



Pemanfaatan Biotron Untuk Perbaikan Sifat Tanah Di Lahan Marginal: Model Pemberdayaan Petani Desa Paya Gaboh

Zurrahmi Wirda¹, Rosnina², Usnawiyah³, Ekamaida⁴, Utomo Pasa⁵,
Fikri Anggara⁶, Della Al Isra⁷

^{1, 2, 3, 4}Dosen Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

^{5, 6, 7}Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

ABSTRACT

Utilization of biotron to improve soil properties in marginal lands: a model for empowering farmers in paya gaboh village. Paya Gaboh Village has marginal land characteristics with a predominance of inceptisol soil and low fertility levels, resulting in suboptimal agricultural productivity. This community service activity aims to improve farmers' knowledge and skills in utilizing agro-industrial waste to produce three-in-one biochar as an environmentally friendly soil conditioner. The implementation methods included counseling, training in the production of three-in-one biochar, and direct application to agricultural land. The raw materials for biochar came from agricultural waste such as bagasse, empty palm oil fruit bunches, and rice husks, which were processed through pyrolysis and activation, then enriched with liquid organic fertilizer and microbial consortia. The results of the activity showed an increase in community understanding and active participation in waste management and the application of soil conditioner technology. Three-in-one biochar has the potential to improve soil physical properties and support sustainable agriculture on marginal land.

Keywords: *Three-in-one biochar; Marginal land; Agro-industrial waste; Microorganism.*

ABSTRAK

Desa Paya Gaboh memiliki karakteristik lahan marginal dengan dominasi tanah inceptisol bercedas dan tingkat kesuburan rendah, sehingga produktivitas pertanian belum optimal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memanfaatkan limbah agroindustri menjadi *biochar three in one* sebagai bahan pembenah tanah ramah lingkungan. Metode pelaksanaan meliputi penyuluhan, pelatihan pembuatan *biochar three in one*, serta pengaplikasian langsung pada lahan pertanian. Bahan baku biochar berasal dari limbah pertanian seperti bagas tebu, tandan kosong kelapa sawit, dan sekam padi yang diproses melalui pirolisis dan aktivasi, kemudian diperkaya dengan pupuk organik cair dan konsorsium mikroba. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman dan partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan limbah serta penerapan teknologi pembenah tanah. *Biochar three in one* berpotensi memperbaiki sifat fisik tanah dan mendukung pertanian berkelanjutan di lahan marginal.

Keyword: *biochar three in one; lahan marginal; limbah agroindustri; mikroorganisme*

Received:
25.04.2026

Revised:
28.05.2026

Accepted:
09.06.2026

Available online:
15.06.2026

Suggested citation:

Wirda, Zurrahmi, et al. (2026). Pemanfaatan Biotron Untuk Perbaikan Sifat Tanah di Lahan Marginal: Model Pemberdayaan Petani Desa Paya Gaboh. *Dimasejati: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(1), 213-223. DOI: 10.24235/dimasejati.51.000

PENDAHULUAN

Desa Paya Gaboh merupakan desa binaan Universitas Malikussaleh yang berada pada kawasan lahan marginal dengan dominasi tanah inseptisol bercadas dan kandungan bahan organik rendah. Karakteristik tanah tersebut menyebabkan rendahnya kapasitas menahan air dan unsur hara sehingga produktivitas pertanian masyarakat relatif rendah (Nabila *et al.*, 2026). Permasalahan ini diperparah oleh minimnya pengetahuan dan keterampilan petani dalam penerapan teknologi budidaya berkelanjutan, khususnya terkait pengelolaan limbah organik dan pemanfaatannya sebagai bahan amelioran tanah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa permasalahan yang dihadapi masyarakat tidak hanya bersifat teknis budidaya, tetapi juga menyangkut aspek edukasi, transfer teknologi, dan pemberdayaan masyarakat berbasis sumber daya lokal.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa biochar memiliki peran penting dalam memperbaiki kualitas tanah marginal. Ichriani *et al.* (2018) melaporkan bahwa limbah agroindustri seperti bagas tebu dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) berpotensi besar dijadikan bahan baku biochar karena mengandung lignoselulosa tinggi dan mampu meningkatkan nilai tambah limbah pertanian. Penelitian Herhandini *et al.* (2021) menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah, fosfor tersedia, serta mendukung pertumbuhan tanaman melalui perbaikan sifat kimia tanah. Hasil penelitian tersebut diperkuat oleh Bezzala *et al.* (2026) yang menyatakan bahwa biochar berperan dalam meningkatkan efisiensi pemupukan dan ketersediaan unsur hara pada tanah terdegradasi. Selain itu, penelitian Telaumbanua *et al.* (2025) membuktikan bahwa pemberian biochar memberikan pengaruh nyata terhadap panjang daun, lebar daun, dan berat basah tanaman sawi pada umur 35 HST. Selain itu hasil penelitian Akbar *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penambahan biochar ke tanah bertekstur lempung lanau mengakibatkan penurunan laju infiltrasi, dengan penurunan paling signifikan diamati saat menerapkan biochar dengan ukuran partikel < 0,5 mm. Selain itu, pemberian biochar dengan ukuran 0,5 – 1 mm pada dosis 0,6% dan dosis 1,2% berdampak pada peningkatan kapasitas retensi air tanah

