



PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KOPI LIBERIKA DI KABUPATEN TANJUNG JABUNG BARAT, JAMBI DAN EKSPLORASI ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION: FONDASI PELESTARIAN BUDAYA LOKAL UNTUK DAYA SAING GLOBAL

Tri Rizki¹, Bella Dwi Pasca², Putri Maharani³, Anna Anggraini⁴, Raisa Sevina⁵, Satiti Kawuri Putri⁶, Rani Anggraini⁷, Doani Anggi Safira⁸, Vika Tresnadiana Herlina⁹

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

⁹Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jakarta, Indonesia

Email penulis korespondensi: tri.rizkii@unja.ac.id

Abstract

Liberica coffee husk waste from Tanjung Jabung Barat Regency, Jambi, is a major by-product of coffee processing with high potential as a source of valuable bioactive compounds, yet its utilization remains limited. This study aimed to evaluate ultrasound-assisted extraction (UAE) using three solvents—70% ethanol, 96% ethanol, and methanol—for recovering bioactive compounds from Liberica coffee husk. A quantitative experimental design with three treatments and four replications was applied. Husk simplicia were extracted using UAE, and the resulting extracts were analyzed for yield, color, antioxidant capacity (DPPH), and total phenolic content (Folin–Ciocalteu method). Data were analyzed using ANOVA (5%) followed by Duncan's New Multiple Range Test. The results showed that 96% ethanol produced the highest yield ($17.10\% \pm 4.10$), while methanol yielded the lowest ($7.15\% \pm 0.31$). Ethanol extracts were dark reddish-black, whereas methanol extracts appeared lighter. The strongest antioxidant activity was obtained with 70% ethanol (65.98% inhibition), while methanol produced the highest phenolic content ($70.32 \mu\text{g GAE/mL}$). These findings demonstrate that solvent polarity significantly affects extraction efficiency: aqueous ethanol favored antioxidant activity, while methanol enhanced phenolic recovery. Overall, UAE effectively improved the recovery of bioactive compounds from Liberica coffee husk waste. Extraction with 70% ethanol yielded $16.52\% \pm 8.56\%$, produced a reddish-brown extract, showed an antioxidant capacity of $65.98\% \pm 0.05\%$, and contained $50.68 \pm 4.17 \mu\text{g GAE/mL}$ phenolics. This study highlights the potential of UAE for valorizing Liberica coffee husk waste into functional food and cosmetic ingredients, promoting waste reduction and supporting a circular economy.

Keywords: *Antioxidant activity, Circular economy, Liberica coffee husk, Phenolic compounds, Ultrasound-assisted extraction*

PENDAHULUAN

Limbah kulit kopi liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi, merupakan hasil samping utama dari proses pengolahan kopi yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, limbah ini berpotensi besar sebagai sumber senyawa bioaktif seperti polifenol, flavonoid, antioksidan, pektin, dan bahkan bioenergi (Buyong et al, 2023; Tamilselvan et al, 2024) Pengelolaan limbah kulit kopi secara inovatif tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan nilai tambah ekonomi masyarakat, memperkuat identitas kopi liberika sebagai warisan budaya lokal, dan mendukung ekonomi sirkular (Dadi et al, 2018)

Kulit kopi liberika mengandung berbagai senyawa bernilai tinggi yang dapat diekstraksi dan dimanfaatkan untuk pangan fungsional, farmasi, kosmetik, hingga energi terbarukan (Buyong et al, 2023). Studi menunjukkan bahwa kulit kopi dapat diolah menjadi bioetanol, biogas, pektin, dan bahan antioksidan, sehingga berkontribusi pada pengurangan limbah dan pencemaran (Davyashri et al, 2023) Selain itu, pemanfaatan limbah ini dapat menjadi solusi atas permasalahan lingkungan akibat pembuangan limbah kopi secara sembarangan (Dadi et al, 2018).

