



**OPTIMALISASI PEMANFAATAN LIMBAH APEL MENJADI BIOCHAR
SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KAPASITAS UMKM UD EXCELLENT 2012 DI
KECAMATAN TUTUR, KABUPATEN PASURUAN**

Purity Sabila Ajiningrum^{1*}, Tatang Sopandi¹, Yitno Utomo², Iftakhur Roziqin¹, Kafil Irsalina Mirza Ludin¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Surabaya

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Surabaya

*Email: puritysabila@unipasby.ac.id

Informasi Artikel	Abstrak
<p>Kata kunci: <i>biochar, ekonomi sirkular limbah apel, pirolisis.</i></p> <p>Diterima: 2025-11-04 Disetujui: 2025-12-09 Dipublikasikan: 2026-01-14</p>	<p>UMKM UD Excellent 2012 dan masyarakat Desa Kayukebek menghadapi permasalahan berupa tingginya limbah apel yang belum dimanfaatkan secara optimal dan sebagian besar hanya dibuang atau digunakan sebagai pakan ternak bernilai rendah. Kondisi ini menimbulkan potensi pencemaran lingkungan serta belum memberikan nilai tambah ekonomi. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan sebagai solusi untuk meningkatkan kapasitas mitra dalam mengolah limbah apel menjadi biochar, yaitu produk berkarbon tinggi yang bermanfaat bagi pertanian dan memiliki peluang usaha. Rangkaian kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan teknis pembuatan biochar melalui pirolisis sederhana, pendampingan praktik, serta evaluasi pemahaman peserta melalui pre-test dan post-test. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan, ditandai dengan kenaikan skor rata-rata dari 4,2 menjadi 8,1. Peserta memperoleh pemahaman mengenai konsep biochar, proses pirolisis, dan potensi aplikasinya. Program ini memberikan dampak positif berupa peningkatan kemampuan mitra dalam mengelola limbah organik serta mendorong inisiatif produksi biochar skala kecil. Selain itu, kegiatan ini berkontribusi pada penguatan praktik ekonomi sirkular di tingkat UMKM sebagai upaya keberlanjutan jangka panjang.</p>
	<p>Abstract</p> <p>The UD Excellent 2012 MSME and the community of Kayukebek Village face a major issue related to the large amount of apple waste that remains underutilized and is mostly discarded or used as low-value animal feed. This condition creates environmental concerns and provides no economic benefit for the community. This community service program was implemented to enhance the partners' capacity in processing apple waste into biochar, a value-added product with agricultural and economic potential. The activities included socialization, technical training on simple pyrolysis, hands-on practice, mentoring, and evaluation of participants' knowledge through pre-test and post-test assessments. The results showed a significant improvement in participants' understanding, with the average score increasing from 4.2 to 8.1 after the training. Participants gained a clearer understanding of the</p>

concept of biochar, the pyrolysis process, and potential applications in agriculture. This program has had a positive impact by strengthening partners' skills in managing organic waste and encouraging the development of small-scale biochar production. The initiative also supports long-term sustainability through the promotion of circular economy practices at the MSME level.

PENDAHULUAN

Kabupaten Pasuruan, khususnya Kecamatan Tutar, dikenal sebagai salah satu sentra produksi apel paling produktif di Jawa Timur. Wilayah ini memiliki luas perkebunan apel sekitar 784 hektar yang tersebar di beberapa desa, termasuk Kayukebek, Andonosari, Wonosari, hingga Gendro. Varietas apel yang dibudidayakan pun beragam, antara lain Manalagi, Rome Beauty, dan Anna, yang memiliki karakteristik rasa dan kualitas unggul. Pada tahun 2023, volume produksi apel di Kecamatan Tutar tercatat mencapai 9.586 ton, menjadikan kawasan ini penyumbang utama produksi apel di Jawa Timur, bahkan lebih produktif dibandingkan daerah lain yang selama ini lebih populer seperti Malang atau Batu. Herlina & Amrullah, (2020) juga menyebutkan bahwa Kecamatan Tutar sebagai salah satu harapan pemerintah dalam memenuhi kebutuhan apel dalam negeri. Potensi besar ini menjadikan Tutar sebagai bagian dari kawasan agropolitan strategis, sekaligus memperkuat identitas Pasuruan sebagai daerah dengan komoditas hortikultura unggulan.

