

SOSIALISASI DAN PRAKTIK PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH KULIT KOPI MELALUI TEKNOLOGI PIROLISIS PADA KELOMPOK PETANI KOPI

Nindha Ayu Berlianti^{1*}, Edy Suprianto², Helmi Agus Salim³

^{1,2}Jurusan Fisika, Universitas Jember Indonesia

³Program Studi Keuangan Dan Perbankan, Institut Teknologi dan Sains Mandala, Indonesia

nindhaayuberlianti@unej.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Permasalahan utama petani kopi di Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember adalah keterbatasan teknologi pengolahan limbah kulit kopi, manajemen usaha, dan pemasaran produk. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan memberdayakan kelompok tani, BUMDes, karang taruna, dan ibu-ibu PKK melalui pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi arang aktif ramah lingkungan serta mendorong komersialisasinya. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan, implementasi teknologi tong pirolisis kapasitas 15 kg, pendampingan, serta evaluasi dengan pre-test, post-test, dan monitoring produksi kepada 25 peserta. Hasil kegiatan secara keseluruhan menunjukkan, tingkat ketercapaian program dalam aspek peningkatan produksi 85%, aspek manajemen usaha 80%, aspek pemasaran sebesar 90%, dan aspek penataan organisasi kelompok 85%. Rata-rata ketercapaian program mencapai $\pm 85\%$, yang menunjukkan keberhasilan pengabdian dalam mengintegrasikan aspek pengetahuan, keterampilan, teknologi, dan manajemen. Selain itu BUMDes menyatakan komitmennya dalam pengemasan dan pemasaran produk secara offline maupun online. Ke depan, arang aktif Desa Pace diharapkan menjadi produk unggulan desa yang berkontribusi pada peningkatan pendapatan masyarakat dan kemandirian desa.

Kata Kunci: Arang Aktif; Kelompok Tani; Limbah Kulit Kopi; Pemberdayaan; Pirolisis.

Abstract: The main problems faced by coffee farmers in Pace Village, Silo District, Jember are limited technology for processing coffee husk waste, weak business management, and inadequate product marketing. This community service aimed to empower farmer groups, the Village-Owned Enterprise (BUMDes), youth organizations, and women's groups through the utilization of coffee husk waste into eco-friendly activated charcoal and to promote its commercialization. The methods included socialization, training, implementation of a 15-kg capacity pyrolysis drum, mentoring, and evaluation using pre-test, post-test, and production monitoring with 25 participants. The results showed achievement levels of 85% in production improvement, 80% in business management, 90% in marketing, and 85% in organizational strengthening, with an average program achievement of $\pm 85\%$. These outcomes demonstrate the success of integrating knowledge, skills, technology, and management. Moreover, BUMDes committed to supporting packaging and marketing both offline and online. In the future, activated charcoal from Pace Village is expected to become a flagship product that increases community income and supports village self-reliance.

Keywords: Activated Charcoal; Farmer Group; Coffee Husk Waste; Empowerment; Pyrolysis.



Article History:

Received: 18-10-2025
Revised : 02-12-2025
Accepted: 03-12-2025
Online : 05-12-2025



This is an open access article under the CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Kabupaten Jember yang dikenal sebagai salah satu sentra produksi kopi di Jawa Timur. Salah satu wilayah penghasil kopi di Jember adalah Desa Pace, Kecamatan Silo, di mana sebagian besar masyarakatnya bekerja sebagai petani kopi. Aktivitas pascapanen kopi di desa tersebut menghasilkan limbah berupa kulit kopi dalam jumlah yang cukup melimpah. Limbah buah kopi terdiri dari daging buah, yang komposisinya fisiknya mencapai 48%, terdiri dari kulit buah 42% dan kulit biji 6%. Proporsi kulit kopi yang diolah cukup besar, yaitu 40-45% (Anggia & Wijayanti, 2023). Karena kadar air kulit kopi masih tinggi (75-80%), limbahnya menghasilkan bau busuk (Berlianti et al., 2024). Pengolahan biji kopi masih menyisakan 60% kulit kopi dari hasil total produksi kopi, selain itu pengaruh metode yang digunakan oleh mitra ketika proses petik panen biji kopi masih menggunakan sistem olah kering pecah kulit yang diproses dengan cara mengeringkan buah kopi secara utuh, lalu kulitnya dipecahkan setelah kering.

