

PEMBUATAN ASAP CAIR DARI BIOMASSA HUTAN SEBAGAI ALTERNATIF ANTIMIKROBA UNTUK KESEHATAN DAN PENGAWETAN HASIL PERIKANAN

Rodiani¹, Duryat^{2*}, Berta Putri³, Rara Diantari³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

³Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah biomassa melalui teknologi pirolisis untuk menghasilkan asap cair memiliki potensi besar dalam industri perikanan dan kesehatan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam memproduksi serta menerapkan asap cair sebagai agen anti mikroba yang sangat bermanfaat untuk kesehatan dan pengawet alami produk perikanan. Metode yang digunakan mencakup ceramah, diskusi, demonstrasi, serta praktik langsung dalam memilih biomassa, mengoperasikan alat pirolisis, serta menentukan formulasi dan dosis yang tepat. Evaluasi dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta. Hasil menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep, keterampilan teknis, dan kesadaran terhadap manfaat asap cair. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan limbah biomassa, meningkatkan daya saing produk perikanan, serta mendukung pengembangan alternatif pengawet alami yang lebih aman dan ramah lingkungan.

Kata kunci: asap cair, agen antimikrobapirolisis, biomassa, pengawetan produk perikanan.

*Korespondensi:

Duryat

Jl. Prof. Sumantri Brodjonegoro No 1 Bandar Lampung

+62-853-8411-1644 | Email: duryat.1978@fp.unila.ac.id

PENDAHULUAN

Gabungan Kelompok Tani Hutan (Gapoktanhut) Pujo Makmur terletak di Desa Banjaran, Kecamatan Padangcermin, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Pujo Makmur merupakan kelompok masyarakat yang mengelola lahan seluas 534 hektar di kawasan hutan lindung Pematang Kubuato, Register 20, di bawah pengelolaan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Lindung Pesawaran.¹ Terdiri dari 247 kepala keluarga, anggota gapoktan mengelola kawasan hutan dengan menerapkan prinsip agroforestri, mengkombinasikan berbagai jenis *Multi-Purpose Tree Species* (MPTs) dengan berbagai tanaman tajuk sedang dan tajuk tinggi.² Kegiatan ini telah dilakukan jauh sebelum masyarakat memperoleh izin Hutan Kemasyarakatan (HKm) pada tahun 2008.¹

Sistem agroforestri yang diterapkan oleh masyarakat menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar yang hingga kini belum dimanfaatkan secara optimal.² Limbah pertanian tersebut umumnya dibiarkan membusuk di lahan, berpotensi menjadi tempat berkembangnya hama dan penyakit, meningkatkan resiko kebakaran, pelepasan gas rumah kaca, pencemaran air dan mengurangi ruang budidaya.³ Padahal, residu biomassa ini memiliki nilai tambah yang tinggi jika dikonversi menjadi produk bernilai guna seperti biochar dan asap cair yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan masyarakat.⁴ Pemanfaatan limbah ini selaras dengan prinsip pertanian regeneratif, yang bertujuan mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia sintetis yang mahal, sekaligus meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.⁵ Lebih lanjut, asap cair yang dihasilkan dari pengolahan limbah biomassa

hutan memiliki potensi digunakan untuk pengolahan hasil perikanan dan meningkatkan kesehatan masyarakat.^{6,7}

Selain produk hasil hutan, Desa Banjaran, yang terletak di Kecamatan Padang Cermin, memiliki potensi besar dalam sektor perikanan karena lokasinya yang strategis di dekat salah satu sentra perikanan Teluk Lampung.⁸ Keberadaan perairan yang kaya akan sumber daya ikan tangkap dan budidaya menempatkan kecamatan padang cermin sebagai salah satu penghasil produk perikanan unggulan, baik ikan segar maupun olahan.⁹ Namun demikian, produk olahan hasil perikanan yang bernilai ekonomi tinggi belum dapat dioptimalkan karena keterbatasan inovasi teknologi yang diterapkan oleh masyarakat.

Lebih lanjut, meskipun memiliki potensi ekonomi yang besar, sebagaimana umumnya desa hutan di Indonesia, masyarakat Desa Banjaran saat ini masih menghadapi tantangan besar terkait tingginya angka kemiskinan dan rendahnya layanan kesehatan. Menurut Badan Pusat statistik, sekitar 48,8 juta jiwa atau 12% dari total penduduk Indonesia masih tinggal di dalam dan sekitar hutan, dimana 10,2 juta jiwa atau 25% di antaranya terkategori miskin.¹⁰ Keterbatasan terhadap layanan kesehatan modern, baik karena faktor geografis maupun ekonomi, membuat mereka rentan terhadap berbagai penyakit.¹¹ Oleh karena itu, optimalisasi potensi lokal sebagai bahan rawatan kesehatan sangat dibutuhkan dalam meningkatkan kesehatan masyarakat.