Metode ultrasonikasi (ultrasound-assisted extraction/UAE) merupakan teknik ekstraksi modern yang efisien, ramah lingkungan, dan mampu meningkatkan hasil ekstraksi senyawa bioaktif dari limbah kulit kopi (Morales-Martínez et al, 2020). Ultrasonikasi mempercepat proses ekstraksi, meningkatkan efisiensi pelarut, dan menghasilkan rendemen senyawa aktif yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional (de Almeida, 2023).

Pemilihan pelarut sangat mempengaruhi hasil ekstraksi. Studi pada kulit kopi liberika menunjukkan bahwa metanol menghasilkan total fenolik tertinggi, sedangkan etanol (baik 70% maupun 96%) memberikan kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan yang lebih baik (Buyong et al, 2023). Ekstraksi dengan etanol 96% menggunakan ultrasonikasi juga telah diterapkan pada limbah kulit kopi robusta di Indonesia, menghasilkan ekstrak dengan kandungan bioaktif yang signifikan. Selain itu, kombinasi pelarut air dan etanol (1:1) juga efektif untuk mengekstrak senyawa antioksidan (de Almeida, 2023).

Pemanfaatan limbah kulit kopi liberika melalui teknologi ekstraksi modern seperti ultrasonikasi dapat menjadi fondasi pelestarian budaya lokal. Inovasi ini mendukung ekonomi sirkular, memperkuat identitas kopi liberika Jambi, dan membuka peluang produk bernilai tambah yang mampu bersaing di pasar global (Tamilselvenm et al, 2024). Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dan teknologi ramah lingkungan, masyarakat dapat menjaga warisan budaya sekaligus meningkatkan daya saing produk kopi Indonesia di kancah internasional (Dadi et al, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah kulit kopi liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi, melalui eksplorasi metode ekstraksi ultrasonikasi menggunakan pelarut etanol (70% dan 96%) serta metanol.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan 1 tahapan yang terdiri dari 3 perlakuan dan 4 ulangan sehingga didapat 12 satuan percobaan. Penelitian ini dilaksanakan di *Advanced Instrumental and Research Laboratory* Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi.

Target/Subjek Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit kopi liberika yang merupakan limbah pengolahan kopi dari Petani Kopi di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi.

Prosedur Penelitian

Pembuatan simplisia kulit kopi liberika dilakukan dengan penyiapan bahan kulit kopi liberika yang didapat dari petani Tanjung Jabung Barat. Kemudian dilakukan pembuatan simplisia kulit kopi yang mengacu pada penelitian Septi et al., 2022 modifikasi. Kulit buah kopi ditimbang sebanyak 5kg lalu dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Setelah kulit kopi dilayukan dilakukan pengeringan menggunakan metode matahari selama 3 hari untuk mendapatkan kulit kering kopi liberika. Kulit kering dihaluskan menggunakan blender untuk mendapatkan bubuk halus, kemudian bubuk diayak menggunakan ukuran 60 mesh dan disimpan dalam wadah.

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode *ultrasound-assisted extraction*. Sebanyak 20 g simplisia kulit kopi dilarutkan dalam 200 mL pelarut (1.Etanol 70%, 2.Etanol 96% atau 3. Metanol). Lalu dilanjutkan proses ultrasonikasi dengan *Power Rate* 30%, dan pulse on 1 Detik/Pulse Off 1 detik. Hasil ultrasonikasi lalu disaring dengan kertas saring untuk memisahkan simplisia dan pelarut, dan disaring kembali dengan menggunakan kertas saring Whatman no 42. Ekstrak lalu dipekatkan dengan menggunakan *Butchi Vacuum Rotary Evaporator* dengan suhu 50°C dengan tekanan -80 kPA.

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian merupakan data kuantitatif. Data diperoleh melalui proses ekstraksi kulit kopi liberika menggunakan metode ultrasound-assisted extraction pada variasi jenis pelarut yaitu etanol 70%, etanol 96% dan metanol. Hasil ekstrak yang diperoleh kemudian dianalisis rendemen, warna, kapasitas antioksidan, dan total fenolik.

