



Iptek bagi Masyarakat dalam Mengolah Biomassa menjadi Biochar dan Asap Cair Menggunakan Pirolisator Portabel

¹Muhammad Helmy Abdillah, ¹Mila Lukmana, ¹Indriani, ²Raybian Nur

¹Diploma Program Plantation Crop Farming, Politeknik Hasnur. Jl. Brigjend H. Hasan Basri KM 11, Kec. Alalak, Kab. Barito Kuala – Kalimantan Selatan, Indonesia. Postal code: 70582

²Diploma Program Automotive Engineering Technology, Politeknik Negeri Banjarmasin. Jl. Brigjend H. Hasan Basri, Komp. ULM, Kota Banjarmasin – Kalimantan Selatan, Indonesia. Postal code: 70124

*Corresponding Author e-mail: abdillah.helmy21@gmail.com

Diterima: Januari 2022; Revisi: Januari 2022; Diterbitkan: Februari 2022

Abstrak: Diseminasi iptek bagi masyarakat desa menjadi sarana penting untuk mendorong hilirisasi penelitian sehingga inovasi dan invensi tidak hanya di lingkungan civitas akademik saja. Bentuk diseminasi dalam kegiatan ini adalah iptek bagi masyarakat dalam mengolah biomassa menjadi *biochar* dan asap cair menggunakan pirolisator portabel yang dapat dirakit sendiri. Tujuan dari kegiatan ini adalah memberi kesadaran dan pemahaman kepada kelompok tani di Desa Karang Indah agar mampu mengolah biomassa sisa petanian dan peternakan menjadi *biochar* dan asap cair serta mengimplementasikannya agar meningkatkan produktivitas pertanian di lahan sulfat masam yang pada akhirnya menurunkan biaya operasional kegiatan budidaya tanaman. Hal ini berdampak langsung pada pencapaian SDGs Desa yang dicanangkan Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi serta searah dengan SDGs Dunia. Diseminasi hasil penelitian dan difusi teknologi yang diinisiasi dengan menerapkan metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA) ternyata efektif mendorong penetrasi iptek kepada petani. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan tentang fungsi *biochar* dan asap cair sebesar 54.1%, pemahaman tentang cara pengolahan biomassa organik menjadi *biochar* dan asap cair serta kemampuan merekonstruksi/ reka-ciapa iptek alat pirolisator dengan metode amati-tiru-modifikasi mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 31.1% dan 52.6%, sehingga akumulasi rata-rata persentase peningkatan pemahaman peserta untuk keseluruhan indikator capaian setelah dilakukan kegiatan sebesar 45.93%.

Kata Kunci: Asap cair, Biochar, Pirolisis, Metode PRA

Science and Technology for Villagers in Processing Biomass into Biochar and Liquid Smoke Using Portable Pyrolysators

Abstract: Science and technology dissemination for village communities is a key means to encourage downstream research so that innovation and invention are not only within the academic community. The form of dissemination in this activity is science and technology for the district in processing biomass into biochar and liquid smoke using a portable pyrolysator that can be assembled by yourself. The purpose of this activity is to provide awareness and understanding to farmer groups in Karang Indah Village so that they can process leftover biomass from agriculture and livestock into biochar and liquid smoke and implement it to increase agricultural productivity in acid sulfate soil which ultimately reduces the operational costs of plant cultivation activities. It has a direct impact on achieving the Village SDGs launched by the Ministry of Villages, Development of Disadvantaged Regions, and Transmigration and is in line with the World SDGs. Dissemination of research results and technology diffusion initiated by applying the *Participatory Rural Appraisal* (PRA) method turned out to be effective in encouraging science and technology penetration to farmers. The results of the activity showed an increase in knowledge about the function of biochar and liquid smoke by 54.1%, an understanding of how to process organic biomass into biochar and liquid smoke, and the ability to reconstruct/invent science and technology of pyrolysator equipment using the observe-copy-modification method experienced a successive increase of 31.1 % and 52.6% so that the accumulated average percentage of increased understanding of participants for all achievement indicators after the activity was 45.93%.

