kuning, dan nilai asam lemak bebas sebesar 0,36 %. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bau dan warna sudah memenuhi standar pada SNI 7709:2019. Sedangkan asam lemak bebas berada sedikit di atas standar mutu menurut SNI 7709:2019.

Ukuran butiran arang aktif berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsinya karena pada ukuran 100 mesh berarti butirannya paling kecil. Dengan semakin kecilnya ukuran butiran arang aktif, maka luas permukaannya semakin besar sehingga kapasitas adsorpsinya akan meningkat. Bertambah besarnya kapasitas adsorpsi ini tentu akan menambah jumlah kontaminan pada minyak goreng bekas yang teradsorpsi sehingga hasilnya menunjukkan kualitas yang semakin baik.

3.3. Pengaruh Variasi Massa Arang Aktif

Pengamatan dilakukan menggunakan limbah minyak goreng bekas sebanyak 100 mL dan arang aktif NaOH 5 N 100 mesh dengan variasi massa arang aktif 2 g, 4 g, 6 g, 8 g, dan 10 g. Hasil uji variasi massa arang aktif terhadap minyak goreng bekas didapatkan data pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil uji variasi massa arang aktif

Massa arang aktif (gram)	Parameter		
	Bau	Warna	Asam lemak bebas (%)
2	Tidak normal	Kuning	0,54
4	Tidak normal	Kuning	0,45
6	Normal	Kuning	0,36
8	Normal	Kuning	0,27
10	Normal	Kuning	0,18
Syarat SNI	Normal	Kuning - jingga	Maks 0,3

Sumber: analisis data primer

Hasil adsorpsi dari arang aktif NaOH 5 N 100 mesh dengan variasi massa arang aktif 8 g sudah menunjukkan hasil uji yang optimum, dengan bau yang normal, warna kuning, dan nilai asam lemak bebas sebesar 0,27%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bau, warna, dan asam lemak bebas sudah memenuhi standar mutu pada SNI

7709:2019. Semakin tinggi massa adsorben maka luas permukaannya juga makin besar, jumlah interaksi antara adsorben dan adsorbat akan meningkat sehingga memberikan peluang bagi adsorbat untuk teradsorp. Dampaknya, kapasitas adsorpsi akan meningkat dan kualitas minyak goreng bekas yang mendapat perlakuan dengan massa adsorben lebih besar kualitasnya juga kan lebih baik.