Pertumbuhan produksi tersebut jelas membawa dampak positif terhadap ekonomi lokal melalui keterlibatan UMKM dalam pengolahan buah apel. Di sisi lain, muncul persoalan serius berupa limbah apel yang cukup melimpah, baik dari hasil panen maupun sisa pengolahan produk olahan apel. Sebagian apel mengalami kerusakan, afkir atau tersisa dalam bentuk limbah dari proses pengolahan produk olahan apel (seperti keripik, sari apel, dan cuka apel). Limbah apel ini terdiri dari kulit, biji, dan ampas yang jumlahnya dapat mencapai tonase besar saat musim panen raya. Apabila tidak ditangani secara tepat, limbah tersebut akan menumpuk dan menimbulkan berbagai persoalan lingkungan, seperti pencemaran bau, potensi berkembangnya mikroba patogen, serta menurunnya kualitas sanitasi lingkungan (Bellopede et al., 2022; Utomo et al., 2019).

Masyarakat Desa Kayukebek pada umumnya masih memanfaatkan limbah apel secara terbatas, misalnya hanya sebagai pakan ternak atau dibuang ke lahan terbuka. Pola pengelolaan seperti ini belum mampu memberikan nilai tambah ekonomi, padahal terdapat peluang besar untuk mengolah limbah apel menjadi produk yang bermanfaat. Salah satu teknologi sederhana dan tepat guna yang dapat diterapkan adalah konversi limbah apel menjadi biochar melalui proses pirolisis. Namun demikian, mitra masih menghadapi sejumlah permasalahan mendasar yang menghambat optimalisasi pemanfaatan limbah apel. Permasalahan tersebut meliputi: (1) keterbatasan pengetahuan dan keterampilan masyarakat terkait teknologi pirolisis dan pemanfaatan biochar; (2) tidak tersedianya alat produksi sederhana yang memungkinkan konversi limbah menjadi produk bernilai tambah; (3) belum

adanya diversifikasi produk olahan limbah apel selain pakan ternak; serta (4) rendahnya pemahaman mengenai manfaat agronomis biochar sebagai pembenah tanah dan potensi ekonominya. Kondisi ini menyebabkan limbah apel masih belum termanfaatkan secara optimal sehingga peluang peningkatan nilai ekonomi dan keberlanjutan lingkungan belum tercapai.

Teknik pirolisis merupakan salah satu teknik konversi yang bisa direkomendasikan untuk mengolah limbah biomassa seperti ampas apel (Aisyah et al., 2023). Menurut (Choi et al., 2014) *dalam* (Aisyah et al., 2023) pirolisis adalah proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen. Teknik ini juga merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah biomassa yang dipandang cukup prospektif untuk dikembangkan, dimana dalam satu alat pirolisis akan dihasilkan produk berupa arang, yaitu Biochar.

Biochar adalah padatan kaya karbon yang dihasilkan dari pirolisis biomassa seperti kayu, pupuk kandang, seresah dan daun di bawah suhu tinggi dan kondisi oksigen rendah yang digunakan untuk aplikasi pertanian sebagai bahan pembenah tanah (*soil amendment*) (Lehmann et al., 2015; Oni et al., 2019); (Evizal et al., 2023)). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan biochar kedalam tanah menghasilkan peningkatan produktivitas di atas permukaan tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, menjaga kelembaban tanah, serta menambah kesuburan lahan secara berkelanjutan (Evizal dan Prasmatiwi (2023). Selain itu, biochar juga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim karena mampu menyimpan karbon dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, produksi biochar dari limbah apel bukan hanya sekadar solusi pengelolaan sampah organik, tetapi juga bagian dari Upaya untuk mewujudkan konsep ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan limbah sebagai sumber daya baru.

