



Edukasi Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Pertanian di Pokmas Dewi Sri Kabupaten Malang

**Khalimatus Sa'diyah^{1*}, Prayitno², Luchis Rubianto³, Profiyanti Hermien Suharti⁴, Arief
Rahmatulloh⁵**

^{1*,3}Program Studi D-III Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang,
Indonesia

^{2,4}Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Kota
Malang, Indonesia

Email: ^{1*}khalimatus.s@polinema.ac.id, ²prayitno_polmal@yahoo.com, ³luchis_rubianto@yahoo.com,
⁴profiyanti@polinema.ac.id, ⁵arief.rahmatulloh07@gmail.com

Abstract

Liquid smoke, containing phenolic and acetic acid compounds with antimicrobial and antifungal properties, has potential as a biopesticide for pest and plant disease control. However, farmers have limited awareness and confidence in its effectiveness. To address this, technical training on liquid smoke application was conducted as part of the 2024 Community Service Program, aligned with the Tri Dharma of Higher Education. The program, implemented for Pokmas Dewi Sri in Jatiguwi Village, Sumberpucung District, Malang Regency, consisted of three stages: (1) initial discussions to identify issues, (2) education on converting agricultural waste into liquid smoke, and (3) evaluation. Training included an introduction to liquid smoke, its benefits, and hands-on production using pyrolysis of rice husks and straw at 350°C for two hours. Results showed that liquid smoke from these materials is effective as a biopesticide. Participants significantly improved their knowledge and skills in liquid smoke production and application. All ten Pokmas Dewi Sri members expressed high enthusiasm and provided positive feedback. This program enhances farmers' capacity to utilize agricultural waste while reinforcing liquid smoke's potential as an eco-friendly solution for sustainable pest control.

Keywords: Biopesticide, Community Service, Liquid Smoke, Pyrolysis.

Abstrak

Asap cair mengandung senyawa fenol dan asam asetat yang memiliki sifat antimikroba dan antifungi, sehingga berpotensi sebagai biopestisida dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Namun, tingkat pemahaman dan kepercayaan petani terhadap efektivitas asap cair masih rendah. Oleh karena itu, program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pemanfaatan asap cair sebagai biopestisida. Kegiatan ini dilaksanakan pada tahun 2024 bersama Pokmas Dewi Sri, Desa Jatiguwi, Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang, dalam tiga tahapan utama: (1) diskusi awal dengan mitra untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan, (2) edukasi tentang pengolahan limbah pertanian menjadi asap cair, dan (3) evaluasi hasil kegiatan. Pelatihan meliputi sosialisasi mengenai asap cair, manfaatnya, serta praktik pembuatan asap cair melalui pirolisis lignoselulosa dari sekam dan jerami padi menggunakan reaktor pirolisis pada suhu 350°C selama 2 jam. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa asap cair dari bahan tersebut efektif sebagai biopestisida. Selain itu, mitra mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan terkait produksi serta aplikasi asap cair. Respon positif ditunjukkan oleh seluruh peserta, dengan antusiasme tinggi terhadap materi yang disampaikan. Program ini berkontribusi dalam meningkatkan kapasitas petani dalam mengelola limbah pertanian menjadi produk yang bernilai guna serta memperkuat potensi asap cair sebagai solusi ramah lingkungan dalam pengendalian hama pertanian.

Kata Kunci: Biopestisida, Pengabdian Pada Masyarakat, Asap Cair, Pirolisis.

A. PENDAHULUAN

Pasca pandemi, semua sektor perekonomian berupaya bangkit dan menghidupkan kembali roda bisnisnya, begitupun di sektor pertanian. Petani berupaya melakukan kemandirian dalam pengelolaan lahan supaya hasil panen maksimal. Kemandirian di sektor pertanian yang dimaksud adalah upaya memanfaatkan sumber daya yang dimiliki dalam mengolah lahannya dengan baik dan benar sesuai aturan secara optimal tanpa ada paksaan dari berbagai pihak dengan tujuan mencapai kesejahteraan (Ramdhan et al., 2020). Salah satu upaya kemandirian petani adalah memanfaatkan limbah pertanian menjadi produk pupuk dan pengendali hama.

