

PROGRAM PENGABDIAN MASYARAKAT UNTUK MENDUKUNG INDUSTRI EKONOMI KREATIF DI DESA PLALANGAN MELALUI PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN DALAM PRODUKSI BAHAN BAKAR PADAT

**Asroful Abidin¹⁾, Hilfi Harisan Ahmad²⁾, Nurhalim³⁾, Muhammad
Zainur Ridlo⁴⁾, Nely Ana Mufarida⁵⁾, Fendi Hermawan⁶⁾**

^{1,3,4,5,6)}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

²⁾Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
asrofulabidin@unmuhjember.ac.id.

Abstract

Agricultural waste in Plalangan Village has a significant environmental impact if it is not processed and utilized properly. This proposal proposes a community service program which aims to advance the creative economy industry in Plalangan Village through the use of agricultural waste. Agricultural waste such as corn cobs and rice straw can be used as ingredients in solid fuel production. Like many villages in Indonesia, Plalangan Village has abundant agricultural potential but still faces significant economic challenges.

This program will involve various parties, including local farming communities, students and research teams. The main activity involves training farmers in the management of agricultural waste, especially corn cob and rice straw waste to be converted into environmentally friendly solid fuel.

This effort will also help reduce the negative impact of using fossil fuels in villages, reduce the impact of agricultural waste, and reduce carbon emissions.

The expected results of this program are an increase in farmers' income, increased environmental awareness, and real support for the development of the creative economy industry in Plalangan Village. Through collaboration between local communities, academics and researchers, it is hoped that this program can become an example that has a positive impact on other villages in Indonesia, promoting sustainable development and economic creativity at the local level.

Keywords: biomass, agricultural waste, corncob, rice straw, recycle.

Abstrak

Limbah pertanian di Desa Plalangan memiliki dampak lingkungan yang signifikan jika tidak diolah dan dimanfaatkan dengan baik. Proposal ini mengusulkan program pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk memajukan industri ekonomi kreatif di Desa Plalangan melalui pemanfaatan limbah pertanian. Limbah pertanian seperti tongkol jagung dan jerami padi dapat dimanfaatkan untuk dijadikan bahan dalam produksi bahan bakar padat. Seperti banyak desa di Indonesia, Desa Plalangan memiliki potensi pertanian yang melimpah tetapi masih menghadapi tantangan ekonomi yang signifikan.

Program ini akan melibatkan berbagai pihak, termasuk komunitas petani setempat, mahasiswa, dan tim peneliti. Kegiatan utama melibatkan pelatihan petani dalam pengelolaan limbah pertanian, khususnya limbah tongkol jagung dan jerami padi untuk diubah menjadi bahan bakar padat yang ramah lingkungan.

Upaya ini juga akan membantu mengurangi dampak negatif penggunaan bahan bakar fosil di desa, mengurangi dampak limbah pertanian, dan mengurangi emisi karbon.

Hasil yang diharapkan dari program ini adalah peningkatan pendapatan petani, peningkatan kesadaran lingkungan, dan dukungan nyata terhadap perkembangan industri ekonomi kreatif di Desa Plalangan. Melalui kolaborasi antara komunitas lokal, akademisi, dan peneliti, program ini diharapkan dapat menjadi contoh yang berdampak positif pada desa-desa lain di Indonesia, mempromosikan pembangunan berkelanjutan dan kreativitas ekonomi di tingkat lokal.

Keywords: biomassa, limbah pertanian, tongkol jagung, jerami padi, daur ulang.

PENDAHULUAN

Desa Plalangan, serupa dengan banyak daerah pedesaan di Indonesia memiliki potensi pertanian yang besar tetapi dihadapkan pada tantangan ekonomi yang signifikan. Limbah pertanian, seperti tongkol jagung dan jerami padi merupakan sumber daya yang belum sepenuhnya dimanfaatkan dengan efektif di desa ini, yang jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak lingkungan yang serius, termasuk pencemaran dan pemborosan sumber daya alam. Guna mengatasi masalah ini, perlu dilakukan suatu program pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk memajukan industri ekonomi kreatif di Desa Plalangan dengan memanfaatkan limbah pertanian. Program ini akan melibatkan berbagai pihak, seperti komunitas petani lokal, mahasiswa, dan tim peneliti, dengan fokus pada pelatihan petani dalam mengelola limbah pertanian menjadi bahan bakar padat yang ramah lingkungan. Selain itu, program ini juga akan memberikan pendampingan dalam pemasaran dan distribusi produk bahan bakar padat yang dihasilkan, menciptakan peluang ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat desa. Melalui pengurangan penggunaan bahan bakar fosil dan emisi karbon, program ini juga diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Dengan kolaborasi antara komunitas lokal, akademisi, dan peneliti, program ini diharapkan dapat menjadi contoh yang positif bagi desa-desa lain di Indonesia, mempromosikan pembangunan berkelanjutan dan kreativitas ekonomi