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada penggunaan biochar secara tunggal sebagai pembenah tanah. Kajian yang mengintegrasikan biochar dengan pupuk organik cair (POC) dan konsorsium mikroba dalam konsep "*biochar three in one*" masih relatif terbatas, terutama pada konteks pemberdayaan masyarakat desa dan pengelolaan lahan marginal berbasis limbah lokal. Padahal, kombinasi biochar, POC, dan mikroba memiliki potensi sinergis yang lebih tinggi dibandingkan aplikasi tunggal. Biochar berfungsi sebagai habitat mikroba dan penyerap hara, POC menyediakan unsur hara cepat tersedia, sedangkan konsorsium mikroba membantu proses dekomposisi, pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, dan peningkatan aktivitas biologis tanah. Kombinasi ketiganya mampu menciptakan sistem ameliorasi tanah yang lebih stabil, efisien, dan berkelanjutan (Dewi *et al.*, 2026; Nursia *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2022).

Sejumlah penelitian juga memperkuat urgensi pendekatan ini. Penelitian lain menunjukkan bahwa pengayaan biochar dengan mikroorganisme dapat meningkatkan kolonisasi mikroba tanah dan memperbaiki efisiensi serapan hara

tanaman dibandingkan biochar tanpa aktivasi biologis (Ighalo *et al.*, 2024; .Wahyuni *et al.*, 2023; Yuniwati, 2025) Aplikasi konsorsium mikroba berupa pupuk hayati + NPK 400 kg·ha⁻¹ + biochar tempurung kelapa mampu meningkatkan C-organik, N-total, P-tersedia, K-tersedia, tinggi tanaman, jumlah daun, hasil panen, penyerapan NPK oleh tanaman, serta meningkatkan efisiensi pemupukan NPK pada tanah Inceptisol (Qadarrohman *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan limbah agroindustri sebagai bahan baku biochar dinilai mampu mendukung konsep *circular economy* dan pertanian rendah emisi karena mengurangi pembakaran limbah terbuka serta meningkatkan sequestrasi karbon di dalam tanah.

Dengan demikian, novelty (kebaruan) kegiatan pengabdian ini terletak pada integrasi tiga aspek utama, yaitu: (1) pemanfaatan limbah agroindustri lokal berupa bagas tebu dan TKKS sebagai bahan baku biochar, (2) pengayaan biochar dengan pupuk organik cair dan konsorsium mikroba dalam konsep *biochar three in one*, serta (3) penerapan teknologi tersebut melalui pendekatan pemberdayaan masyarakat pada lahan marginal desa binaan Universitas Malikussaleh. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian, tetapi juga membangun kemandirian masyarakat dalam pengelolaan limbah organik bernilai ekonomi dan penerapan teknologi pertanian berkelanjutan berbasis sumber daya lokal.

Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini menjadi sangat strategis karena tidak sekadar menawarkan solusi teknis pertanian, tetapi juga menghadirkan model pengelolaan limbah agroindustri terpadu yang ramah lingkungan, aplikatif, dan berkelanjutan. Program ini diharapkan mampu menjadi model percontohan pengembangan pertanian berkelanjutan pada lahan marginal di wilayah Aceh maupun daerah lain yang memiliki karakteristik serupa.

