

Perbandingan Efektivitas Bioadsorben Berbahan Dasar Limbah Ampas Kopi Untuk Menghilangkan Bau Minyak Jelantah

Cynthia Xanchia *

SMA Bunda Hati Kudus, Jakarta, Indonesia, ini.cynthia.real@gmail.com

Darius Agung

SMA Bunda Hati Kudus, Jakarta, Indonesia, dariusagung11@gmail.com

Abstract: Indonesia is the world's fourth largest coffee-producing country, with consumption levels rising every year. This situation has led to an increasing amount of coffee-ground waste, which can pollute the environment if not properly utilized. On the other hand, used cooking oil that is reused repeatedly also emits an unpleasant odor and poses a risk of environmental contamination. Based on these issues, this study was conducted to evaluate the use of coffee grounds as a bioadsorbent to eliminate odors in used cooking oil. This study employed an experimental method with three treatments: untreated used cooking oil as a control, used cooking oil mixed with pure coffee grounds, and used cooking oil mixed with NaOH-activated coffee grounds. The effectiveness of the bioadsorbent was evaluated through odor, color, and viscosity tests to determine changes in oil quality after the filtration process. The results showed that coffee grounds activated with NaOH were more effective than untreated coffee grounds. Used cooking oil filtered using NaOH-activated coffee grounds demonstrated better quality based on the results of the odor, color, and viscosity tests. Thus, coffee grounds waste has the potential to be utilized as an environmentally friendly bioadsorbent to aid in the processing of used cooking oil while reducing biomass waste pollution.

Keywords: Bioadsorbent, Coffee Grounds, Used Cooking Oil

Abstrak: Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia dengan tingkat konsumsi yang terus meningkat setiap tahunnya. Kondisi ini menyebabkan jumlah limbah ampas kopi semakin bertambah dan berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan dengan baik. Di sisi lain, minyak jelantah yang digunakan berulang kali juga menimbulkan bau tidak sedap dan berisiko mencemari lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah ampas kopi sebagai bioadsorben dalam menghilangkan bau pada minyak jelantah. Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen dengan tiga perlakuan, yaitu minyak jelantah tanpa perlakuan sebagai kontrol, minyak jelantah yang dicampur ampas kopi murni, serta minyak jelantah yang dicampur ampas kopi teraktivasi NaOH. Efektivitas bioadsorben diuji melalui parameter uji bau, uji warna, dan uji viskositas untuk mengetahui perubahan kualitas minyak setelah proses filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ampas kopi yang diaktivasi menggunakan NaOH memiliki efektivitas yang lebih baik dibandingkan ampas kopi tanpa perlakuan. Minyak jelantah yang telah difiltrasi menggunakan ampas kopi teraktivasi menunjukkan kualitas yang lebih baik berdasarkan hasil pengujian bau, warna, dan viskositas. Dengan demikian, limbah ampas kopi berpotensi dimanfaatkan sebagai bioadsorben ramah lingkungan untuk membantu pengolahan minyak jelantah sekaligus mengurangi pencemaran limbah biomassa.

Kata Kunci: Bioadsorben, Ampas Kopi, Minyak Jelantah

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia dengan produksi tertinggi pada tahun 2023 yang menghasilkan 654 ribu ton kopi (USDA, 2023). Tingginya tingkat produksi kopi di Indonesia terus meningkat dan telah menjadi bagian gaya hidup masyarakat berbagai usia. Hal ini terbukti dari data detikbalik mengenai konsumsi kopi pada 2024/2025 yang meningkat sebesar 10.000 kantong menjadi 4,8 juta yang awalnya hanya 4,45 juta kantong pada tahun 2020/2021.

Selain tingkat produksi yang tinggi, kopi banyak dikonsumsi karena manfaatnya yang baik bagi tubuh yakni menjaga fungsi otak, meningkatkan daya ingat, menjaga kadar gula darah, menjaga kesehatan jantung dan hati, mencegah peradangan pada tubuh, dan utamanya adalah mampu melawan kelelahan dan meningkatkan energi karena kandungan kafein pada kopi yang merupakan stimulan sistem saraf pusat.