lokal. Selain manfaat langsung bagi masyarakat Desa Plalangan, program ini juga berpotensi menghasilkan pengetahuan baru dalam pengelolaan limbah pertanian dan pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi.

METODE

Metode pelaksanaan program pengabdian ini akan melibatkan berbagai tahapan yang berfokus pada pelatihan, pengembangan produk, pemasaran, serta pendampingan. Berikut adalah rincian metode pelaksanaannya:

a. Identifikasi Potensi dan Kebutuhan Lokal

Tahap awal program ini akan melibatkan identifikasi potensi sumber daya lokal, termasuk limbah pertanian, dan juga kebutuhan masyarakat Desa Plalangan. Ini akan menjadi dasar untuk perencanaan selanjutnya.

b. Pelatihan dan Pendidikan

Petani dan komunitas lokal akan menerima pelatihan tentang pengelolaan limbah pertanian, termasuk teknik-teknik transformasi limbah menjadi bahan bakar padat yang ramah lingkungan. Selain itu, akan ada pendidikan tentang kearifan lokal, etika lingkungan, dan praktik kewirausahaan.

c. Pengembangan Produk

Program ini akan mencakup penelitian dan pengembangan produk bahan bakar padat dari limbah pertanian. Tim peneliti dan mahasiswa akan berperan dalam menciptakan inovasi dalam proses produksi untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi.

d. Pemasaran dan Distribusi

Produk bahan bakar padat akan dipasarkan melalui berbagai saluran, termasuk marketplace online dan jalur distribusi konvensional. Tim pemasaran akan berperan dalam mempromosikan produk ini secara efektif ke pasar yang lebih luas.

e. Pendampingan dan Pengawasan

Program ini akan memberikan pendampingan berkelanjutan kepada petani dan pelaku usaha setempat untuk memastikan kesinambungan dan keberlanjutan operasional. Hal ini juga akan mencakup pemantauan yang berkelanjutan terhadap kualitas produk dan dampaknya pada lingkungan.

f. Evaluasi dan Pengukuran Kinerja

Selama dan setelah pelaksanaan program, akan ada evaluasi berkala untuk mengukur pencapaian tujuan dan dampak program terhadap pendapatan petani, kesadaran lingkungan, serta pengurangan penggunaan bahan bakar fosil.

g. Diseminasi Hasil dan Model Berkelanjutan

Hasil dan praktik terbaik yang dikembangkan dalam program ini akan dijadikan model berkelanjutan yang dapat diadopsi oleh desa-desa lain.

Metode pelaksanaan ini akan memastikan bahwa program pengabdian berjalan dengan efisien, berkontribusi pada peningkatan ekonomi kreatif, dan memiliki dampak positif yang berkelanjutan pada lingkungan dan masyarakat Desa Plalangan. Gambar 1. berikut menyajikan *mind map* dari metode pelaksanaan program.