Introduksi teknologi pirolisis merupakan langkah strategis dalam pemanfaatan limbah biomassa, untuk menghasilkan asap cair yang sangat bermanfaat untuk kesehatan dan industri perikanan. Asap cair memiliki sifat antimikroba alami yang dapat digunakan sebagai bahan pengawet ikan, sehingga memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas produk perikanan tanpa perlu menggunakan bahan kimia sintesis.¹² Selain itu, asap cair juga mengandung senyawa fenolik dan asam organik yang berpotensi dalam aplikasi kesehatan, termasuk sebagai antiseptik dan agen antimikroba untuk pengobatan luka serta pengendalian patogen.¹³ Implementasi teknologi pirolisis di Desa Banjaran tidak hanya mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan mengurangi limbah pertanian dan kehutanan, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan dengan menyediakan alternatif produk berbasis biomassa yang lebih ramah lingkungan dan bernilai ekonomi tinggi.¹⁴

Teknologi pirolisis dan pembuatan asap cair sangat penting untuk diintroduksi kepada masyarakat Desa Banjaran. Hal ini didasari pada fakta bahwa selama ini limbah biomassa belum dimanfaatkan secara optimal, bahkan justru menjadi masalah bagi lingkungan.² Implementasi teknologi ini tidak hanya berkontribusi pada pengurangan limbah dan pencemaran lingkungan, tetapi juga meningkatkan ketahanan ekonomi masyarakat dengan menciptakan produk bernilai ekonomi yang dapat diintegrasikan dalam rantai usaha lokal. Kegiatan ini bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan negatif akibat akumulasi limbah biomassa yang dapat menjadi sumber hama, penyakit, dan kebakaran hutan; meningkatkan pemanfaatan limbah biomassa melalui introduksi teknologi pirolisis untuk menghasilkan asap cair yang bernilai guna tinggi; serta meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengolah dan memanfaatkan asap cair sebagai pengawet alami untuk produk perikanan serta sebagai agen antimikroba untuk kebutuhan kesehatan.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diselenggarakan di Sekretariat Gapoktanhut Pujo Makmur, yang berlokasi di Desa Banjaran, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Sasaran utama kegiatan ini adalah petani pengelola lahan HKm

di Register 20 yang tergabung dalam Gapoktanhut Pujo Makmur serta berada di bawah pengelolaan KPH Lindung Pesawaran. Rangkaian kegiatan ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi.

Perencanaan. Pada tahap awal, dilakukan survei lokasi dan proses perizinan sebagai langkah persiapan utama. Survei dan perizinan dilaksanakan pada 22 Desember 2024. Survei lokasi mencakup observasi langsung serta wawancara singkat guna memahami aspek ekologis, biofisik, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Fokus utama kajian awal ini adalah memahami bagaimana pemanfaatan limbah biomassa oleh masyarakat dan mengestimasi potensi pengembangan produk berbasis biomassa, serta mengukur tantangan dalam bidang kesehatan dan pengolahan hasil perikanan. Perizinan dilakukan sebagai bentuk kepatuhan terhadap regulasi serta memperoleh dukungan dari masyarakat dan pemangku kepentingan yang akan terlibat dalam kegiatan ini.

Pelaksanaan. Tahapan pelaksanaan mencakup empat kegiatan utama, yaitu pengukuran tingkat pemahaman awal, sesi ceramah dan diskusi, demonstrasi dan praktik pembuatan asap cair, dan diakhiri dengan pengukuran tingkat pemahaman akhir. Evaluasi awal dilakukan dengan metode *pre-test* menggunakan kuisioner guna mengukur tingkat pemahaman masyarakat terkait pemanfaatan limbah biomassa, teknologi pirolisis, serta potensi asap cair dalam bidang pengawetan hasil perikanan dan aplikasi kesehatan. Sesi ceramah dan diskusi difokuskan pada tiga topik utama, yakni (1) konsep dasar teknologi pirolisis serta metode pembuatan asap cair; (2) potensi pemanfaatan asap cair dalam industri pengolahan produk perikanan; dan (3) potensi pemanfaatan asap cair dalam bidang kesehatan. Untuk memperjelas konsep yang disampaikan, demonstrasi dilakukan melalui kombinasi pemaparan langsung dan pemutaran video tutorial yang menggambarkan tahapan pemilihan bahan baku, pembuatan alat pirolisis sederhana, serta teknik produksi dan penerapan asap cair dalam pengolahan produk perikanan dan kesehatan.