Keywords: Biochar, Liquid smoke, Pyrolysis, PRA method

How to Cite: Abdillah, M. H., Lukmana, M., Indriani, I., & Nur, R. (2023). Iptek bagi Masyarakat dalam Mengolah Biomassa menjadi Biochar dan Asap Cair Menggunakan Pirolisator Portabel. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 5(1), 14–23. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v5i1.1062>



<https://doi.org/10.36312/sasambo.v5i1.1062>

Copyright© 2023, Abdillah et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



PENDAHULUAN

Usaha pada bidang pertanian dan peternakan menjadi sektor utama penggerak ekonomi di Desa Karang Indah, Kecamatan Mandastana, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Desa ini menjadi salah satu desa penyangga pangan bagi Kota Banjarmasin dan Marabahan dalam memasok beras, jeruk (limau), dan daging. Kegiatan ini telah berlangsung lebih dari 40 tahun sejak pemerintahan Soeharto mendeklarasikan kebijakan desa transmigrasi untuk seperempat penduduk yang berada di Jawa, Sumatera dan Kepulauan Nusa Tenggara. Pada saat itu, setiap kepala keluarga diberikan sepetak lahan untuk dikelola menjadi ladang bertanam dan berternak, dimana hingga saat ini usaha tersebut masih bertahan meskipun telah memasuki generasi ke-dua.

Setidaknya, terdapat 3 (tiga) komoditas utama yang diusahakan warga setempat, yakni pangan (padi), hortikultura (limau, cabai, daun bawang), dan perkebunan (kelapa sawit dan karet). Selain itu, juga terdapat 3 (tiga) komoditas usaha peternakan yang sifatnya musiman seperti penggemukan sapi, pemeliharaan ayam pedaging, dan peternakan kambing. Usaha-usaha ini menghasilkan tumpukan limbah biomassa yang berpotensi menjadi sumber emisi karbon (Abdillah, 2022), dan juga menjadi sarang organisme pengganggu tanaman (OPT) (Abdillah et al., 2021). Namun jika dicermati, limbah biomassa yang dihasilkan tersebut mempunyai potensi untuk direkayasa dan dimanfaatkan guna meningkatkan produktivitas lahan pertanian.

Pada masalah lain, pengairan lahan pertanian yang sulit dikelola berdampak pada penurunan kualitas tanah. Air tidak mengalir karena topografi sawah lebih tinggi dari saluran kuarter sehingga saat pasang tinggi saja, air dapat masuk ke lahan sawah dan menjadikan air terkumpul pada kawasan lebak sawah yang lebih rendah, sedangkan kawasan lahan lainnya menjadi kering, hal ini menyebabkan mudahnya lahan mengalami reaksi redoks yang pada akhirnya menurunkan kualitas kimia tanah. Dari sebab itu, kesuburan tanah sawah semakin rendah, ketidak-berimbangan ketersediaan hara menyebabkan tanaman mudah terserang hama/ penyakit dan berdampak pada kegagalan panen. Faktanya, kegagalan panen telah terjadi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2018-2022) yang disebabkan buruknya tata kelola pengairan dan masifnya serangan hama/ penyakit di wilayah ini (Hasan, 2021; Tabri, 2022). Lebih lanjut, menyebabkan terjadinya inflasi harga beras akibat rantai pasok dari ketersediaan beras yang defisit di wilayah Kabupaten Barito Kuala (Abdillah et al., 2022).

Kompleksitas masalah ini menghambat pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama pada poin 11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan); poin 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung

Jawab); dan poin 13 (Penanganan Perubahan Iklim), sehingga untuk mencapai tujuan SDGs, maka diantara caranya adalah mengimplementasikan model daur-ulang limbah biomassa dari hasil bertani dan berternak, lalu dikembalikan lagi produk hasil daur-ulangnya pada kegiatan tersebut. Berdasarkan sudut pandang akademik, rekayasa biomassa sisa pertanian dan peternakan dapat menjadi solusi dari masalah-masalah yang telah diuraikan tersebut. Pendaur-ulangan dan relokasi limbah biomassa dapat menghasilkan material yang bermanfaat serta memiliki *value*, khususnya dalam membenahi tanah dan mengendalikan hama/ penyakit di lahan suboptimal (Abdillah & Budi, 2021).

