

Edukasi Pemanfaatan Biochar Pada Lahan Suboptimal Bagi Mahasiswa UMKT Di P4S Puri Leisa Samarinda

Darmawan Setiawan¹, Daniyati Astuti², Fenty Fauziah³

^{1,2,3} Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi Bisnis dan Politik, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia

*e-mail: darmawansetiawan1010@gmail.com¹, daniyatiastutise@gmail.com², ff230@umkt.ac.id³

Artikel dikirim: 28 April 2026; **Revisi:** 06 Mei 2026; **Diterima:** 07 Mei 2026; **Dipublikasikan:** xx Mei 2026.

Abstrak

Lahan suboptimal di wilayah Samarinda memiliki tingkat kesuburan rendah akibat keterbatasan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga berdampak pada rendahnya produktivitas pertanian. Kondisi ini mendorong perlunya solusi ramah lingkungan melalui pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memberikan edukasi kepada mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) mengenai pemanfaatan biochar pada lahan suboptimal di P4S Puri Leisa Samarinda. Kegiatan dilaksanakan pada 12 April 2026 dengan melibatkan 27 peserta yang terdiri dari dosen dan mahasiswa. Metode yang digunakan meliputi penyampaian materi, diskusi interaktif, observasi lapangan, dan evaluasi kegiatan melalui pendekatan edukatif dan partisipatif. Hasil kegiatan menunjukkan adanya perubahan pemahaman peserta, di mana sebelum kegiatan sebagian besar peserta belum memahami fungsi biochar secara spesifik, sedangkan setelah kegiatan sekitar $\geq 70\%$ peserta mampu menjelaskan peran biochar dalam meningkatkan kapasitas menahan air, memperbaiki struktur tanah, dan menstabilkan pH tanah. Peserta juga mampu mengidentifikasi limbah biomassa sebagai bahan baku biochar serta menunjukkan partisipasi aktif selama pelaksanaan. Kegiatan ini memberikan manfaat langsung berupa peningkatan kemampuan peserta dalam memahami, menjelaskan, dan mengaplikasikan pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah ramah lingkungan pada lahan suboptimal.

Kata kunci: biochar, lahan suboptimal, pertanian berkelanjutan, pengabdian Masyarakat, edukasi

Abstract

Suboptimal land in the Samarinda region has low fertility due to limitations in the physical, chemical, and biological properties of the soil, resulting in low agricultural productivity. These conditions highlight the need for environmentally friendly solutions through the use of biochar as a soil conditioner. This community service activity aims to educate students of the Master of Management Program at the University of Muhammadiyah East Kalimantan (UMKT) on the use of biochar on suboptimal land at the P4S Puri Leisa Samarinda. The activity was held on April 12, 2026, involving 27 participants consisting of lecturers and students. The methods used included material delivery, interactive discussions, field observations, and activity evaluations through educational and participatory approaches. The results of the activity indicate a shift in participants' understanding: prior to the activity, most participants did not fully grasp the specific functions of biochar, whereas after the activity, approximately 70% or more of the participants were able to explain biochar's role in enhancing water-holding capacity, improving soil structure, and stabilizing soil pH. Participants were also able to identify biomass waste as a raw material for biochar and demonstrated active participation throughout the activity. This activity provided direct benefits in the form of improved participant ability to understand, explain, and apply the use of biochar as an environmentally friendly soil conditioner on suboptimal land.

Keywords: biochar, suboptimal land, sustainable agriculture, community service, education

1. PENDAHULUAN

Lahan suboptimal merupakan salah satu tantangan utama dalam pengembangan sektor pertanian di Indonesia, termasuk di wilayah Samarinda. Keberadaan lahan ini menjadi perhatian penting karena berpotensi menghambat upaya peningkatan produksi pertanian apabila tidak dikelola secara tepat. Menurut (Lestari et al., 2024) Lahan ini umumnya memiliki tingkat kesuburan yang rendah, baik dari aspek fisik, kimia, maupun biologi tanah. Secara fisik, lahan suboptimal memiliki struktur tanah yang kurang mendukung pertumbuhan akar serta kapasitas menahan air yang rendah (Santari et al., 2021). Kondisi ini menyebabkan sistem perakaran tanaman tidak berkembang secara optimal, sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara menjadi terbatas. Dari aspek kimia, lahan ini ditandai oleh rendahnya kandungan bahan organik dan ketidakseimbangan pH tanah, sedangkan dari aspek biologi ditunjukkan oleh rendahnya aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman (Hartatik et al., 2023). Ketiga keterbatasan tersebut saling berkaitan dan secara simultan mempengaruhi kesuburan tanah. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara menjadi terbatas sehingga pertumbuhan tanaman dan produktivitas pertanian menjadi rendah (Arifin et al., 2022).