Walaupun banyak manfaat yang diperoleh dari konsumsi kopi, tetapi konsumsi kopi menghasilkan ampas kopi dengan perkiraan data dari Pusat Informasi Data Kementerian Pertanian Indonesia pada tahun 2020 yakni 1 ton biji kopi menghasilkan 40–65 % ampas kopi, sehingga diperkirakan menghasilkan limbah sebanyak 1.367.280 ton per tahun. Ampas kopi adalah sisa atau residu dari proses pembuatan kopi yang dihasilkan setelah serbuk biji kopi diseduh atau diolah (Yunidar & Hifzhurrahman, 2023). Pada umumnya ampas kopi dianggap limbah atau sampah sehingga berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), karena udara terbuka di TPA dan terpapar oksigen maka akan terjadi degradasi/penguraian aerob dimana per 1 ton ampas kopi akan menghasilkan volume 340 m³ gas metana yakni salah satu gas emisi rumah kaca yang memiliki pemanasan iklim 86 kali lipat dari volume karbon dioksida yang sama (Harb & Abou Jaoudeh, 2025), selain itu air lindi yang dihasilkan limbah ampas kopi dapat mencemari lingkungan dan limbah ampas kopi yang dibuang begitu saja juga dapat beracun karena mengandung tanin, alkaloid, dan polifenol sehingga berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Priena & Handajani, 2023).

Selain kopi, ada pula komoditas yang terkenal di Indonesia yakni minyak goreng kelapa sawit. Minyak goreng adalah bahan pangan cair yang berasal dari tumbuhan dan digunakan untuk menggoreng makanan. Selain sebagai sumber energi tinggi, minyak juga berfungsi menghantarkan panas sehingga makanan menjadi matang, renyah, dan berwarna kecokelatan. Namun, jika digunakan berulang kali, minyak akan berubah menjadi minyak jelantah yang mengalami kerusakan kimia. Ciri utamanya adalah perubahan warna dari kuning jernih menjadi coklat gelap serta muncul bau tengik akibat proses oksidasi yang menghasilkan senyawa berbahaya.

Berdasarkan penelitian Setiawan, et al (2022) dan Haili, et al (2021) yang membahas tentang pemanfaatan biomassa sebagai bioadsorben menghasilkan kesimpulan yakni limbah biomassa pertanian, seperti sekam padi, kulit kacang tanah, ampas tebu, dan kulit bawang merah, memiliki potensi sebagai bioadsorben karena mengandung selulosa, lignin, serta gugus aktif seperti hidroksil (-OH), karboksil (-COOH), dan eter (R-O-R) yang mampu mengikat atau mengadsorpsi zat pencemar. Namun, biomassa yang digunakan dihasilkan dari limbah yang sulit diakses di perkotaan.

Adapun penelitian Chen, et al (2022) dan Ulfa, et al (2024) yang membahas tentang pengaruh arang aktif dari ampas kopi sebagai bioadsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi yang baik karena kandungan pori dan karbon yang terbentuk selama proses karbonisasi dan aktivasi. Namun, proses pembuatan arang aktif dari ampas kopi menggunakan energi yang besar yang justru tidak ramah lingkungan.

Maka itu dengan seiring meningkatnya kesadaran manusia akan pentingnya pengelolaan limbah dan pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan, dibutuhkan upaya berupa pengelolaan ampas kopi menjadi bioadsorben untuk

menghilangkan bau pada minyak jelantah agar minyak jelantah bisa dimanfaatkan kembali sebagai produk guna.

METODE

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 buah labu erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 250 ml, 3 buah gelas kimia 250 ml, corong kaca, timbangan digital, kompor listrik, oven, hand centrifuge, kertas saring, thermometer alkohol, spatula, paku, batang kaca.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah sebanyak 100 ml, ampas kopi sebanyak 30 gram yang dibeli dari online shop, serta natrium hidroksida (NaOH) sebanyak 4 gram.

Proses Pembuatan Bioadsorben Berbahan Dasar Ampas Kopi

Proses pembuatan bioadsorben diawali dengan pengeringan ampas kopi basah menggunakan oven pada suhu 250°C selama 30 menit. Ampas kopi kering kemudian dicampurkan ke dalam larutan NaOH yang dibuat dari campuran kristal NaOH dan 100 mL air untuk proses delignifikasi. Campuran larutan didiamkan selama 24 jam, kemudian disaring dan dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 150°C selama 30 menit.

