ABDIMAS NUSA MANDIRI
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT NUSA MANDIRI

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

OPTIMALISASI PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI MELALUI TEKNOLOGI PIROLISIS DI DESA PASIANG

Rahmaniah[1*], Marsudi[2], Agni Ayudha Mahanani[2], Jamila Mustabi[3], Pipi Diansari[4], Deka Uli Fahrodi[2], Nur Saidah Said[2]

[1]*Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sulawesi Barat
[2]Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat
Baharuddin Lopa, SH, Majene, Indonesia

[3]Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin
[4]Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin
Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, Sulawesi Selatan
rahmaniah@unsulbar.ac.id*, marsudi@unsulbar.ac.id, agniayudhamahanani@unsulbar.ac.id, jamila@unhas.ac.id, pipidiansari290875@gmail.com, dekaulifahrodi@unsulbar.ac.id, nursaidah@unsulbar.ac.id
(*) Corresponding Author



Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional.

Abstract

This community engagement program aimed to improve farmers' knowledge and skills in utilizing rice straw through pyrolysis technology to produce biochar and liquid smoke. The program involved 22 members of the Sipakario Farmer Group in Pasiang Village, Matakali District, Polewali Mandar Regency. Activities included socialization, demonstrations, hands-on training, pre-test and post-test evaluation, and three-month monitoring. The modified pyrolysis unit processed 100 kg of rice straw per batch at 400–500 °C for 6–7 hours using firewood. The evaluation, using a one-group pre-test/post-test design without a comparison group, showed an increase in average knowledge scores from 26.14% to 91.86%. During monitoring, the unit was operated eight times, processing approximately 800 kg of rice straw and producing an estimated 240–280 kg of biochar and 120–200 L of liquid smoke. All group members were able to operate the unit independently. The products were used for vegetable and flower cultivation and introduced for trial sales to the local community. The main constraints were limited firewood use during the rainy season and the absence of production cost records. These results indicate that simple pyrolysis technology offers an alternative for rice straw utilization and sustainable biomass management. However, economic and environmental impacts were not quantitatively measured and remain preliminary indications.

Keywords*: biochar; liquid smoke; pyrolysis; rice straw.*

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memanfaatkan jerami padi melalui teknologi pirolisis untuk menghasilkan biochar dan asap cair. Kegiatan melibatkan 22 anggota Kelompok Tani Sipakario di Desa Pasiang, Kecamatan Matakali, Kabupaten Polewali Mandar. Tahapan kegiatan meliputi sosialisasi, demonstrasi, praktik pengoperasian alat, evaluasi pre-test dan post-test, serta pemantauan selama tiga bulan. Alat pirolisis modifikasi mengolah 100 kg jerami per proses pada suhu 400–500 °C selama 6–7 jam menggunakan kayu bakar. Evaluasi dengan desain satu kelompok tanpa kelompok pembanding menunjukkan peningkatan rata-rata skor pengetahuan dari 26,14% menjadi 91,86%. Selama pemantauan, alat dioperasikan delapan kali untuk mengolah sekitar 800 kg jerami, menghasilkan estimasi 240–280 kg biochar dan 120–200 L asap cair. Seluruh anggota kelompok mampu mengoperasikan alat secara mandiri. Produk dimanfaatkan untuk budidaya sayuran dan bunga serta mulai diuji coba untuk dijual kepada masyarakat sekitar. Kendala utama meliputi keterbatasan penggunaan kayu bakar saat musim hujan dan belum adanya pencatatan biaya produksi. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi pirolisis sederhana dapat menjadi alternatif pemanfaatan jerami untuk

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

ABDIMAS NUSA MANDIRI
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT NUSA MANDIRI

mendukung pengelolaan biomassa berkelanjutan. Namun, dampak ekonomi dan lingkungan belum diukur secara kuantitatif sehingga masih berupa indikasi awal.

Kata kunci: biochar; asap cair; pirolisis; jerami padi.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian tanaman pangan masih menjadi salah satu sumber penghidupan utama masyarakat pedesaan di Indonesia. Intensifikasi budidaya padi tidak hanya menghasilkan gabah sebagai produk utama, tetapi juga menghasilkan jerami dalam jumlah besar. Jerami padi merupakan biomassa lignoselulosa yang masih mengandung komponen organik dan berpotensi dikonversi menjadi produk bernilai tambah. Namun, pada tingkat petani, jerami pascapanen masih sering diperlakukan sebagai residu yang harus segera disingkirkan dari lahan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan biomassa yang melimpah dan kemampuan petani dalam mengolahnya menjadi sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali. Singh dan Patel [1] menunjukkan bahwa jerami padi memiliki peluang pemanfaatan yang luas untuk menghasilkan berbagai produk bernilai tambah, tetapi penerapannya di tingkat lapangan masih menghadapi berbagai kendala.

Desa Pasiang, Kecamatan Matakali, Kabupaten Polewali Mandar merupakan salah satu wilayah dengan potensi biomassa jerami padi yang cukup besar. Luas areal persawahan di desa ini mencapai 172,76 ha, dengan potensi limbah jerami kering sekitar 48,95 kuintal/ha [2]. Potensi total diestimasi dengan mengalikan luas areal persawahan dengan potensi jerami kering per hektare (172,76 ha × 48,95 kuintal/ha = 8.456,6 kuintal), atau setara dengan 845,66 ton pada setiap musim panen. Ketersediaan bahan baku tersebut sebenarnya dapat menjadi sumber daya lokal untuk mendukung produktivitas dan keberlanjutan usaha tani. Hasil wawancara awal terhadap empat anggota Kelompok Tani Sipakario sebelum pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa sebagian besar masih melakukan pembakaran jerami padi setelah panen, sedangkan sisanya memanfaatkan jerami sebagai pakan ternak. Temuan wawancara terhadap empat orang ini bersifat kualitatif dan tidak mewakili seluruh anggota kelompok. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar jerami belum dimanfaatkan melalui teknologi pengolahan yang dapat menghasilkan produk bernilai tambah. Keterbatasan pengetahuan mengenai teknologi pirolisis, keterampilan pengoperasian alat, serta belum tersedianya sarana pengolahan menjadi faktor yang membatasi pemanfaatan jerami secara lebih optimal. Dengan ketersediaan jerami kering yang diperkirakan mencapai 845,66 ton setiap musim panen, kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi biomassa yang tersedia dan kemampuan mitra dalam mengolahnya menjadi produk yang dapat dimanfaatkan kembali.

