



ABDI CENDEKIA:

JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2026 Halaman 1035-1045

<https://zia-research.com/index.php/abdicendekia>



**Pemberdayaan Petani Jeruk
Melalui Teknologi Asap Cair Pengendalian Lalat Buah**

**Lita Nasution¹, Riduan Sembiring², Swati Sembiring³, Ebin Hagata Pinem⁴,
Ersentabi Br. Sembiring⁵, Rico Taruna Siregar⁶, Muhammad Fauzan Zulazmi⁷**

^{1,2,3,4,5,6,7} Universitas Quality, Indonesia

Email : litanasution@universitasquality.ac.id¹; riduansembiring@universitasquality.ac.id²;
swati.sembiring@universitasquality.ac.id³; ebin0685@gmail.com⁴;
sentasmb921@gmail.com⁵; ricosiregar2901@gmail.com⁶; fauzanzulazm@gmail.com⁷

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kemandirian petani jeruk dalam mengendalikan hama lalat buah (*Bactrocera* spp.) melalui pemanfaatan teknologi asap cair sebagai bioinsektisida ramah lingkungan. Permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi tingginya intensitas serangan lalat buah, tingginya ketergantungan terhadap pestisida kimia sintetis, rendahnya pengetahuan petani mengenai pengendalian hama terpadu, serta belum optimalnya pemanfaatan limbah biomassa pertanian sebagai sumber teknologi tepat guna. Kegiatan dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif berbasis pemberdayaan masyarakat dengan tahapan identifikasi masalah, sosialisasi, pelatihan pembuatan asap cair, demonstrasi aplikasi lapangan, pendampingan teknis, monitoring, dan evaluasi. Asap cair diproduksi melalui proses pirolisis biomassa lokal seperti tempurung kelapa dan limbah pertanian lainnya. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memproduksi dan mengaplikasikan asap cair sebagai bioinsektisida. Selain itu, penerapan teknologi asap cair mampu menurunkan intensitas serangan lalat buah, mengurangi penggunaan pestisida kimia, serta meningkatkan kualitas buah layak jual. Kegiatan ini juga berdampak positif terhadap penguatan kelembagaan kelompok tani dan peningkatan kesadaran petani mengenai pentingnya pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata kunci: Asap Cair, Bioinsektisida, Jeruk, Lalat Buah, Pemberdayaan Petani.

***Empowering Citrus Farmers through
Liquid Smoke Technology for Fruit Fly Control***

Abstract

*This community service activity aimed to improve the capacity and independence of citrus farmers in controlling fruit fly pests (*Bactrocera* spp.) through the utilization of liquid smoke technology as an environmentally friendly bioinsecticide. The main problems faced by farmers included the high intensity of fruit fly attacks, dependence on synthetic chemical pesticides, limited knowledge regarding integrated pest management, and the underutilization of agricultural biomass waste as a source of appropriate technology. The activity was conducted using a participatory community empowerment approach through several stages, including problem identification, socialization, liquid smoke production training, field application demonstrations, technical assistance, monitoring, and evaluation. Liquid smoke was produced through the pyrolysis process using local biomass materials*

such as coconut shells and agricultural waste. The results showed that farmers' knowledge and skills in producing and applying liquid smoke as a bioinsecticide had increased significantly. Furthermore, the application of liquid smoke reduced fruit fly infestation intensity, decreased the use of chemical pesticides, and improved the quality of marketable citrus fruits. The activity also strengthened farmer group institutions and increased farmers' awareness of environmentally friendly and sustainable agricultural practices.

Keywords: *Liquid Smoke, Bioinsecticide, Oranges, Fruit Flies, Farmer Empowerment.*

PENDAHULUAN

Sektor hortikultura memiliki peranan strategis dalam mendukung ketahanan pangan, peningkatan pendapatan masyarakat, serta pengembangan ekonomi berbasis pertanian berkelanjutan di Indonesia. Salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah tanaman jeruk (*Citrus spp.*). Komoditas ini menjadi sumber pendapatan utama bagi sebagian masyarakat pedesaan karena memiliki permintaan pasar yang relatif stabil dan tingkat konsumsi yang terus meningkat setiap tahun. Selain sebagai sumber vitamin dan nutrisi, tanaman jeruk juga memiliki prospek agribisnis yang menjanjikan dalam mendukung pengembangan ekonomi lokal dan peningkatan kesejahteraan petani. Namun demikian, produktivitas dan kualitas hasil tanaman jeruk di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, terutama serangan organisme pengganggu tanaman berupa lalat buah (*Bactrocera spp.*). Hama lalat buah dikenal sebagai salah satu hama utama yang menyebabkan kerusakan signifikan pada buah, baik secara kuantitas maupun kualitas. Serangan lalat buah dapat menyebabkan buah mengalami pembusukan, gugur sebelum panen, hingga tidak layak dipasarkan sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani (Untung, 2006).