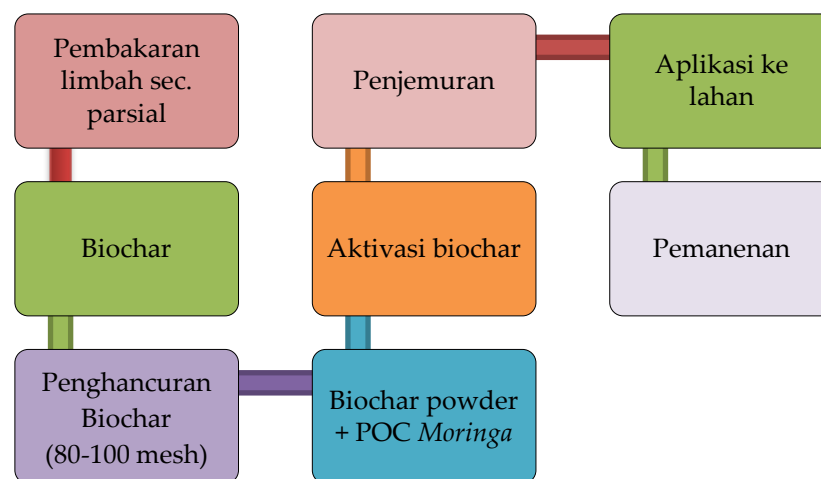
BAHAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dari bulan September hingga November 2025 yang diikuti oleh sejumlah dosen dan mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Selain itu kegiatan juga diikuti oleh masyarakat Desa Paya Gaboh yang berperan sebagai mitra dari pengabdian ini. Metode pelaksanaan kegiatan meliputi:

1. Observasi dan identifikasi masalah, dilakukan dengan cara mengidentifikasi kondisi tanah, teknik budidaya serta permasalahan yang petani alami.
2. Penyuluhan, dilakukan dengan pemaparan tentang pemanfaatan limbah pertanian, pengenalan biochar dan pemanfaatan *biochar three in one* bagi tanah dan tanaman.
3. Pelatihan pembuatan *biochar three in one*

Bahan baku yang dapat digunakan berupa biomassa organik seperti bagas tebu, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan sekam padi yang bebas dari kontaminan anorganik. Namun pada kegiatan ini bahan baku yang digunakan yaitu sekam padi. Peralatan utama meliputi alat pirolisis tertutup, alat penggiling, ayakan 80–100 mesh, serta wadah pencampur dan pengering. Proses pembuatan diawali dengan pirolisis biomassa dalam kondisi minim oksigen hingga terbentuk

biochar, dengan durasi pirolisis disesuaikan dengan jenis bahan baku. Biochar yang dihasilkan kemudian didinginkan secara tertutup, dipisahkan dari abu, dan dihaluskan hingga lolos ayakan. Tahap selanjutnya adalah aktivasi biochar melalui perendaman dalam larutan alkalis (air rendaman kapur atau NaOH) selama 48 jam untuk membuka pori-pori dan meningkatkan daya serap. Biochar selanjutnya dicuci hingga pH netral, ditiriskan, dan dikeringkan melalui penjemuran. *Biochar three in one* yang dihasilkan siap diaplikasikan sebagai bahan pembenah tanah, media tanam, atau campuran pupuk organik dalam mendukung pertanian ramah lingkungan. Langkah kerja pembuatan *biochar three in one* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. SOP Pengolahan Limbah *Biochar three in one*

4. Demonstrasi aplikasi di lahan, dengan cara *biochar three in one* yang telah dibuat diaplikasikan pada lahan yang akan ditanami dengan tanaman dan melihat respon dari tanaman dan tanah setelah aplikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan Pengetahuan dan Kapasitas Masyarakat melalui Penyuluhan *Biochar Three in One*

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Paya Gaboh menunjukkan bahwa pendekatan edukatif melalui penyuluhan menjadi tahapan awal yang penting dalam meningkatkan kapasitas masyarakat terkait pengelolaan limbah rumah tangga dan limbah pertanian berbasis prinsip pertanian berkelanjutan. Kegiatan penyuluhan dilaksanakan melalui metode ceramah interaktif, diskusi, dan tanya jawab yang berfokus pada pengenalan konsep pembenah tanah organik, pemanfaatan limbah lokal, serta manfaat penggunaan *biochar three in one* terhadap produktivitas pertanian.



Gambar 2. Kegiatan penyuluhan tentang pemanfaatan limbah pertanian, pengenalan biochar dan pemanfaatan *biochar three in one* bagi tanah dan tanaman.