Faktor utama yang mempengaruhi produktivitas hasil pertanian adalah penggunaan biopestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman sehingga meningkatkan hasil panen (Ula & Mizani, 2022). Saat ini masih banyak petani yang menggunakan pestisida kimia karena dianggap lebih efektif dalam mengendalikan hama penyakit. Di sisi lain penggunaan pestisida kimia memiliki dampak negatif bagi lingkungan yaitu mencemari tanah dan air, dapat merusak mikroorganisme tanah dan mengganggu kesuburan tanah. Selain itu, pestisida kimia bersifat racun terhadap manusia dan organisme non-target lainnya. Dalam menanggapi bahaya tersebut, petani perlu diberikan wawasan tentang pentingnya penggunaan biopestisida berbahan baku limbah pertanian yang ramah terhadap lingkungan dan efektif mengendalikan hama tanaman (Prajawahyudo et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan biopestisida berbahan baku limbah pertanian.

Kelompok Masyarakat (Pokmas) Dewi Sri di Desa Jatiguwi, Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang, merupakan salah satu komunitas yang bergerak dalam ketahanan pangan tingkat desa. Pokmas ini diinisiasi pada tahun 2019 dan mulai aktif menjalankan program sejak 2022, dengan kepengurusan yang disahkan melalui Surat Keputusan Kepala Desa Jatiguwi Nomor 188.4/12/KEP/35.07.12.2005/2022. Meskipun telah memiliki kesadaran terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan, Pokmas Dewi Sri masih menghadapi kendala dalam penyediaan biopestisida ramah lingkungan. Hambatan utama meliputi keterbatasan wawasan mengenai pengolahan limbah pertanian menjadi biopestisida, minimnya pemahaman tentang teknik aplikasi yang efektif, serta keterbatasan akses terhadap teknologi pengolahan (Dhiaswari et al., 2019). Akibatnya, sebagian besar petani tetap bergantung pada pestisida kimia yang memiliki risiko terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Penggunaan pestisida kimia dapat berdampak pada

ketidakstabilan ekosistem, pencemaran air tanah, dan degradasi tanah, serta mengancam kesehatan tanah dan manusia.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dengan fokus pada pendampingan dan pelatihan pembuatan asap cair sebagai biopestisida melalui proses pirolisis limbah pertanian. Asap cair mengandung senyawa fenol, asam, dan karbonil yang memiliki efek antimikroba dan antifungi, sehingga berpotensi menggantikan pestisida kimia dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman (Arumsari & Sa'diyah, 2023)(Sa'diyah et al., 2023)(Choiriyah et al., 2022). Kebaruan dari program ini terletak pada penerapan metode pirolisis dalam skala komunitas dengan pendekatan berbasis partisipasi aktif petani. Selain itu, program ini tidak hanya memberikan pelatihan teknis pembuatan asap cair, tetapi juga mengintegrasikan edukasi terkait penerapan biopestisida berbasis limbah pertanian dalam sistem pertanian berkelanjutan. Pendampingan dilakukan secara intensif melalui bimbingan teknis dan praktik langsung, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan petani terhadap efektivitas asap cair sebagai biopestisida. Program pengabdian ini dilaksanakan pada tahun 2024 dengan melibatkan anggota Pokmas Dewi Sri sebagai mitra utama. Kegiatan ini sejalan dengan Tri Dharma Perguruan Tinggi di bidang pengabdian kepada masyarakat serta bertujuan untuk meningkatkan kapasitas petani dalam mengelola limbah pertanian menjadi produk yang bermanfaat.