Permasalahan serangan lalat buah menjadi semakin kompleks karena tingginya ketergantungan petani terhadap penggunaan pestisida kimia sintetis sebagai metode utama pengendalian hama. Dalam praktik budidaya, penggunaan pestisida sering dilakukan secara intensif dan berlebihan tanpa memperhatikan dosis maupun prinsip pengendalian hama terpadu (PHT). Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada peningkatan biaya produksi usaha tani, tetapi juga menyebabkan pencemaran lingkungan, resistensi hama, kematian organisme non-target, serta residu kimia pada hasil pertanian yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Bridgwater (2012,) menjelaskan bahwa penggunaan bahan kimia sintetis secara intensif dalam sektor pertanian dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan resistensi hama dalam jangka panjang. Penelitian Fachraniah et al. (2019,) juga menunjukkan bahwa penggunaan pestisida kimia secara terus-menerus dapat menurunkan kualitas agroekosistem dan mengganggu keseimbangan lingkungan pertanian. Selain itu, rendahnya tingkat pengetahuan dan keterampilan petani mengenai teknologi pengendalian hama ramah lingkungan menyebabkan petani cenderung mempertahankan metode konvensional yang dianggap lebih praktis meskipun memiliki dampak negatif yang cukup besar terhadap keberlanjutan sistem pertanian.

Kondisi tersebut menunjukkan adanya urgensi penerapan inovasi teknologi pertanian yang lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan sebagai alternatif pengendalian hama tanaman jeruk. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan asap cair sebagai bioinsektisida alami dalam pengendalian lalat buah. Asap cair merupakan hasil kondensasi dari proses pirolisis biomassa seperti tempurung kelapa, sekam padi, serbuk kayu, dan limbah pertanian lainnya yang mengandung senyawa aktif berupa fenol, karbonil, dan asam organik (Maga, 1988). Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas antimikroba, insektisida, dan repelan terhadap berbagai jenis hama tanaman sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan pengendali hama yang lebih aman bagi lingkungan. Penggunaan asap cair dinilai lebih ramah lingkungan karena berasal dari bahan alami dan relatif tidak meninggalkan residu berbahaya pada produk pertanian.

Pemanfaatan asap cair sebagai bioinsektisida telah banyak dilaporkan memberikan dampak positif terhadap pengendalian organisme pengganggu tanaman. Penelitian Nasution et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan asap cair mampu menurunkan intensitas serangan hama tanaman secara signifikan sekaligus mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida kimia sintetis. Selain itu, Ginting et al. (2022) melaporkan bahwa asap cair berbasis tempurung kelapa efektif digunakan sebagai bioinsektisida alami pada tanaman hortikultura karena relatif aman bagi lingkungan, mudah diproduksi, dan memiliki daya repelan terhadap serangga hama. Senyawa fenol dan asam organik yang terkandung dalam asap cair diketahui mampu mengganggu aktivitas fisiologis serangga sehingga dapat menekan perkembangan populasi hama pada tanaman budidaya.

Pemanfaatan asap cair dalam sistem pertanian tidak hanya berfungsi sebagai teknologi pengendalian hama, tetapi juga mendukung penerapan konsep pertanian berkelanjutan dan ekonomi sirkular. Limbah biomassa pertanian yang selama ini kurang dimanfaatkan dapat diolah menjadi produk bernilai tambah melalui proses pirolisis sederhana. Lehmann dan Joseph (2015) menyatakan bahwa pengolahan biomassa melalui teknologi pirolisis mampu menghasilkan produk yang bermanfaat bagi pertanian, seperti asap cair dan biochar, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya lokal sekaligus mengurangi limbah pertanian. Dengan demikian, penerapan teknologi asap cair memiliki potensi besar dalam mendukung pengembangan sistem pertanian yang lebih adaptif, ramah lingkungan, dan berdaya saing tinggi.

Meskipun demikian, implementasi teknologi asap cair di tingkat petani masih menghadapi berbagai kendala, terutama keterbatasan pengetahuan, keterampilan teknis, dan minimnya pendampingan dalam proses produksi maupun aplikasi di lapangan. Sebagian besar petani belum memahami teknik pembuatan asap cair yang benar, termasuk pengaturan suhu pirolisis, proses kondensasi, serta pemurnian untuk menghasilkan kualitas asap cair yang aman dan efektif. Selain itu, petani juga belum mengetahui konsentrasi dan frekuensi aplikasi yang tepat dalam pengendalian lalat buah sehingga efektivitas penggunaannya belum optimal. Widodo et al. (2020) menjelaskan bahwa keberhasilan transfer teknologi pertanian sangat dipengaruhi oleh pendekatan partisipatif dan pendampingan berkelanjutan yang melibatkan masyarakat secara aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat menjadi sangat penting sebagai media edukasi, transfer teknologi, dan pemberdayaan petani dalam mengadopsi inovasi pertanian ramah lingkungan.