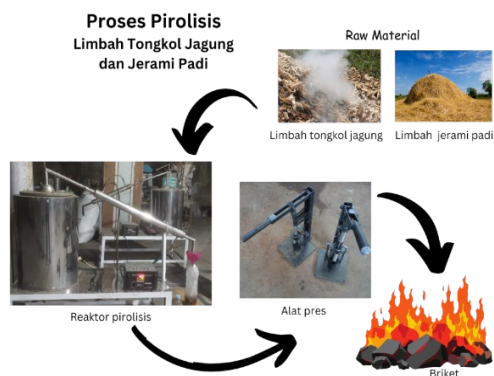
Gambar 1. *Mind map* program

Pirolisis merupakan suatu teknologi yang diaplikasikan dalam pengolahan limbah pertanian menjadi bahan bakar padat berbentuk briket. Dalam konteks ini, ilmu pengetahuan dan teknologi pirolisis memegang peranan sentral. Proses pirolisis melibatkan dekomposisi termal material organik pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen yang menghasilkan produk berupa briket. Ilmu pengetahuan yang terlibat mencakup pemahaman mendalam tentang mekanisme pirolisis, parameter-operasional yang berperan penting dalam menghasilkan briket berkualitas tinggi, dan teknik pemilihan bahan baku yang sesuai. Teknologi pirolisis juga mencakup aspek peralatan yang digunakan, seperti reaktor pirolisis, pengaturan suhu, dan metode pengendalian proses. Teknologi pirolisis sudah banyak diaplikasikan untuk konversi limbah seperti minyak goreng bekas yang dilakukan oleh Billaud, dkk. (2007), kulit biji melon pada penelitian Nyakuma (2015), limbah serbuk kayu oleh Danarto, dkk. (2010), serta jenis limbah lainnya (Billaud et al., 2007; Danarto et al., 2010; Nyakuma, 2015).

Pada prosesnya bahan yang digunakan pada pengabdian ini adalah limbah tongkol jagung dan jerami padi. Limbah tongkol jagung dan jerami padi merupakan bagian dari biomassa lignoselulosa. Lignoselulosa merupakan biomassa yang paling melimpah dan

terbarukan di bumi (Isikgor & Becer, 2015). Char adalah produk yang dihasilkan dari proses pirolisis, yang merupakan sisa padatan setelah biomassa terdekomposisi pada suhu tinggi dalam kondisi anaerobik (tanpa oksigen). Char sebagian besar terdiri dari karbon padat dan memiliki perbandingan karbon terhadap hidrogen (C/H) yang tinggi. Ini karena selama proses pirolisis, sebagian besar hidrogen dan oksigen dalam biomassa dilepaskan dalam bentuk gas atau cairan, meninggalkan struktur karbon yang kaya (Hyväluoma et al., 2018; Wood et al., 2023).

Char yang dihasilkan nantinya dicetak menjadi briket menggunakan mesin press. Mesin ini sangat penting dalam proses pembuatan briket, terutama dalam mengubah biomassa atau limbah menjadi bentuk yang lebih padat dan mudah digunakan. Skema gambaran iptek proses pembuatan bahan bakar padat berbentuk briket disajikan pada gambar Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Skema gambaran iptek

Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi pirolisis dalam program pengabdian ini akan menjadi solusi inovatif yang berkontribusi pada pengelolaan limbah pertanian dan peningkatan ekonomi kreatif di Desa Plalangan. Hal ini akan memungkinkan mitra untuk mengubah limbah pertanian

yang sebelumnya dianggap sebagai masalah lingkungan menjadi sumber daya yang bernilai, sekaligus memberikan akses kepada mereka ke sumber energi yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan dalam bentuk briket.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian ini merespon permasalahan yang dihadapi oleh Desa Plalangan dengan mengusulkan serangkaian solusi yang terfokus pada pengelolaan limbah pertanian, peningkatan pendapatan petani, dan perubahan paradigma ekonomi lokal. Pertama, melalui pelatihan dan pendampingan, petani akan dibekali dengan keterampilan dalam mengelola limbah pertanian seperti tongkol jagung dan jerami padi menjadi bahan bakar padat yang ramah lingkungan, sehingga mengurangi dampak lingkungan dan pemborosan sumber daya. Kedua, program ini akan membantu petani diversifikasi pendapatan mereka dengan memasukkan produksi bahan bakar padat ke dalam usaha mereka, menciptakan peluang ekonomi baru yang lebih berkelanjutan. Ketiga, melalui pendidikan dan pelatihan, masyarakat akan diberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak lingkungan dari aktivitas pertanian dan penggunaan energi, meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan masyarakat setempat. Keempat, dengan memproduksi dan menggunakan bahan bakar padat dari limbah pertanian, program ini akan membantu mengurangi ketergantungan Desa Plalangan pada bahan bakar fosil, mengurangi biaya dan dampak lingkungan negatif. Terakhir, program ini akan menciptakan model pengabdian berkelanjutan yang dapat diadopsi oleh

desa-desa lain di Indonesia, menginspirasi pengembangan ekonomi kreatif yang berfokus pada kearifan lokal dan kewirausahaan di tingkat nasional. Dengan menerapkan solusi ini, program pengabdian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang ada dan menciptakan perubahan positif yang signifikan di Desa Plalangan serta memberikan kontribusi yang berkelanjutan bagi pembangunan ekonomi dan lingkungan.