Pembuatan sampel dilakukan menggunakan 20 gram minyak jelantah dan 1 gram ampas kopi pada setiap perlakuan. Sampel pertama digunakan sebagai kontrol berupa minyak jelantah murni, sampel kedua dicampurkan dengan ampas kopi, dan sampel ketiga dicampurkan dengan ampas kopi teraktivasi NaOH. Sampel kedua dan ketiga didiamkan selama 24 jam, kemudian dipanaskan hingga suhu 40°C, disentrifugasi, dan disaring untuk memisahkan minyak dari ampas kopi.

Proses Pengujian Bioadsorben

Pengujian dilakukan terhadap ketiga sampel berdasarkan parameter bau, warna, dan viskositas. Uji bau dilakukan oleh panelis dengan mendeskripsikan bau tanpa mengetahui jenis sampel yang diuji. Uji warna dilakukan melalui analisis foto sampel yang disusun sejajar dengan latar belakang putih menggunakan aplikasi color picker. Terakhir, uji viskositas dilakukan dengan mengukur waktu tempuh paku yang dijatuhkan ke dalam sampel minyak hingga mencapai dasar gelas ukur.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan serangkaian percobaan pemurnian minyak jelantah menggunakan bioadsorben ampas kopi yang telah dilakukan, diperoleh data hasil pengamatan terhadap kualitas fisik minyak jelantah yang meliputi tiga parameter utama, yaitu uji warna, uji viskositas, dan uji bau. Pengamatan ini dilakukan terhadap tiga sampel yang berbeda, yakni minyak jelantah murni, minyak jelantah yang dicampur dengan kopi murni, serta minyak jelantah yang dicampur dengan ampas kopi terdelignifikasi (campuran ampas kopi dengan NaOH). Uji Warna

Uji warna merupakan salah satu uji organoleptik untuk menilai kualitas dan tingkat degradasi minyak akibat penggunaan berulang. Semakin tinggi nilai RGB

(Red, Green, Blue), semakin terang dan jernih warna minyak, sedangkan nilai RGB yang rendah menunjukkan masih banyaknya senyawa pengotor yang menyebabkan warna minyak tampak gelap. Berdasarkan hasil analisis, tingkat kecerahan minyak dari yang tergelap hingga paling terang adalah Sampel 1, Sampel 2, dan Sampel 3.

Tabel 1 Hasil Uji Warna

Nama Sampel	Indikator Warna		
	Red	Green	Blue
Minyak Jelantah Murni [1]	163	117	5
Minyak Jelantah + Ampas Kopi Murni	177	132	4
Minyak Jelantah + Ampas Kopi NaOH	184	151	49

Sampel 1 memiliki warna paling gelap karena belum mengalami proses pemurnian sehingga masih mengandung pigmen hasil oksidasi, senyawa pencokelatan, dan polimer yang menyebabkan minyak tampak keruh. Pada Sampel 2, penggunaan ampas kopi murni mampu meningkatkan nilai RGB karena sebagian pigmen berhasil terserap, meskipun efektivitasnya masih terbatas akibat pori-pori adsorben yang belum terbuka secara optimal. Sementara itu, Sampel 3 menunjukkan warna paling terang (R: 184, G: 151, B: 49), yang menandakan efektivitas adsorpsi tertinggi. Aktivasi ampas kopi menggunakan NaOH mampu membuka dan memperbesar pori-pori adsorben serta meningkatkan jumlah gugus fungsi aktif pada permukaannya, sehingga penyerapan pigmen penyebab warna gelap berlangsung lebih optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa bioadsorben ampas kopi teraktivasi NaOH lebih efektif dalam menjernihkan minyak jelantah dibandingkan ampas kopi murni.

Uji Viskositas

Uji viskositas dilakukan untuk mengukur tingkat kekentalan minyak sebagai indikator kerusakan akibat penggunaan berulang. Secara teoretis, viskositas minyak jelantah meningkat akibat reaksi oksidasi dan polimerisasi yang menghasilkan senyawa bermolekul besar. Berdasarkan hasil pengujian, Sampel 1 dan Sampel 2 memiliki waktu tempuh paku yang sama, yaitu 0,46 detik, yang menunjukkan viskositas masih tinggi atau kental.