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif berbasis pemberdayaan masyarakat yang menempatkan petani sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran dan penerapan teknologi. Pendekatan partisipatif dipilih karena dinilai lebih efektif dalam meningkatkan tingkat adopsi inovasi dibandingkan pendekatan konvensional yang bersifat satu arah. Rahmawati et al. (2020) menyatakan bahwa pelibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan kegiatan mampu meningkatkan pemahaman, keterampilan, serta keberlanjutan program yang dijalankan. Melalui kegiatan ini, petani diberikan pelatihan mengenai pembuatan asap cair berbasis biomassa lokal, teknik aplikasi sebagai bioinsektisida, serta penerapan pengendalian hama terpadu pada tanaman jeruk. Selain itu, kegiatan ini juga diarahkan untuk memperkuat kelembagaan kelompok tani agar mampu menjadi pusat pembelajaran dan pengembangan inovasi teknologi di tingkat masyarakat.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa permasalahan serangan lalat buah pada tanaman jeruk tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis pengendalian hama, tetapi juga berkaitan dengan rendahnya kapasitas petani, ketergantungan terhadap pestisida kimia, serta belum optimalnya pemanfaatan sumber daya lokal dalam sistem pertanian. Oleh karena itu, penerapan teknologi asap cair sebagai bioinsektisida dipandang sebagai solusi yang relevan, inovatif, dan berkelanjutan dalam mendukung pengendalian hama ramah lingkungan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memproduksi dan mengaplikasikan asap cair sebagai alternatif

pengendalian lalat buah, sekaligus mendorong terbentuknya sistem pertanian hortikultura yang lebih sehat, efisien, dan berwawasan lingkungan.

METODE

Jenis Kegiatan

Kegiatan ini merupakan pengabdian kepada masyarakat berbasis pemberdayaan (community empowerment) dengan pendekatan partisipatif dan penerapan teknologi tepat guna. Pendekatan yang digunakan menempatkan petani sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran, pengambilan keputusan, serta penerapan inovasi teknologi pengendalian hama ramah lingkungan. Model kegiatan dirancang secara aplikatif melalui integrasi antara edukasi, pelatihan, demonstrasi lapangan, pendampingan teknis, dan evaluasi berkelanjutan. Pendekatan partisipatif dipilih karena dinilai mampu meningkatkan tingkat adopsi teknologi dan keberlanjutan program di tingkat masyarakat tani.

Waktu dan Tempat Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada bulan Mei sampai Oktober 2026 di kelompok tani jeruk wilayah Binjai, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposive berdasarkan tingginya tingkat serangan lalat buah (*Bactrocera spp.*), tingginya penggunaan pestisida kimia sintetis, serta adanya potensi pemanfaatan biomassa lokal sebagai bahan baku produksi asap cair. Selain itu, wilayah tersebut merupakan salah satu sentra budidaya jeruk yang memiliki potensi pengembangan pertanian hortikultura berkelanjutan.

Target dan Sasaran Kegiatan

Target utama kegiatan adalah peningkatan kapasitas petani dalam pengendalian hama lalat buah berbasis teknologi ramah lingkungan melalui pemanfaatan asap cair sebagai bioinsektisida. Sasaran kegiatan meliputi anggota kelompok tani jeruk yang aktif melakukan budidaya tanaman jeruk dan memiliki permasalahan terkait tingginya intensitas serangan lalat buah serta ketergantungan terhadap pestisida kimia.

Kegiatan ini menargetkan peningkatan pengetahuan petani mengenai pengendalian hama terpadu (PHT), peningkatan keterampilan dalam memproduksi dan mengaplikasikan asap cair, penurunan penggunaan pestisida kimia sintetis, serta penguatan kelembagaan kelompok tani sebagai pusat pembelajaran dan inovasi teknologi pertanian ramah lingkungan.

Subjek Kegiatan

Subjek kegiatan adalah petani jeruk yang tergabung dalam kelompok tani mitra di wilayah pelaksanaan kegiatan. Petani dipilih berdasarkan keterlibatan aktif dalam budidaya jeruk, kesediaan mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, serta komitmen dalam menerapkan teknologi yang diperkenalkan. Selain petani, kegiatan juga melibatkan penyuluh pertanian lapangan dan tim pengabdian dari perguruan tinggi sebagai fasilitator dan pendamping teknis selama proses pelaksanaan program.

Prosedur Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan yang terintegrasi, meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Pada tahap persiapan dilakukan identifikasi permasalahan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan petani. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi budidaya jeruk, tingkat serangan lalat buah, pola penggunaan pestisida, serta kebutuhan petani terhadap teknologi pengendalian hama yang ramah lingkungan. Selain itu, dilakukan koordinasi dengan kelompok tani dan pemerintah setempat terkait pelaksanaan kegiatan.