Gambar 3. Pelatihan pengenalan reaktor untuk pembuatan briket

Proses pembuatan briket dari limbah pertanian, seperti tongkol jagung dan jerami padi, melibatkan beberapa langkah berikut:

Pengumpulan bahan baku: Tahap pertama dalam proses ini adalah mengumpulkan limbah pertanian yang akan digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan briket. Ini bisa mencakup pengumpulan tongkol jagung yang telah dipanen atau jerami padi dari lahan pertanian.

Pemotongan dan penyiapan bahan baku: Setelah pengumpulan, bahan baku tersebut perlu dipersiapkan untuk diproses lebih lanjut. Misalnya, tongkol jagung dapat dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil agar lebih mudah diolah, sedangkan jerami padi dapat dipotong atau dihancurkan menjadi serpihan-serpihan lebih kecil.

Pirolisis: Langkah ini melibatkan pemanasan limbah pertanian dalam lingkungan dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas. Proses pirolisis ini mengubah bahan organik dalam limbah pertanian menjadi gas, cairan, dan padatan karbon. Gas-gas yang dihasilkan selama pirolisis dapat dikumpulkan dan digunakan sebagai bahan bakar tambahan atau dapat diolah lebih lanjut.

Pencampuran: Setelah proses pirolisis, produk pirolisis yang diperoleh dicampur dengan bahan pengikat seperti tepung tapioka atau bahan lainnya untuk membentuk campuran yang lebih homogen.

Pencetakan: Campuran bahan baku dan bahan pengikat kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencetak briket. Mesin ini akan memberikan tekanan yang cukup untuk membentuk campuran menjadi briket dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan.

Penyusutan dan pengeringan: Setelah dicetak, briket yang masih lembab akan mengalami proses penyusutan. Kemudian, briket tersebut perlu dikeringkan untuk mengurangi kadar airnya sehingga menjadi lebih padat dan dapat lebih mudah disimpan dan dibakar.

Pengemasan: Setelah dikeringkan, briket-briket tersebut siap untuk dikemas dalam kemasan yang sesuai, baik untuk distribusi maupun untuk digunakan oleh konsumen akhir.

Penggunaan: Briket yang telah jadi dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk berbagai keperluan, seperti memasak, pemanasan ruangan, atau keperluan industri lainnya.

Proses pembuatan briket dari limbah pertanian seperti tongkol jagung dan jerami padi ini bertujuan untuk mengubah limbah tersebut menjadi sumber energi yang dapat dimanfaatkan

secara efisien, serta membantu mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Integrasi teknologi pirolisis dalam pembuatan briket dari limbah pertanian akan meningkatkan efisiensi energi dan menghasilkan produk akhir yang lebih padat dengan kualitas yang lebih baik. Selain itu, penggunaan teknologi pirolisis dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan meminimalkan dampak lingkungan negatif dari pembakaran limbah pertanian.



Gambar 3. Praktik penggunaan reaktor

Reaktor pirolisis adalah perangkat yang digunakan untuk menjalankan proses pirolisis, yaitu penguraian bahan organik menjadi gas, cairan, dan padatan karbon dalam kondisi panas dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas atau tanpa oksigen sama sekali. Berikut adalah beberapa komponen utama dari reaktor pirolisis:

Ruang Reaksi: Ini adalah bagian dari reaktor di mana proses pirolisis sebenarnya terjadi. Ruang reaksi biasanya dirancang agar tahan terhadap suhu tinggi dan tekanan yang mungkin terjadi selama proses pirolisis. Selain itu, ruang reaksi juga harus memiliki isolasi termal yang baik untuk mempertahankan suhu yang diperlukan untuk proses pirolisis. **Pemanas:** Komponen ini bertanggung jawab untuk memanaskan bahan baku yang