B. PELAKSAAAN DAN METODE

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PpM) ini dilakukan dengan khalayak sasaran adalah Pokmas Dewi Sri Desa Jatiguwi Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang. Pokmas Dewi Sri bergerak di bidang ketahanan pangan berkomitmen membuka usaha mandiri untuk memenuhi kebutuhan petani. Aspek permasalahan yang akan diselesaikan dalam Program PpM ini adalah peningkatan kemampuan, kompetensi dan pemahaman dari khalayak sasaran tentang pengolahan limbah pertanian menjadi asap cair melalui pirolisis dan aplikasi asap cair sebagai biopestisida pada tanaman. Metode yang dipakai adalah metode diskusi, ceramah dan praktik secara langsung dengan waktu pelaksanaan disesuaikan dengan kebutuhan, bertempat di gudang produksi Pokmas Dewi Sri yang terletak di RT 30 RW 07 Dusun Jatimulyo Desa Jatiguwi. Pihak yang terlibat dalam kegiatan ini adalah staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Polinema dibantu PLP dan mahasiswa serta anggota Pokmas Dewi Sri sebagai mitra. Pelaksanaan PpM dilakukan dalam 3 tahapan sebagai berikut:

1. Diskusi Awal dengan Mitra

Pada tahap awal ini, Tim PpM Jurusan Teknik Kimia akan bertemu secara langsung dengan pengelola Pokmas Dewi Sri untuk mendiskusikan solusi yang ditawarkan terhadap permasalahan yang dihadapi. Tahap ini melibatkan mahasiswa untuk membantu dokumentasi dan mencatat hasil diskusi. Pihak mitra menyediakan tempat untuk melakukan diskusi guna memastikan seluruh pihak memahami tujuan dan manfaat kegiatan yang akan dilakukan.



Gambar 1. Diskusi awal dan pengisian survei

2. Edukasi Pengolahan Limbah Pertanian Menjadi Asap Cair

Tim PpM Jurusan Teknik Kimia dibantu oleh mahasiswa mengolah limbah pertanian yang telah dikumpulkan dan dikeringkan oleh mitra, dengan proses pirolisis untuk menghasilkan asap cair. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani dalam mengelola limbah pertanian menjadi produk yang bernilai ekonomi dan ramah lingkungan. Selain itu, pelatihan ini juga dapat membantu meningkatkan kesejahteraan petani serta perlindungan lingkungan melalui pemanfaatan limbah secara lebih optimal.

3. Evaluasi Kegiatan

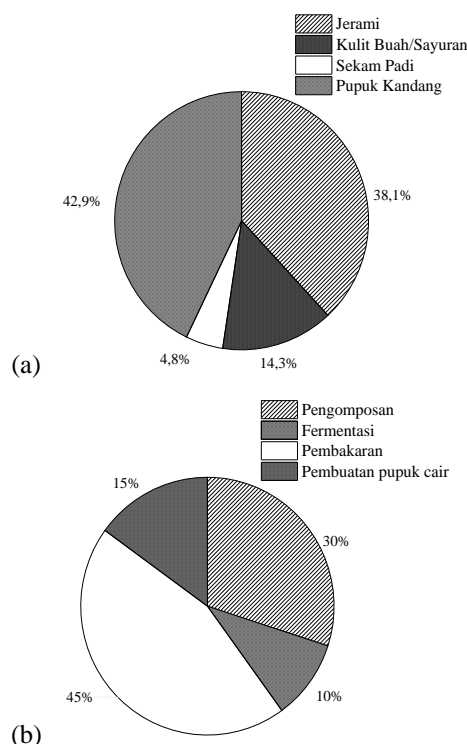
Pihak mitra memberikan umpan balik dan evaluasi terhadap kegiatan PpM ini dengan mengisi kuisisioner kepuasan mitra. Kuisisioner ini mencakup beberapa aspek, seperti tingkat pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan, tingkat kepuasan terhadap materi yang disampaikan, efektivitas metode pelatihan, serta relevansi kegiatan dengan kebutuhan mitra. Selain itu, pihak mitra juga dapat menyampaikan kendala dan masukan terkait kegiatan pengabdian secara langsung dalam sesi diskusi evaluasi.