Pengelolaan lahan yang masih bersifat konvensional dan tingginya ketergantungan terhadap pupuk kimia menjadi salah satu kendala dalam meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan (Widiyati, 2025). Praktik ini umumnya hanya berfokus pada peningkatan hasil dalam jangka pendek tanpa memperhatikan kondisi tanah dalam jangka panjang. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat menurunkan kandungan bahan organik tanah dan mengganggu keseimbangan ekosistem tanah (Kusmiyati et al., 2025). Akibatnya, kualitas tanah cenderung menurun dan memerlukan upaya pemulihan yang lebih kompleks. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pembenah tanah yang ramah lingkungan dan mampu meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah biochar. Menurut (Yuniwati, 2025) Biochar merupakan material kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa pada kondisi oksigen terbatas. Bahan baku biochar umumnya berasal dari limbah pertanian seperti sekam padi, kayu, dan sisa tanaman lainnya (Bawamenewi et al., 2025). Pemanfaatan bahan limbah ini juga memberikan nilai tambah karena dapat mengurangi limbah sekaligus mendukung prinsip pertanian berkelanjutan. Biochar diketahui mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, seperti meningkatkan kapasitas menahan air, kandungan bahan organik, porositas tanah, serta aktivitas mikroorganisme tanah (Huang et al., 2024). Selain itu, penelitian yang dilakukan (Nurmalasari et al., 2025) menjelaskan penggunaan biochar juga dapat meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dan membantu menjaga kestabilan pH tanah sehingga berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian pada lahan suboptimal. Dengan demikian, biochar menjadi salah satu solusi yang relevan dalam pengelolaan lahan secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil observasi awal di P4S Puri Leisa Samarinda, pengelolaan lahan masih didominasi oleh pendekatan konvensional dengan ketergantungan yang tinggi terhadap penggunaan pupuk kimia. Kondisi ini berdampak pada penurunan kualitas tanah, terutama pada rendahnya kandungan bahan organik dan terganggunya keseimbangan ekosistem tanah. Selain itu, pemanfaatan limbah biomassa pertanian sebagai bahan baku biochar masih belum optimal, sehingga potensi sumber daya lokal belum dimanfaatkan secara maksimal.

P4S (Pusat Pelatihan Pertanian dan Perdesaan Swadaya) Puri Leisa Samarinda merupakan salah satu pusat pembelajaran pertanian yang berfokus pada pengembangan pertanian berkelanjutan dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Melalui kegiatan edukasi dan pembelajaran lapangan, peserta diberikan pemahaman mengenai pentingnya pengelolaan lahan secara berkelanjutan, termasuk pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah pada lahan suboptimal. Kegiatan ini juga menjadi sarana untuk meningkatkan pengetahuan peserta mengenai pengelolaan limbah biomassa pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biochar.

Namun demikian, berdasarkan hasil identifikasi awal, pemahaman peserta terhadap pengelolaan lahan suboptimal berbasis pertanian berkelanjutan masih belum optimal. Permasalahan ini berkaitan langsung dengan kondisi peserta kegiatan, yaitu dosen dan mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT), yang sebagian besar belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai konsep dan penerapan biochar sebagai pembenah tanah ramah lingkungan. Kegiatan edukasi ini juga dilaksanakan sebagai bagian dari implementasi pembelajaran pada Program Studi Magister Manajemen UMKT, khususnya pada mata kuliah Manajemen Lingkungan yang membahas pentingnya pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Selain itu, peserta juga belum memahami secara spesifik fungsi, manfaat, serta proses pembuatan biochar. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan peningkatan kapasitas peserta, baik dari sisi pengetahuan maupun keterampilan praktis dalam pengelolaan lahan.