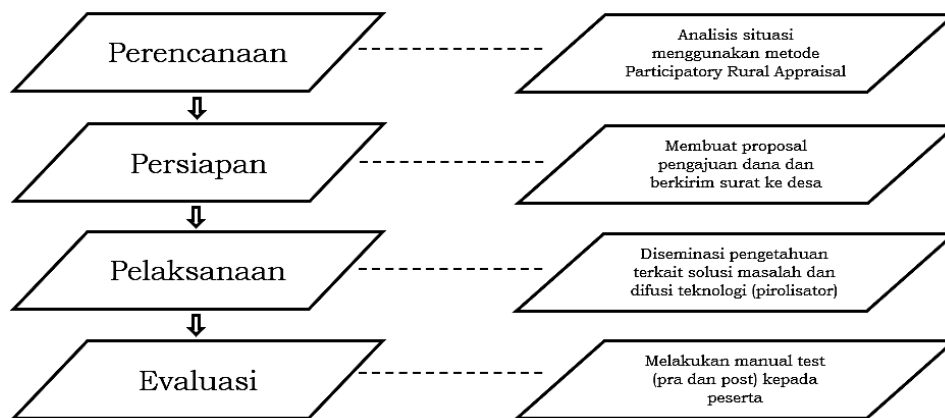
Bahan organik sisa pertanian dan peternakan dapat diolah menjadi *biochar* yang difungsikan untuk membenahi tanah dengan metode pirolisis menggunakan pirolisator. Phuong et al. (2016) melaporkan bahwa *biochar* mampu meningkatkan pH tanah, meretensi hara yang mudah larut, mereduksi logam racun, dan menurunkan kepadatan isi tanah. Selain itu, penerapan *biochar* juga dapat meningkatkan daya minat mikroba pada lingkungan *rizosfer*, membantu tanaman untuk mengambil unsur hara yang sulit dilarutkan/ diambil oleh akar tanaman (Joseph et al., 2021). Asap yang dihasilkan dari pembuatan *biochar* dapat direkayasa menjadi cairan multifungsi melalui proses kondensasi, dimana asap dialirkan melalui selang pembuangan yang dikondisikan dingin sehingga dari selang tersebut mengeluarkan cairan bening berwarna kuning kehitaman dan berbau sangit yang disebut dengan asap cair (Lukmana et al., 2022). Setidaknya ada 50 jenis senyawa organik yang terkandung pada asap cair hasil pirolisis dari biomassa tanaman pertanian maupun perkebunan, diantaranya senyawa *phenolic* dan *dimethyl cyclopropanecarboxylate* (Andy et al., 2021; Majid et al., 2022), yang efektif menjadi *antifeedant* bagi hama serangga (Sumini & Bahri, 2021; Asikin et al., 2022)) dan cendawan (Mahmud et al., 2020), sehingga mampu menekan potensi virulensi penyakit yang dibawa oleh hama vektor.

Berdasarkan hal tersebut, limbah biomassa yang dihasilkan dari kegiatan pertanian dan peternakan di Desa Karang Indah berpotensi direkayasa dan dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menekan serangan OPT pada tanaman. Tujuan kegiatan ini untuk menimbulkan kesadaran dan meningkatkan pemahaman kepada petani melalui penerapan iptek pada pengolahan biomassa sisa tanaman maupun kotoran ternak menjadi *biochar* dengan proses pirolisis menggunakan pirolisator portabel yang dapat dibuat sendiri menggunakan barang bekas, disisi lain bahwa asap yang dihasilkan dari proses pirolisis tersebut dapat dikondensasi menjadi asap cair yang berguna untuk mengendalikan serangan hama dan cendawan yang menjadi pemicu kegagalan panen.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilaksanakan pada Maret 2022 di kantor Balai Penyuluh Pertanian (BPP) Mandastana yang bertempat Desa Karang Indah, Kabupaten Barito Kuala. Adapun metode yang digunakan yakni *Participatory Rural Appraisal* (PRA) untuk mendapatkan poin-poin permasalahan dan solusinya, kemudian dilakukan diseminasi hasil penelitian dalam bentuk penyuluhan dan difusi iptek kepada 15 orang petani yang berasal dari perwakilan 6 kelompok tani dan 5 orang perwakilan dari kelompok karang taruna Desa