Hasil kegiatan memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman masyarakat mengenai potensi limbah pertanian dan limbah rumah tangga yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal. Sebelum kegiatan berlangsung, sebagian besar peserta masih memandang limbah pertanian sebagai bahan sisa yang dibuang atau dibakar tanpa pemanfaatan lebih lanjut. Setelah kegiatan penyuluhan, peserta mulai memahami bahwa residu pertanian seperti sekam padi, sisa biomassa tanaman, dan limbah organik rumah tangga memiliki potensi untuk diolah menjadi biochar, arang sekam, maupun pupuk organik cair (POC) yang bernilai agronomis.

Peningkatan pemahaman tersebut terlihat dari intensitas partisipasi peserta dalam sesi diskusi, kemampuan peserta menjelaskan kembali manfaat biochar terhadap tanah, serta meningkatnya ketertarikan masyarakat untuk mencoba teknologi tersebut pada lahan budidaya masing-masing. Temuan ini menunjukkan bahwa proses transfer pengetahuan berlangsung secara efektif karena materi yang diberikan memiliki keterkaitan langsung dengan kebutuhan masyarakat dan kondisi pertanian lokal.

Dalam perspektif pengembangan masyarakat, kegiatan penyuluhan berperan sebagai media perubahan perilaku (*behavioral change*) yang mendorong transformasi cara pandang petani dari ketergantungan terhadap pupuk anorganik menuju pengelolaan lahan yang lebih ramah lingkungan. Hal ini penting karena praktik pertanian yang terlalu bergantung pada input kimia dalam jangka panjang dapat menyebabkan degradasi kualitas tanah, penurunan kandungan bahan organik, serta terganggunya keseimbangan mikroorganisme tanah.

Penguatan Keterampilan melalui Pelatihan Pembuatan Biochar, Arang Sekam, dan Pupuk Organik Cair

Tahap pelatihan dilakukan untuk meningkatkan kapasitas teknis masyarakat dalam memproduksi pembenah tanah berbasis limbah lokal secara mandiri. Kegiatan ini meliputi demonstrasi pembuatan biochar, arang sekam, serta pupuk organik cair menggunakan bahan baku yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar masyarakat Desa Paya Gaboh. Pendekatan pelatihan dilakukan secara partisipatif dengan menekankan metode praktik langsung (*learning by doing*), sehingga peserta memperoleh pengalaman teknis secara nyata.



Gambar 3. Demonstrasi Pembuatan Arang Sekam

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa peserta mampu memahami tahapan produksi biochar mulai dari pemilihan bahan baku, proses karbonisasi, pendinginan, hingga proses formulasi *biochar three in one* melalui kombinasi dengan bahan organik lainnya. Pada proses pelatihan pupuk organik cair, peserta juga diperkenalkan pada teknik fermentasi bahan organik dan prinsip dasar pengayaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Tingginya keterlibatan peserta selama pelatihan menjadi indikator bahwa teknologi yang diperkenalkan bersifat aplikatif, sederhana, dan relevan dengan kebutuhan masyarakat. Keberhasilan transfer keterampilan ini penting karena menunjukkan bahwa masyarakat tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi telah memperoleh kemampuan praktis untuk memproduksi sendiri bahan pembenah tanah secara berkelanjutan.

Implementasi *Biochar three in one* pada Lahan Pertanian

Tahap implementasi dilakukan melalui pengaplikasian langsung *biochar three in one* pada lahan pertanian dan tanaman di Desa Paya Gaboh. Penerapan ini bertujuan memberikan pengalaman nyata kepada masyarakat mengenai teknik penggunaan biochar sebagai pembenah tanah sekaligus mengevaluasi respons awal masyarakat terhadap inovasi yang diperkenalkan.



Gambar 4. Penanaman Tanaman Kedelai Sebagai Demplot Pengujian *Biochar Three In One*

Hasil pengamatan selama kegiatan menunjukkan bahwa masyarakat memiliki ketertarikan tinggi terhadap penggunaan *biochar three in one* karena dinilai mudah diaplikasikan dan menggunakan bahan baku lokal yang tersedia melimpah. Penggunaan biochar dipahami sebagai upaya memperbaiki kondisi tanah, terutama dalam meningkatkan daya simpan air, memperbaiki aerasi, dan menjaga ketersediaan unsur hara.