Berdasarkan permasalahan dan kebutuhan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan biochar sebagai upaya peningkatan kualitas tanah pada lahan suboptimal di P4S Puri Leisa Samarinda. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi penyampaian materi, diskusi interaktif, dan observasi lapangan. Pemilihan metode edukasi dan observasi lapangan didasarkan pada pendekatan pembelajaran partisipatif dan kontekstual, yang memungkinkan peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mengamati secara langsung kondisi lahan serta praktik pemanfaatan biochar di lapangan. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta dalam mengintegrasikan pengetahuan dan praktik secara lebih komprehensif dalam mendukung pengelolaan lahan suboptimal yang berkelanjutan.

2. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan pada 12 April 2026 di P4S Puri Leisa Samarinda dengan sasaran dosen dan mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT), yang diikuti oleh 27 peserta. Kegiatan bertujuan meningkatkan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah ramah lingkungan pada lahan suboptimal.

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan edukatif dan partisipatif melalui tahapan persiapan, penyampaian materi, diskusi interaktif, observasi lapangan, dan evaluasi. Tahap persiapan dilakukan selama ± 1 minggu, sedangkan pelaksanaan kegiatan meliputi penyampaian materi (± 60 menit), diskusi interaktif (± 45 menit), observasi lapangan (± 60 menit), dan evaluasi (± 30 menit). Materi yang diberikan mencakup konsep pertanian berkelanjutan, manfaat biochar, proses pembuatan, serta penerapannya dalam meningkatkan kualitas tanah.

Pengukuran peningkatan pemahaman peserta dilakukan secara deskriptif kualitatif melalui pertanyaan lisan sebelum dan sesudah kegiatan, diskusi terstruktur, serta kemampuan peserta dalam menjelaskan kembali materi. Data juga diperoleh melalui observasi partisipasi dan dokumentasi kegiatan. Analisis dilakukan dengan membandingkan tingkat pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan berdasarkan respons dan keterlibatan dalam diskusi.

Indikator keberhasilan kegiatan meliputi: (1) minimal 70% peserta mampu menjelaskan fungsi dan manfaat biochar, (2) peserta aktif berpartisipasi dalam diskusi, dan (3) peserta mampu mengidentifikasi limbah biomassa sebagai bahan baku biochar. Tingkat ketercapaian ditentukan berdasarkan hasil evaluasi dan observasi selama kegiatan berlangsung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan sebagai upaya penyebarluasan pengetahuan mengenai pemanfaatan biochar dalam meningkatkan kualitas tanah pada lahan suboptimal di P4S Puri Leisa Samarinda. Kegiatan ini memberikan nilai tambah bagi peserta, khususnya mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Universitas

Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT), melalui peningkatan pemahaman mengenai pertanian berkelanjutan, pengelolaan lingkungan, dan pemanfaatan limbah biomassa pertanian secara ramah lingkungan.

Selain itu, kegiatan ini juga berperan sebagai media transfer pengetahuan yang mengintegrasikan aspek teori dan praktik secara simultan, sehingga peserta tidak hanya memahami konsep secara konseptual, tetapi juga mampu melihat implementasinya secara nyata di lapangan. Hal ini penting dalam membentuk pola pikir kritis dan aplikatif terhadap isu-isu pertanian berkelanjutan.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui penyampaian materi, diskusi interaktif, dan observasi lapangan terkait pengelolaan lahan suboptimal serta penerapan biochar pada area pertanian di P4S Puri Leisa Samarinda. Peserta memperoleh pengetahuan mengenai manfaat biochar dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, termasuk peningkatan kapasitas menahan air, kandungan bahan organik, dan stabilitas pH tanah.

Proses pembelajaran yang bersifat interaktif ini juga memungkinkan terjadinya pertukaran pengetahuan antara narasumber dan peserta, sehingga diskusi yang berlangsung tidak hanya satu arah, tetapi berkembang menjadi forum pembelajaran kolaboratif.

3.1 Peningkatan Pemahaman Peserta

Kegiatan edukasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta mengenai pentingnya pengelolaan lahan secara berkelanjutan. Hal tersebut terlihat dari partisipasi aktif mahasiswa dalam diskusi dan kemampuan peserta menjelaskan kembali manfaat biochar sebagai pembenah tanah ramah lingkungan. Selain itu, peserta juga mulai memahami potensi limbah biomassa pertanian, seperti sekam padi dan sisa tanaman, sebagai bahan baku biochar yang bernilai guna.

Peningkatan pemahaman ini tidak hanya bersifat kognitif, tetapi juga mencerminkan perubahan sikap peserta terhadap praktik pertanian konvensional yang selama ini bergantung pada input kimia. Peserta mulai menyadari pentingnya pendekatan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pengelolaan lahan.