Pembakaran jerami secara terbuka dipilih oleh petani karena dianggap praktis untuk mempercepat pembersihan lahan sebelum musim tanam berikutnya. Akan tetapi, praktik tersebut menyebabkan hilangnya sebagian bahan organik dan unsur hara yang masih terdapat dalam biomassa serta menghasilkan emisi dan polutan udara yang dapat menurunkan kualitas lingkungan [3]. Pengelolaan residu pertanian dengan pendekatan yang lebih berkelanjutan dapat menekan dampak lingkungan sekaligus memberikan manfaat ekonomi yang lebih baik dibandingkan pembakaran terbuka [4]. Dengan demikian, jerami padi perlu diposisikan sebagai sumber daya lokal yang dapat dikembalikan ke dalam sistem produksi pertanian melalui teknologi pengolahan yang sesuai dengan kemampuan dan kondisi petani.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengubah jerami padi menjadi produk bernilai guna adalah pirolisis. Pirolisis merupakan proses konversi termal biomassa pada kondisi oksigen terbatas yang menghasilkan fraksi padat, cair, dan gas, antara lain biochar dan kondensat asap cair. Jerami padi sesuai digunakan sebagai bahan baku karena ketersediaannya melimpah dan memiliki kandungan lignoselulosa yang mendukung proses konversi termal [5], [6]. Dibandingkan pembakaran terbuka, pirolisis memungkinkan sebagian karbon biomassa dipertahankan dalam bentuk biochar sekaligus menghasilkan produk lain yang dapat dimanfaatkan kembali dalam kegiatan pertanian.

Biochar merupakan fraksi padat kaya karbon yang relatif stabil dan memiliki struktur berpori sehingga berpotensi digunakan sebagai pembenah tanah. Kajian sistematis menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat memperbaiki siklus hara, meningkatkan ketersediaan nutrien, serta mendukung produktivitas tanaman pada kondisi tanah tertentu [7]. Karakteristik biochar dan manfaatnya terhadap sifat tanah menjadikannya relevan untuk dikembangkan dari limbah jerami sebagai bagian dari pengelolaan biomassa pertanian yang berkelanjutan [8]. Selain biochar,

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

kondensasi uap hasil pirolisis menghasilkan asap cair yang mengandung berbagai senyawa organik, termasuk asam organik, fenol, dan karbonil, yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pendukung dalam budidaya dan pengendalian organisme pengganggu tanaman [9], [10]. Pemanfaatan kedua produk tersebut secara terpadu membuka peluang untuk mengurangi limbah sekaligus mengembalikan nilai guna biomassa ke dalam sistem usaha tani.

Meskipun teknologi pirolisis memiliki potensi tersebut, penerapannya di tingkat petani tidak cukup hanya dengan memperkenalkan alat. Adopsi teknologi membutuhkan pemahaman mengenai prinsip kerja, keterampilan pengoperasian, pengalaman menangani bahan dan produk, serta ketersediaan sarana yang dapat digunakan setelah kegiatan pelatihan selesai. Pada Kelompok Tani Sipakario, keterbatasan tersebut terlihat dari belum adanya pengalaman dalam mengolah jerami menggunakan teknologi pirolisis. Kondisi awal ini diperkuat oleh hasil *pre-test* yang menunjukkan rata-rata tingkat pengetahuan peserta sebesar 26,14%. Oleh karena itu, intervensi yang diberikan dalam kegiatan ini tidak hanya berupa penyampaian informasi, tetapi menggabungkan penjelasan teknis, demonstrasi, praktik langsung, pendampingan, evaluasi, dan penyediaan alat bagi mitra.

Kegiatan pengabdian dengan topik serupa telah dilaporkan sebelumnya. Jannah dkk. [11] melatih 15 peserta (12 anggota kelompok tani dan 3 perangkat desa) di Kelompok Tani Diat I, Bolaang Mongondow, untuk membuat biochar jerami padi menggunakan tabung kon-tiki dengan pembakaran langsung pada biomassa, disertai evaluasi pre-test dan post-test. Artikel tersebut hanya melaporkan biochar sebagai produk dan tidak melaporkan produk cair, penyerahan alat, maupun monitoring pascakegiatan. Isnainiyah dkk. [12] di Desa Tegal Mijin, Bondowoso, memperkenalkan pembuatan biochar jerami padi menggunakan dua tong tertutup pada suhu 150–170 °C selama 3 jam kepada 30 peserta yang terdiri atas perangkat desa dan remaja masjid, serta mengamati pengaruh biochar pada bibit cabai. Artikel tersebut tidak melaporkan evaluasi pengetahuan peserta, produk cair, maupun monitoring penggunaan alat setelah kegiatan. Dibandingkan kedua kegiatan tersebut, kegiatan ini menggunakan unit pirolisis berkondensor yang menghasilkan biochar dan asap cair dalam satu proses (100 kg jerami per proses pada suhu 400–500 °C), melibatkan 22 petani sebagai pengguna akhir alat, mengevaluasi pengetahuan peserta pada tujuh kriteria melalui *pre-test* dan *post-test*, menyerahkan alat kepada kelompok tani, dan memantau penggunaannya selama tiga bulan.