Limbah kulit kopi yang dihasilkan pasca panen masih menyisakan tumpukan yang sangat banyak dengan tekstur yang kasar. Karena proses pengeringan dilakukan secara tradisional dengan menggunakan sinar matahari dan ketika proses pecah kulit masih menggunakan alat sederhana, sehingga kulit kopi yang dihasilkan masih bertekstur keras, kasar dan dalam jumlah yang banyak. Disamping itu proses pengolahan kering yang digunakan lebih mudah dan tidak banyak membutuhkan biaya operasional sehingga sampai saat ini di desa Sasaran masih menerapkan metode tersebut untuk pengolahan kopi.

Akan tetapi metode olah kering pecah kulit yang diterapkan di desa Sasaran memiliki beberapa tantangan, termasuk risiko pembusukan atau fermentasi tidak merata jika kondisi pengeringan tidak terkontrol dengan baik. Sehingga berpotensi mencemari lingkungan serta mempengaruhi kesehatan petani kopi. Selama ini, limbah kulit kopi umumnya hanya ditumpuk, dibuang, atau dimanfaatkan secara terbatas sebagai pakan ternak maupun pupuk organik, sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Padahal, limbah kulit kopi memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga berpotensi besar untuk diolah menjadi arang aktif dengan nilai tambah yang lebih tinggi.

Limbah kulit kopi mengandung karbon, kalium, nitrogen, dan fosfor (Novita et al., 2019). Penggunaan limbah kulit kopi sebagai biosorben dapat mengoptimalkan dan meningkatkan kualitas lingkungan. Potensi limbah pertanian dapat digunakan secara efisien sebagai prekursor adsorben dalam menghilangkan logam berat (Irza et al., 2024). Arang aktif dikenal sebagai salah satu material penyerap (*adsorben*) yang banyak digunakan dalam bidang lingkungan, industri, dan kesehatan karena kemampuannya menyerap logam berat maupun zat pencemar.

Kulit kopi (*coffee husk, coffee peel*, dan limbah kopi lainnya) telah terbukti sangat efektif sebagai biosorben untuk menghilangkan berbagai polutan dari air, seperti logam berat (Pb, Cd, Cu, Cr, Zn), zat warna tekstil (*Rhodamine B, Congo red, methylene blue*), *fluoride*, hingga kontaminan farmasi dan antibiotic (Ghamdi et al., 2025; Meza et al., 2022; Nguyen et al., 2021; Quyen et al., 2021; Siaka et al., 2024; Silva et al., 2020; Yusuf et al., 2025; Zein et al., 2025). Kulit kopi sebagai biosorben menawarkan solusi ramah lingkungan dan berbiaya rendah, memanfaatkan limbah agroindustri yang melimpah (Skorupa et al., 2022; Yusuf et al., 2025; Zein et al., 2025). Selain itu, beberapa studi menunjukkan biosorben kopi dapat diregenerasi dan digunakan ulang beberapa kali tanpa penurunan signifikan pada efisiensi (Ghamdi et al., 2025; Meza et al., 2022).