Instrument yang digunakan antara lain Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, blender, ayakan 60 mesh, kertas saring whatman No.42, ButchiVacuum rotary

evaporator, pipet tetes, vorteks, pipet mikro, beaker glass, erlenmeyer, batang pengaduk, aluminum foil, spektrofotometer UV-Vis, hot plate IKA C-MAG HS 7, BIOSTELLAR Ultrasonic Cell Disrupter, magnetic stirrer, gelas ukur, cawan petri, kuvet, color reader, dan labu ukur.

1. Rendemen dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat teh yang dihasilkan (g)}}{\text{Berat awal (g)}} \times 100\%$$

2. Warna

Pengujian warna dilakukan menggunakan alat color reader yang mengacu pada penelitian Purba et al., 2022. Sampel yang akan diuji dimasukkan kedalam cawan petri, kemudian alat color reader dinyalakan dengan menekan power on. Selanjutnya, reseptor alat yang berfungsi sebagai sensor ditempelkan pada sampel lalu ditekan tombol detect untuk melakukan pengujian warna. Hasil pengujian akan ditampilkan pada layar display dengan format pengukuran L*, a*, dan b*. Nilai yang diperoleh dimasukkan pada color-hex di <http://www.colorhexa.com> untuk mengetahui deskripsi warna. Pengujian warna dilakukan sebanyak 3 pengulangan dengan titik posisi pengujian yang berbeda.

3. Kapasitas Antioksidan

Pengujian antioksidan ekstrak kulit kopi liberika dan mikroemulsi mengacu pada penelitian Damanis et al., 2020 yang dimodifikasi. Pengujian antioksidan dilakukan dengan membuat larutan standar terlebih dahulu menggunakan 0,02 mg serbuk DPPH dan dilarutkan dalam etanol 96% sebanyak 25 mL. Selanjutnya diambil sampel sebanyak 0,2 mL dan ditambahkan larutan DPPH sebanyak 3,8 mL. Kemudian divorteks selama 5 detik dan diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit lalu dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm. Setelah nilai absorbansi didapat, aktivitas antioksidan dinyatakan dalam %inhibisi dihitung sebagai persentase berkurangnya radikal bebas dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%inhibisi = 1 - \frac{\text{abs sampel}}{\text{abs blanko}} \times 100\%$$

4. Total Fenolik

Pengujian total fenol ekstrak kulit kopi dan mikroemulsi dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu mengacu pada penelitian Hanggaeni et al., 2019 yang dimodifikasi. Disiapkan larutan standar asam galat dengan konsentrasi 200 ppm, kemudian dibuat seri pengenceran pada konsentrasi 0, 50, 100, 150, dan 200 µg/mL menggunakan aquades. Kemudian ditambahkan 10 mL Folin-Ciocalteu kedalam 10 mL aquades. Lalu diambil sebanyak 0,5 mL atau sampel dilarutkan dalam 2,5 mL aquades dan 0,5 mL etanol, dihomogenkan dan ditambahkan sebanyak 2,5 mL larutan reagen. Setelah itu, ditambahkan 0,5 mL Na₂CO₃ 5% dan diinkubasi diruang gelap selama 45 menit. Ketika inkubasi sudah selesai, diukur nilai absorbansinya menggunakan Panjang gelombang 725 nm. Selanjutnya, hasil pengukuran absorbansi dikalibrasi dengan kurva standar asam galat untuk menentukan kandungan total fenol dalam mg GAE/mL, dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

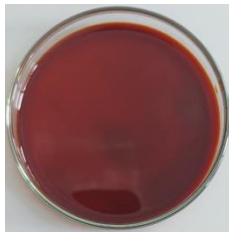
$$\text{Total Fenolik} \left(\frac{\text{ug. GAE}}{\text{mL}} \text{ sampel} \right) = \frac{\text{GAE} \times V \times FP}{W} \times 100\%$$

Teknik analisis data

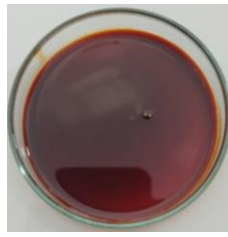
Data yang didapatkan dianalisa dengan ANOVA pada taraf 5%. Jika data yang didapat berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT (*Duncan's New Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