Kebaharuan kegiatan pengabdian ini terletak pada penerapan satu unit alat pirolisis modifikasi yang digunakan untuk mengolah jerami padi menjadi biochar dan asap cair secara simultan, kemudian diikuti dengan pembelajaran berbasis praktik dan pendampingan kepada anggota Kelompok Tani Sipakario. Pendekatan tersebut menghubungkan tiga kebutuhan mitra secara langsung, yaitu pengelolaan residu jerami, penguasaan keterampilan teknis, dan ketersediaan sarana produksi setelah kegiatan berakhir. Model kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi teknologi, tetapi dilanjutkan dengan penyerahan alat kepada kelompok tani sebagai sarana untuk meneruskan pengolahan biomassa secara mandiri. Dengan demikian, kontribusi kegiatan tidak hanya berupa produk hasil pirolisis, tetapi juga berupa model transfer teknologi yang mengintegrasikan pengenalan masalah lokal, pelatihan operasional, praktik langsung, evaluasi kapasitas peserta, dan keberlanjutan pemanfaatan alat. Model ini memiliki peluang untuk direplikasi pada kelompok tani lain yang memiliki karakteristik ketersediaan jerami dan permasalahan pengelolaan residu yang serupa. Model tersebut terdiri atas lima komponen, yaitu koordinasi dan persiapan, sosialisasi, penerapan alat pirolisis modifikasi melalui demonstrasi dan praktik langsung, pendampingan dan evaluasi, serta monitoring setelah penyerahan alat. Bukti awal keberhasilannya adalah peningkatan skor pre-test dan post-test dari 26,14% menjadi 91,86%, kemampuan seluruh anggota mengoperasikan alat secara mandiri, dan penggunaan alat sebanyak delapan kali selama tiga bulan monitoring. Bukti tersebut berasal dari satu kelompok tanpa pembanding sehingga model ini dipandang sebagai praktik transfer teknologi yang terdokumentasi, bukan sebagai temuan yang telah teruji secara eksperimental.

Penerapan model tersebut diharapkan memberikan manfaat yang dapat dirasakan pada tingkat kelompok tani, yaitu mengurangi ketergantungan pada pembakaran terbuka, meningkatkan nilai guna jerami melalui produksi biochar dan asap cair, serta membuka peluang pemanfaatan produk untuk mendukung kegiatan budidaya dan pengembangan usaha berbasis biomassa lokal. Dalam jangka lebih panjang, pemanfaatan kembali residu sebagai input produksi dapat mendukung pendekatan ekonomi sirkular di tingkat petani. Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengoptimalkan pemanfaatan limbah jerami padi melalui penerapan teknologi pirolisis pada Kelompok Tani Sipakario di Desa Pasiang,

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

Kecamatan Matakali, Kabupaten Polewali Mandar. Kegiatan dilaksanakan melalui sosialisasi, pelatihan, demonstrasi, praktik, pendampingan, dan monitoring untuk meningkatkan pengetahuan serta keterampilan petani dalam mengoperasikan teknologi pirolisis dan memanfaatkan produk yang dihasilkan secara berkelanjutan.

METODE PENGABDIAN MASYARAKAT

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada tanggal 31 Oktober 2025 di Desa Pasiang, Kecamatan Matakali, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat. Sasaran kegiatan adalah anggota Kelompok Tani Sipakario yang berjumlah 22 orang. Karakteristik peserta meliputi usia 30-45 tahun, jenis kelamin laki-laki, dan pengalaman bertani minimal 5 tahun. Seluruh peserta belum memiliki pengalaman menggunakan teknologi pirolisis untuk mengolah jerami berdasarkan identifikasi kondisi awal. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola limbah jerami padi melalui teknologi pirolisis menjadi biochar dan asap cair yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk mendukung produktivitas lahan pertanian.

Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif karena penerapan teknologi pengolahan jerami di tingkat petani memerlukan keterlibatan mitra sejak tahap identifikasi masalah, praktik pengoperasian alat, evaluasi, hingga pemanfaatan sarana setelah kegiatan. Mitra tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi terlibat langsung dalam persiapan bahan, pengisian reaktor, pengendalian proses, pengambilan biochar, pengumpulan asap cair, dan diskusi mengenai pemanfaatan produk. Kegiatan dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu koordinasi dan persiapan, sosialisasi potensi limbah jerami padi, penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek), pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program melalui kegiatan monitoring.

Tahap koordinasi dan persiapan

Kegiatan diawali dengan koordinasi antara tim pelaksana, pemerintah desa, dan pengurus Kelompok Tani Sipakario untuk menyusun rencana pelaksanaan program. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan mitra terkait pengelolaan limbah jerami padi, penentuan lokasi kegiatan, penyiapan alat pirolisis modifikasi, serta penyediaan bahan dan perlengkapan yang diperlukan selama pelaksanaan program. Hasil identifikasi kondisi awal juga digunakan sebagai dasar dalam menentukan materi pelatihan dan bentuk keterlibatan peserta selama praktik.

Tahap sosialisasi potensi limbah jerami padi

Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai potensi jerami padi sebagai sumber bahan organik dan bahan baku produk bernilai tambah. Materi yang disampaikan meliputi dampak pembakaran jerami terhadap lingkungan, potensi pemanfaatan limbah pertanian dalam mendukung pertanian berkelanjutan, serta manfaat biochar dan asap cair bagi kegiatan budidaya tanaman. Penyampaian materi dilakukan melalui metode ceramah, diskusi, dan tanya jawab secara interaktif.

Tahap penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi melalui proses pirolisis jerami padi menggunakan alat pirolisis modifikasi

Kegiatan diawali dengan persiapan bahan baku berupa jerami padi kering yang telah dikumpulkan dari lahan pertanian anggota kelompok tani. Jerami kemudian dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis dengan kapasitas 100 kg bahan baku per proses dan dipanaskan pada kondisi oksigen terbatas. Sumber panas yang digunakan adalah kayu bakar. Proses pirolisis berlangsung selama 6–7 jam dengan kisaran suhu operasi 400–500 °C. Selama proses berlangsung, biomassa mengalami dekomposisi termal yang menghasilkan fraksi padat berupa biochar, fraksi cair berupa asap cair setelah proses kondensasi, dan gas non-kondensabel.

Biochar diperoleh dari residu padat hasil karbonisasi jerami padi yang tertinggal di dalam reaktor setelah proses pirolisis selesai. Sementara itu, asap yang terbentuk selama proses pirolisis dialirkan melalui sistem kondensasi sehingga menghasilkan cairan hasil kondensat yang dikenal sebagai asap cair. Produk biochar dan asap cair yang dihasilkan kemudian diperkenalkan kepada peserta sebagai alternatif pupuk organik dan bahan pendukung budidaya tanaman yang dapat dimanfaatkan pada lahan pertanian.