Gambar 1. Penyampaian materi pemanfaatan biochar kepada peserta



Gambar 2. Diskusi interaktif bersama peserta kegiatan

Berdasarkan hasil evaluasi diskusi, sebelum kegiatan sebagian besar peserta hanya memahami biochar sebagai arang biasa tanpa mengetahui fungsi spesifiknya dalam perbaikan tanah. Setelah kegiatan, sekitar $\geq 70\%$ peserta mampu menjelaskan bahwa biochar berfungsi untuk meningkatkan kapasitas menahan air, memperbaiki struktur tanah, dan menstabilkan pH tanah. Selain itu, peserta juga mampu memberikan contoh bahan baku biochar seperti sekam padi dan sisa tanaman.

Perubahan pemahaman ini menunjukkan bahwa kegiatan edukasi yang dilakukan mampu menjembatani kesenjangan informasi yang sebelumnya dimiliki oleh peserta, terutama terkait fungsi ilmiah biochar dalam sistem tanah. Hal ini menjadi indikator bahwa metode penyampaian materi yang digunakan efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta.

Ringkasan hasil diskusi menunjukkan bahwa: (1) peserta memahami hubungan antara penggunaan pupuk kimia berlebih dengan penurunan kualitas tanah, (2) peserta mampu mengidentifikasi biochar sebagai solusi alternatif yang ramah lingkungan, dan (3) peserta mulai memahami potensi limbah biomassa sebagai sumber daya yang bernilai guna.

Selain itu, peserta juga mulai menunjukkan kemampuan analisis sederhana terhadap permasalahan pertanian, seperti mengaitkan degradasi tanah dengan praktik pertanian yang tidak berkelanjutan, serta mengusulkan solusi berbasis pemanfaatan sumber daya local. Peningkatan pemahaman ini menjadi salah satu indikator keberhasilan kegiatan karena peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga memahami penerapan konsep pertanian berkelanjutan secara langsung di lapangan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian (Ansari et al., 2026) yang menyatakan bahwa biochar mampu meningkatkan kapasitas menahan air dan memperbaiki sifat tanah, serta mendukung peningkatan produktivitas pada lahan suboptimal. Selain itu, temuan ini juga mendukung pendapat (Kpammah et al., 2026) bahwa pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah dapat menjadi solusi inovatif dalam pengelolaan lahan secara berkelanjutan.

Dalam jangka pendek, kegiatan ini memberikan tambahan wawasan mengenai pengelolaan lahan suboptimal. Sementara dalam jangka panjang, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran peserta terhadap pentingnya praktik pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

3.2 Implementasi dan Pengamatan Lapangan

Melalui observasi lapangan di P4S Puri Leisa Samarinda, peserta dapat melihat secara langsung praktik pengelolaan lahan dan pemanfaatan biochar dalam mendukung peningkatan kualitas tanah. Kegiatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih aplikatif karena peserta dapat menghubungkan teori yang diperoleh dengan kondisi nyata di lapangan. Pengalaman langsung ini menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena peserta dapat mengamati secara konkret dampak penggunaan biochar terhadap kondisi tanah dan pertumbuhan tanaman.



Gambar 3. Observasi lahan suboptimal di P4S Puri Leisa Samarinda



Gambar 4. Demonstrasi pemanfaatan biochar pada media tanam

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa lahan yang diberi perlakuan biochar memiliki kondisi tanah yang lebih gembur dan mampu mempertahankan kelembapan lebih baik dibandingkan lahan tanpa perlakuan. Hal ini memperkuat pemahaman peserta mengenai manfaat biochar secara praktis.

Selain itu, kondisi tanah yang lebih gembur juga menunjukkan adanya perbaikan struktur tanah yang berkontribusi terhadap peningkatan aerasi dan aktivitas mikroorganisme tanah, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kesuburan tanah secara keseluruhan. Pendekatan pembelajaran lapangan dinilai efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta karena proses edukasi tidak hanya dilakukan melalui penyampaian materi, tetapi juga melalui pengamatan langsung terhadap praktik pertanian berkelanjutan. Diskusi bersama mitra dan praktisi pertanian juga membantu peserta memahami berbagai tantangan pengelolaan lahan suboptimal, khususnya terkait penurunan kualitas tanah akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan.