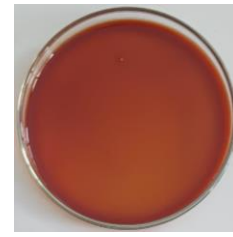
Nilai rendemen menunjukkan efisiensi proses ekstraksi terhadap pelarut yang digunakan. Berdasarkan data, pelarut etanol 6% menghasilkan rendemen tertinggi dibandingkan etanol 70% dan metanol. Fenomena ini disebabkan oleh kemampuan campuran etanol-air untuk melarutkan senyawa polar dan semi-polar secara optimal. Pelarut etanol 70% memiliki polaritas menengah yang mampu mengekstraksi senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan gula terlarut dengan lebih efisien dibanding etanol absolut (El Mannoubi et al., 2023).



Ekstrak Etanol 96%



Ekstrak Etanol 70%



Ekstrak Metanol

Gambar 1. Ekstrak Kulit Kopi Liberika

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian pada ekstrak *Opuntia stricta* yang menunjukkan bahwa pelarut etanol 80% menghasilkan rendemen tertinggi dibanding pelarut lain (El Mannoubi et al., 2023). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Raja Arifin dan Jumal (2021), di mana ekstraksi daun *Averrhoa bilimbi* dengan pelarut air memberikan rendemen lebih besar dibanding pelarut etanol. Dengan demikian, peningkatan kadar air dalam pelarut etanol meningkatkan polaritas larutan, memperluas kemampuan pelarut dalam melarutkan senyawa polar dari kulit kopi Liberika.

Tabel 1. Hasil Analisa Rendemen Ekstrak Kulit kopi Liberika

Pelarut	Rendemen
Etanol 96%	17,100±4,101
Etanol 70*	16,517±8,556
Metanol	7,150±0,306

Analisis warna menunjukkan bahwa nilai L* (kecerahan) ekstrak dengan etanol 70% lebih rendah dibandingkan etanol 96% dan metanol, menandakan warna yang lebih gelap. Nilai a* (komponen merah) dan b* (komponen kuning) lebih tinggi pada ekstrak metanol, menunjukkan dominasi pigmen merah dan kuning yang lebih kuat. Perbedaan ini dipengaruhi oleh polaritas pelarut terhadap kelarutan pigmen alami seperti antosianin dan karotenoid.

Tabel 2. Hasil Analisa Rendemen Ekstrak Kulit kopi Liberika

Pelarut	L*	a*	b*	Deskripsi Warna	Warna
Etanol 96%	5,175±0,640 ^a	12,925±2,238 ^a	7,050±1,250 ^a	Very dark (mostly black) red.	
Etanol 70*	2,425±0,419 ^b	5,950±1,737 ^b	1,450±0,238 ^b	Very dark (mostly black) red.	
Metanol	12,125±1,868 ^c	23,125±1,656 ^c	16,325±2,910 ^c	Very dark red	

Menurut Schweiggert et al. (2020), pigmen antosianin dan karotenoid merupakan komponen utama pada kulit buah kopi dengan kontribusi warna merah hingga oranye. Pelarut polar seperti metanol dan etanol 70% mampu mengekstraksi antosianin lebih efektif, menghasilkan warna ekstrak yang lebih gelap dan kemerahan. Sebaliknya, pelarut kurang polar seperti etanol 96% lebih banyak melarutkan senyawa nonpolar, menghasilkan ekstrak dengan warna lebih cerah. Dengan demikian, peningkatan intensitas warna merah dan gelap pada ekstrak polar menandakan konsentrasi senyawa fenolik dan pigmen yang lebih tinggi.

Tabel 3. Hasil Analisa Kapasitas Antioksidan dan Total Fenolik Ekstrak Kulit Kopi Liberika

Pelarut	Kapasitas Antioksidan (%)	Total Fenolik (ug.GAE/mL Sampel)
Etanol 96%	39,837±0,367 ^a	19,250±4,167 ^a
Etanol 70*	65,976±0,052 ^c	50,679±4,167 ^b
Metanol	44,095±0,105 ^b	70,321±1,389 ^c

Kapasitas antioksidan yang diukur dari aktivitas penangkapan radikal bebas menunjukkan perbedaan signifikan antar pelarut. Data menunjukkan bahwa ekstrak dengan etanol 70% memiliki aktivitas antioksidan tertinggi, diikuti oleh metanol dan etanol 96%. Perbedaan ini berkorelasi dengan kandungan fenolik yang dihasilkan masing-masing pelarut.