Kegiatan pada tahap ini dilakukan pula pelatihan dan demonstrasi pengoperasian alat pirolisis modifikasi, mulai dari persiapan bahan baku, pengisian reaktor, pengendalian proses pirolisis, pengumpulan biochar, hingga proses kondensasi asap cair. Peserta dilibatkan secara langsung dalam setiap tahapan kegiatan dengan pendampingan tim pelaksana. Keterampilan peserta diamati pada kemampuan menyiapkan bahan, mengisi reaktor, mengikuti dan mengendalikan proses pemanasan, menangani hasil karbonisasi, serta mengumpulkan produk hasil kondensasi.

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

Mengingat proses pirolisis melibatkan pemanasan biomassa pada suhu 400–500 °C, pelaksanaan kegiatan memperhatikan aspek keselamatan kerja bagi peserta dan tim pelaksana. Peserta yang terlibat langsung dalam pengisian reaktor dan penanganan hasil karbonisasi dilengkapi dengan alat pelindung diri (APD) berupa sarung tangan tahan panas dan masker, serta diarahkan untuk menjaga jarak aman dari sumber panas reaktor selama proses berlangsung. Pengoperasian alat dilakukan di bawah pendampingan tim pelaksana, terutama pada tahap pemanasan, pengendalian proses, pembukaan reaktor, dan penanganan produk, untuk meminimalkan risiko paparan panas dan asap.

Tahap pendampingan dan evaluasi

Evaluasi dilakukan menggunakan *pre-test* dan *post-test* yang terdiri atas 21 soal. Instrumen mencakup enam indikator pengetahuan dan satu indikator minat peserta. Enam indikator pengetahuan meliputi potensi jerami padi, teknologi pengolahan jerami padi, teknologi pirolisis, manfaat biochar, manfaat asap cair, serta tahapan pembuatan biochar dan asap cair dengan metode pirolisis. Indikator ketujuh berkaitan dengan ketertarikan peserta untuk membuat biochar dan asap cair. Setiap indikator terdiri atas tiga soal. Jawaban benar diberi skor dan hasil evaluasi dinyatakan dalam persentase. Hasil evaluasi pada masing-masing indikator disajikan pada Tabel 2.

Tahap keberlanjutan program melalui monitoring.

Indikator keberhasilan program ditetapkan berdasarkan ketercapaian tiga aspek utama, yaitu peningkatan pengetahuan setelah kegiatan, kemampuan peserta mengikuti tahapan pengoperasian alat, serta keberlanjutan penggunaan teknologi oleh mitra. Keberhasilan juga ditinjau dari kemampuan alat menghasilkan biochar dan asap cair serta adanya pemanfaatan produk setelah kegiatan. Kriteria tersebut digunakan untuk menilai perubahan pada tingkat pengetahuan, keterampilan, penerapan teknologi, dan keberlanjutan program tanpa menetapkan batas nilai tertentu yang tidak ditentukan pada awal kegiatan.

Kegiatan monitoring dilakukan selama tiga bulan setelah pelaksanaan program untuk mengetahui tingkat keberlanjutan dan adopsi teknologi oleh mitra. Pemantauan diarahkan pada pemanfaatan alat pirolisis yang telah diserahkan kepada kelompok tani, frekuensi atau keberlanjutan penggunaan alat, pemanfaatan biochar dan asap cair yang dihasilkan, serta kendala yang dihadapi mitra dalam menerapkan teknologi. Hasil monitoring digunakan untuk melihat sejauh mana pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama kegiatan dapat diterapkan dalam praktik kelompok tani serta untuk mengidentifikasi kebutuhan pendampingan lanjutan.

Analisis data

Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis secara deskriptif dengan menghitung persentase capaian pengetahuan pada masing-masing kriteria dan membandingkan nilai sebelum dan sesudah kegiatan. Perubahan pengetahuan dinyatakan sebagai selisih persentase antara hasil post-test dan pre-test. Data hasil observasi keterampilan dan monitoring dianalisis secara deskriptif berdasarkan keterlaksanaan tahapan pengoperasian alat, kemampuan peserta mengikuti prosedur kerja, pemanfaatan alat dan produk, serta kendala yang ditemukan selama periode monitoring tiga bulan. Analisis disajikan dalam bentuk persentase dan uraian untuk menggambarkan capaian kegiatan serta keberlanjutan penerapan teknologi oleh mitra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi dan Identifikasi Pemahaman Awal Peserta

Kegiatan diawali dengan sosialisasi yang diikuti oleh 22 anggota Kelompok Tani Sipakario. Sosialisasi digunakan untuk menyamakan pemahaman mengenai permasalahan pengelolaan jerami padi, prinsip dasar pirolisis, serta peluang pemanfaatan produk yang dihasilkan. Hasil wawancara awal sebelum kegiatan terhadap empat anggota kelompok menunjukkan bahwa sebagian besar petani yang diwawancarai masih melakukan pembakaran jerami setelah panen, sedangkan sisanya memanfaatkannya sebagai pakan ternak (temuan kualitatif dari empat orang, tidak mewakili seluruh anggota). Temuan tersebut memperlihatkan adanya kesenjangan antara ketersediaan jerami sebagai sumber biomassa dan kemampuan mitra dalam mengolahnya menjadi produk bernilai guna. Berdasarkan hasil diskusi (temuan kualitatif), sebagian besar peserta juga belum mengenal pirolisis sebagai teknologi pengolahan biomassa. Temuan ini sejalan dengan hasil pre-test pada Tabel 2, yaitu skor awal 36% pada kriteria teknologi pirolisis, 3% pada manfaat biochar, dan 0% pada manfaat asap cair.