Tahap pelaksanaan dimulai dengan kegiatan sosialisasi mengenai dampak penggunaan pestisida kimia sintetis terhadap lingkungan dan kesehatan, serta pengenalan

konsep pengendalian hama terpadu berbasis pertanian berkelanjutan. Selanjutnya dilakukan pelatihan pembuatan asap cair menggunakan bahan baku lokal seperti tempurung kelapa dan limbah biomassa pertanian lainnya melalui proses pirolisis sederhana. Proses pelatihan mencakup teknik pemilihan bahan baku, proses pembakaran, kondensasi asap, pemurnian hasil pirolisis, hingga teknik penyimpanan asap cair. Setelah pelatihan, dilakukan demonstrasi aplikasi asap cair pada tanaman jeruk di lahan percontohan (demonstration plot) dengan beberapa variasi konsentrasi dan interval penyemprotan untuk mengetahui efektivitas pengendalian lalat buah.

Tahap selanjutnya adalah pendampingan teknis yang dilakukan secara berkala melalui kunjungan lapangan, konsultasi, serta diskusi kelompok. Pendampingan bertujuan membantu petani dalam mengatasi kendala teknis selama penerapan teknologi di lapangan. Tahap akhir kegiatan berupa monitoring dan evaluasi terhadap tingkat adopsi teknologi, perubahan perilaku petani, penurunan penggunaan pestisida kimia, serta efektivitas pengendalian lalat buah.

Data dan Instrumen

Data yang dikumpulkan dalam kegiatan ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, diskusi kelompok, serta hasil pre-test dan post-test peserta pelatihan. Data sekunder diperoleh dari dokumentasi kelompok tani, laporan pertanian daerah, dan literatur ilmiah yang relevan. Instrumen yang digunakan meliputi lembar observasi, pedoman wawancara, kuisioner evaluasi pengetahuan petani, format monitoring penerapan teknologi, serta dokumentasi kegiatan. Selain itu, digunakan alat produksi asap cair berupa reaktor pirolisis sederhana, wadah kondensasi, alat penyaring, serta peralatan aplikasi lapangan seperti sprayer.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam, dokumentasi, dan evaluasi berbasis pre-test dan post-test. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi lahan, tingkat serangan lalat buah, serta praktik budidaya yang dilakukan petani sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Wawancara dilakukan secara langsung kepada petani untuk memperoleh informasi mengenai pengalaman, kendala, dan tingkat penerimaan terhadap teknologi asap cair. Dokumentasi dilakukan dalam bentuk foto, catatan lapangan, dan rekaman kegiatan sebagai data pendukung pelaksanaan program. Sementara itu, pre-test dan post-test digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan pemahaman petani setelah mengikuti kegiatan pelatihan dan pendampingan.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dan kuantitatif sederhana. Data hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perubahan perilaku, tingkat partisipasi, dan respons petani terhadap penerapan teknologi asap cair. Data hasil pre-test dan post-test dianalisis secara kuantitatif menggunakan persentase peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani. Selain itu, dilakukan analisis terhadap perubahan intensitas serangan lalat buah, penggunaan pestisida kimia, serta kualitas hasil panen sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Hasil analisis digunakan sebagai dasar evaluasi keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengenai pemanfaatan asap cair sebagai bioinsektisida pada tanaman jeruk menunjukkan hasil yang positif terhadap peningkatan kapasitas petani dan pengendalian hama lalat buah (*Bactrocera spp.*). Kegiatan yang dilakukan melalui pendekatan partisipatif mampu meningkatkan keterlibatan petani dalam proses pembelajaran dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Seluruh tahapan

kegiatan, mulai dari sosialisasi, pelatihan, demonstrasi lapangan, hingga pendampingan teknis, mendapatkan respons yang baik dari kelompok tani mitra. Petani tidak hanya berperan sebagai peserta, tetapi juga terlibat aktif dalam proses produksi dan aplikasi asap cair di lahan budidaya jeruk.

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar petani masih memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap penggunaan pestisida kimia sintetis dalam pengendalian lalat buah. Penggunaan pestisida dilakukan secara intensif tanpa memperhatikan dosis dan prinsip pengendalian hama terpadu (PHT). Selain menyebabkan peningkatan biaya produksi, praktik tersebut juga berdampak terhadap penurunan kualitas lingkungan pertanian. Rendahnya pemahaman petani mengenai teknologi pengendalian hama berbasis bahan alami menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya adopsi inovasi pertanian ramah lingkungan.