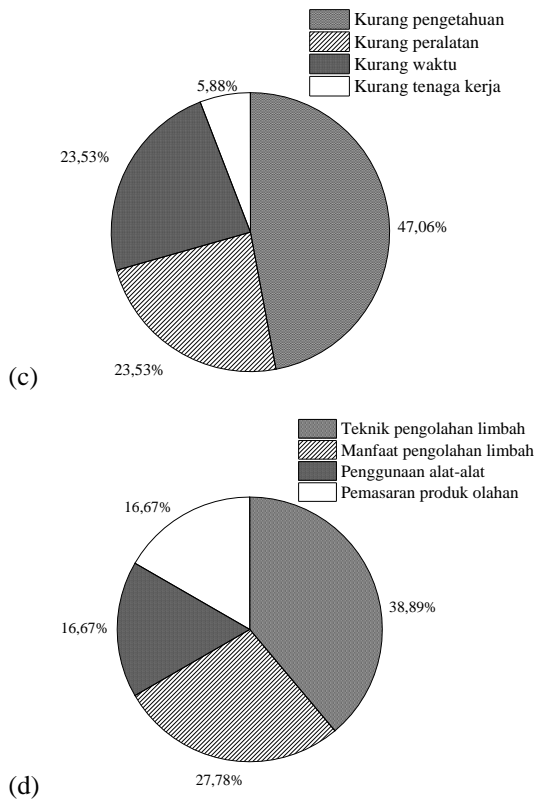
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Mitra dan Diskusi Awal

Pokmas Dewi Sri dibentuk berdasarkan amanat Peraturan Presiden Nomor 104 Tahun 2021 pasal 4 nomor (4) huruf b tentang ketahanan pangan dan disahkan oleh Kepala Desa Jatiguwi, Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang. Pokmas Dewi Sri adalah organisasi yang fokus mendukung pertanian yang berkelanjutan dan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani kecil di Kabupaten Malang khususnya di Desa Jatiguwi. Anggota Pokmas Dewi Sri terdiri dari 10 anggota yang didominasi oleh laki-laki (90%) dengan tingkat usia 23 – 70 tahun dan lama menjadi petani bervariasi antara 8 hingga 50 tahun. Pendidikan terakhir didominasi oleh SMA (60%), diikuti oleh SD (30%), dan SMP (10%) yang didapatkan dari data survei.

Proses diskusi dilakukan dengan tatap muka secara langsung bersama pengurus Pokmas Dewi Sri. Hal-hal yang didiskusikan antara lain mengenai masalah limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal dan sebagian besar masih dibiarkan menumpuk begitu saja. Berdasarkan hasil survei dari 10 responden anggota mitra, sejauh ini telah mengikuti berbagai pelatihan untuk memanfaatkan limbah pertanian dengan bahan baku didominasi oleh pupuk kandang, jerami, kulit buah/sayuran, dan sekam padi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Berbagai metode yang digunakan untuk mengolah limbah tersebut antara lain dengan pengomposan, pembakaran, fermentasi, dan pembuatan pupuk cair. Meskipun demikian metode pengolahan yang telah dilakukan belum dapat memaksimalkan pemanfaatan limbah pertanian, terutama sekam dan jerami padi. Faktor utama yang menjadi kendala dalam mengolah limbah pertanian tersebut adalah kurangnya pengetahuan, peralatan, waktu, dan tenaga kerja. Kurangnya informasi mengenai teknik pengolahan limbah, manfaat pengolahan limbah, penggunaan peralatan, dan pemasaran produk hasil olahan juga menjadi tantangan mitra.





Gambar 2. Hasil survei dengan anggota Pokmas Dewi Sri: (a) Limbah pertanian yang sering diolah, (b) Metode Pengolahan Limbah, (c) kendala dalam mengolah limbah, dan (d) Informasi yang Sulit didapatkan

Para anggota Pokmas Dewi Sri juga terkendala adanya dukungan dari pihak luar, seperti pemerintah atau organisasi terkait dalam hal mengelola dan mengolah limbah pertanian. Berdasarkan survei, 6 dari 10 orang yang mengisi kuesioner awal menyatakan tidak pernah mendapatkan bantuan dari pihak terkait. Selain itu, seluruh anggota mitra menyarankan untuk memberikan edukasi, pengarahan, dan pelatihan tentang metode lain untuk memanfaatkan limbah pertanian.