Menurut Martínez-Inda et al. (2025), pelarut hidroalkoholik dengan kadar etanol 50–75% memberikan kapasitas antioksidan tertinggi pada limbah kopi dan kakao, karena kombinasi etanol dan air meningkatkan pelarutan senyawa fenolik yang bersifat polar. Buyong dan Nillian (2023) juga melaporkan bahwa ekstrak kulit kopi Liberika dengan pelarut etanol menghasilkan aktivitas antioksidan lebih tinggi dibanding pelarut metanol dan air. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan sangat bergantung pada konsentrasi fenolik yang terekstraksi, di mana semakin tinggi kadar fenol, semakin besar pula kemampuan antioksidannya.

Kandungan total fenolik (Total Phenolic Content, TPC) tertinggi diperoleh pada ekstrak metanol, diikuti oleh etanol 70% dan etanol 96%. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik pada kulit kopi Liberika cenderung lebih mudah terekstraksi menggunakan pelarut polar. Menurut El Mannoubi et al. (2023), pelarut polar seperti metanol mampu mengekstraksi lebih banyak senyawa hidroksifenolik karena sifatnya yang lebih polar dibanding etanol murni.

Penelitian lain oleh Raja Arifin dan Jumal (2021) menunjukkan adanya korelasi positif kuat antara kandungan fenol total dan aktivitas antioksidan pada ekstrak daun *Averrhoa bilimbi* ($r = 0,99$). Dengan demikian, semakin tinggi kandungan fenol yang terekstraksi, semakin besar pula potensi antioksidannya. Hal ini mendukung hasil pada penelitian ini bahwa pelarut polar seperti metanol dan etanol 70% efektif mengekstraksi senyawa bioaktif fenolik dari kulit kopi Liberika.

Secara umum, peningkatan polaritas pelarut berpengaruh positif terhadap rendemen, intensitas warna gelap, kapasitas antioksidan, dan kandungan fenolik total. Pelarut hidroalkoholik (etanol 70%) merupakan kompromi terbaik karena dapat melarutkan senyawa polar dan semi-polar sekaligus, menghasilkan ekstrak dengan warna pekat, aktivitas antioksidan tinggi, serta kandungan fenolik optimal (Martínez-Inda et al., 2025; Buyong & Nillian, 2023).

Warna ekstrak yang lebih gelap dengan nilai L^* rendah dan a^* tinggi mencerminkan tingginya konsentrasi senyawa fenolik dan pigmen antosianin (Schweiggert et al., 2020). Hal ini memperkuat hubungan langsung antara warna, komposisi kimia, dan aktivitas biologis ekstrak kulit kopi Liberika.

KESIMPULAN

Ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE) dengan pelarut etanol 70% menghasilkan rendemen sebesar 16,517%, warna cokelat kemerahan kapasitas antioksidan 65,976%, dan total fenol 50,679 μg GAE/mL. Hasil ini menunjukkan bahwa UAE efektif meningkatkan perolehan senyawa bioaktif dari limbah kulit kopi Liberika asal Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi. Pemanfaatan teknologi ini menjadi fondasi penting dalam pelestarian budaya lokal berbasis kopi Liberika sekaligus memperkuat daya saing global melalui pengembangan produk bernilai tambah dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas pendanaan untuk penelitian ini. Penelitian ini didukung oleh Dana PNBPFakultas Pertanian Universitas Jambi Skema Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2025.