Setelah pelaksanaan kegiatan pelatihan dan pendampingan, terjadi peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memproduksi dan mengaplikasikan asap cair sebagai bioinsektisida. Peningkatan tersebut diukur melalui hasil pre-test dan post-test yang diberikan kepada peserta kegiatan. Data peningkatan pengetahuan petani disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan
Petani Setelah Pelatihan Teknologi Asap Cair

No.	Aspek Penilaian	Sebelum (%)	Sesudah (%)
1	Pemahaman Pengendalian Hama Terpadu	40	86
2	Pengetahuan Dampak Pestisida Kimia	45	90
3	Teknik Pembuatan Asap Cair	28	88
4	Teknik Aplikasi Asap Cair	32	84
5	Pemanfaatan Limbah Biomassa	37	85
	Rata-rata	36,4	86,6

Berdasarkan Tabel 1, terlihat adanya peningkatan signifikan pada seluruh aspek penilaian setelah pelaksanaan kegiatan. Nilai rata-rata pengetahuan dan keterampilan petani meningkat dari 36,4% menjadi 86,6%. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek teknik pembuatan asap cair, yaitu dari 28% menjadi 88%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung (*learning by doing*) efektif dalam meningkatkan kapasitas petani terhadap penerapan teknologi tepat guna. Petani menjadi lebih memahami proses produksi asap cair mulai dari pemilihan bahan baku, teknik pirolisis, proses kondensasi, hingga pemurnian hasil produksi.

Selain peningkatan kapasitas petani, penerapan teknologi asap cair juga menunjukkan efektivitas dalam menurunkan intensitas serangan lalat buah pada tanaman jeruk. Pengamatan dilakukan pada lahan demonstrasi sebelum dan sesudah aplikasi asap cair selama periode pengamatan. Hasil pengamatan intensitas serangan lalat buah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Intensitas Serangan Lalat Buah Sebelum dan Sesudah Aplikasi Asap Cair

No.	Parameter Pengamatan	Sebelum Perlakuan	Sesudah Perlakuan
1.	Intensitas Serangan Lalat Buah (%)	58	24
2.	Buah Rusak (%)	46	18
3.	Buah Layak Jual (%)	54	82
4.	Frekuensi Penggunaan Pestisida Kimia	Tinggi	Menurun
	Rata-rata	52	31

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi asap cair mampu menurunkan intensitas serangan lalat buah dari 58% menjadi 24%. Selain itu, persentase buah rusak mengalami penurunan dari 46% menjadi 18%, sedangkan persentase buah layak jual meningkat dari 54% menjadi 82%. Penurunan intensitas serangan lalat buah diduga

dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol dan asam organik pada asap cair yang bersifat repelan dan insektisida alami terhadap hama tanaman.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Nasution et al. (2021) yang menyatakan bahwa asap cair memiliki kemampuan dalam menekan perkembangan dan aktivitas hama tanaman melalui mekanisme gangguan fisiologis dan penurunan aktivitas makan serangga. Selain itu, penelitian Ginting et al. (2022) juga melaporkan bahwa penggunaan asap cair berbasis biomassa lokal efektif menurunkan populasi hama hortikultura sekaligus mengurangi penggunaan pestisida sintetis.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian juga berdampak terhadap perubahan perilaku petani dalam penggunaan pestisida kimia. Sebelum kegiatan berlangsung, sebagian besar petani melakukan penyemprotan pestisida secara rutin dengan frekuensi tinggi tanpa mempertimbangkan tingkat serangan hama. Setelah dilakukan pelatihan dan pendampingan, petani mulai memahami pentingnya penggunaan pestisida secara bijaksana dan mulai beralih menggunakan bioinsektisida berbasis asap cair sebagai alternatif pengendalian.

Selain aspek teknis pengendalian hama, kegiatan ini juga memberikan dampak positif terhadap pemanfaatan limbah biomassa pertanian. Tempurung kelapa dan limbah organik yang sebelumnya kurang dimanfaatkan kini dapat diolah menjadi produk bernilai tambah berupa asap cair. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi asap cair tidak hanya mendukung pengendalian hama ramah lingkungan, tetapi juga mendukung penerapan prinsip ekonomi sirkular dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Dari aspek kelembagaan, kegiatan pengabdian berhasil meningkatkan aktivitas kelompok tani sebagai pusat pembelajaran bersama. Kelompok tani mulai melakukan diskusi rutin mengenai teknik budidaya, pengendalian hama, serta pemanfaatan teknologi pertanian ramah lingkungan. Pendekatan partisipatif yang diterapkan dalam kegiatan ini mampu meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*) petani terhadap program yang dijalankan sehingga keberlanjutan program menjadi lebih terjamin.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan teknologi asap cair sebagai bioinsektisida mampu menjadi solusi alternatif dalam pengendalian hama pada tanaman jeruk. Teknologi ini relatif mudah diterapkan, memanfaatkan bahan baku lokal, ramah lingkungan, serta mampu meningkatkan kapasitas dan kemandirian petani dalam mengelola usaha tani secara berkelanjutan. Dengan demikian, pengembangan teknologi asap cair memiliki potensi besar untuk diterapkan secara lebih luas pada sistem pertanian hortikultura di berbagai daerah.