Edukasi dan Pelatihan Pembuatan Asap Cair dari Limbah Pertanian

Edukasi mengenai pembuatan asap cair dari limbah pertanian dilakukan dengan sosialisasi pengenalan asap cair, metode pengolahan menggunakan pirolisis, serta manfaat asap cair. Kegiatan ini dihadiri 10 orang anggota Pokmas Dewi Sri dan berjalan dengan baik, ditunjukkan oleh tingginya antusias dari para peserta pelatihan. Pemaparan materi diawali dengan menjelaskan potensi limbah pertanian seperti sekam dan jerami padi yang banyak dihasilkan oleh masyarakat, terutama anggota Pokmas Dewi Sri yang mayoritas memiliki pencaharian sebagai petani. Kedua limbah pertanian ini merupakan biomassa yang banyak mengandung senyawa lignoselulosa. Jerami padi pada umumnya memiliki kandungan hemiselulosa

12,0 – 29,3%, selulosa 29,2 – 34,7%, dan lignin 17,0 – 19,0% (Passoth & Sandgren, 2019). Sementara itu, sekam padi mengandung sekitar 18 – 25% hemiselulosa, 25 – 48% selulosa, dan 12 – 31% lignin (Halip et al., 2021).



Gambar 3. Pelaksanaan kegiatan: (a) Pemberian edukasi, (b) Pelatihan pembuatan asap cair dari limbah pertanian oleh Tim PpM dengan Mitra, (c) Peralatan pirolisis yang digunakan

Ketiga kandungan yang terdapat pada biomassa tersebut memiliki peluang yang besar untuk dimanfaatkan, salah satunya sebagai asap cair melalui proses pirolisis. Pirolisis merupakan suatu metode termal yang dilakukan untuk mendegradasi komponen-komponen lignoselulosa yang terkandung dalam biomassa tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas (Pratama & Sa'diyah, 2022). Proses pirolisis ini akan menghasilkan tiga produk utama, yaitu arang (*biochar*) sebagai residu, asap yang dapat dikondensasi (asap cair) sebagai produk cair, dan asap (*syngas*) yang berbentuk gas atau asap yang tidak dapat terkondensasi.

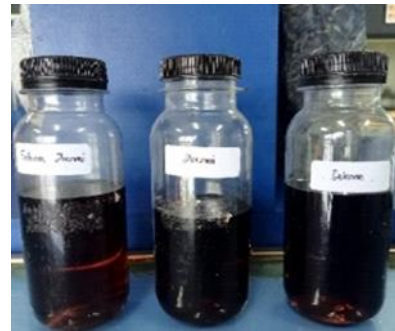
Pemaparan materi dilanjutkan dengan menjelaskan manfaat dari asap cair yang telah diperoleh, salah satunya adalah sebagai biopestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman dengan mekanisme non toksik dan lebih ramah lingkungan (Harmileni et al., 2019; Samada & Tambunan, 2020). Asap cair ini mengandung senyawa aktif berupa senyawa fenol dan asam asetat yang mencirikan sifat organoleptik, antimikroba, dan antioksidan. Senyawa fenolik merupakan kontribusi utama terhadap warna asap cair, sifat antimikroba, dan sifat antioksidan (Xin et al., 2021).

Selain pemberian materi, para peserta juga diberikan pelatihan dalam pembuatan asap cair dari limbah pertanian menggunakan alat pirolisis. Sebelum melakukan pelatihan pembuatan asap cair, terlebih dahulu peserta diperlihatkan video tutorial pembuatan asap cair mulai dari persiapan bahan baku hingga penampungan asap cair. Proses pelatihan pembuatan asap cair dilakukan dengan mempersiapkan bahan baku berupa sekam dan jerami yang telah dikeringkan sebelumnya di bawah sinar matahari selama 1 hari hingga kering lalu dipotong dengan ukuran 0,63 – 1,4 cm. Bahan baku yang telah siap tersebut kemudian dilakukan pirolisis dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sebanyak 500 gram bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis
2. Reaktor ditutup hingga rapat dan dipastikan tidak ada kebocoran antar sambungan tutup maupun pipa.
3. Air pendingin disiapkan di dalam wadah ember, dihubungkan dengan kondensor, kemudian pompa air pendingin dinyalakan. Pada tahap ini, dipastikan sirkulasi air pendingin berjalan lancar dan tidak ada kebocoran yang dapat berakibat pada tidak optimalnya proses kondensasi.
4. Suhu pirolisis diatur menjadi 350°C dengan mengubah *set point* pada panel kendali yang terdapat di samping reaktor.
5. Wadah cairan berupa botol plastik disiapkan dan diletakkan di bawah pipa produk kondensor untuk menampung asap cair.
6. Kompor bakar dinyalakan sehingga proses pemanasan terjadi. Proses pirolisis dilakukan selama 2 jam atau hingga tidak ada cairan yang menetes.