Selama sosialisasi, peserta aktif mendiskusikan cara kerja alat, pengendalian proses, pemanfaatan biochar dan asap cair, serta kemungkinan penerapannya pada kegiatan usaha tani. Respons tersebut menunjukkan bahwa materi yang diberikan sesuai dengan permasalahan yang

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

ABDIMAS NUSA MANDIRI
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT NUSA MANDIRI

dihadapi mitra. Pendekatan partisipatif menjadi penting karena peserta tidak hanya menerima informasi, tetapi juga diberi kesempatan untuk menghubungkan teknologi yang diperkenalkan dengan kondisi jerami dan kebutuhan usaha tani mereka.

Kegiatan sosialisasi juga menjadi sarana untuk memperkenalkan konsep pertanian sirkular melalui pemanfaatan kembali residu pertanian menjadi input produksi yang dapat digunakan pada lahan budidaya. Pendekatan ini penting karena keberhasilan adopsi inovasi teknologi pada tingkat petani sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman dan penerimaan terhadap teknologi yang diperkenalkan. Menurut Mwadzingeni [13], proses pembelajaran yang melibatkan interaksi langsung antara fasilitator dan peserta mampu meningkatkan penerimaan teknologi baru karena peserta memperoleh kesempatan untuk memahami manfaat teknologi secara lebih nyata.

Demonstrasi Teknologi Pirolisis dan Produksi Biochar dan Asap Cair

Tahap berikutnya adalah demonstrasi teknologi pirolisis menggunakan alat pirolisis modifikasi yang diperkenalkan kepada kelompok tani. Demonstrasi dilakukan secara langsung sehingga peserta dapat mengamati setiap tahapan proses, mulai dari persiapan bahan baku hingga pengambilan produk hasil pirolisis. Pendekatan praktik lapangan dipilih karena lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan peserta dibandingkan penyampaian materi secara teoritis.

Jerami padi kering dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis yang memiliki kapasitas maksimum 100 kg bahan baku per proses. Pirolisis berlangsung pada kondisi oksigen terbatas selama 6–7 jam dengan kisaran suhu operasi 400–500 °C. Sumber panas yang digunakan selama kegiatan adalah kayu bakar. Peserta diberi penjelasan mengenai pengendalian proses, mekanisme kondensasi, serta penanganan produk hasil pirolisis. Penggunaan jerami sebagai bahan baku dan kayu sebagai sumber panas disesuaikan dengan ketersediaan sumber daya yang dapat diperoleh mitra di lokasi kegiatan. Kegiatan pirolisis dapat dilihat pada Gambar 1.

Demonstrasi menunjukkan bahwa alat dapat beroperasi dengan baik pada kapasitas 100 kg tanpa mengalami kendala teknis yang berarti. Kondisi ini penting karena salah satu faktor yang menentukan keberhasilan transfer teknologi adalah kemudahan operasional alat dan kesesuaiannya dengan kondisi pengguna di lapangan. Menurut Masrida [14], teknologi pirolisis untuk sektor pertanian harus dirancang dengan mempertimbangkan aspek kemudahan pengoperasian, efisiensi produksi, dan ketersediaan bahan baku lokal agar lebih mudah diadopsi oleh petani. Namun, keberhasilan transfer teknologi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan alat menghasilkan produk, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam mengoperasikan alat secara aman dan berulang. Karena itu, seluruh tahapan pengoperasian dilakukan bersama peserta dan didampingi oleh tim pelaksana. Hasil produksi yang diperoleh selama demonstrasi disajikan pada Tabel 1.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)
Gambar 1. Alat Pirolisis Modifikasi yang Digunakan Dalam Kegiatan Pengolahan Jerami Padi Menjadi Biochar dan Asap Cair

Tabel 1. Hasil Produksi Biochar dan Asap Cair dari 100 kg Jerami Padi Kering

Parameter	Hasil
Kapasitas alat	100 kg
Bahan baku per proses	100 kg jerami kering
Lama proses pirolisis	6–7 jam
Produksi biochar	30–35 kg
Produksi asap cair	15–25 L

Sumber: (Dokumentasi penulis, 2025)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa teknologi yang diterapkan mampu mengkonversi limbah jerami menjadi dua produk utama yang dapat dimanfaatkan kembali dalam sistem pertanian. Hasil pirolisis berupa biochar yang dibuat oleh Kelompok Tani Sipakario dapat dilihat pada Gambar 2.

Biochar yang dihasilkan berwarna hitam dan bertekstur berpori secara visual, yang menunjukkan terbentuknya fraksi padat hasil karbonisasi. Karakteristik visual tersebut tidak digunakan untuk menyimpulkan mutu atau tingkat karbonisasi secara kuantitatif karena kegiatan ini tidak mencakup karakterisasi laboratorium. Dengan demikian, hasil yang dilaporkan pada tahap ini merupakan capaian produksi dan pemanfaatan,

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

sedangkan karakterisasi mutu biochar memerlukan pengujian lebih lanjut.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)
Gambar 2. Biochar Hasil Pirolisis Jerami Padi

Struktur biochar yang berpori berperan penting dalam meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air dan unsur hara. Selain itu, biochar juga diketahui mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga berkontribusi terhadap perbaikan kualitas tanah dalam jangka panjang. Menurut Joseph [15], aplikasi biochar secara berkelanjutan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan hara dan mendukung sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Selain biochar, proses pirolisis menghasilkan asap cair yang diperoleh melalui proses kondensasi asap hasil karbonisasi biomassa. Dalam kegiatan ini, pemanfaatan produk dilaporkan berdasarkan praktik mitra, yaitu penggunaan pada tanaman sayur dan bunga serta penjualan awal kepada masyarakat sekitar. Efektivitas agronomis biochar maupun asap cair tidak diuji secara kuantitatif dalam kegiatan ini sehingga manfaat terhadap pertumbuhan tanaman tidak diklaim sebagai hasil penelitian. Produk yang diperoleh kemudian dikemas sebagai salah satu bentuk hilirisasi hasil kegiatan pengabdian (Gambar 3).