Karang Indah. Selain itu, beberapa pihak juga terlibat dalam kegiatan ini seperti 2 orang perwakilan aparat desa selaku ketua dan sekretaris gapoktan sebagai penggerak, serta 1 orang penyuluh dari Balai Penyuluh Pertanian sebagai narasumber teknis. Adapun tahapan kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut,



Gambar 1. Skema kegiatan

Keberhasilan kegiatan dapat dinilai dari 3 indikator, 1) meningkatnya pengetahuan terhadap peran/ fungsi *biochar* dan asap cair; 2) meningkatnya pengetahuan terhadap cara pengolahan biomassa sisa pertanian/ peternakan menjadi *biochar* dan asap cair; 3) reka-cipta iptek alat pirolisator dengan metode amati-tiru-modifikasi oleh gapoktan. Hal ini dapat diukur melalui analisis nilai pre test dan post test serta interaksi peserta saat kegiatan berlangsung. Terdapat 10 soal yang sama antara pre test dan post tes dalam bentuk pilihan ganda. Materi soal tersebut berisi 3 indikator capaian kegiatan yang terbagi dalam 4 butir pertanyaan terkait peran/ fungsi *biochar* dan asap cair, 3 butir pertanyaan terkait cara pengolahan *biochar* dan asap cair yang dapat dilakukan secara sederhana, dan 3 butir pertanyaan terkait material barang bekas yang dapat dibuat menjadi alat pirolisator serta tahapan-tahapan dalam pengolahan alat pirolisator.

Analisis data dilakukan untuk mengetahui keberhasilan kegiatan. Analisis dilakukan dengan memeriksa dan menilai jawaban dari pre test, post test, rekonstruksi alat melalui penggambaran diatas kertas, serta tanya-jawab dan *show case* pengalaman petani di lapangan.

HASIL DAN DISKUSI

Gambar 2 menunjukkan rangkaian alat pirolisator portabel dari tabung gas 12 kg (bekas) yang berbobot 3 kg, kemudian dipotong bagian atasnya, lalu dirangkai menggunakan *steel frame* untuk menopang tabung, tungku pemanas, serta selang baja untuk mengalirkan asap yang dihasilkan dari proses pirolisis material organik di dalam tabung. Selain itu, pirolisator portabel ini juga dilengkapi pemantik api otomatis (*on/off*) dan indikator temperatur digital. Dalam prosesnya, selang asap dikondisikan pada suhu dingin dibawah 10 C° sehingga asap berubah menjadi cairan dengan prinsip kondensasi. Pembakaran di atas tungku menggunakan bahan bakar dari oli

bekas dan bensin yang dicampur dengan perbandingan 3:1, yang digunakan untuk memanaskan tabung pirolisator. Prinsip pirolisis pada material yang dibakar menghasilkan *biochar* dan produk sampingnya berupa asap cair. Dalam proses demonstrasi, alat ini mampu memanaskan ruang bakar dalam tabung mencapai suhu 220 C° dengan kapasitas tampung 26.2 liter atau dapat memuat 2 kg sekam padi kering (kadar air > 10%) dan menghasilkan ± 1 kg *biochar* serta ± 15 ml asap cair selama 3.5 jam beroperasi.