UD Excellent 2012 merupakan salah satu UMKM di Desa Kayukebek yang bergerak di bidang pengolahan buah apel dan telah memproduksi sari buah apel selama lebih dari 12 tahun. Usaha ini memanfaatkan apel lokal, khususnya varietas manalagi, yang banyak dibudidayakan di daerah tersebut. UD Excellent 2012 memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pelaku usaha berbasis inovasi biochar. Selama ini UMKM tersebut lebih fokus pada kegiatan usaha sari apel saja, namun belum banyak mengembangkan diversifikasi produk ramah lingkungan. Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, UMKM akan diberdayakan agar mampu menguasai teknik sederhana pembuatan biochar dari limbah apel, memahami manfaat biochar dan mengembangkan biochar sebagai produk inovatif yang bernilai jual, sehingga kegiatan ini diharapkan dapat menjawab dua persoalan sekaligus yaitu mengurangi beban lingkungan akibat limbah apel serta meningkatkan kapasitas ekonomi masyarakat melalui pemberdayaan UMKM.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan dalam bentuk pelatihan di Desa Kayukebek, Kecamatan Tukur, Kabupaten Pasuruan pada bulan Agustus-September 2025. Kegiatan ini diikuti oleh 30 peserta terdiri dari UMKM UD Excellent 2012 dan masyarakat Desa Kayukebek.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui empat tahapan utama. Tahap pertama adalah survei dan diskusi, yaitu pertemuan awal antara tim pengabdian dan mitra UMKM UD Excellent 2012 untuk mengidentifikasi permasalahan utama, meliputi pengelolaan limbah apel yang belum optimal, keterbatasan teknologi produksi, serta lemahnya strategi pemasaran. Pada tahap ini, tim juga melakukan asesmen kebutuhan peralatan dan menentukan rancangan bahan ajar pelatihan. Hasil diskusi tersebut digunakan untuk menyusun rencana pelatihan dan pendampingan teknis terkait konversi limbah apel menjadi biochar.

Tahap kedua adalah sosialisasi program, yang difokuskan pada penyampaian manfaat pengolahan limbah apel, peluang ekonomi produk biochar, dan implikasinya terhadap keberlanjutan pertanian lokal. Pada tahap ini, diperkenalkan pula perangkat pirolisis yang akan digunakan dalam pelatihan, yakni alat pirolisis tipe drum modifikasi berkapasitas 15–20 kg bahan baku per siklus, bahan bakar dari gas, suhu dipantau menggunakan termometer analog tahan panas dengan capaian 200 derajat celsius. Proses ini berlangsung selama 2–3 jam hingga terbentuk biochar yang stabil, dengan proses kedap udara, kemudian biochar dibiarkan dingin tanpa membuka pirolisis.

Tahap ketiga adalah pelaksanaan pelatihan, dimana narasumber memberikan materi teknis mengenai proses pirolisis, karakteristik biochar berkualitas, dan cara mengaplikasikannya pada tanah pertanian. Peserta juga melakukan praktik langsung menggunakan alat pirolisis, mulai dari persiapan bahan baku (sortasi limbah apel, pengeringan awal), pengaturan ventilasi pada drum, pembakaran terkendali, hingga pendinginan dan penyaringan biochar. Kegiatan praktik ini memungkinkan peserta memahami tahapan produksi secara aplikatif serta mengestimasi biaya operasional dan potensi volume produksi harian UMKM. Tahap keempat adalah evaluasi program, berupa penilaian tingkat pemahaman peserta melalui pre-test dan post-test. Evaluasi ini mengukur peningkatan pengetahuan mengenai konsep dasar biochar, tahapan teknis pirolisis, pengendalian suhu, kualitas produk, serta penerapannya dalam pertanian. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai efektivitas pelatihan serta menyusun rekomendasi tindak lanjut untuk mitra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Upaya Peningkatan Kapasitas UMKM UD Excellent 2012 melalui kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini diikuti oleh 30 peserta terdiri dari UMKM UD Excellent 2012 dan masyarakat Desa Kayukebek. Pada tahap sosialisasi, peserta menunjukkan antusiasme tinggi dan aktif berdiskusi terkait pemanfaatan limbah apel dan peluang pengembangan biochar sebagai produk baru. Antusiasme peserta selaras dengan studi sebelumnya yang dilakukan oleh (Handoko et al., 2025), bahwa penerapan teknologi tepat guna dan pelatihan terhadap pengelolaan limbah terbukti mendapat respons positif dari komunitas sasaran. Penyampaian materi yang relatif mudah dipahami karena mengintegrasikan aspek edukasi lingkungan, potensi ekonomi dan demonstrasi teknologi sederhana, sehingga mampu meningkatkan motivasi peserta dalam mengikuti seluruh tahapan kegiatan.