REFERENSI

- Buyong, N. L., Nillian, E., (2023). Physiochemical properties of Sarawak's adapted Liberica coffee silverskin utilizing varying solvents. *Food Science & Nutrition*, 11(10), Article eXXXX. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3541>.PMC+1
- Buyong, N. N., & Nillian, E. (2023). Characterization of coffee Liberica pulp and its potential as antioxidant source. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 27(2), 301–311. <https://doi.org/10.17576/mjas-2023-2702-07>
- Carneiro, A. de C. O., Zanoncio, A. J. V., & [penulis lain]. (2025). Sustainable production of coffee husk pellets: Applying circular economy in waste management and renewable energy production. *Resources*, 14(2), 26. <https://doi.org/10.3390/resources14020026> pervaporation. *International Journal of Environmental Science and Technology*.
- Chemat, F., & Vian, M. A. (2014). Alternative solvents for natural products extraction. *Green Chemistry*, 16(6), 2627–2646. <https://doi.org/10.1039/C3GC41982A>
- Dadi, D., Beyene, A., Simoens, K., Soares, J., Demeke, M. M., Thevelein, J. M., Bernaerts, K., Luis, P., & Van der Bruggen, B. (2018). Valorization of coffee byproducts for bioethanol production using lignocellulosic yeast fermentation and pervaporation. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15, 821–832. [dial.uclouvain.be+1](https://doi.org/10.1007/s12014-018-1510-1)
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- de Almeida, M. N., et al. (2023). Exploring the potential of coffee husks as a raw material for second-generation ethanol production. *BioEnergy Research*.
- de Almeida, M. N., Halfeld, G., Guimarães, V. M., & [penulis lain]. (2023). Exploring the potential of coffee husks as a raw material for second-generation ethanol production. *BioEnergy Research*, 17, 281–295. [ResearchGate+1](https://doi.org/10.1007/s12014-023-00000-0)
- de Oliveira Fernandes, M. A., Baêta, B. E. L., Adarme, O. F. H., & Fonseca, A. (2025). LCA-based carbon footprint analysis of anaerobic digestion of coffee husk waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 207, Article 114993. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114993>.
- Dione, N. C., Lestari, P., Susanti, D. Y., & [penulis lain]. (2025). Cellulose extraction from Robusta coffee husk (*Coffea canephora*) as alternative material from sustainable agricultural waste utilization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1438(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1438/1/012073>.ResearchGate+1
- Divyashri, G., Thirupathihalli Pandurangappa Krishna Murthy, K., Vasanth Ragavan, K., Mugulurmutt Sumukh, G., Lingam Sadananda Sudha, S., Nishka, S., Gupta, H., Misriya, N., Sharada, B., & Venkataramanaiah, R. A. (2023). Valorization of coffee bean processing waste for the sustainable extraction of biologically active pectin. *Heliyon*, 9(12), e20212. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20212>
- Dong, W., Chen, Q., Wei, C., Hu, R., & Long, Y. (2020). Combining integrated ultrasonic–microwave technique with ethanol to maximise extraction of green coffee oil from Arabica coffee beans. *Industrial Crops and Products*, 154, 112624. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112624>.ScienceDirect+1
- Dong, W., et al. (2020). Combining integrated ultrasonic-microwave technique with ethanol to maximise extraction of green coffee oil from Arabica coffee beans. *Industrial Crops and Products*.
- Du, N., [penulis lain sesuai artikel]. (2020). Study on the biogas potential of anaerobic digestion of coffee husks wastes in Ethiopia. *Waste Management & Research*, 38(2), 123–135. [SAGE Journals+1](https://doi.org/10.1080/09497530.2020.1811111)