Temuan ini sejalan dengan (FAO, 2023) yang menyatakan bahwa perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sangat penting dalam meningkatkan produktivitas lahan suboptimal, serta (Kurniawan et al., 2025) yang menekankan pentingnya pengelolaan tanah yang tepat untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

3.3 Keunggulan dan Kendala Kegiatan

Kegiatan ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain materi yang relevan dengan isu pertanian berkelanjutan, adanya pembelajaran langsung di lapangan, serta pemanfaatan limbah biomassa pertanian yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Selain itu, penggunaan biochar dinilai memiliki potensi yang baik dalam mendukung pengelolaan lahan secara ramah lingkungan dan berkelanjutan. Keunggulan lain dari kegiatan ini adalah pendekatan partisipatif yang digunakan, di mana peserta tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga terlibat

aktif dalam proses pembelajaran, sehingga meningkatkan efektivitas transfer pengetahuan.

Namun demikian, kegiatan ini juga memiliki beberapa kendala, seperti keterbatasan waktu pelaksanaan dan masih terbatasnya pemahaman peserta mengenai proses pembuatan biochar secara teknis. Selain itu, penerapan biochar dalam skala yang lebih luas masih memerlukan pendampingan dan sosialisasi yang berkelanjutan agar dapat diterapkan secara optimal oleh masyarakat. Kendala ini menunjukkan bahwa meskipun kegiatan edukasi telah berhasil meningkatkan pemahaman dasar peserta, namun diperlukan upaya lanjutan untuk meningkatkan keterampilan teknis dan kesiapan implementasi di lapangan.

Untuk mengatasi kendala tersebut, kegiatan selanjutnya dapat dikembangkan melalui pelatihan teknis pembuatan biochar secara langsung, penambahan durasi kegiatan agar peserta memiliki waktu praktik yang lebih optimal, serta pendampingan berkelanjutan melalui kerja sama dengan kelompok tani atau komunitas lokal. Selain itu, penyusunan modul atau panduan praktis pembuatan biochar juga dapat menjadi solusi untuk meningkatkan pemahaman peserta secara mandiri. Pengembangan program lanjutan ini penting untuk memastikan keberlanjutan dampak kegiatan, sehingga pengetahuan yang telah diperoleh tidak berhenti pada tingkat pemahaman, tetapi dapat diimplementasikan secara nyata dalam praktik pertanian.

Secara umum, kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan dan kesadaran peserta mengenai pentingnya pengelolaan lahan suboptimal secara berkelanjutan. Ke depan, kegiatan serupa memiliki peluang untuk dikembangkan melalui pelatihan praktik pembuatan biochar, demonstrasi aplikasi biochar pada berbagai jenis tanaman, serta pengembangan kerja sama dengan kelompok tani dan masyarakat sekitar.

Dengan adanya pengembangan tersebut, diharapkan pemanfaatan biochar dapat menjadi salah satu solusi strategis dalam meningkatkan produktivitas lahan suboptimal sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di P4S Puri Leisa Samarinda menunjukkan bahwa metode edukasi yang dipadukan dengan observasi lapangan efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan biochar pada lahan suboptimal. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta ($\geq 70\%$) mampu menjelaskan fungsi biochar dalam meningkatkan kapasitas menahan air, memperbaiki struktur tanah, serta menstabilkan pH tanah. Selain itu, peserta juga mampu mengidentifikasi limbah biomassa, seperti sekam padi dan sisa tanaman, sebagai bahan baku biochar serta memahami penerapannya dalam pengelolaan lahan secara lebih ramah lingkungan.

Kegiatan ini juga menghasilkan peningkatan kemampuan peserta dalam mengaitkan konsep pertanian berkelanjutan dengan praktik langsung di lapangan, khususnya dalam penggunaan biochar sebagai pembenah tanah pada lahan suboptimal.