Secara ilmiah, hasil kegiatan ini sejalan dengan berbagai temuan penelitian yang menunjukkan bahwa *biochar three in one* memiliki pengaruh positif terhadap tanah dan tanaman. Didin (2025) menyatakan bahwa *biochar three in one* yang ditambahkan asam fosfat bertujuan meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan dan melepaskan nutrisi. Formulasi tersebut mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan fosfor, serta mendukung aktivitas mikroba yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu, penerapan biochar juga dilaporkan dapat meningkatkan hasil tandan buah segar kelapa sawit dan mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik. Biochar diketahui mampu memperbaiki sifat fisik tanah, antara lain meningkatkan porositas, menurunkan berat jenis tanah, meningkatkan agregasi, dan memperbaiki retensi air (Baiamonte *et al.*, 2015; Obia *et al.*, 2016). Kondisi ini menunjukkan bahwa biochar bukan hanya berfungsi sebagai bahan tambahan, tetapi juga sebagai pembenah tanah yang mampu menciptakan lingkungan hidup yang lebih baik bagi mikroorganisme tanah, sehingga mendukung kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.

Pemberian biochar yang dikombinasikan dengan pupuk lain seperti pupuk kandang, kompos atau pun pupuk hayati memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan hanya diberikan biochar saja. Jabborova *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa aplikasi biochar bersama dengan FMA meningkatkan tinggi tanaman fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) yaitu sebesar 80,9%, total panjang akar sebesar 68,9%, luas proyeksi sebesar 48,7%, luas permukaan akar sebesar 34,4%, volume akar sebesar 78,5%, kandungan klorofil a sebesar 34,2 %, kandungan klorofil b sebesar 68,4%, kandungan klorofil total sebesar 44,5%, dan kandungan karotenoid sebesar 84,0% dibandingkan dengan kontrol (tanpa biochar, tanpa FMA).

Temuan dari berbagai penelitian juga memperkuat efektivitas *biochar three in one* pada beberapa komoditas hortikultura. Puri (2024) melaporkan bahwa *biochar three in one* berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot tanaman pakcoy, dengan dosis 55 g/polybag paling efektif untuk tinggi tanaman dan 45 g/polybag efektif untuk jumlah daun dan bobot tanaman. Liliana (2024) menemukan bahwa dosis 55 g efektif terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot tanaman seledri. Hasil serupa juga ditemukan pada tanaman sawi, bawang daun, selada, dan kangkung darat dengan dosis yang bervariasi sesuai jenis tanaman dan parameter pertumbuhan (Suryadi, 2024; Hidayat, 2024; Huzaeni, 2024; Agisni, 2024). Temuan-temuan tersebut menguatkan bahwa teknologi *biochar three in one* memiliki prospek yang baik untuk diterapkan dalam skala masyarakat, karena dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan kondisi lahan setempat.

Dengan demikian, hasil kegiatan pengabdian ini dapat menjawab rumusan masalah bahwa pemanfaatan limbah rumah tangga dan limbah pertanian melalui teknologi *biochar three in one* mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat Desa Paya Gaboh dalam mengelola sumber daya lokal secara

lebih produktif. Kegiatan ini juga membuktikan bahwa pendekatan penyuluhan yang disertai pelatihan dan praktik langsung lebih efektif dalam mendorong adopsi teknologi oleh masyarakat dibandingkan dengan penyampaian materi secara teoritis semata.

Luaran dan Keberlanjutan Program

Luaran kegiatan pengabdian ini meliputi beberapa capaian nyata, yaitu: publikasi kegiatan pada media online, penyusunan dan pengiriman artikel ilmiah ke jurnal nasional terakreditasi, serta terjalinnya kerja sama formal antara Universitas Malikussaleh dan Pemerintah Desa Paya Gaboh melalui penandatanganan Nota Kesepahaman (MoA). Luaran tersebut menunjukkan bahwa kegiatan tidak hanya berdampak pada peningkatan kapasitas masyarakat, tetapi juga menghasilkan jejak akademik dan kelembagaan yang dapat mendukung keberlanjutan program pada masa mendatang.