Gambar 2. Rangkaian tabung pirolisator portabel

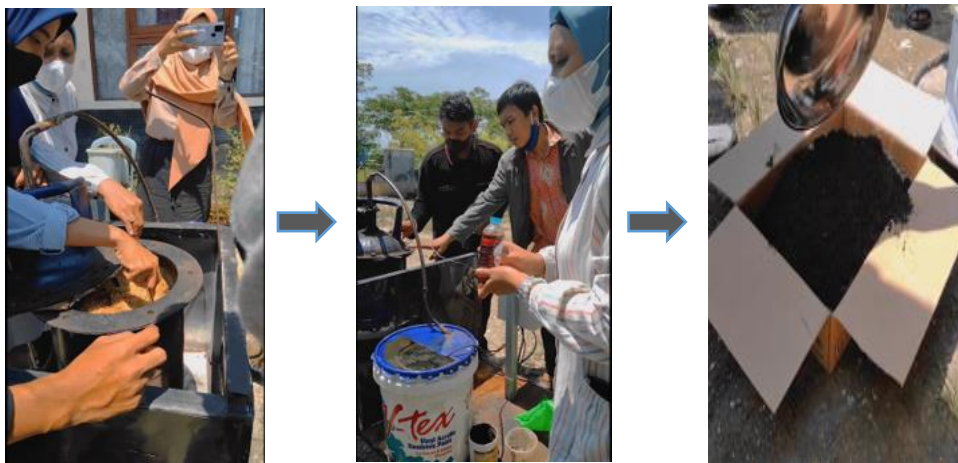
Dalam pelaksanaan kegiatan ini, terdapat berbagai kendala yang harus dihadapi oleh tim pelaksana, diantaranya kendala dalam pengumpulan peserta yang tidak sesuai jadwal dikarenakan terbentur dengan pertemuan gapoktan dalam rangka sosialisasi jadwal tanam dan pembagian bantuan paket tanam dari dinas terkait. Selain itu, para petani masih melakukan kegiatan pasca panen padi untuk 2 (dua) kali musim tanam dalam setahun, namun kendala tersebut dapat diatasi dengan mengatur ulang jadwal pelaksanaan kegiatan.

Pada sesi pelaksanaan kegiatan, terbagi menjadi dua sub-kegiatan, pertama: pemaparan materi, pre-test, dan penjelasan reka-cipta pirolisator portabel yang dilakukan di halaman dan aula kantor BPP Mandastana selama 3 jam (Gambar 3);



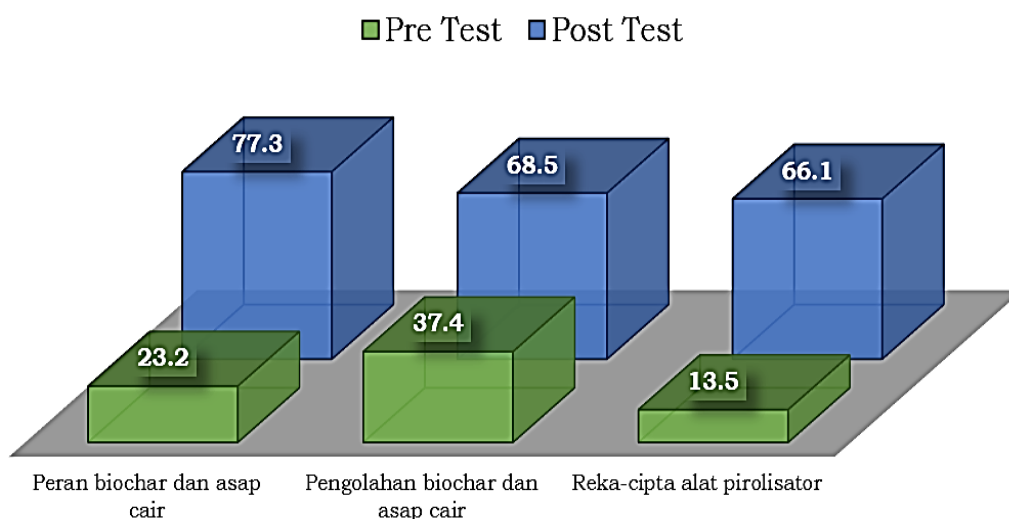
Gambar 3. Simulasi alat pirolisator portabel dan pemaparan materi

dan kegiatan kedua yakni melakukan post test dan simulasi pengoperasian pirolisator mengolah biomassa sekam padi menjadi *biochar* dan asap cair di halaman kantor BPP Mandastana selama 40 menit (Gambar 4).