- Du, N., et al. (2020). Study on the biogas potential of anaerobic digestion of coffee husks wastes in Ethiopia. *Waste Management & Research*.
- Kusuma, S. B., Wulandari, S., Nurfitriani, R. A., & Awaludin, A. (2022). The potential solvent for tannin extraction as a feed additive made of coffee husk (*Coffea canephora*) using Soxhlet method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1030, 012034. [ResearchGate+1](#)
- Lee, Y.-G., Cho, E., Maskey, S., Nguyen, D.-T., & Bae, H. (2023). Value-added products from coffee waste: A review. *Molecules*, 28(8), 3562. <https://doi.org/10.3390/molecules28083562>. [MDPI+1](#)
- Lee, Y.-G., et al. (2023). Value-added products from coffee waste: A review. *Molecules*.
- Lira, K. D. L., Bianca [nama lengkap lain], et al. (2025). Coffee husk valorization through choline chloride/lactic acid (1:10) green catalyst extraction for lignin monomers recovery. *Environmental Technology*, 46(17), 3374–3390. <https://doi.org/10.1080/09593330.2025.2464266>. [PubMed+1](#)
- Morales-Martinez, J. L., Aguilar-Uscanga, M. G., Bolaños-Reynoso, E., & López-Zamora, L. (2020). Optimization of chemical pretreatments using response surface methodology for second-generation ethanol production from coffee husk waste. *BioEnergy Research*, 14(3), 815–827. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10197-6>.
- Poyilil, S., et al. (2021). Physico-chemical characterization study of coffee husk for feasibility assessment in fluidized bed gasification process. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Poyilil, S., Palatel, A., & Chandrasekharan, M. (2021). Physico-chemical characterization study of coffee husk for feasibility assessment in fluidized bed gasification process. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(34), 46813–46827. [PubMed+1](#)
- Schweiggert, R. M., Wüstenberg, J., Schoeninger, J., Esquivel, P., & Carle, R. (2020). Phytochemical profile and color characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) cascara and silverskin. *Food Research International*, 133, 109139. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109139>
- Silva, M. O., Honfoga, B., & [penulis lain]. (2020). Obtaining bioactive compounds from the coffee husk (*Coffea arabica* L.) using different extraction methods. *Molecules*, 26(1), 46. <https://doi.org/10.3390/molecules26010046>. [MDPI+1](#)
- Sulaiman, S. F., & Yusoff, N. A. M. (2018). Effect of solvent extraction on phenolic content and antioxidant activity of selected medicinal plants. *International Food Research Journal*, 25(4), 1620–1628.
- Tamilselvan, K., [penulis lain jika ada]. (2024). Sustainable valorisation of coffee husk into value added product in the context of circular bioeconomy: Exploring potential biomass-based value webs. *Food and Bioproducts Processing*, 145, 1–?? . [ScienceDirect+1](#)
- Ulum, M., et al. (2022). Extraction method of ultrasound-assisted extraction (UAE) of Robusta coffee skin waste using 96% ethanol solution in Tanah Wulan Village, Maesan District, Bondowoso Regency. *Journal of Biobased Chemicals*.
- Ulum, M., Novita Sari, F., Wika Amini, H., & Sudrajat, H. (2022). Extraction method of ultrasound-assisted extraction (UAE) of Robusta coffee skin waste using 96% ethanol solution in Tanah Wulan Village, Maesan District, Bondowoso Regency. *Journal of Biobased Chemicals*, 2(2), 78–89. (Jurnal lokal; PDF tersedia). journal.unej.ac.id+1
- Villa Montoya, A. C., Mazareli, R. C. da S., Delforno, T. P., Centurion, V. B., de Oliveira, V. M., Silva, E. L., & Varesche, M. B. A. (2019). Hydrogen, alcohols and volatile fatty acids from the co-digestion of coffee waste (coffee pulp, husk, and processing wastewater) by applying autochthonous microorganisms. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(39), 21434–21450. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.06.115>.

Seminar Nasional LPPM Universitas Jambi

- Villa Montoya, A. C., Mazareli, R. C. da S., Delforno, T. P., Centurion, V. B., Oliveira, V. M. de, Silva, E. L., & Varesche, M. B. A. (2020). Optimization of key factors affecting hydrogen production from coffee waste using factorial design and metagenomic analysis of the microbial community. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(7), 4205–4222. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.12.062>. ScienceDirect+1
- Wong, J.-C.-J., Nillian, E., & [penulis lain]. (2023). Microwave-assisted extraction of bioactive compounds from Sarawak Liberica sp. coffee pulp: Statistical optimization and comparison with conventional methods. *Food Science & Nutrition*, 11(1), Article eXXXX. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3494>. PubMed+1