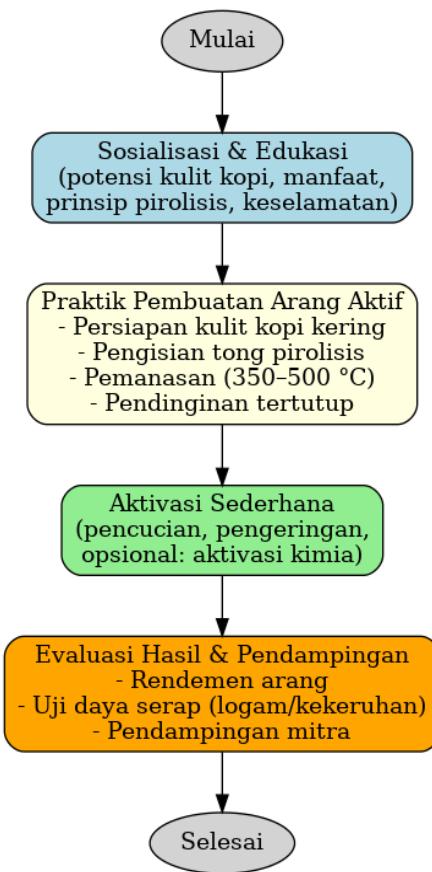
Proses produksi arang aktif dapat dilakukan dengan metode pirolisis, yaitu pembakaran tanpa oksigen pada suhu tertentu yang mampu mengubah biomassa menjadi arang. Penerapan teknologi tepat guna seperti pirolisis sangat relevan untuk meningkatkan pemanfaatan limbah pertanian sekaligus mendukung pengembangan produk unggulan desa yang ramah lingkungan. Namun, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan petani terkait pengolahan limbah kulit kopi menjadi arang aktif masih menjadi kendala. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan pemberdayaan melalui sosialisasi dan praktik pembuatan arang aktif dengan melibatkan kelompok tani, BUMDes, serta perangkat desa. Kegiatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani, tetapi juga membuka peluang usaha baru berbasis pengolahan limbah pertanian yang berkontribusi pada peningkatan ekonomi masyarakat dan mendukung keberlanjutan lingkungan di Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Pace dengan melibatkan kelompok tani kopi, ibu-ibu PKK, dan pengurus BUMDes sebagai mitra sasaran. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan melalui kombinasi ceramah, demonstrasi, dan pelatihan langsung (*hands-on training*) untuk memastikan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan praktis peserta. Ceramah digunakan pada tahap awal untuk memberikan pemahaman dasar mengenai potensi limbah kulit kopi, prinsip kerja teknologi pirolisis, serta manfaat arang aktif sebagai produk bernilai tambah. Selanjutnya, demonstrasi dilakukan untuk memperlihatkan secara langsung proses pengoperasian alat pirolisis, tahap aktivasi arang, hingga teknik pengujian kualitas sederhana.

Tahap akhir berupa pelatihan praktik yang melibatkan seluruh anggota kelompok petani kopi, sehingga mereka dapat mencoba sendiri proses pembuatan arang aktif mulai dari persiapan bahan baku, pemanasan, aktivasi, hingga pengemasan produk. Pendekatan ini dipilih agar peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan teoretis, tetapi juga memiliki

kemampuan teknis yang dapat diterapkan secara mandiri. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Program Pengabdian

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1, metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat meliputi empat tahap yaitu: (1) sosialisasi, berupa penyampaian materi tentang potensi limbah kulit kopi, manfaat arang aktif, serta pengenalan teknologi pirolisis; (2) Praktik pembuatan arang aktif, dilakukan dengan memanfaatkan tong pirolisis berkapasitas 15–40 kg, dimana kulit kopi kering dimasukkan ke dalam tong, dipanaskan hingga suhu pirolisis (350–500 °C), kemudian didinginkan dalam kondisi tertutup untuk menghasilkan arang; (3) Aktivasi sederhana, yaitu pencucian dan pengeringan arang untuk meningkatkan kualitas pori (dengan atau tanpa aktivator kimia tergantung fasilitas); dan (4) evaluasi hasil dan pendampingan, mencakup pencatatan rendemen, uji sederhana daya serap arang terhadap kekeruhan dan logam, serta monitoring penggunaan teknologi oleh kelompok tani. Setiap tahap didokumentasikan, dan indikator keberhasilan dievaluasi berdasarkan keterlibatan peserta, hasil produksi arang aktif, serta kesiapan mitra dalam mengelola produk secara berkelanjutan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian berjalan dengan baik dan diikuti secara aktif oleh kelompok tani, ibu-ibu PKK, pengurus BUMDes, dan perangkat desa. Hasil dari tahap sosialisasi menunjukkan bahwa peserta memahami potensi limbah kulit kopi yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan hasil pretest dan posttest, terjadi peningkatan pemahaman sebesar $\pm 75\%$ mengenai manfaat arang aktif dan prinsip dasar teknologi pirolisis. Pada tahap praktik pembuatan arang aktif, peserta dapat mengikuti proses mulai dari persiapan bahan baku, pengisian tong pirolisis, pembakaran, hingga pendinginan.