dimasukkan ke dalam ruang reaksi. Pemanas bisa berupa berbagai macam jenis, termasuk elemen pemanas listrik, tungku gas, atau bahkan pembakaran bahan bakar padat atau cair. Tujuannya adalah untuk mencapai suhu yang diperlukan untuk memulai proses pirolisis. **Pengumpan Bahan Baku:** Komponen ini digunakan untuk memasukkan bahan baku ke dalam ruang reaksi. Pengumpan bahan baku harus dirancang sedemikian rupa sehingga bahan baku dapat dimasukkan ke dalam reaktor dengan kontrol yang baik untuk mengoptimalkan proses pirolisis. **Pengumpul Produk:** Setelah proses pirolisis selesai, produk pirolisis, termasuk gas, cairan, dan padatan karbon, perlu dikumpulkan dan dipisahkan. Pengumpul produk biasanya terletak di ujung reaktor atau di sampingnya, dan dirancang agar dapat menampung produk pirolisis dengan aman. **Sistem Kontrol dan Pemantauan:** Reaktor pirolisis juga dilengkapi dengan sistem kontrol dan pemantauan untuk mengatur suhu, tekanan, laju aliran bahan baku, dan parameter lainnya yang berpengaruh pada proses pirolisis. Ini memungkinkan operator untuk memantau dan mengontrol proses secara tepat untuk mencapai hasil yang diinginkan. **Sistem Pembersihan Gas Buang:** Sebagai bagian dari operasi yang aman dan ramah lingkungan, reaktor pirolisis sering kali dilengkapi dengan sistem pembersihan gas buang untuk mengurangi emisi gas beracun atau berbahaya ke lingkungan. Dengan kombinasi komponen-komponen ini, reaktor pirolisis dapat beroperasi secara efisien untuk mengubah bahan organik menjadi produk pirolisis yang berguna dengan menggunakan suhu tinggi dan jumlah oksigen yang terbatas.



Gambar 4. Uji pembakaran briket

Uji briket adalah proses evaluasi untuk memastikan bahwa briket yang diproduksi memiliki kualitas yang sesuai dengan standar yang ditetapkan dan dapat digunakan secara efektif. Beberapa uji yang umum dilakukan pada briket termasuk:

Uji Kualitas Bakar: Ini dilakukan untuk menentukan kemampuan briket dalam memberikan energi panas yang memadai saat dibakar. Uji ini meliputi pengukuran nilai kalor briket yang menunjukkan jumlah energi yang dilepaskan saat briket dibakar. **Uji Kekuatan Mekanik:** Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan dan kekokohan briket. Hal ini penting karena briket harus cukup kuat untuk menahan tekanan selama proses transportasi dan penyimpanan. Uji ini dapat mencakup pengukuran kepadatan, ketahanan terhadap pecah, dan kekuatan kompresi briket. **Uji Kadar Air:** Kadar air dalam briket harus dikendalikan agar tidak terlalu tinggi, karena kelebihan air dapat mengurangi kualitas pembakaran dan efisiensi energi. Uji ini dilakukan untuk menentukan kadar air dalam briket dengan menggunakan metode pengukuran yang tepat. **Uji Kandungan Bahan Kimia:** Beberapa uji dilakukan untuk memastikan bahwa briket tidak mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan atau membahayakan kesehatan pengguna. Ini termasuk uji untuk mendeteksi

kandungan logam berat atau zat-zat beracun lainnya. **Uji Emisi:** Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi emisi gas beracun atau partikulat yang dihasilkan saat pembakaran briket. Ini penting untuk memastikan bahwa penggunaan briket tidak akan merusak lingkungan atau berdampak negatif pada kesehatan manusia. **Uji Kinerja dalam Aplikasi:** Selain uji laboratorium, briket juga dapat diuji dalam aplikasi nyata, seperti penggunaannya untuk memasak atau pemanasan. Uji ini membantu memastikan bahwa briket berkinerja baik dalam kondisi penggunaan sehari-hari. Melalui serangkaian uji ini, produsen dapat memastikan bahwa briket yang diproduksi memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, aman untuk digunakan, dan efektif dalam memberikan energi panas yang dibutuhkan. Pada proses pengabdian yang dilakukan hanya dilakukan proses uji homogenisasi secara fisik dan nyala bakarnya.

Hasil kegiatan pengabdian ini menunjukkan kemajuan signifikan dalam pengelolaan limbah pertanian di Desa Plalangan. Melalui pelatihan dan pendampingan, petani telah berhasil memperoleh keterampilan dalam mengelola limbah pertanian seperti tongkol jagung dan jerami padi. Limbah-limbah tersebut telah berhasil diubah menjadi bahan bakar padat yang ramah lingkungan melalui proses pirolisis. Hasil akhir dari proses ini adalah produksi briket yang memiliki nilai kalor tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Program pengabdian juga telah memberikan dampak positif dalam peningkatan pendapatan petani di Desa Plalangan. Dengan memasukkan produksi bahan bakar padat ke dalam usaha mereka, petani telah berhasil melakukan diversifikasi pendapatan mereka. Selain mengandalkan hasil

pertanian tradisional, petani kini memiliki sumber pendapatan tambahan yang lebih berkelanjutan. Hal ini telah meningkatkan ketahanan ekonomi petani dan mengurangi ketergantungan mereka pada satu sumber pendapatan saja.