Lebih jauh, luaran ini menjadi dasar penting untuk pengembangan kegiatan lanjutan, baik dalam bentuk pendampingan teknologi, perluasan penerapan *biochar three in one* pada komoditas lain, maupun penguatan kerja sama penelitian dan pengabdian antara perguruan tinggi dan pemerintah desa. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini memiliki nilai strategis tidak hanya dalam jangka pendek, tetapi juga untuk membangun sistem pertanian yang lebih berkelanjutan di tingkat masyarakat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Paya Gaboh, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian dan limbah rumah tangga melalui teknologi *biochar three in one* mampu menjawab permasalahan terkait rendahnya pemanfaatan limbah lokal, keterbatasan pengetahuan masyarakat mengenai pembenah tanah organik, serta ketergantungan terhadap pupuk anorganik dalam sistem budidaya pertanian. Kegiatan penyuluhan dan pelatihan yang dilaksanakan berhasil meningkatkan pengetahuan dan pemahaman masyarakat mengenai pengolahan limbah menjadi *biochar*, arang sekam, dan pupuk organik cair sebagai bahan pembenah tanah yang lebih ramah lingkungan.

Selain itu, penerapan *biochar three in one* pada lahan pertanian menunjukkan bahwa teknologi ini berpotensi membantu mengatasi keterbatasan hara dan memperbaiki sifat fisik tanah inceptisol, terutama dalam meningkatkan porositas, kemampuan retensi air, dan kondisi tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini memperlihatkan bahwa integrasi *biochar*, pupuk organik cair, dan bahan organik lainnya dapat menjadi alternatif pengelolaan tanah yang lebih berkelanjutan dan sesuai dengan kondisi sumber daya lokal masyarakat Desa Paya Gaboh.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Pemerintah Desa Paya Gaboh, tokoh masyarakat, serta seluruh masyarakat tani yang telah berpartisipasi dalam kegiatan pengabdian. Terima kasih juga kepada seluruh anggota tim pengabdian dan mahasiswa pendamping yang telah

memberikan waktu dan tenagademi suksesnya kegiatan ini. Terima kasih tak terhingga kepada Universitas Malikussaleh dan Fakultas Pertanian yang telah memberikan pendanaan melalui Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) dalam Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Malikussaleh Tahun Anggaran 2025 dengan kode referensi 25.PM.03.FP.12

REFERENSI

- Agisni, P. S. (2024). *Uji efektivitas biochar three in one terhadap pertumbuhan tanaman kangkung darat (Ipomoea reptans Poir)*. Unpublished skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan Jawa Barat, Indonesia
- Akbar, F.A., Suharyatun, S., Amien, E.R. & Tusi, A. (2024). Analisis kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*) pada penambahan biochar berbahan pelepah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Jurnal Agricultural Biosystem Engeneering*. 3(1), 133-147. <http://dx.doi.org/10.23960/jabe.v3i1.8928>
- Antasari, G.F. (2025). *Memahami biotron inovasi biochar three one Indonesia*. Retrieved Oktober 31, 2025 from <https://bbppkupang.bppsdp.pertanian.go.id/blog/memahami-biotron-inovasi-biochar-three-one-indonesiaer>
- Baiamonte, G., Crescimanno, G., Parrimo, F. & De Pasquale. (2019). Effect of biochar on the physical dan structural properties of sandy soil. *Catena*, 175, 294-303. Retrieved from [www.elsevier.com/locate.catena](http://www.elsevier.com/locate/catena)
- Bezzala, A., Bennadji, M.E.A., Zidane, L., Neffar, S. & Chenchouni, H. (2026). A review on the impact of biochar applications on the soil health and fertility, plant growth, and food security: advancing agricultural sustainability. *Biomass and Bioenergy*, 209, 108960. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2026.108960>
- Dewi, D.S., Zulfida, I. & Windani, I. (2026). Potensi Biochar sebagai media pembawa bakteri halotoleran untuk meningkatkan kesuburan tanah salin: review literatur. *Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan*. 11(1), 14-33
- Didin, A. 2025. *Mahasiswa UGM kembangkan biochar three in one limbah tebu untuk tingkatan produktivitas sawit*. Retrieved November 27, 2025 from <https://haisawit.co.id/news/detail/mahasiswa-ugm-kembangkan-biochar-three-in-one-limbah-tebu-untuk-tingkatan-produktivitas-sawit?utm>
- Herhandini, D. A., Suntari, R., & Citraresmini, A. (2021). Pengaruh aplikasi biochar sekam padi dan kompos terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan serapan fosfor tanaman jagung pada ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 385–394. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.10>
- Hidayat, S. Z. (2024). *Uji efektivitas biochar three in one terhadap pertumbuhan tanaman bawang daun (Allium fistulosum L.)*. (Unpublished skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan Jawa Barat, Indonesia
- Huzaeni, Z. S. (2024). *Uji efektivitas biochar three in one terhadap pertumbuhan tanaman selada (Lactuca sativa L.)*. (Unpublished skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan Jawa Barat, Indonesia