Pembuatan arang aktif dari kulit kopi umumnya melibatkan dua tahap utama: pirolisis (pemanasan tanpa oksigen) dan aktivasi kimia atau fisika. Pirolisis dilakukan pada suhu 350–800°C, di mana suhu dan waktu sangat memengaruhi hasil dan karakteristik arang (Afessa et al., 2024; Inayat et al., 2022; Nguyen et al., 2025; Setter et al., 2020). Aktivasi biasanya menggunakan bahan kimia seperti KOH, ZnCl₂, atau H₃PO₄ untuk meningkatkan luas permukaan dan porositas arang (Putra et al., 2025; Tran et al., 2021). Setelah pirolisis, arang dicuci dan dikeringkan sebelum digunakan.

Hasil pembakaran kulit kopi menghasilkan arang dengan warna hitam pekat dan struktur yang lebih rapuh dibandingkan kulit kopi mentah, menandakan proses karbonisasi berjalan dengan baik. Rendemen arang yang diperoleh dari 15 kg kulit kopi mencapai sekitar 4,5–5 kg ($\pm 30\%$). Arang ini kemudian dicuci, dikeringkan, dan diayak untuk menghasilkan partikel yang lebih halus sebagai bahan biosorben. Tahap aktivasi sederhana dilakukan melalui pencucian dan pengeringan, sehingga arang aktif lebih higienis dan memiliki daya serap yang lebih baik. Rasio dan konsentrasi aktivator menentukan dominasi mikropori atau mesopori pada arang aktif. Uji sederhana yang dilakukan bersama peserta menunjukkan adanya penurunan tingkat kekeruhan pada sampel air yang diberi perlakuan arang aktif. Hal ini menjadi bukti awal bahwa arang aktif dari limbah kulit kopi memiliki potensi besar sebagai biosorben logam berat, zat warna, polutan lain dari air limbah, serta dapat digunakan sebagai bahan filter dalam pengolahan kualitas air.

Proses filtrasi yang telah dilakukan uji skala laboratorium memberikan gambaran bahwa arang aktif dari kulit kopi sangat berpotensi untuk dikembangkan. Selain aspek teknis produksi, kegiatan pengabdian ini juga memberikan dampak positif yang signifikan pada aspek manajemen usaha. Peserta, khususnya kelompok tani dan ibu PKK, mulai diperkenalkan pada pentingnya pencatatan sederhana yang meliputi stok bahan baku, hasil produksi, hingga pencatatan keuangan harian. Pendampingan dalam hal ini bertujuan agar mitra tidak hanya terampil dalam memproduksi arang aktif, tetapi juga memiliki kemampuan dasar dalam mengelola usaha secara berkelanjutan. Pencatatan sederhana ini menjadi modal awal untuk

menumbuhkan budaya administrasi yang transparan dan akuntabel, sehingga keberlangsungan usaha dapat dipantau dengan lebih terstruktur.

Dari aspek pemasaran, keterlibatan BUMDes sebagai mitra strategis memberikan penguatan terhadap keberlanjutan program. BUMDes menyatakan komitmennya untuk membantu pengemasan produk arang aktif agar memiliki nilai jual yang lebih kompetitif serta menarik minat konsumen. Tidak hanya itu, BUMDes juga siap berperan dalam mendukung strategi pemasaran baik secara offline, melalui jaringan mitra lokal dan toko desa, maupun secara online dengan memanfaatkan platform digital. Dukungan ini menjadi sangat penting karena memperluas akses pasar sekaligus meningkatkan daya saing produk unggulan desa.

Dengan adanya kesinambungan antara aspek produksi, manajemen, dan pemasaran, arang aktif dari limbah kulit kopi berpotensi besar menjadi produk unggulan Desa Pace. Sinergi antara kelompok tani, ibu PKK, karang taruna, dan BUMDes menunjukkan adanya komitmen bersama dalam mengembangkan usaha ini tidak hanya sebagai solusi pengelolaan limbah, tetapi juga sebagai peluang peningkatan pendapatan masyarakat desa. Hal ini menegaskan bahwa kegiatan pengabdian ini tidak hanya berorientasi pada transfer teknologi, melainkan juga pada pemberdayaan masyarakat menuju kemandirian ekonomi desa yang berkelanjutan. Adapun hasil Produk dan Pemasaran seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Produk dan Pemasaran Biosorben Kulit Kopi