Gambar 1. Survei dan Diskusi Tim Pengabdian dengan Mitra pada bulan Juli 2025

Peningkatan pengetahuan peserta terlihat dari hasil evaluasi menggunakan pre-test dan post-test. Sebelum pelatihan, rata-rata skor pre-test berada pada angka 4,2 dari 10, menunjukkan bahwa pemahaman peserta masih sangat terbatas, terutama terkait proses pirolisis, karakteristik biochar berkualitas, serta potensi nilai tambah limbah apel. Setelah pelaksanaan sosialisasi, pelatihan dan praktik langsung, skor post-test meningkat menjadi 8,1 dari 10. Kenaikan ini selaras dengan hasil penelitian (Savira Putri Wulandari et al., 2025) *dalam* (Sopandi et al., 2025) yang menyatakan bahwa peningkatan nilai post-test lebih dari 30% menunjukkan keberhasilan program pelatihan dalam meningkatkan kapasitas pengetahuan peserta secara signifikan.

Tabel 1. Kesimpulan Hasil Kuesioner Pre-test dan Post-test

Aspek yang Diukur	Pre-Test (n = 30)	Post-Test (n = 30)	Peningkatan
Rata-rata skor (0–10)	4,2	8,1	+3,9
Skor tertinggi	6	10	+4
Skor terendah	2	7	+5
Distribusi skor rendah (<5)	24 peserta (80%)	0 peserta (0%)	-80%
Distribusi skor tinggi (≥ 7)	0 peserta (0%)	30 peserta (100%)	+100%
Total jawaban benar	126 (42%)	243 (81%)	+117 jawaban benar
Total jawaban salah	174 (58%)	57 (19%)	-117 jawaban salah



Gambar 2. Penyampaian materi pelatihan oleh Tim Pengabdian pada bulan September 2025

Hasil kegiatan ini menegaskan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik (*hands-on learning*) efektif untuk mentransfer keterampilan produksi biochar. Temuan ini sejalan dengan pelatihan yang dilakukan oleh (Onne Akbar Nur, Ichsan; Martiana Anggia; Nanda S. Prawira &

Dwisatria, 2024) yang menunjukkan bahwa praktik langsung dalam pengolahan limbah organik mampu meningkatkan keterampilan teknis masyarakat secara signifikan dalam mengoperasikan teknologi tepat guna. Selain peningkatan pengetahuan, kegiatan ini juga mendorong kesiapan awal peserta dalam mengaplikasikan teknologi biochar secara mandiri. UMKM UD Excellent 2012 mulai menyusun rencana implementasi produksi biochar secara bertahap, dimulai dari pemilahan limbah apel, uji coba pengoperasian alat pirolisis, serta pembuatan batch biochar skala kecil (5–10 kg per produksi). Tindak lanjut ini penting mengingat biochar memiliki prospek pasar yang cukup potensial, terutama untuk sektor pertanian organik, pembibitan tanaman hortikultura, serta urban farming.



Gambar 3. Peserta praktik langsung menggunakan alat pirolisis dan alat penggiling biochar

Namun terdapat beberapa tantangan, yaitu penyediaan bahan baku secara kontinu, serta pendampingan lanjutan terkait manajemen produksi dan pemasaran. Tantangan ini umum terjadi pada UMKM yang baru mengadopsi teknologi baru sehingga untuk mengatasinya diperlukan pendampingan berkelanjutan serta kolaborasi dengan instansi lokal dan kelompok tani agar produksi biochar dapat berkelanjutan, skala dapat ditingkatkan dan produk dapat diterima di pasar. Hal ini sejalan dengan yang dilakukan oleh (Maisirata & Pelealu, 2025) yang menunjukkan bahwa pelatihan manajerial dan mentoring intensif berperan penting dalam meningkatkan kompetensi dan kemandirian UMKM.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini tidak hanya meningkatkan kapasitas pengetahuan peserta, tetapi juga membuka jalan bagi UMKM untuk memulai diversifikasi produk ramah lingkungan berbasis limbah apel. Dampak keberlanjutan terlihat dari munculnya komitmen mitra untuk mulai memproduksi biochar secara mandiri, yang ke depan diharapkan mampu memperkuat ekonomi sirkular di Desa Kayukebek serta memberikan nilai tambah bagi ekonomi lokal.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan bersama UMKM UD Excellent 2012 dan masyarakat Desa Kayukebek berhasil meningkatkan kapasitas pengetahuan dan keterampilan peserta dalam mengelola limbah apel menjadi biochar. Hasil evaluasi melalui pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan pemahaman yang signifikan, dari rata-rata skor 4,2 menjadi 8,1. Peserta kini mampu memahami konsep biochar, proses pirolisis, jenis limbah apel yang dapat diolah,