Gambar 4. Pengoperasian pirolisator dan hasilnya (asap cair dan *biochar*)

Gambar 5 menunjukkan akumulasi hasil pre-test dan post-test pada 22 orang peserta kegiatan. Terlihat jelas terjadi peningkatan pemahaman peserta pada keseluruhan indikator setelah dilakukannya kegiatan ini. Pada poin pengetahuan terhadap peran dan fungsi *biochar* dan asap cair, terjadi peningkatan sebesar 54.1%. Sementara itu, pada poin pengetahuan terhadap cara pengolahan biomassa sisa pertanian menjadi *biochar* dan asap cair serta poin kemampuan merekonstruksi/ reka-cipta iptek alat pirolisator dengan metode amati-tiru-modifikasi, terjadi peningkatan pemahaman berturut-turut sebesar 31.1% dan 52.6%, sehingga akumulasi rata-rata persentase peningkatan pemahaman peserta untuk keseluruhan indikator capaian setelah dilakukan kegiatan adalah 45.93%. Hal ini menunjukkan bahwa peserta berhasil memahami materi yang diberikan dengan penerapan model PRA dan diseminasi hasil penelitian melalui penyuluhan serta difusi iptek, sehingga tujuan kegiatan ini dinyatakan tercapai.



Gambar 5. Hasil ketercapaian indikator kegiatan

Gambar 5 menunjukkan bahwa pendekatan *participatory rural appraisal* (PRA) mampu menjadi model yang relevan terhadap tantangan dan masalah petani di lapangan. Metode ini juga dilakukan oleh Dharmawibawa & Karmana (2022) dan Lestari et al. (2021) yang menerapkannya pada kegiatan pembuatan kompos dari limbah peternakan dan penanganan sampah kota. Muhsin et al. (2018) menjelaskan bahwa PRA sangat relevan dilakukan di wilayah desa untuk menumbuhkan kesadaran warga desa terhadap masalahnya sendiri serta menemukan solusi dari potensinya sendiri. Penerapan model PRA dapat menggambarkan kondisi kehidupan warga desa, kebutuhan dan permasalahannya, serta potensi lokal yang dapat diolah untuk menjadi solusi terhadap kebutuhan dan permasalahannya. Namun, Hamid (2018) dan Sutarso et al. (2018) menilai bahwa model PRA yang digunakan sebagai pendekatan untuk pemberdayaan masyarakat cukup sulit diimplementasikan apabila kondisi heterogen dari latar belakang pendidikan dan pekerjaan disuatu wilayah, oleh karena itu peran kelembagaan sangat penting untuk memotivasi, memediasi, dan menggerakkan komunitas yang dibina/ dikembangkan. Abdillah et al. (2022) melaporkan bahwa partisipasi masyarakat harus berawal dari kesadaran diri terhadap diri sendiri, keluarga, dan lingkungan serta dukungan kuat dari kelembagaan dalam mengendalikan sebuah kasus/ masalah.

Bagi peserta kegiatan ini, pengolahan biomassa sisa pertanian sangat membantu untuk mengatasi dua hal yang berbeda dan dianggap tidak berkaitan, namun secara teoritis berpotensi untuk dikelola sebagai upaya menekan satu masalah dan menyelesaikan masalah lainnya, sehingga kegiatan ini berkesan dan sangat inspiratif yang ditunjukkan dari partisipasi, interaksi, dan apresiasi peserta. Pada kegiatan ini, masalah yang terselesaikan adalah 1) biomassa sisa pertanian/ peternakan yang menumpuk akhirnya dapat dimanfaatkan/ digunakan lebih efektif dan bernilai/ berdaya-guna tinggi dengan mengolahnya menjadi *biochar* dan asap cair; 2) kesuburan tanah yang rendah dapat ditingkatkan dengan mengaplikasikan *biochar* hasil pengolahan tersebut ke lahan sawah serta mengaplikasikan asap cair hasil pirolisis pembuatan *biochar* tersebut untuk menekan serangan OPT.