Secara keseluruhan, hasil kegiatan seperti pada Gambar 2 membuktikan bahwa penerapan teknologi pirolisis sederhana dapat meningkatkan nilai tambah dan menjadi produk bernilai ekonomi. Keberhasilan kegiatan ini juga ditunjang oleh partisipasi aktif masyarakat dan dukungan kelembagaan desa, sehingga keberlanjutan program memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kegiatan Sosialisasi dan Praktik

Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa penggunaan alat tong pirolisis yang telah diserahkan kepada mitra dan dapat dilihat pada Gambar 4 memberikan dampak positif terhadap proses produksi arang aktif. Mitra dapat secara langsung mempraktikkan cara pengoperasian tong pirolisis untuk mengolah limbah kulit kopi menjadi arang aktif dengan lebih efisien dibandingkan metode tradisional. Dengan kapasitas ± 40 kg bahan baku sekali proses, alat ini mampu mempercepat waktu pengarangan dan menghasilkan rendemen arang yang lebih stabil. Adapun bentuk Teknologi Pembuatan Arang Aktif seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Teknologi Pembuatan Arang Aktif

Bentuk teknologi pembuatan arang aktif telah diadaptasi oleh mitra, hal ini menandai adanya bentuk transfer teknologi tepat guna kepada kelompok tani, sehingga mereka tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis tetapi juga fasilitas nyata untuk menunjang keberlanjutan produksi. Untuk mengetahui tingkat ketercapaian program, maka dilakukan penyebaran kuesioner kepada mitra setelah kegiatan berlangsung. Kuesioner ini bertujuan untuk mengukur pemahaman mitra, relevansi materi, serta efektivitas metode penyampaian dan praktik yang diberikan. Data hasil penilaian kemudian direkapitulasi sebagai dasar evaluasi keberhasilan program dan sebagai masukan untuk peningkatan kegiatan serupa di masa mendatang, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kuesioner untuk kegiatan pengabdian Sosialisasi dan Praktik

No	Pertanyaan Kuisisioner	Skor Ketercapaian	Kategori
1	Apakah kegiatan sosialisasi ini menambah pemahaman Anda tentang pengelolaan limbah kopi?	92%	Sangat Baik
2	Apakah penjelasan mengenai teknologi pirolisis mudah dipahami?	88%	Baik
3	Apakah praktik pembuatan arang aktif dengan tong pirolisis mudah diikuti?	90%	Sangat Baik
4	Apakah fasilitas/peralatan yang diberikan mendukung penerapan teknologi di lapangan?	85%	Baik
5	Apakah Anda berminat untuk mengembangkan produksi arang aktif secara berkelanjutan?	90%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 1, disampaikan bahwa kegiatan pengabdian masyarakat terkait sosialisasi dan praktik pembuatan arang aktif dari limbah kulit kopi melalui teknologi pirolisis mendapat respon yang sangat positif dari peserta. Sebanyak 92% responden menyatakan bahwa kegiatan ini menambah pemahaman mereka tentang pengelolaan limbah kopi, yang menunjukkan keberhasilan program dalam memberikan edukasi kepada mitra. Penjelasan mengenai teknologi pirolisis juga dinilai mudah dipahami dengan capaian 88%, menandakan bahwa materi telah disampaikan secara jelas dan sesuai dengan tingkat pemahaman masyarakat. Selanjutnya, praktik pembuatan arang aktif dengan tong pirolisis memperoleh skor 90% dengan kategori sangat baik, yang berarti metode praktik langsung efektif dalam meningkatkan keterampilan peserta.

Dari sisi dukungan fasilitas, capaian sebesar 85% menunjukkan bahwa peralatan yang diberikan sudah cukup memadai untuk penerapan di lapangan, meskipun masih terdapat ruang untuk peningkatan. Sementara itu, 90% responden menyatakan berminat untuk mengembangkan produksi arang aktif secara berkelanjutan, yang menjadi indikator kuat bahwa kegiatan ini berpotensi memberikan dampak jangka panjang terhadap kemandirian dan peningkatan ekonomi kelompok tani. Dengan demikian, hasil kuesioner ini menegaskan bahwa sosialisasi dan praktik yang dilakukan tidak hanya meningkatkan pemahaman, tetapi juga memotivasi masyarakat untuk mengimplementasikan teknologi tepat guna secara berkelanjutan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan sosialisasi dan praktik pembuatan arang aktif dari limbah kulit kopi melalui teknologi pirolisis berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta secara signifikan. Hal ini terlihat dari hasil evaluasi yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti kegiatan, di mana lebih dari 80% peserta menyatakan mampu memahami konsep dasar pirolisis dan langkah pembuatan arang aktif dibandingkan sebelum kegiatan yang hanya sekitar 40%. Dari aspek