Keberhasilan menghasilkan kedua produk pada saat demonstrasi memberikan pengalaman langsung kepada peserta bahwa jerami dapat dikonversi menjadi produk yang dapat digunakan kembali. Pengalaman tersebut menjadi penting dalam proses adopsi karena peserta dapat melihat hubungan antara bahan baku yang tersedia di sekitar mereka, proses pengolahan, dan produk yang dihasilkan. Hasil produksi kemudian menjadi dasar bagi kelompok untuk melanjutkan penggunaan alat setelah kegiatan selesai.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)
Gambar 3. Produk Asap Cair Hasil Pirolisis Jerami Padi

Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Peserta

Evaluasi dilakukan menggunakan *pre-test* dan *post-test* yang terdiri atas 21 soal. Instrumen mencakup tujuh kriteria pengetahuan, dengan tiga soal untuk setiap kriteria, yaitu potensi jerami padi, teknologi pengolahan jerami padi, teknologi pirolisis, manfaat biochar, manfaat asap cair, tahapan pembuatan biochar dan asap cair dengan metode pirolisis, serta ketertarikan untuk membuat biochar dan asap cair. Hasil evaluasi pada masing-masing kriteria disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Pengetahuan Peserta Sebelum dan Setelah Kegiatan

No	Kriteria Pengetahuan	Sebelum (%)	Sesudah (%)
1	Potensi jerami padi	41	92
2	Teknologi pengolahan jerami padi	32	89
3	Teknologi pirolisis	36	90
4	Manfaat biochar	3	93
5	Manfaat asap cair	0	90
6	Tahapan pembuatan biochar dan asap cair dengan metode pirolisis	0	89
7	Ketertarikan untuk membuat biochar dan asap cair	71	100

Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Rata-rata tingkat pengetahuan peserta meningkat dari 26,14% sebelum kegiatan menjadi 91,86% setelah kegiatan, atau meningkat sebesar 65,72 poin persentase. Peningkatan pada seluruh kriteria menunjukkan bahwa peserta memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai bahan baku, prinsip teknologi, proses produksi, dan pemanfaatan produk. Peningkatan paling terlihat pada materi manfaat biochar, manfaat asap cair, dan tahapan produksi, yang sebelumnya belum banyak

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

dikenal peserta. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi penjelasan, demonstrasi, dan praktik langsung sesuai untuk memperkenalkan teknologi yang sebelumnya belum dikuasai oleh mitra.

Perubahan pengetahuan tersebut didukung oleh keterlibatan peserta selama praktik. Peserta tidak hanya mengamati proses, tetapi dilibatkan dalam persiapan bahan, pengisian reaktor, pengamatan suhu, penanganan hasil karbonisasi, dan pengumpulan asap cair. Menurut Klerkx [16], pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam meningkatkan kapasitas petani dibandingkan metode transfer informasi secara satu arah. Observasi selama praktik menunjukkan bahwa anggota kelompok telah mampu mengikuti tahapan pengoperasian alat dan, berdasarkan monitoring pascaprogram, mampu menjalankan alat tanpa pendampingan langsung dari tim pelaksana. Dengan demikian, peningkatan kapasitas yang dicapai tidak hanya berada pada tingkat pengetahuan, tetapi mulai terlihat dalam kemampuan menerapkan teknologi di tingkat kelompok.

Seluruh peserta menyatakan ketertarikan untuk membuat biochar dan asap cair setelah kegiatan. Minat tersebut kemudian didukung oleh tersedianya alat yang diserahkan kepada kelompok dan koordinasi penggunaan alat oleh ketua kelompok. Kondisi ini menjadi faktor penting dalam keberlanjutan karena penggunaan alat tidak bergantung pada kehadiran tim pelaksana.

Monitoring Adopsi Teknologi dan Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program dievaluasi melalui monitoring selama tiga bulan setelah pelatihan. Monitoring menunjukkan bahwa alat pirolisis masih digunakan hingga saat ini. Seluruh anggota kelompok aktif menggunakan alat, sedangkan pengaturan jadwal dan koordinasi penggunaan dilakukan oleh ketua kelompok. Selama tiga bulan, alat telah digunakan sebanyak delapan kali. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan alat tidak berhenti pada tahap demonstrasi, tetapi telah diterapkan secara berulang oleh mitra setelah kegiatan selesai.

Setiap proses menggunakan sekitar 100 kg jerami kering, sehingga selama tiga bulan monitoring diperkirakan sekitar 800 kg jerami telah diolah. Berdasarkan hasil produksi per proses, biochar yang dihasilkan berkisar 30–35 kg, sehingga produksi kumulatif diperkirakan mencapai 240–280 kg. Produksi asap cair berkisar 15–25 L per proses, bergantung pada kualitas jerami, sehingga selama delapan kali penggunaan diperkirakan dihasilkan sekitar 120–200 L asap cair. Angka kumulatif tersebut merupakan estimasi berdasarkan kapasitas bahan baku dan kisaran hasil per proses, bukan hasil penimbangan kumulatif setiap batch.

Produk yang dihasilkan selama periode monitoring telah dimanfaatkan oleh anggota kelompok untuk tanaman sayur dan bunga milik petani. Sebagian produk juga mulai dijual kepada masyarakat sekitar, terutama tetangga, sebagai tahap awal pengenalan produk kepada pengguna di tingkat lokal. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi telah bergerak dari tahap pelatihan menuju penggunaan nyata di tingkat kelompok. Namun, penjualan masih bersifat uji coba dan belum dapat digunakan untuk menyimpulkan keberhasilan usaha secara ekonomi. Dari sisi kemandirian, anggota kelompok telah mampu mengoperasikan alat secara mandiri setelah kegiatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa transfer keterampilan telah berjalan dan sarana yang diserahkan dapat digunakan tanpa ketergantungan langsung kepada tim pelaksana. Menurut Illahi [17], keberhasilan difusi inovasi sangat dipengaruhi oleh kemudahan penggunaan teknologi, manfaat yang dirasakan pengguna, dan ketersediaan sarana pendukung setelah proses introduksi teknologi dilakukan. Peran ketua kelompok dalam mengoordinasikan penggunaan alat juga menjadi mekanisme organisasi yang mendukung keberlanjutan pemanfaatan teknologi. Dari aspek sosial, tidak dilaporkan hambatan berarti dalam penggunaan alat. Koordinasi penggunaan dilakukan oleh ketua kelompok sehingga seluruh anggota dapat terlibat dalam pemanfaatan sarana yang tersedia.