Tabel 2 Hasil Uji Viskositas

No.	Jenis Sampel	Waktu Tempuh Paku (detik)	Keterangan Viskositas
1.	Minyak Jelantah Murni (Kontrol Negatif)	0,46	Kental (Viskoasitas Tinggi)
2.	Minyak Jelantah + Ampas Kopi Murni (Pembanding)	0,46	Kental (Viskositas Tinggi)
3.	Minyak Jelantah + Ampas Kopi NaOH (Perlakuan)	0,39	Lebih Encer (Viskositas Rendah)

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan ampas kopi murni belum mampu menurunkan viskositas secara signifikan karena pori-pori adsorben dan situs aktifnya belum terbuka secara optimal untuk menyerap senyawa pengotor penyebab kekentalan minyak. Sebaliknya, Sampel 3 menunjukkan penurunan waktu tempuh paku menjadi 0,39 detik yang menandakan viskositas lebih rendah. Aktivasi ampas kopi dengan NaOH meningkatkan jumlah pori, luas permukaan, dan gugus aktif adsorben sehingga penyerapan asam lemak bebas, senyawa peroksida, serta produk

oksidasi lainnya berlangsung lebih efektif. Akibatnya, kandungan pengotor berkurang dan minyak menjadi lebih encer, mendekati karakteristik minyak goreng baru.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik parameter bau dilakukan untuk menilai kualitas minyak jelantah berdasarkan aroma yang dihasilkan. Bau tengik pada minyak muncul akibat terbentuknya senyawa hasil oksidasi, seperti aldehida, keton, asam lemak bebas, dan peroksida selama proses penggorengan berulang. Berdasarkan hasil penilaian tiga panelis, urutan kualitas aroma adalah Sampel 3, Sampel 1, dan Sampel 2, yang menunjukkan bahwa Sampel 3 memiliki aroma paling mendekati minyak normal dan paling sedikit berbau.

Tabel 3 Hasil Uji Organoleptik

Jenis Sampel	AK	Panelis LJK	LK
Minyak Jelantah Murni [1]	Aroma amis khas sisa penggorengan protein hewani (ikan)	Aroma khas sisa penggorengan adonan tepung manis (pisang goreng)	Aroma khas penggorengan tepung (kerupuk)
Minyak Jelantah + Ampas Kopi Murni [2]	Aroma khas dengan sedikit sisa bau amis	Aroma menyengat yang asing dan kurang terdefinisi	Aroma menyengat yang asing dan kurang terdefinisi
Minyak Jelantah + Ampas Kopi NaOH [3]	Aroma netral dan bersih menyerupai minyak goreng baru	Aroma netral dan bersih menyerupai minyak goreng baru	Aroma netral dan bersih menyerupai minyak goreng baru

Hasil tersebut menunjukkan bahwa bioadsorben ampas kopi teraktivasi NaOH lebih efektif dalam mengurangi senyawa penyebab bau dibandingkan ampas kopi murni. Aktivasi NaOH meningkatkan jumlah pori dan situs aktif pada permukaan adsorben sehingga senyawa volatil penyebab bau, seperti asam lemak bebas, aldehida, keton, dan peroksida, dapat teradsorpsi lebih optimal. Selain itu, kandungan selulosa dan lignin pada ampas kopi juga berperan dalam mengikat senyawa hasil degradasi minyak. Berkurangnya senyawa-senyawa tersebut menyebabkan aroma tengik menurun sehingga minyak menjadi lebih netral dan mendekati karakteristik minyak baru.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ampas kopi efektif digunakan sebagai bioadsorben untuk mengurangi bau minyak jelantah apabila diaktivasi menggunakan NaOH. Aktivasi NaOH mampu mengurangi kandungan lignin dan memperbaiki struktur pori ampas kopi sehingga kemampuan adsorpsinya meningkat. Hal ini dibuktikan oleh hasil uji warna, viskositas, dan bau yang menunjukkan bahwa sampel minyak jelantah yang disaring menggunakan ampas kopi teraktivasi dengan NaOH memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan kontrol maupun ampas kopi tanpa aktivasi. Sebaliknya, keberadaan lignin pada ampas kopi murni menurunkan efektivitas adsorpsi sehingga perbaikannya tidak signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan ampas kopi teraktivasi

NaOH berpotensi menjadi alternatif ramah lingkungan untuk pengolahan minyak jelantah sekaligus meningkatkan nilai guna limbah biomassa.