produksi, percobaan pengolahan 15 kg kulit kopi kering menghasilkan rendemen arang aktif sebesar $\pm 30\text{--}35\%$, menunjukkan efektivitas penerapan teknologi pirolisis dalam memanfaatkan limbah kulit kopi. Hasil ini membuktikan bahwa limbah kulit kopi yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dapat diolah menjadi produk bernilai tambah dengan potensi ekonomi sekaligus ramah lingkungan. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan pengetahuan, tetapi juga solusi praktis berupa penerapan teknologi tepat guna yang dapat mendukung peningkatan kesejahteraan kelompok tani dan masyarakat sekitar.

Ke depan, diperlukan pendampingan berkelanjutan bagi kelompok tani dan ibu-ibu PKK dalam hal peningkatan kualitas produksi, manajemen usaha, serta pemasaran produk. BUMDes diharapkan dapat memperkuat peran dalam pengemasan dan distribusi, termasuk memanfaatkan platform digital untuk memperluas pasar. Dukungan pemerintah desa maupun lembaga terkait juga penting, terutama dalam akses permodalan dan promosi, agar arang aktif Desa Pace dapat berkembang menjadi produk unggulan yang berkelanjutan serta memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Program Pengabdian Masyarakat oleh Mahasiswa ini didukung dan didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi pada Tahun 2025. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada (LP2M) Universitas Jember yang telah memberikan pendampingan, arahan, serta fasilitasi sehingga program ini dapat terlaksana dengan baik. Dukungan ini sangat berperan dalam keberhasilan kegiatan dan pencapaian tujuan pemberdayaan masyarakat di Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember.

DAFTAR RUJUKAN

- Afessa, M., Olu, F., Geleta, W. S., Legese, S., & Ramayya, A. (2024). Unlocking the potential of biochar derived from coffee husk and khat stem for catalytic tar cracking during biomass pyrolysis: characterization and evaluation. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05957-9>
- Al-Ghamdi, A., Ibrahim, S., Lu, X., Xin, J., El-Sayed, I., Galhoun, A., & Wageh, S. (2025). Biosorbent silver nanoparticles decorated coffee-ground waste composite for cleaning water and antimicrobial applications. *Environmental Science and Pollution Research International*. 32(5), 2280-2297 <https://doi.org/10.1007/s11356-024-35809-y>
- Anggia, M., & Wijayanti, R. (2023). Studi Proses Pengolahan Kopi Metode Kering Dan Metode Basah Terhadap Rendemen Dan Kadar Air. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 2(2), 137–141. <https://doi.org/10.47233/jppie.v2i2.996>
- Aufa Irza, T., Khadafi, M., Suhendrayatna, & Syaubari. (2024). Karakterisasi Biosorben Magnetik Ampas Kopi untuk Penyisihan Ion Timbal (Pb). *Jurnal Teknologi*, 24(1), 59–66.