Kendala utama selama monitoring berkaitan dengan sumber panas. Pada musim panen, jerami tersedia dalam jumlah melimpah sehingga bahan baku relatif mudah diperoleh. Sebaliknya, pada musim hujan penggunaan alat menjadi kurang maksimal karena sistem pemanasan masih menggunakan kayu bakar. Alat secara teknis dapat menggunakan gas sebagai sumber bahan bakar alternatif, tetapi biaya penggunaan gas masih dianggap mahal oleh kelompok. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberlanjutan teknologi perlu mempertimbangkan ketersediaan bahan baku sekaligus kesesuaian sumber energi dengan kondisi operasional dan kemampuan ekonomi mitra. Pengembangan sistem pengeringan jerami dan kajian kelayakan penggunaan sumber panas alternatif menjadi langkah yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kontinuitas penggunaan alat pada musim hujan.

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

P-ISSN: 2774-5007 | E-ISSN: 2774-499X
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

Implikasi Ekonomi dan Pemanfaatan Produk

Kegiatan ini baru menunjukkan adanya nilai guna dari pengolahan jerami, sedangkan nilai tambah ekonomi belum dapat dibuktikan karena dampak ekonomi aktual belum dapat dihitung karena kelompok tani belum melakukan pencatatan biaya produksi, penggunaan bahan bakar, tenaga kerja, harga pokok produksi, maupun margin penjualan. Oleh karena itu, kegiatan belum dapat menyimpulkan besarnya keuntungan yang diperoleh kelompok. Penjualan yang dilakukan masih berupa uji coba kepada masyarakat sekitar, terutama tetangga. Meskipun demikian, adanya penggunaan produk untuk tanaman sayur dan bunga serta penjualan awal menunjukkan bahwa hasil pirolisis telah memiliki nilai guna dan mulai diperkenalkan sebagai produk yang dapat dimanfaatkan dan dipasarkan pada skala lokal.

Pemanfaatan produk untuk tanaman sayur dan bunga juga memberikan bentuk nilai guna langsung bagi petani, meskipun efektivitasnya terhadap pertumbuhan tanaman belum diuji secara terukur. Dari perspektif ekonomi sirkular, kegiatan ini memperpendek alur pemanfaatan residu pertanian: jerami yang sebelumnya dibakar atau digunakan secara terbatas diolah menjadi produk yang kembali digunakan pada kegiatan budidaya atau diperkenalkan sebagai produk untuk masyarakat. Dengan demikian, nilai guna tidak hanya terletak pada potensi penjualan, tetapi juga pada pemanfaatan kembali biomassa dan pengurangan praktik pembakaran terbuka.

Kontribusi terhadap Pertanian Berkelanjutan dan Ekonomi Sirkular

Kegiatan ini menyediakan alternatif pengelolaan jerami yang relevan dengan kondisi awal mitra, ketika sebagian besar dari empat anggota yang diwawancarai masih membakar jerami setelah panen. Dengan adanya teknologi pirolisis, jerami yang sebelumnya dibakar atau dimanfaatkan secara terbatas dapat dialihkan menjadi bahan baku untuk menghasilkan biochar dan asap cair. Kegiatan ini belum melakukan pengukuran kuantitatif terhadap penurunan frekuensi pembakaran, sehingga manfaat lingkungan yang dilaporkan dibatasi pada tersedianya alternatif pemanfaatan jerami dan penerapannya oleh kelompok selama periode monitoring.

Kontribusi terhadap pertanian berkelanjutan pada kegiatan ini terutama terlihat pada peningkatan kapasitas petani, pemanfaatan kembali biomassa lokal, dan terbentuknya alur penggunaan produk dalam kegiatan pertanian. Biochar berpotensi digunakan sebagai pembenah tanah dan asap cair sebagai produk yang dapat dikembangkan untuk kebutuhan pertanian [18], tetapi manfaat agronomis spesifiknya tetap memerlukan penelitian lanjutan. Dengan demikian, hasil kegiatan mendukung prinsip pertanian berkelanjutan pada tingkat pengelolaan sumber daya, tanpa melebihkan bukti mengenai efektivitas produk.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan teknologi pirolisis pada Kelompok Tani Sipakario telah mencapai tujuan peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan pemanfaatan limbah jerami padi, yang ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata pengetahuan peserta dari 26,14% pada *pre-test* menjadi 91,86% pada *post-test* serta kemampuan anggota kelompok mengoperasikan alat secara mandiri. Alat pirolisis yang dimodifikasi sesuai dengan kapasitas jerami mitra dan dibuat lebih sederhana dapat menghasilkan biochar dan asap cair dalam satu proses. Selama tiga bulan monitoring, alat telah digunakan sebanyak delapan kali dengan kapasitas 100 kg jerami per proses, sehingga berdasarkan kisaran hasil per proses diperkirakan sekitar 800 kg jerami telah diolah dan menghasilkan 240–280 kg biochar serta 120–200 liter asap cair. Produk telah dimanfaatkan untuk tanaman sayur dan bunga serta mulai diuji coba untuk dijual kepada masyarakat sekitar, sehingga memberikan nilai guna dan membuka peluang peningkatan nilai tambah limbah jerami bagi kelompok tani. Dari aspek lingkungan, penerapan teknologi ini menyediakan alternatif pemanfaatan jerami yang sebelumnya banyak dibakar secara terbuka, sehingga mendukung pengelolaan limbah pertanian yang lebih berkelanjutan, meskipun penurunan praktik pembakaran belum diukur secara kuantitatif.

Pengembangan program selanjutnya perlu diarahkan pada peningkatan kontinuitas sumber panas, pencatatan biaya produksi dan hasil penjualan, penerapan teknologi pada kelompok tani dengan kondisi serupa, serta penelitian lanjutan mengenai efektivitas biochar dan asap cair pada berbagai komoditas pertanian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kemendiktisaintek melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sulawesi Barat atas hibah pengabdian kepada masyarakat skema Kasabangsa dengan No SK. 959/UN55.L1/DT.0.5.00/2025. Terima kasih kepada pemerintah Desa Passiang dan

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional

https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

seluruh anggota kelompok tani Sipakario atas partisipasinya sehingga kegiatan ini berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Singh and M. Patel, "Effective utilization of rice straw in value-added by-products: A systematic review of state of art and future perspectives," 2022. doi: 10.1016/j.biombioe.2022.106411.