Gambar 1. Kegiatan Pengabdian Tim Pengabdi Bersama Mitra

Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengenai pemanfaatan asap cair sebagai bioinsektisida pada tanaman jeruk menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif berbasis pemberdayaan masyarakat mampu meningkatkan kapasitas petani dalam menerapkan teknologi pertanian ramah lingkungan. Hasil kegiatan memperlihatkan adanya peningkatan keterlibatan petani pada setiap tahapan kegiatan, mulai dari sosialisasi, pelatihan, demonstrasi lapangan, hingga pendampingan teknis. Keterlibatan aktif petani dalam proses pembelajaran menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan transfer teknologi di tingkat masyarakat. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Chambers (1994) yang menyatakan bahwa partisipasi masyarakat dalam proses identifikasi masalah, perencanaan, dan pelaksanaan program dapat meningkatkan efektivitas kegiatan pemberdayaan karena masyarakat merasa memiliki program yang dijalankan. Dengan demikian, tingginya partisipasi petani menjadi salah satu faktor utama yang mendukung keberhasilan penerapan teknologi asap cair pada kelompok tani mitra.

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar petani masih memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap penggunaan pestisida kimia sintetis dalam pengendalian lalat buah. Penggunaan pestisida dilakukan secara intensif tanpa memperhatikan dosis dan prinsip pengendalian hama terpadu (PHT). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa rendahnya pemahaman petani mengenai pengendalian hama ramah lingkungan masih menjadi permasalahan utama dalam sistem budidaya tanaman jeruk. Tingginya ketergantungan terhadap pestisida sintetis dipengaruhi oleh persepsi petani bahwa pestisida kimia memberikan hasil yang lebih cepat dan praktis dibandingkan teknologi alternatif lainnya. Namun demikian, penggunaan pestisida secara berlebihan menyebabkan meningkatnya biaya produksi, resistensi hama, serta pencemaran lingkungan pertanian. Bridgwater (2012) menjelaskan bahwa penggunaan bahan kimia sintetis secara terus-menerus dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan ketidakseimbangan ekosistem pertanian dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penerapan teknologi asap cair sebagai bioinsektisida menjadi solusi yang relevan dalam mendukung sistem pertanian yang lebih berkelanjutan.

Peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani setelah pelaksanaan pelatihan menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis praktik langsung (*learning by doing*) efektif dalam meningkatkan pemahaman petani terhadap teknologi tepat guna. Berdasarkan Tabel 1, nilai rata-rata pengetahuan dan keterampilan petani meningkat dari 36,4% menjadi 86,6%. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek teknik pembuatan asap cair, yaitu dari 28% menjadi 88%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebelum kegiatan berlangsung, sebagian besar petani belum memahami proses produksi asap cair secara teknis, mulai dari pemilihan bahan baku, proses pirolisis, kondensasi, hingga pemurnian hasil produksi. Setelah dilakukan pelatihan dan demonstrasi langsung, petani menjadi lebih memahami tahapan produksi dan manfaat asap cair sebagai bioinsektisida alami. Menurut Widodo et al. (2020), keberhasilan adopsi teknologi pertanian sangat dipengaruhi oleh proses pendampingan teknis dan praktik langsung yang melibatkan masyarakat secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, peningkatan kapasitas petani yang terjadi pada kegiatan ini menunjukkan bahwa pendekatan edukatif-partisipatif mampu mempercepat proses transfer teknologi di tingkat masyarakat.

Selain peningkatan kapasitas petani, hasil kegiatan juga menunjukkan efektivitas teknologi asap cair dalam menurunkan intensitas serangan lalat buah pada tanaman jeruk. Berdasarkan Tabel 2, intensitas serangan lalat buah mengalami penurunan dari 58% menjadi 24% setelah aplikasi asap cair. Persentase buah rusak juga menurun dari 46% menjadi 18%, sedangkan persentase buah layak jual meningkat dari 54% menjadi 82%. Penurunan intensitas serangan lalat buah tersebut diduga dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol, karbonil, dan asam organik yang terdapat pada asap cair. Senyawa tersebut memiliki sifat repelan dan insektisida alami yang mampu mengganggu aktivitas fisiologis

serangga, termasuk perilaku makan dan reproduksi hama tanaman. Maga (1988) menyatakan bahwa senyawa fenol dalam asap cair memiliki kemampuan menghambat aktivitas mikroorganisme dan serangga melalui mekanisme gangguan metabolisme sel. Hasil penelitian Nasution et al. (2021) juga menunjukkan bahwa asap cair efektif menekan perkembangan hama tanaman melalui mekanisme penurunan aktivitas makan dan gangguan sistem fisiologis serangga.