REFERENSI

- Ahmad, S., Zaman, Q., Ahmad, M., Al-Wabel, M. I., & Usman, A. R. (2020). Biochar for environmental management: A review. *Biochar*, 2(2), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s42773-020-00055-1>
- Al-Ghouti, M. A., & Da'ana, D. A. (2020). Guidelines for the use and interpretation- of adsorption isotherm models: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 393, 122383. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122383>
- Ariani, D., Yanti, S., & Saputri, D. S. (2017). Studi Kualitatif Dan Kuantitatif Minyak Goreng Yang Digunakan Oleh Penjual Gorengan Di Kota Sumbawa. *Jurnal Tambora*, 2(3). <https://doi.org/10.36761/jt.v2i3.173>
- Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical, Functional, And Structural Properties Of Spent Coffee Grounds And Coffee Silverskin. *Food And Bioprocess Technology*, 7(12), 3493–3503. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1349-z>
- Bazina, N., & He, J. (2025). Oxidative stability and rancidity development in edible oils during thermal processing. *Journal of Food Science*, 90(1), 15–27. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17045>
- Chen, H., Lau, W., & Zhou, D. (2022). Waste Coffee Derived Activated Carbon As Efficient Adsorbent For Water Treatment. *Materials*, 15(23), 8684. <https://doi.org/10.3390/ma15238684>
- Crini, G., & Lichtfouse, E. (2019). Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, 17(1), 145–155. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0785-9>
- Dai, J., Yang, H., Yan, H., Shangguan, Y., Zheng, Q., & Cheng, R. (2020). Adsorption of pollutants by coffee-based adsorbents: A review. *Science of The Total Environment*, 703, 134913. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134913>
- Dotto, G. L., & McKay, G. (2020). Current scenario and challenges in adsorption for water treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103988. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103988>
- Fiorentini, M., Kinchla, A. J., & Nolden, A. A. (2020). Role of Sensory Evaluation in Consumer Acceptance of Plant-Based Meat Analogs and Meat Extenders: A Scoping review. *Foods*, 9(9), 1334. <https://doi.org/10.3390/foods9091334>
- Fitasari, D., & Ramadani, H. R. (2022). Hidrochar ampas kopi termodifikasi H₂O₂ sebagai adsorben untuk ion logam berat Cd(II). *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 5(1), 21–27.
- Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2022). Potential uses of spent coffee grounds in the food industry. *Foods*, 11(14), 2064. <https://doi.org/10.3390/foods11142064>
- Gonzalez Viejo, C., Torrico, D. D., & Fuentes, S. (2024). Advances in sensory evaluation of foods. *Frontiers in Food Science and Technology*, 4, 1534473. <https://doi.org/10.3389/frfst.2024.1534473>
- Haili, H. M., Sulistiyana, S., & Jayadi, E. M. (2021). Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dan Ampas Tebu (Sugarcane bagasse) sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Jelantah. *al-Kimiya*, 8(1), 28–36.

- <https://doi.org/10.15575/ak.v8i1.11685>
- Harb, R., & Jaoudeh, L. S. A. (2025). Oil Extraction from the Spent Coffee Grounds and Its Conversion into Biodiesel. *Energies*, 18(17), 4603. <https://doi.org/10.3390/en18174603>
- Hardgrove, S. J., & Livesley, S. J. (2016). Applying spent coffee grounds directly to urban agriculture soils greatly reduces plant growth. *Urban Forestry & Urban Greening*, 18, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.02.015>
- Hartono, R., & Suhendi, E. (2020). Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Steam Pada Kolom Vigrek Dan Katalis Zeolite Alam Bayah. *Jurnal Integrasi Proses*, 9(1), 20. <https://doi.org/10.36055/jip.v9i1.7912>
- Heidarinejad, Z., Dehghani, M. H., Heidari, M., Javedan, G., Ali, I., & Saleem, M. (2020). Methods for preparation and activation of activated carbon: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18(2), 393–415. <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00955-0>
- Ilham, M. M., Anggraini, D., Yofinaldi, S., & Wirayuda, R. (2023). Pemanfaatan limbah ampas kopi menjadi pupuk organik. *Jurnal Sains Teknologi dalam Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), 9–14. <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JSTPM>
- Kad, M., Bunt, C., & others. (2023). Experimental design considerations in sensory evaluation of foods. *Food Quality and Preference*, 104, 104989. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104989>
- Kumar, A., Sharma, G., Naushad, M., & Stadler, F. J. (2021). Critical review of bioadsorption on modified cellulose and removal of divalent heavy metals (Cd, Pb, and Cu). *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 60(48), 17189–17210. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c04583>
- Lachenmeier, D. W. (2023b). Identification of Coffee Species, Varieties, Origins, and Processing and Preparation Methods—A Status Report. MDPI, <https://doi.org/10.3390/icc2023-14824>
- Loganathan, R., Tarmizi, A. H. A., Salmiah, A., & Kalyana Sundram, K. (2022). Effects of repeated frying on the quality and oxidative stability of vegetable oils. *Food Chemistry*, 338, 128099. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128099>
- Manurung, R., Siregar, H. P., & Siahaan, D. (2018). Characterization of used cooking oil and its potential utilization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309, 012077. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012077>
- Nandi, S., & Guha, P. (2023). Development, characterization and application of starch-based film containing polyphenols of piper betle L. waste in chicken meat storage. *Food Chemistry*, 431, 137103. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137103>
- Ordóñez, J. I., Cortés, S., Maluenda, P., & Soto, I. (2023). Biosorption of heavy metals with algae: Critical review of its application in real effluents. *Sustainability*, 15(6), 5521. <https://doi.org/10.3390/su15065521>
- Priena, G. H., & Handajani, M. (2023). Potensi minyak jelantah hasil pemurnian menggunakan karbon aktif dari ampas kopi sebagai bahan baku biodiesel (Tesis). Institut Teknologi Bandung.
- Rahmah, D. M., Mardawati, E., Kastaman, R., Pujiyanto, T., & Pramulya, R. (2023).