[2] S. Sjaf, L. Elson, L. Hakim, A. A. Arsyad, A. R. Mahardika, B. Octavia, A. Mulawarman, and M. R. Rangkuti. "Desa Pasiang Monografi," Bogor, 2022. Accessed: Oct. 02, 2026. [Online]. Available: http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/117145

[3] A. Sasmita, I. Isnaini, and R. Zustika, "Estimasi Gas Rumah Kaca dari Sektor Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.21776/ub.jsal.2021.008.01.5.

[4] R. Prateep Na Talang, W. Na Sorn, S. Polruang, and S. Sirivithayapakorn, "Alternative crop residue management practices to mitigate the environmental and economic impacts of open burning of agricultural residues," *Sci. Rep.*, vol. 14, no. 1, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-65389-3.

[5] A. Bhatnagar, A. Singhal, H. Tolvanen, K. Valtonen, T. Joronen, and J. Konttinen, "Effect of pretreatment and biomass blending on bio-oil and biochar quality from two-step slow pyrolysis of rice straw," *Waste Management*, vol. 138, 2022, doi: 10.1016/j.wasman.2021.12.013.

[6] L. L. Cueva Z., G. J. Griffin, L. P. Ward, S. Madapusi, K. V. Shah, and R. Parthasarathy, "A study of chemical pre-treatment and pyrolysis operating conditions to enhance biochar production from rice straw," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 163, 2022, doi: 10.1016/j.jaap.2022.105455.

[7] M. Bekchanova, Madina, L. Campion, S. Bruns, T. Kuppens, J. Lehmann, M. Jozefczak, A. Cuypers, and R. Malina "Biochar improves the nutrient cycle in sandy-textured soils and increases crop yield: a systematic review," 2024. doi: 10.1186/s13750-024-00326-5.

[8] Y. Chun, S. K. Lee, H. Y. Yoo, and S. W. Kim, "Recent Advancements in Biochar Production According to Feedstock Classification, Pyrolysis Conditions, and Applications: A Review," *Bioresources*, vol. 16, no. 3, 2021, doi: 10.15376/BIORES.16.3.CHUN.

[9] N. A. Saputra, S. Komarayati, and , G. Gusmailina, "Komponen Kimia Organik Lima Jenis Asap Cair," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 39, no. 1, 2021, doi: 10.20886/jphh.2021.39.1.39-54.

[10] N. Sari, Nurmala, M. Razali, O. S. Br Sijabat, S. H. Sihotang, F. R. Sembiring, P. P. Gulo, and F Y Laia, "Efektivitas Asap Cair dari Pirolisis Tempurung Kelapa sebagai Pestisida Organik dalam Pengendalian Hama pada Tanaman Hidroponik di Kelurahan Terjun, Kecamatan Medan Marelan," *Mejuajua: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, vol. 5, no. 2, 2025, doi: 10.52622/mejuajuajabdimas.v5i2.292.

[11] M. Jannah, M. Mustapa, H. Hasmiati, N. D. E. Pieter, and P. Mandias, "Pengolahan Jerami Padi Menjadi Biochar Pembenah Tanah untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan pada Kelompok Tani Diat I, Bolaang Mongondow," *Jurnal Abdi Insani*, vol. 12, no. 8, 2025, doi: 10.29303/abdiinsani.v12i8.2829.

[12] N. S. Isnainiyah, T. P. Nelumbium, F. F. Wijaksana, P. Andreas, and Y. Nurdian, "Pengolahan Limbah Jerami Padi menjadi Biochar untuk Meningkatkan Kualitas Tanah di Desa Tegal Mijin Bondowoso," *Abditani: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 6, no. 1, 2023.

[13] L. Mwadzingeni, M. Dandira, D. Kutywayo, L. Mwadzingeni, A. Chiwawa, and M. D. Simatele, "Impact of capacity building through learning, training, and coaching on agricultural innovation," *PLoS One*, vol. 20, no. 1, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0314004.

[14] R. Masrida and W. Kartika, "Potensi Konversi Limbah Organik dengan Metode Pirolisis Menjadi Biochar, Syngas dan Bio-Oil: Tinjauan Literatur Sistematis," *Journal of Engineering Environtmental Energy and Science*, vol. 4, no. 2, 2025, doi: 10.31599/rthfkf79.

[15] S. Joseph, A. L. Cowie, L. Van Zwieten, N. Bolan, A. Budai, W. Buss, M. L. Cayuela., "How biochar works, and when it doesn't: A review of mechanisms controlling soil and plant responses to biochar," 2021. doi: 10.1111/gcbb.12885.

[16] L. Klerkx and S. Begemann, "Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems," *Agric.*

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional
https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598

P-ISSN: 2774-5007 | **E-ISSN: 2774-499X**
Vol. 8 No. 4 Oktober 2026 | Hal. 745-755

Syst., vol. 184, 2020, doi: 10.1016/j.agsy.2020.102901.

[17] P. R. Illahi and D. Darmawati, "Strategi Komunikasi Inovasi Teknologi," *Journal of Comprehensive Science*, vol. 4, no. 7, 2025, doi: 10.59188/jcs.v4i7.3422.

[18] V. John, A. R. O. Braga, C. K. A. O Danielli, H. M. Sousa, F. E. Danielli, N. P. S. Falcão, J. Guerra, D. J. Lasmar, and C. SC. Marques-dos-Santo, "Investigation, Prospects, and Economic Scenarios for the Use of Biochar in Small-Scale Agriculture in Tropical," *Agriculture (Switzerland)*, vol. 15, no. 15, 2025, doi: 10.3390/agriculture15151700.

Lisensi CC Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional

https://doi.org/10.33480/abdimas.v8i4.8598