Sebagai tindak lanjut, kegiatan serupa perlu dikembangkan melalui pelatihan teknis pembuatan biochar secara lebih mendalam, pendampingan berkelanjutan kepada peserta dan masyarakat, serta pengembangan kerja sama dengan kelompok tani untuk penerapan biochar dalam skala yang lebih luas. Upaya ini diharapkan dapat memperkuat penerapan pengetahuan yang telah diperoleh serta meningkatkan keberlanjutan program pengelolaan lahan suboptimal secara ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P4S (Pusat Pelatihan Pertanian dan Perdesaan Swadaya) Puri Leisa Samarinda yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Magister Manajemen Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) atas dukungan dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran lapangan bertema pertanian

berkelanjutan. Selain itu, penulis mengapresiasi seluruh peserta dan pihak terkait yang telah berpartisipasi serta memberikan kontribusi dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, J., Mendis, S. S., Davis, M. P., Salceda-Gonzalez, M., Gurmessa, B., & Udawatta, R. P. (2026). Biochar Effects on Soil Moisture and Soybean Yield in Claypan Soils. *Earth Critical Zone*, 3(1), 100067. <https://doi.org/10.1016/j.ecz.2026.100067>
- Arifin, Z., Ma'shum, M., Susilowati, L. E., & Bustan. (2022). Aplikasi Biochar dalam Mempengaruhi Aktivitas Mikrobia Tanah pada Pertanaman Jagung yang Menerapkan Pola Pemupukan Terpadu. *LPPM Universitas Mataram*, 4(November 2021), 207–217.
- Chen, J., Gao, X., & Wu, S. (2023). Mengoptimalkan penggunaan pupuk dengan biochar untuk mengurangi polusi lingkungan. *Jurnal Manajemen Lingkungan*, 336, 117643
- FAO. (2023). *Advancing rural advisory services in Arab countries*.
- Hartatik, W., Haryati, U., & Irawan, I. (2023). *Pengelolaan Lahan Untuk Pertanaman Kedelai Dilahan Kering Sub Optimal* (1st ed., pp. 1–58). <https://epublikasi.pertanian.go.id/pertanianpress/catalog/view/26/18/340>
- Huang, C., Chen, Y., Jin, L., & Yang, B. (2024). Properties of biochars derived from different straw at 500 °C pyrolytic temperature : Implications for their use to improving acidic soil water retention. *Agricultural Water Management*, 301(April), 108953. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108953>
- Kpammah, M., Oyelude, E. O., & Adonadaga, M. G. (2026). Biochar for sustainable agriculture: potential to mitigate climate change and advance sustainable development goals in Ghana—review. *Discover Sustainability*, 7(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01199-5>
- Kurniawan, S., Febiona, S., Nugroho, R. M. Y. A. P., & Utami, S. R. (2025). Evaluation of Fertilizer Management Approaches in Maintaining Soil Fertility and Plant Nutrient Content in Coffee-Based Agroforestry Systems. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 14(5), 1857–1868. <https://doi.org/doi.org/10.23960/jtepl.v14i5.1857-1868>
- Kusmiyati, K., Muryanto, S., Alzami, F., Rahmadieni, R. Y., & others. (2025). Fermentasi Limbah Kotoran Sapi menjadi Pupuk Organik, Solusi Peningkatan Sirkular Ekonomi bagi Peternak Sapi. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 466–475.
- Lestari, H., Mustikarini, E. D., Lestari, T., Studi, P., Ilmu, M., Belitung, U. B., Mutu, P., Pertanian, H., Belitung, B., Studi, P., Ilmu, M., Belitung, U. B., & Korespondensi, P. (2024). *www.agroteknika.id*. 7(September), 352–367. <https://doi.org/doi.org/10.55043/agroteknika.v7i3.265>
- Nurmalasari, A. I., Rahayu, M., Sakya, A. T., Purnomo, D., & Arviana, A. D. (2025). Effects of Biochar and Organic Fertilizer Application on Soybean Growth Under Melaleuca cajuputi Stand. *Agrikultura*, 36(1), 158–167. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v36i1.50692>
- Santari, P. T., Amin, M., & Mulyawan, R. (2021). Improvement of Soil Properties on Sandy Soil By Providing Amelliorant and Biofertilizers. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-9*, 854–862.
- Tuti Ariani Bawamenewi, Friska Hastika Gea, & Septenius Waruwu. (2025). Penggunaan Biochar untuk Meningkatkan Kualitas Tanah pada Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 179–187. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.257>
- Widiyati, Y. (2025). Pengaruh Sistem Pertanian Organik terhadap Kesehatan Tanah dan Keanekaragaman Hayati di Lahan Hortikultura Dataran Tinggi Dieng. *Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 3(6), 194–200. <https://doi.org/doi.org/10.55681/armada.v2i6.1668>
- Yuniwati, E. D. (2025). *Biochar dan Kesuburan Tanah Pendekatan Inovatif dalam Agroteknologi* (1st ed.). UNU Pasuruan Press.