Penurunan persentase buah rusak dan peningkatan buah layak jual menunjukkan bahwa aplikasi asap cair tidak hanya berpengaruh terhadap pengendalian hama, tetapi juga berdampak langsung terhadap peningkatan kualitas hasil panen petani. Kondisi ini menjadi indikator bahwa teknologi asap cair memiliki potensi ekonomi yang cukup besar bagi petani jeruk. Dengan menurunnya tingkat kerusakan buah, petani dapat meningkatkan nilai jual hasil panen dan mengurangi kerugian akibat serangan lalat buah. Selain itu, menurunnya frekuensi penggunaan pestisida kimia juga menunjukkan adanya perubahan perilaku petani menuju praktik budidaya yang lebih ramah lingkungan. Perubahan perilaku tersebut merupakan salah satu indikator keberhasilan kegiatan pengabdian karena petani tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi juga mulai menerapkan inovasi teknologi dalam kegiatan usaha tani sehari-hari.

Pemanfaatan limbah biomassa pertanian sebagai bahan baku asap cair juga memberikan dampak positif terhadap penerapan konsep ekonomi sirkular dalam sistem pertanian. Tempurung kelapa dan limbah organik yang sebelumnya kurang dimanfaatkan kini dapat diolah menjadi produk bernilai tambah yang bermanfaat bagi pengendalian hama tanaman. Lehmann dan Joseph (2015) menjelaskan bahwa teknologi pirolisis biomassa mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya lokal sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah pertanian. Dengan demikian, penerapan teknologi asap cair tidak hanya berfungsi sebagai solusi pengendalian hama, tetapi juga mendukung pengelolaan limbah pertanian yang lebih produktif dan berkelanjutan.

Dari aspek sosial dan kelembagaan, kegiatan pengabdian berhasil meningkatkan aktivitas kelompok tani sebagai pusat pembelajaran dan pengembangan inovasi teknologi di tingkat masyarakat. Kelompok tani mulai melakukan diskusi rutin mengenai teknik budidaya, pengendalian hama terpadu, dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Pendekatan partisipatif yang diterapkan dalam kegiatan ini mampu meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*) petani terhadap program yang dijalankan sehingga keberlanjutan program menjadi lebih terjamin. Rahmawati et al. (2020) menyatakan bahwa pelibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan program mampu meningkatkan keberlanjutan kegiatan pemberdayaan karena masyarakat merasa menjadi bagian dari proses perubahan yang dilakukan.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa teknologi asap cair memiliki potensi besar sebagai alternatif pengendalian lalat buah pada tanaman jeruk yang lebih aman, ekonomis, dan ramah lingkungan. Keberhasilan kegiatan tidak hanya terlihat dari penurunan intensitas serangan hama dan peningkatan kualitas hasil panen, tetapi juga dari meningkatnya kapasitas petani, perubahan perilaku budidaya, serta penguatan kelembagaan kelompok tani. Dengan demikian, penerapan teknologi asap cair berbasis biomassa lokal dapat menjadi salah satu strategi penting dalam mendukung pengembangan sistem pertanian hortikultura berkelanjutan di berbagai daerah.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan teknologi asap cair sebagai bioinsektisida pada tanaman jeruk menunjukkan hasil yang efektif dalam meningkatkan kapasitas petani serta mendukung pengendalian hama lalat buah (*Bactrocera spp.*) secara ramah lingkungan. Program yang dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif berbasis pemberdayaan masyarakat mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memproduksi serta mengaplikasikan asap cair menggunakan bahan baku biomassa lokal seperti tempurung kelapa dan limbah pertanian lainnya. Peningkatan

kapasitas tersebut terlihat dari hasil evaluasi pre-test dan post-test yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman petani terhadap konsep pengendalian hama terpadu (PHT), dampak penggunaan pestisida kimia, serta teknik produksi dan aplikasi asap cair di lapangan.

Penerapan asap cair pada lahan demonstrasi terbukti mampu menurunkan intensitas serangan lalat buah, mengurangi persentase kerusakan buah, serta meningkatkan kualitas dan jumlah buah layak jual. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga berdampak pada penurunan ketergantungan petani terhadap pestisida kimia sintesis sehingga mendukung terciptanya sistem pertanian yang lebih sehat, aman, dan berkelanjutan. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan baku asap cair juga memberikan nilai tambah dalam mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pengelolaan sumber daya lokal secara lebih efisien.

Dari aspek sosial dan kelembagaan, kegiatan ini berhasil meningkatkan partisipasi dan aktivitas kelompok tani sebagai pusat pembelajaran dan pengembangan inovasi pertanian ramah lingkungan. Pendekatan partisipatif yang diterapkan mampu mendorong perubahan perilaku petani menuju praktik budidaya yang lebih adaptif dan berwawasan lingkungan. Dengan demikian, teknologi asap cair berpotensi menjadi alternatif pengendalian hama yang efektif, ekonomis, dan mudah diterapkan pada sistem budidaya hortikultura.