(a)



(b)

Gambar 4. Asap Cair Hasil Pirolisis (a) Sebelum dan (b) Setelah Dilakukan Pengendapan dan Penyaringan

Hasil yang didapatkan pada proses ini adalah asap cair *grade 3* (*crude* asap cair) karena tidak dilakukan proses pemurnian lebih lanjut seperti distilasi dan masih mengandung tar. Tar pada asap cair tidak diinginkan karena mengandung senyawa seperti benzo(a) piren yang bersifat toksik dan karsinogenik (Jasmani et al., 2023). Oleh karena itu, asap cair yang dihasilkan dilakukan pengendapan selama 3 hari dan dilakukan penyaringan dengan kertas saring untuk memisahkan asap cair dari tar. Perbandingan hasil *crude* asap cair sebelum dan sesudah dipisahkan kandungan tarnya ditunjukkan oleh Gambar 4 (a) dan (b). Terlihat bahwa warna asap cair adalah hitam pekat karena mengandung tar dalam jumlah yang relatif masih tinggi. Setelah dilakukan pengendapan dan penyaringan warna asap cair menjadi lebih jernih (didominasi dengan warna kecokelatan). Secara kimia, asap cair mengandung senyawa aktif seperti asam organik, fenol, dan karbonil yang berperan dalam aktivitas antimikroba dan antifungi. Komponen-komponen ini menjadikan asap cair berpotensi sebagai biopestisida alami yang ramah lingkungan (Sahraeni et al., 2023).

Evaluasi Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

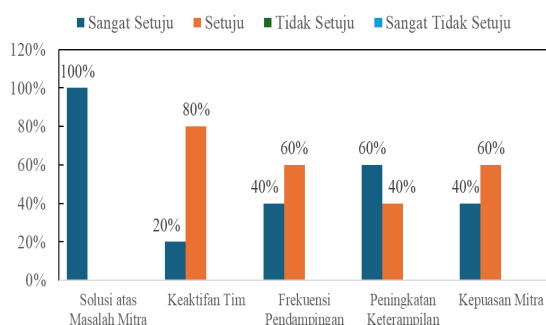


Gambar 5. Pengisian Kuesioner untuk Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan setelah program edukasi dan pelatihan dengan mengisi kuesioner kepuasan selama program dijalankan. Jumlah kuesioner yang disebar sebanyak 5 lembar kepada 5 orang anggota Pokmas. Capaian kegiatan dapat terlihat dari kebermanfaatan program pelatihan yang telah dijalankan. Berdasarkan survei, seluruh anggota Pokmas Dewi Sri menyatakan bahwa kegiatan yang telah dilaksanakan dapat mengatasi permasalahan limbah pertanian yang dihadapi.

Hasil evaluasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat menunjukkan bahwa mayoritas mitra merasakan manfaat dari program yang telah dilaksanakan. Berdasarkan kuesioner yang diisi oleh mitra, sebanyak lima responden (100%) sangat setuju bahwa kegiatan ini memberikan solusi terhadap permasalahan yang mereka hadapi. Selain itu, keterlibatan tim dalam memberikan bantuan juga dinilai positif, dengan satu responden menyatakan sangat setuju dan empat lainnya setuju. Frekuensi pendampingan juga dianggap sudah sesuai oleh mayoritas mitra, dengan dua responden sangat setuju dan tiga responden setuju. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan tim dalam mendampingi mitra telah memenuhi ekspektasi mereka.