KESIMPULAN

Kualitas minyak goreng bekas yang diolah dengan arang aktif dari limbah baglog jamur tiram yang memenuhi standar mutu SNI 7709:2019 adalah yang diolah menggunakan aktivator NaOH 5 N, ukuran butiran 100 mesh, dan massa arang aktif sebanyak 8 g. Hasil uji asam lemak bebas yang diperoleh sebesar 0,27%. Parameter lain yang diuji adalah bau dan warna yang juga memenuhi standar mutu SNI 7709:2019. Berdasarkan uji organoleptik, minyak goreng bekas yang diolah dengan arang aktif memiliki bau yang normal dan warna kuning.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, D. (2021). Characterization of activated charcoal microstructure porosity of cashewnut shell (*Anacardium occidentale* L.). *Jurnal Galam*, 2(1), 16–28. <https://doi.org/10.20886/glm.2021.2.1.16-28>
- Burhan, A. H. (2021). Narrative Review: Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dan Kadar Air dalam Minyak Jelantah Sawit. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 6(2), 73–82. <https://doi.org/10.56727/bsm.v6i2.60>
- 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 Yamasi Makassar*, 8(2), 24–32. <https://doi.org/10.59060/jurkes.v8i2.341>
- Fitri, A. S. & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Angka Asam pada Minyak Goreng dan Minyak Zaitun. In *Sainteks* (Vol. 16, Issue 2). <https://doi.org/10.30595/st.v16i2.7128>
- Khoirunnisa, Z., Wardana, A. S., & Rauf, R. (2020). Angka Asam Dan Peroksida Minyak Jelantah Dari Penggorengan Lele Secara Berulang. In *Jurnal Kesehatan* (Vol. 12, Issue 2, pp. 81–90). <https://doi.org/10.23917/jk.v12i2.9764>
- Koni,T.N.I, Foenay,T.A.Y, dan Jehemat, A., (2022). Kandungan Nutrien Dedak Padi Pada Lama Fermentasi Berbeda. *Seminar Nasional Politani Kupang Ke-5*, 26–31.
- Lika, L. C. R., Luhtansa, S. S., Blaon, S. B., & Panjaitan, R. S. (2023). Comparison of Acid Numbers in Bulk and Packaged Cooking Oil Samples. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*, 2(2), 22–26. <https://doi.org/10.31869/ijpr.v2i2.4155>
- Linda Duwi Febriyanti, Vika Ayu Devianti, & Intan Puspitasari. (2024). Analisis Asam Lemak Bebas dan Kadar Air Menggunakan Adsorben Kunyit dengan Pengaruh Lama Waktu Adsorpsi. *Jurnal Kesehatan Yamasi Makassar*, 8(2), 24–32. <https://doi.org/10.59060/jurkes.v8i2.341>
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3(2), 67. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v3i2.19531>
- Maharani, M. D. D., Ristianingrum, A., & Ayu, D. 2019. Partisipasi Petani Jamur Tiram di Agro Ecovillage untuk Mendukung Lestari Perkembangan, *Kemajuan dalam Penelitian Ilmu Sosial, Pendidikan dan Humaniora* Vol. 349, Hal. 313-316
- Nasir, M (2020). *Identifikasi Kualitas Beberapa Jenis Minyak Goreng Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*. [https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/32633/1/LP_PPK_2020-Muhammad Nasir.pdf](https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/32633/1/LP_PPK_2020-Muhammad%20Nasir.pdf)
- Nst, Z., Napitupulu, Y. R., & Silalahi, Y. C. E. (2020). Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Adsorben Karbon Aktif Arang dari Tempurung Kelapa yang Diaktivasi dengan HCL. *Herbal Medicine Journal*, 3(1), 1–5.
- Priambudi, A & Susanti, A. (2024). Proses Pembuatan Karbon Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu Dari Daerah Malang, Menggunakan Aktivator NaOH. In *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi* (Vol. 10, Issue 1, pp. 256–265). <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4885>
- Rahman, H., Sitompul, J. P., & Tjokrodiningrat, S. (2022). The composition of fatty acids in several vegetable oils from Indonesia. *Biodiversitas*, 23(4), 2167–2176. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230452>
- Sa'diyah, K., Suharti, P. H., Hendrawati, N., Pratamasari, F. A., & Rahayu, O. M. (2021). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu sebagai Karbon Aktif melalui Proses Pirolisis dan Aktivasi Kimia. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(2), 91. <https://doi.org/10.25273/cheesa.v4i2.8589.91-99>
- Salman, N. (2020). Potensi Serbuk Gergaji sebagai Bahan Pupuk Kompos. *Jurnal Kopolit*, 4(1). [https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/komposit/article/view/3695/2064#:~:text=Serbuk gergaji mengandung komponen-komponen,Sari dan Damardi%2C 2016\).](https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/komposit/article/view/3695/2064#:~:text=Serbuk%20gergaji%20mengandung%20komponen-komponen,Sari%20dan%20Damardi%2C%202016.)
- Sari, A. S. (2023). Produksi Minyak Jelantah di Indonesia Mencapai 1,2 Juta Kiloliter. Artikel di *TRACtion Energy Asia*.
- Syahrir I, Sahraeni S, Kurniawan1A P. F. S. (2019). Efektivitas Pemurnian Minyak Goreng Bekas Dengan

Adsorben Arang Aktif Sabut Kelapa Dan Ekstrak Bawang Merah (pp. 88–93).
Wijayanti, H., Nora, H., & Amelia, R. (2012). Pemanfaatan Arang Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu Ulin Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Goreng Bekas. *Konversi*, 1(1), 27. <https://doi.org/10.20527/k.v1i1.106>