KESIMPULAN

Diseminasi iptek bagi masyarakat pada bidang pertanian sangat diperlukan dalam memicu petani yang inovatif, kompetitif, dan berwawasan lingkungan, sehingga SDGs dapat tercapai sesuai jangka waktu yang telah ditetapkan. Metode PRA mampu mengidentifikasi masalah dan menemukan solusi spesifik pada suatu wilayah. Terjadi peningkatan pengetahuan, pemahaman, dan kesadaran dari para petani tentang pemanfaatan biomassa pertanian/ perkebunan yang dapat diolah menjadi *biochar* dan asap cair yang berguna untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menekan serangan OPT. Peningkatan pengetahuan tentang fungsi *biochar* dan asap cair sebesar 54.1%, pemahaman tentang cara pengolahan biomassa organik menjadi *biochar* dan asap cair serta kemampuan merekonstruksi/ reka-cipta iptek alat pirolisator dengan metode amati-tiru-modifikasi mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 31.1% dan 52.6%, sehingga akumulasi rata-rata persentase peningkatan pemahaman peserta untuk keseluruhan indikator capaian setelah dilakukan kegiatan sebesar 45.93%.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan penyuluhan dan pembinaan kepada petani untuk mengelola lahannya berbasis pertanian organik, mengintegrasikan beberapa sektoral terutama kesehatan dan ketahanan pangan dalam rangka optimalisasi potensi desa, mengemasnya dalam kondisi standar SNI pangan organik, sehingga hasil pertaniannya dapat dijual dengan harga yang lebih tinggi.

ACKNOWLEDGMENT

Penghargaan yang tinggi dan terima kasih dari penulis kepada Politeknik Hasnur melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang telah memberikan dana hibah kompetitif internal dengan Nomor: 456/I/PHS-SB/P2M/X/2021 serta rekan-rekan mahasiswa (Zidan, Roby, Amel, Rasidi, Nadia, Muthia, Sinta, Devi, Martena, Ramadhani) yang telah ikut-serta menjalankan kegiatan PKM ini hingga selesai, rekanan aparat Desa dan PPL Desa Karang Indah yang telah memfasilitasi rangkaian kegiatan ini hingga selesai.

REFERENCES

- Abdillah, M. H. (2022). Effects of Compost Combined with Agro- industrial Wastes on Soil Improvement, Paddy's Growth, and CH₄ and CO₂ Emissions from Tidal Swamp Mineral Soils. *Indonesian Soil and Climate Journal*, 46(1), 1–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21082/jti.v46n1.2022.1-12>
- Abdillah, M. H., Agus, Z. M. N. M., Iswahyudi, H., Lukmana, M., Rahmawati, L., & Widiyastuti, D. A. (2021). Pemberdayaan masyarakat membuat biochar dan kompos dari biomassa tanaman Padi. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 5(4), 1283–1293. <https://doi.org/doi.org/10.31764/jmm.v5i4.4812>
- Abdillah, M. H., & Budi, I. S. (2021). Pembuatan dan Hasil Aplikasi Bahan Pembenah Tanah di Lahan Basah Sub-Optimal. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(1), 23–28. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v4i1.94> ISSN
- Abdillah, M. H., Handika, L. R., & Reza, M. (2022). Analisis Sistem Tataniaga Beras Siam Banjar di Kecamatan Mandastana Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 7, 191–201. <https://doi.org/https://doi.org/10.47687/snppvp.v3i1.305>
- Abdillah, M. H., Lukmana, M., Iswahyudi, H., Rahmawati, L., Majid, Z. A. N. M., Widiyastuti, D. A., Supian, S., Zakiah, N., Ramadhani, A., & Fazriah, I. (2022). Teknik Budidaya Iler (*Coleus atropurpureus*. L. Benth) sebagai Herba untuk Penanganan Gejala (Demam dan Batuk) Penyintas Covid-19. *Jumat : Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Pertanian*, 3(2), 69–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.32764/abdimasper.v3i2.2585>
- Andy, A., Malaka, R., Purwanti, S., Ali, H. M., & Aulyani, T. L. (2021). Liquid smoke characteristic from coconut shell and rice husk. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788(1), 2078–2083. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012078>
- Asikin, S., Alwi, M., Khairullah, I., & Abdillah, M. H. (2022). Efektivitas Ekstrak Tumbuhan Rawa sebagai Biopestisida *Plutella xylostella* dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 9(2), 12–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.34128/jtai.v9i2.157>