Selain itu, kegiatan ini juga berdampak positif terhadap peningkatan kemandirian serta pengetahuan dan keterampilan mitra. Sebanyak tiga responden sangat setuju dan dua lainnya setuju bahwa terjadi peningkatan dalam aspek tersebut. Evaluasi keseluruhan menunjukkan bahwa mitra merasa puas dengan program yang telah dilaksanakan, di mana dua responden sangat setuju dan tiga lainnya setuju. Tidak adanya responden yang menyatakan ketidaksetujuan mengindikasikan bahwa kegiatan ini telah berhasil dalam memberikan manfaat yang nyata bagi mitra. Visualisasi hasil kuesioner dalam bentuk diagram untuk menggambarkan persebaran tanggapan responden terhadap lima indikator utama evaluasi ditampilkan pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Hasil Kuisisioner Kepuasan Mitra

D. PENUTUP

Simpulan

Program edukasi pembuatan asap cair dari limbah pertanian telah dilaksanakan melalui sosialisasi dan praktik langsung menggunakan reaktor pirolisis pada suhu 350 °C selama 2 jam. Kegiatan ini diikuti oleh 10 anggota Pokmas Dewi Sri dan menghasilkan peningkatan pengetahuan mitra sebesar 40% berdasarkan hasil evaluasi kuesioner sebelum dan sesudah pelatihan. Selain itu, keterampilan mitra dalam mengolah limbah pertanian meningkat secara signifikan, dengan 80% peserta mampu mengoperasikan alat pirolisis secara mandiri. Hasil kegiatan ini berhasil menghasilkan 5 liter asap cair grade 3, yang berpotensi digunakan sebagai pengawet, desinfektan, antioksidan, dan biopestisida. Respon positif ditunjukkan oleh peserta, ditandai dengan tingginya antusiasme dalam mengikuti seluruh tahapan pelatihan.

Saran

Untuk keberlanjutan program, diperlukan pendampingan lanjutan bagi mitra dalam optimalisasi produksi dan pengolahan asap cair agar memperoleh kualitas yang lebih baik. Selain itu, perlu pengembangan strategi pemasaran agar produk asap cair dapat dimanfaatkan secara lebih luas dan memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Unit Pelayanan Teknis Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Malang yang telah mendukung program pengabdian pada masyarakat ini melalui program pendanaan skema hibah internal pengabdian pada masyarakat skema reguler tahun 2024 dengan nomor kontrak 5501/PL2.1/HK/2024.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Arumsari, A., & Sa'diyah, K. (2021). Pengaruh Jenis Kayu Terhadap Kualitas Asap Cair. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 104–111. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.188>
- Choiriyah, N. A., A'yunin, N. A. Q., Pangastuti, H. A., & Prasetyo, Y. (2022). Mikroenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Menggunakan Variasi Total Padatan Terlarut. *Agrikultura*, 32(3), 284. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i3.36172>
- Dhiaswari, D. R., Santoso, A. B., & Banowati, E. (2019). Pengaruh Perilaku Petani Bawang Merah dan Penggunaan Pestisida terhadap Dampak bagi Lingkungan Hidup di Desa