- Berlianti, N. A., Supriyanto, E., & Rokhmah, D. (2024). Penyuluhan Praktik Kelompok Tani dalam Pengolahan Bahan Baku Bio-Plastik dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Kopi. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 454-462. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i1.1358>
- Dwiranata, D., Pramita, D., & Syaharuddin, S. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis Android Pada Materi Dimensi Tiga Kelas X SMA. *Jurnal Varian*, 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.30812/varian.v3i1.487>
- Inayat, A., Rocha-Meneses, L., Said, Z., Ghenai, C., Ahmad, F., Al-Ali, A., Mahmood, F., & Abdallah, N. (2022). Activated Carbon Production from Coffee Waste via Slow Pyrolysis Using a Fixed Bed Reactor. *Environmental and Climate Technologies*, 26(1), 720-729. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2022-0055>
- Lavado-Meza, C., De La Cruz-Cerrón, L., Cisneros-Santos, G., De La Cruz, A., Angeles-Suazo, J., & Dávalos-Prado, J. (2022). Arabica-coffee and teobroma-cocoa agro-industrial waste biosorbents, for Pb(II) removal in aqueous solutions. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(2), 2991-3001. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22233-3>
- Nguyen, T., Vu, N., Le, H., & Nguyen, H. (2025). Effect of pyrolysis temperature and time of robusta coffee husk on yield and product characteristics. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 90(11) <https://doi.org/10.2298/jsc241002005n>
- Nguyen, V.-T., Vo, T., Nguyen, T., Dat, N., Huu, B., Nguyen, X., Tran, T.-D., Le, T.-N.-C., Duong, T., Bui, M.-H., Dong, C.-D., & Bui, X. (2021). Adsorption of norfloxacin from aqueous solution on biochar derived from spent coffee ground: Master variables and response surface method optimized adsorption process. *Chemosphere*, 288, 132577. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132577>
- Novita, E., Fathurrohman, A., & Pradana, H. A. (2019). Pemanfaatan Kompos Blok Limbah Kulit Kopi Sebagai Media Tanam. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 2(2), 61-72. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v2i2.62>
- Putra, T. A. R., Yunari, E. N., Pratama, B. S., Witoyo, J. E., Pangestu, M. B., Putra, E. P. D., Nugraha, A. W., & Devita, W. H. (2025). Characterization of Activated Carbon from Coffee Husk Using Potassium Hydroxide (KOH) as an Activator. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 13(1), 1-9 <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2025.013.01.01>
- Quyen, V. T., Pham, T.-H., Kim, J., Thanh, D. M., Thang, P. Q., Van Le, Q., Jung, J.-H., & Kim, T. (2021). Biosorbent derived from coffee husk for efficient removal of toxic heavy metals from wastewater. *Chemosphere*, 284, 131312. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131312>
- Setter, C., Silva, F. T. M., Assis, M., Ataíde, C., Trugilho, P., & Oliveira, T. J. P. (2020). Slow pyrolysis of coffee husk briquettes: Characterization of the solid and liquid fractions. *Fuel*, 261, 116420. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116420>
- Siaka, I., Sudiarta, W., Sahara, E., Sastrawidana, I., & Maryam, S. (2024). The Adsorption Isotherm and Kinetics Studies of Cu(II) and Cr(III) Metal Ions from Aqueous Solutions on Activated Biosorbent of Coffee Pulp Waste. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 25 <https://doi.org/10.12912/27197050/192550>
- Silva, B., Martins, M., Roșca, M., Rocha, V., Lago, A., Neves, I., & Tavares, T. (2020). Waste-based biosorbents as cost-effective alternatives to commercial adsorbents for the retention of fluoxetine from water. *Separation and Purification Technology*, 235, 116139. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116139>
- Skorupa, A., Worwag, M., & Kowalczyk, M. (2022). Coffee Industry and Ways of Using By-Products as Bioadsorbents for Removal of Pollutants. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w15010112>

- Sucipto, L., & Syaharuddin, S. (2018). Konstruksi Forecasting System Multi-Model untuk pemodelan matematika pada peramalan Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(2), 114. <https://doi.org/10.26594/register.v4i2.1263>
- Syaharuddin, S., & Ibrahim, M. (2017). Aplikasi Sistem Informasi Desa Sebagai Teknologi Tepat Guna Untuk Pendataan Penduduk Dan Potensi Desa. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 1(1), 60. <https://doi.org/10.31764/jmm.v1i1.14>
- Tran, T., Le, H., Pham, T., Nguyen, D., La, D., Chang, S., Lee, S. M., Chung, W., & Nguyen, D. (2021). Comparative study on methylene blue adsorption behavior of coffee husk-derived activated carbon materials prepared using hydrothermal and soaking methods. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9, 105362. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2021.105362>
- Yusuf, Z., Pilto, Z., Desta, M., & Tegegn, K. (2025). Optimization of Coffee (Coffea arabica L.) Husk for Removal of Textile Dye. *The Scientific World Journal*. 2025(1), 8844264 <https://doi.org/10.1155/tswj/8844264>
- Zein, R., Prestica, Y., Deswati, & Ramadhani, P. (2025). Utilization of Coffee Peel Waste as Biosorbent for Rhodamine B Dye Removal: Isotherm, Kinetics, and Thermodynamic Studies. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*. 9(1), 36-45 <https://doi.org/10.26554/ijems.2025.9.1.36-45>