- Dharmawibawa, I. D., & Karmana, I. W. (2022). Pembuatan Pupuk Kompos Limbah Peternakan dan Perkebunan Bagi Masyarakat Desa Baturinggih Seelos Kabupaten Lombok Utara. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 4(1), 188–195. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v4i1.590>
- Hamid, H. (2018). *Manajemen Pemberdayaan Masyarakat*. De La Macca.
- Hasan, S. (2021). *Puluhan ribu hektare tanaman padi Batola terancam gagal panen*. Antara News. <https://kalsel.antaranews.com/berita/234697/puluhan-ribuhektare-tanaman-padi-batola-terancam-gagal-panen>
- Joseph, S., Cowie, A. L., Van Zwieten, L., Bolan, N., Budai, A., Buss, W., Cayuela, M. L., Graber, E. R., Ippolito, J. A., Kuzyakov, Y., Luo, Y., Ok, Y. S., Palansooriya, K. N., Shepherd, J., Stephens, S., Weng, Z., & Lehmann, J. (2021). How biochar works, and when it doesn't: A review of mechanisms controlling soil and plant responses to biochar. *GCB Bioenergy*, 13(11), 1731–1764. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12885>
- Lestari, M. A., Santoso, M. B., & Mulyana, N. (2021). Penerapan Teknik Participatory Rural Appraisal (PRA) dalam Menangani Permasalahan Sampah. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPPM)*, 1(1), 55–61. <https://doi.org/10.24198/jppm.v7i3.29752>
- Lukmana, M., Alexander, B., & Iswahyudi, H. (2022). Perancangan Alat Pirolisis Portable Untuk Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Pelepah Kelapa Sawit. *EnviroScienceteae*, 18(1), 13–18. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/article/view/12974/7892>
- Mahmud, Y., Hidayat, D., & Aulawi, T. (2020). Efektivitas Asap Cair Dalam Menghambat Pertumbuhan *Corynespora cassiicola* Penyebab Penyakit Gugur Daun Pada Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell. Arg) Secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(2), 46–52. <http://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-lit/article/view/368%0Ahttps://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-lit/article/download/368/372>
- Majid, Z. A. N. M., Rahmawati, L., & Riyani, C. (2022). Identification of bio-oil chemical compounds from pyrolysis process of oil palm empty fruit bunches. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012001–012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1063/1/012001>
- Muhsin, A., Nafisah, L., & Siswanti, Y. (2018). *Participatory Rural Appraisal (PRA) for Corporate Social Responsibility (CSR)*. Deepublish Publisher. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Phuong, D. T. M., Miyanishi, T., Okayama, T., & Kose, R. (2016). Pore Characteristics and Adsorption Capacities of Biochars Derived From Rice Residues As Affected By Variety and Pyrolysis Temperature. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 2(5), 179–189.
- Sumini, & Bahri, S. (2021). Efektivitas Asap Cair sebagai Pestisida Organik dalam Mengendalikan Hama Kutu Daun (*Myzus pericae*) pada Tanaman Cabai. *Klorofil*, 16(2), 113–116.
- Sutarso, J., Prasetyowati, T., Setyarahajoe, R., R, H. S. M., Sari, A., Syaifullah, J., Sutaryono, Syukrillah, K., Fernando, J., Gumilang, K. K., Widhagtha, M. F., Hidayat, R., S., S. I., Fitria, B. S., W, M. F., Rochayanti, C., Wiendijarti, I., Kuswarsantyo, I.S., R., ... Jonsa, A. (2018).

Pemberdayaan Masyarakat : Perspektif Komunikasi, Organisasi, Budaya dan Politik. FISIP Univ. Jenderal Soedirman dan Yayasan Literasi Bangsa.

Tabri, M. (2022). *Sebagian Petani di Kabupaten Barito Kuala Terancam Gagal Panen Akibat Serangan Tungro*. Banjarmasin Post. <https://banjarmasin.tribunnews.com/2022/07/23/sebagian-petani-di-kabupaten-barito-kuala-terancam-gagal-panen-akibat-serangan-tungro?page=all>