- Klampok Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes. *Edu Geography*, 7(3). 019-09863-3
- Prajawahyudo, T., K. P. Asiaka, F., & Ludang, E. (2022). Peranan Keamanan Pestisida Di Bidang Pertanian Bagi Petani Dan Lingkungan. *Journal Socio Economics Agricultural*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.52850/jsea.v17i1.4227>
- Aru msari, A., & Sa'diyah, K. (2023). Pengaruh Jenis Kayu Terhadap Kualitas Asap Cair. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 104–111. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.188>
- Choiriyah, N. A., A'yunin, N. A. Q., Pangastuti, H. A., & Prasetio, Y. (2022). Mikroenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Menggunakan Variasi Total Padatan Terlarut. *Agrikultura*, 32(3), 284. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i3.36172>
- Dhiaswari, D. R., Santoso, A. B., & Banowati, E. (2019). Pengaruh Perilaku Petani Bawang Merah dan Penggunaan Pestisida terhadap Dampak bagi Lingkungan Hidup di Desa Klampok Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes. *Edu Geography*, 7(3), 204–211. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edug eo>
- Halip, J. A., Lee, S. H., Tahir, P. M., Chuan, L. Te, Selimin, M. A., & Saffian, H. A. (2021). A review: Chemical treatments of rice husk for polymer composites. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(4), 12425–12433. <https://doi.org/10.33263/BRIAC114.1242512433>
- Harmileni, H., Saragih, G., Fernandez, B. R., & Yuniyanto, Y. (2019). PEMBUATAN BIOPESTISIDA DARI EKSTRAK DAUN SIRSAK (*Annona muricata*) UNTUK PENGENDALIAN HAMA ULAT API (*Setothosea asigna* V.Eecke) PADA TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Biosains*, 5(1), 8–13. <https://doi.org/10.24114/jbio.v5i1.12331>
- Jasmani, Ginting, Z., Masrullita, Kurniawan, E., Dewi, R., & Faisal. (2023). Pembuatan Asap Cair (Liquid Smoked) dari Limbah Padat Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) dengan Metode Pirolisis. *Chemical Engineering Journal Storage*, 3(2), 226–235.
- Passoth, V., & Sandgren, M. (2019). Biofuel production from straw hydrolysates: current achievements and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(13), 5105–5116. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09863-3>
- Prajawahyudo, T., K. P. Asiaka, F., & Ludang, E. (2022). Peranan Keamanan Pestisida Di Bidang Pertanian Bagi Petani Dan Lingkungan. *Journal Socio Economics Agricultural*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.52850/jsea.v17i1.4227>
- Pratama, A. S. C., & Sa'diyah, K. (2022). Pengaruh Jenis Biomassa terhadap Karakteristik Asap Cair melalui Metode Pirolisis. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(1), 36–44.
- Ramdhan, R. J., Kurnadi, D., & Harniati. (2020). KEMANDIRIAN PETANI TERHADAP PEMANFAATAN JERAMI PADI SEBAGAI PUPUK BOKASHI PADA TANAMAN PADI DI KECAMATAN MANONJAYA KABUPATEN TASIKMALAYA. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 483–490.
- Sa'diyah, K., Susanto, Witasari, W. S., & Hendrawati, N. (2023). The making of adsorbents from teak sawdust through the pyrolysis process with the influence of NaOH activator concentration. *AIP Conference Proceedings*, 2531(February). <https://doi.org/10.1063/5.0125814>
- Sahraeni, S., Harjanto, Firman, & Ahnaf, S. K. (2023). Karakteristik Crude Asap Cair Hasil Pirolisis Gambut Berbentuk Katalis Zeolit Alam Teraktivasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi ...*, 199–203. <https://journal.atim.ac.id/index.php/prosiding/article/view/580>
- Samada, L. H., & Tambunan, U. S. F. (2020). Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(2), 66–76. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2020.66.76>
- Ula, A., & Mizani, Z. M. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Putih Menjadi Biopestisida Alami pada Kelompok Tani di Desa Klorogan, Kecamatan Geger, Kabupaten Madiun. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 2(1), 111–120. <https://doi.org/10.21154/jtii.v2i1.541>
- Xin, X., Dell, K., Udugama, I. A., Young, B. R., & Baroutian, S. (2021). Transforming biomass pyrolysis technologies to produce liquid smoke food flavouring. *Journal of Cleaner Production*, 294(xxxx), 125368. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125368>

- sRamdhan, R. J., Kusnadi, D., & Harniati. (2020). Kemandirian Petani terhadap Pemanfaatan Jerami Padi sebagai Pupuk Bokasi pada Tanaman Padi di kecamatan Manonjaya Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 483–490.
- Ula, A., & Mizani, Z. M. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Putih Menjadi Biopestisida Alami pada Kelompok Tani di Desa Klorogan, Kecamatan Geger, Kabupaten Madiun. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 2(1), 111–120.
<https://doi.org/10.21154/jtii.v2i1.541>