serta ciri biochar yang berkualitas. Antusiasme tinggi dan keterlibatan aktif selama kegiatan menjadi indikator bahwa program ini efektif dalam mendorong pemanfaatan limbah apel secara produktif. Selain memberikan solusi pengelolaan lingkungan, program ini juga membuka peluang ekonomi baru bagi UMKM dan masyarakat setempat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi atas pendanaan Hibah Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, I. (2023). Kajian Penciptaan “Green Jobs” melalui Pengelolaan Limbah Biomassa Menjadi Arang dan Asap Cair dengan Teknik Pirolisis. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 23(1), 83–91. <https://doi.org/10.17509/jpp.v23i1.56991>
- Bellopede, R., Zichella, L., Goł, Ebiewska, E., Kalinowska, M., & Yildiz, G. (2022). Sustainable Use of Apple Pomace (AP) in Different Industrial Sectors. *Materials 2022*, Vol. 15, Page 1788, 15(5), 1788. <https://doi.org/10.3390/MA15051788>
- Evizal, R. & F.E. Prasmatiwi. (2023). Biochar: Pemanfaatan dan Aplikasi Praktis. *Jurnal Agrotropika*, Vol. 22(1): 1-12.
- Choi, G. G., Jung, S. H., Oh, S. J., & Kim, J. S. (2014). Total utilization of waste tire rubber through pyrolysis to obtain oils and CO₂ activation of pyrolysis char. *Fuel Processing Technology*, 123, 57–64. <https://doi.org/10.1016/J.FUPROC.2014.02.007>
- Handoko, C.T., Khoriyah, S., Ariwibowo, W., Pranoto, Mudyantini, Wahyono, S., Syahwan, F.L., Jimmyanto, H., Adabi, C.R., Aulia, A.A. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penerapan Teknologi Pengelolaan Sampah Organik Berbasis Komunitas di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Abdimas Man diri*, Vol. 9(1): 33-43. <https://doi.org/10.36982/jam.v9i1.4916>
- Herlina, N., & Amrullah, F. (2020). Hubungan Curah Hujan dengan Produktivitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 44(1), 11–18. <https://doi.org/10.21082/jti.v44n1.2020.11-18>
- Ichsan, O. A. N., A. Martiana, N. S. Prawira., F. Ramadhani, N. Dwisatria. (2024). Pemberdayaan Petani Berbasis Optimalisasi Limbah Pertanian dengan Teknologi KOMPOC. *Jurnal Solma*, 13(3): 2508-2514. <https://doi.org/10.22236/solma.v13i3.16627>
- Lehmann, J., Kuzyakov, Y., Pan, G., & Ok, Y. S. (2015). Biochars and the plant-soil interface. *Plant and Soil*, 395(1–2), 1–5. <https://doi.org/10.1007/S11104-015-2658-3/FIGURES/2>
- Maisirata, P., D.R. Pelealu. (2025). Optimalisasi Pengelolaan Usaha Komunitas UMKM melalui Strategi Pelatihan dan Pendampingan Berbasis Kebutuhan. *Jurnal Lebah*, Vol. 18(4): 515-520. <https://doi.org/10.35335/lebah.v18i4.349>
- Oni, B. A., Oziegbe, O., & Olawole, O. O. (2019). Significance of biochar application to the environment and economy. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(2), 222–236. <https://doi.org/10.1016/J.AOAS.2019.12.006>

- Sopandi, T., P.S.W. Kusuma., Sukarjati, D.K. Binawati., P.S. Ajiningrum., V. Andriani., A. Yachya. (2025). Pengenalan Sains Data Biologi Untuk Siswa Sma: Membangun Literasi Data Sejak Dini Dalam Era Digital. *Abadimas*, Vol. (01): 86-93. <https://doi.org/10.36456/abadimas.v9.i01.a10561>
- Utomo, D., Arifin, A. Z., & Syaiful, M. (2019). Diversifikasi Limbah Ampas Cuka Apel Untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. *JMM - Jurnal Masyarakat Merdeka*, 2(1). <https://jmm.unmerpas.ac.id/index.php/jmm/article/view/18>
- Wulandari, S. P., Marmi, M., & Achmadi, A. (2025). Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Gamifikasi Wordwall untuk Meningkatkan Hasil Belajar Panen dan Pasca Panen di SMKN 1 Gondang. *Lencana: Jurnal Inovasi Ilmu Pendidikan*, 3(2), 126–142. <https://doi.org/10.55606/LENCANA.V3I2.5026>