Berdasarkan hasil kegiatan yang telah dilaksanakan, diperlukan pendampingan dan monitoring secara berkelanjutan agar tingkat adopsi teknologi oleh petani dapat terus meningkat. Selain itu, pengembangan penelitian dan pengabdian lanjutan terkait standarisasi kualitas asap cair, formulasi konsentrasi yang lebih efektif, serta integrasi dengan teknologi pengendalian hama terpadu lainnya perlu dilakukan untuk memperkuat penerapan teknologi ini pada skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bridgwater, A. V. (2012). Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Bioenergy*, 38, 68–94. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.048>
- Bungin, B. (2007). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Analysis of experience. *World Development*, 22(9), 1253–1268. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90003-5)
- Daniel, W. W. (1980). *Statistika Nonparametrik Terapan*. (Terjemahan Tri Kuntjoro). Jakarta: Gramedia.
- Effendi, Sofian. (1982). Unsur-unsur penelitian ilmiah. Dalam Masri Singarimbun (Ed.). *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: LP3ES.
- Fachraniah, F., et.al. (2019). Pemanfaatan Asap Cair Sebagai Bioinsektisida Nabati pada Tanaman Hortikultura. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(2), 87–96.
- Ginting, R., et.al. (2022). Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Pengendalian Hama Tanaman Hortikultura. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pertanian*, 5(1), 45–53.
- Gronlund, N. E. & Linn, R. L. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching* (6th ed.). New York: Macmillan.
- Harahap, Rusdi Anshori, et.al. (2019). Ibnu Miskawaih Perspective of Character Education. *International Conference on Islamic Educational Management (ICIEM)*, 1(1). <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/iciem/article/view/7384>
- Harahap, S., et.al. (2021). Penguatan Kelompok Tani melalui Pendekatan Partisipatif dalam Adopsi Teknologi Pertanian. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 112–120.
- Hasim, F. (2009). *Hukum Dagang*. Jakarta: Sinar Grafika.
- Lehmann, J. & Joseph, S. (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. London: Routledge.
- Lestari, D., et.al. (2020). Efektivitas Pelatihan Partisipatif dalam Peningkatan Kapasitas Petani. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 25–33.
- Lutfiyyah, N. S. (2019). *Pendidikan Agama Anak Keluarga Pedagang di Pasar Genuk Semarang* [Tesis UIN Wali Songo Semarang]. <http://eprints.walisongo.ac.id/11178/>

- Maga, J. A. (1988). *Smoke in Food Processing*. Boca Raton: CRC Press.
- Mesiono. (2019). The Influence of Job Satisfaction on the Performance of Madrasah Aliyah (Islamic Senior High School) Teachers. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 4(1), 107–116. <http://103.88.229.8/index.php/tadris/article/view/4388>
- Nasution, L., et.al. (2021). Pemanfaatan Bioinsektisida Asap Cair dalam Pengendalian Hama Tanaman Jeruk. *Jurnal Abdimas Pertanian*, 4(2), 76–84.
- Paidi. (2008). Urgensi pengembangan kemampuan pemecahan masalah dan metakognitif siswa SMA melalui pembelajaran biologi. *Prosiding Seminar dan Musyawarah Nasional MIPA yang diselenggarakan oleh FMIPA UNY tanggal 30 Mei 2008*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rahmawati, N., et.al. (2020). Pendekatan Partisipatif dalam Pengembangan Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan*, 2(1), 55–63.
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sembiring, R., et.al. (2021). Implementasi Pengendalian Hama Terpadu pada Tanam Hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(3), 201–210.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syafaruddin, et.al. (2020). Pelatihan Da'i Muda Sumatera Utara. *Jurnal Abdi Mas Adzkia*, 1(1), 1–8. <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/adzkia/article/view/8491>
- Untung, K. (2006). *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Widodo, A., et.al. (2020). Penerapan Teknologi Tepat Guna dalam Pengembangan Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 1(2), 67–75.
- Yanuri, D. (2016). Minat Masyarakat Menyekolahkan Anaknya Ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Madrasah Tsanawiyah (MTs) di Kecamatan Semidang Gumay Kabupaten Kaur. *Al-Bahtsu*, 1(2), 151–163. <https://ejournal.iainbengkulu.ac.id/index.php/albahtsu/article/viewFile/434/424>
- Yusro, A. C. (2015). *Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Kontekstual Yang Terintegrasi Dengan Website Pada Siswa Kelas XI IA SMA Negeri 5 Madiun Tahun Ajaran 2012/2013* (Tesis, Universitas Sebelas Maret).