Kegiatan pendidikan dan pelatihan yang dilakukan dalam program pengabdian ini juga telah berhasil meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan masyarakat Desa Plalangan. Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak lingkungan dari aktivitas pertanian dan penggunaan energi, masyarakat telah mampu mengenali pentingnya pengelolaan limbah pertanian secara berkelanjutan. Hal ini tercermin dalam partisipasi aktif masyarakat dalam program pengabdian dan implementasi praktik-praktik ramah lingkungan di tingkat rumah tangga.

Dengan memproduksi dan menggunakan bahan bakar padat yang dihasilkan dari limbah pertanian, Desa Plalangan berhasil mengurangi ketergantungan mereka pada bahan bakar fosil. Selama ini, ketergantungan pada bahan bakar fosil telah memberikan dampak negatif baik dari segi ekonomi maupun lingkungan. Namun, dengan adopsi bahan bakar padat sebagai alternatif, desa telah berhasil mengurangi biaya energi dan meminimalkan dampak lingkungan negatif dari penggunaan bahan bakar fosil.

Hasil dari kegiatan pengabdian ini juga mencakup pengembangan model pengabdian berkelanjutan yang dapat diadopsi oleh desa-desa lain di Indonesia. Model ini mencakup pendekatan terintegrasi dalam pengelolaan limbah pertanian, diversifikasi pendapatan petani, peningkatan kesadaran lingkungan, pengurangan ketergantungan pada

bahan bakar fosil, dan pemasaran produk secara online. Dengan demikian, Desa Plalangan telah menjadi inspirasi bagi pengembangan ekonomi kreatif yang berfokus pada kearifan lokal dan kewirausahaan di tingkat nasional.

SIMPULAN

Program pengabdian berhasil meningkatkan kualitas hidup dan kesadaran lingkungan masyarakat Desa Plalangan dengan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, diversifikasi pendapatan petani, dan penerapan pemasaran online. Solusi yang diimplementasikan juga berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan desa, menciptakan pondasi ekonomi yang stabil dan ramah lingkungan. Model pengabdian berkelanjutan yang dikembangkan dapat diadopsi oleh desa-desa lain di Indonesia, sementara masyarakat Desa Plalangan sendiri telah diberdayakan dengan keterampilan baru dalam pengelolaan limbah pertanian dan pemasaran online, serta meningkatkan kepedulian lingkungan. Hal ini memungkinkan mereka untuk terus berperan aktif dalam menjaga lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan ekonomi mereka sendiri, menuju masa depan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jember atas dukungan dan pendanaannya yang telah memungkinkan terlaksananya program pengabdian ini. Tanpa kontribusi dan bantuan dari LPPM, penulis tidak akan mampu mewujudkan visi dan misi program ini untuk meningkatkan

kualitas hidup masyarakat Desa Plalangan. Semoga kerja sama yang baik ini dapat terus berlanjut dan memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi masyarakat dan lingkungan sekitar. Terima kasih atas segala dukungan dan kepercayaan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Billaud, F., Gornay, J., & Coniglio, L. (2007). *Pyrolysis of secondary raw material from used frying oils*.
- Danarto, Y. C., Utomo, P. B., & Sasmita, F. (2010). *Pirolisis Limbah Serbuk Kayu dengan Katalisator Zeolit*. 1–6.
- Hyväluoma, J., Hannula, M., Arstila, K., Wang, H., Kulju, S., & Rasa, K. (2018). Effects of pyrolysis temperature on the hydrologically relevant porosity of willow biochar. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 134, 446–453. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.07.011>
- Isikgor, F. H., & Becer, C. R. (2015). Lignocellulosic biomass: a sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry*, 6(25), 4497–4559. <https://doi.org/10.1039/c5py00263j>
- Nyakuma, B. B. (2015). *Pyrolysis kinetics of Melon (Citrullus colocynthis L.) seed husk*.
- Wood, R., Masek, O., & Erastova, V. (2023). *Biochars at the molecular level. Part 1 -- Insights into the molecular structures within biochars*.