- Coffee pulp biomass utilization on coffee production and its impact on energy saving, CO₂ emission reduction, and economic value added to promote green lean practice in agriculture production. *Agronomy*, 13(3), 904. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030904>
- Setiawan, A. A., Eddy, S., Ranga, R., & Midia, K. R. (2022). Potensi limbah biomassa sebagai bioadsorben dalam menanggulangi pencemaran logam berat. *Environmental Science Journal (Esjo) Jurnal Ilmu Lingkungan*, 29–38. <https://doi.org/10.31851/esjo.v1i1.11126>
- Tausik, M., & Seftiono, H. (2018). Pengaruh penggunaan minyak goreng terhadap kualitas hasil penggorengan pada makanan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 17(2), 45–52.
- Torrico, D. D. (2021). Novel techniques to measure the sensory, emotional, and physiological responses of consumers toward foods. *Foods*, 10(11), 2620. <https://doi.org/10.3390/foods10112620>
- Tura, M., et al. (2024). A methodological review in sensory analyses of chicken meat. *Poultry Science*, 103(9), 104083. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104083>
- 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. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v4i1.1000>
- Ulfindrayani, I., & Yuni, R. (2018). Analisis kandungan gizi dan peran lemak sebagai sumber energi dalam bahan pangan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 13(1), 33–40.
- Wang, J., & Guo, X. (2020). Adsorption isotherm models: Classification, physical meaning, application and solving method. *Chemosphere*, 258, 127279. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127279>
- Widagdo, A. (2024). Karakteristik perubahan fisik dan kimia minyak jelantah akibat pemanasan berulang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 35(1), 55–63.
- Yulianti, A., Taslimah, T., & Sriatun, S. (2010). Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit untuk Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 13(2), 36–40. <https://doi.org/10.14710/jksa.13.2.36-40>
- Yunidar, D., & Hifzhurrahman, A. H. (2023). Pemanfaatan ampas kopi sebagai material dasar untuk membuat pot tanaman. *Jurnal Desain dan Seni*, 10(3), 297–306. <https://doi.org/10.2241/narada.2023.v10.i3.003>
<https://goodstats.id/article/indonesia-jadi-produsen-kopi-terbesar-ke-4-di-dunia-6iQsK>. Diakses pada 27 November 2025, pukul 20.45 WIB.
<https://www.detik.com/bali/berita/d-7677033/konsumsi-kopi-di-indonesia-diproyeksi-meningkat-hingga-600-ribu-kg>. Diakses pada 27 November 2025, pukul 21.03 WIB.
https://www.halodoc.com/artikel/ini-manfaat-kopi-tubruk-untuk-kesehatan-dan-kebugaran-tubuh?srsId=AfmBOoqX2f5Z488l0nhcI_JYZyKKkP3PYEiwL3BjW4lmj26op8yBNG4. Diakses pada tanggal 27 November 2025, pukul 21.14 WIB.
<https://yin.thp.unmul.ac.id/thp/kopi-coffee-sp/> diakses pada tanggal 11 Januari