- Ichriani, G. I., Fahrunsyah, & Handayanto, E. (2018). Tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber fungi pelarut fosfat indigenus dan media pembawa fungi. In M.A. Soendjoto, Darmono, M.K. Riefani, M.L. Ansari, R.A. Septiyan & N. Syahdi. (Eds.). Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah. LPPM Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, 10 November 2018 (pp 263-266). LPPM ULM
- Ighalo, J. O., Ohoro, C. R., Ojukwu, V. E., Oniye, M., Shaikh, W. A., Biswas, J. K., Seth, C. S., Mohan, G. B. M., Chandran, S. A., & Rangabhashiyam, S. (2024). Biochar for ameliorating soil fertility and microbial diversity: From production to action of the black gold. *iScience*, 28(1), 111524. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111524>
- Jabborova, D., Annapurna, K., Choudhary, R., Bhowmik, S. N., Desouky, S. E., Selim, S., Azab, I. H. E., Hamada, M. M. A., Nahhas, N. E., & Elkelish, A. (2021). Interactive Impact of Biochar and Arbuscular Mycorrhizal on Root Morphology, Physiological Properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and Soil Enzymatic Activities. *Agronomy*, 11(11), 2341. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112341>
- Lidiana, N. (2024). *Uji efektivitas biochar three in one terhadap pertumbuhan tanaman seledri*. (Unpublished skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan Jawa Barat, Indonesia
- Liu, M., Linna, C., Ma, S., Ma, Q., Song, W., Shen, M., Song, L., Cui, K., Zhou, Y., & Wang, L. (2022). Biochar combined with organic and inorganic fertilizers promoted the rapeseed nutrient uptake and improved the purple soil quality. *Frontiers in nutrition*, 9, 997151. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.997151>
- Nabila, Yulnafatmawita & Adrinal. (2026). Pengaruh aplikasi biochar terhadap pertumbuhan *Brassica rapa* di inceptisol kaki gunung Marapi dan gunung Singgalang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 13(1), 64-73
- Nursia, A., Fikrinda, W. & Widowati. (2024). Efek sinergi biochar-kompos pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.) di sawah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 12(3), 549-561. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v12i3.7632>
- Obia, A., Mulder, J., Martinsen, V., Cornelissen, G. & Børresen, T.(2016). In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. *Soil & Tillage Research*. 153, 35-44. Retrieved from www.elsevier.com/locate/still
- Puri, H. (2024). *Uji efektivitas biochar three in one terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (Brassica rapa L.)*. (Unpublished skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan Jawa Barat, Indonesia
- Qodarrohman, M., Utami, S.N.H., Widada, J. & Hidayat, F. (2024). Biochar and biofertilizer reduce the use of mineral fertilizer, increasing the efficiency of shallot fertilization. *Journal of Ecological Engineering*, 25(4), 158-169. <https://doi.org/10.12911/22998993/183942>
- Suryadi, M. A.. (2024). *Uji efektivitas biochar three in one terhadap pertumbuhan tanaman sawi (Brassica juncea L.)*. (Unpublished skripsi). Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan Jawa Barat, Indonesia

- Telaumbanua, S.M., Gea, K., Manao, L.H. Laia, M.Y., Daely, B., & Maruwu, M. (2025). Pemanfaatan pupuk cair dan biochar terhadap pertumbuhan tanaman sawi. (*Brassica juncea*, L.). *MIKROBA*, 2(1), 136-148.
- Wahyuni, S., Kadarwati, S. & Aprilia, R. 2023. Biofertilizer Berbasis Biochar untuk Remediasi Lahan Pertanian Indonesia. *In* Konservasi Alam Jilid 2. Semarang: Universitas Negeri Semarang. pp. 145-177. <https://doi.org/10.15294/ka.v1i2.140>
- Yuniwati, E.D. 2025. *Biochar dan Kesuburan Tanah: Pendekatan Inovatif dalam Agroekoteknologi*. Jawa Timur: UNU Pasuruan Press

Copyright and License



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2026 Zuhrahmi Wirda, et al.

Published by LP2M of IAIN Syekh Nurjati Cirebon