Evaluasi. Untuk menilai efektivitas kegiatan, dilakukan proses evaluasi dalam dua tahap. Pertama, peningkatan pemahaman dan perubahan sikap peserta diukur dari peningkatan skor *pre-test* dan *post-test*. Peningkatan skor menggambarkan sejauh mana wawasan serta perubahan persepsi khalayak sasaran meningkat sebagai dampak pelaksanaan kegiatan. Kedua, penilaian keterampilan teknis diukur melalui observasi langsung terhadap kemampuan peserta dalam merancang alat pirolisis, menghasilkan asap cair, serta menerapkannya dalam bidang pengolahan produk perikanan dan kesehatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian diselenggarakan pada 20 Januari 2025 dengan melibatkan 25 peserta, seluruhnya merupakan laki-laki (Gambar 1). Dominasi peserta laki-laki dalam pelatihan ini mencerminkan adanya ketimpangan dalam keterlibatan gender, yang berpotensi membatasi partisipasi perempuan dalam akses terhadap ilmu dan teknologi. Padahal, perempuan memainkan peran yang sangat vital dalam industri rumahtangga dan Kesehatan keluarga.^{15, 16} Absenya perempuan dalam kegiatan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor sosial budaya yang masih membatasi peran mereka dalam pendidikan dan pengambilan keputusan. Dalam banyak komunitas pedesaan, perempuan cenderung lebih banyak mengemban tugas domestik, sementara pekerjaan yang berkaitan dengan pengembangan diri dan pengambilan keputusan lebih sering dianggap sebagai domain laki-laki.¹⁷ Akibatnya, perempuan menghadapi keterbatasan akses terhadap pengetahuan, teknologi, dan sumber daya. Hal ini dapat berdampak pada kurangnya pemahaman serta keterampilan mereka dalam penerapan inovasi terbaru yang berpotensi meningkatkan kesejahteraan rumah tangga secara berkelanjutan.¹⁸

Sebagai upaya mengatasi ketidaksetaraan gender, program pengabdian perlu dirancang agar lebih inklusif dengan membuka peluang yang lebih luas bagi partisipasi perempuan. Strategi yang dapat diterapkan mencakup penjadwalan kegiatan yang lebih fleksibel, upaya mengurangi beban kerja domestik yang menjadi tanggung jawab mereka, serta penyediaan pelatihan yang disesuaikan dengan kebutuhan dan peran spesifik perempuan dalam pengelolaan sumber daya. Pendekatan ini selaras dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya tujuan ke-5 yang berfokus pada kesetaraan gender, yang menegaskan pentingnya akses yang adil bagi perempuan terhadap sumber daya alam serta keterlibatan dalam proses pengambilan keputusan.¹⁹ Dengan memastikan keterlibatan aktif perempuan, program pengabdian tidak hanya akan lebih efektif dalam memberdayakan masyarakat secara menyeluruh, tetapi juga berkontribusi pada pencapaian hasil yang lebih berkelanjutan dan berdampak jangka panjang.



Gambar 1. Pelaksanaan kegiatan (a) dan evaluasi kegiatan (b).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Gapoktanhut Pujo Makmur berlangsung dengan lancar dan tertib, disertai tingkat antusiasme yang tinggi dari para peserta (Gambar 1). Hal ini tercermin dari keterlibatan aktif khalayak sasaran dalam sesi diskusi, di mana mereka secara aktif mengajukan berbagai pertanyaan yang berkaitan dengan materi yang disampaikan. Fokus utama kegiatan ini, yakni pemanfaatan biomasa menjadi asap cair untuk pengawetan produk perikanan dan penggunaannya dalam bidang kesehatan sangat relevan dengan tantangan yang mereka hadapi. Studi menunjukkan bahwa keterlibatan peserta dalam program edukasi berbasis komunitas meningkat secara signifikan ketika materi pelatihan memiliki nilai aplikatif yang jelas dan memberikan manfaat langsung bagi kehidupan mereka.²⁰ Lebih lanjut, strategi komunikasi yang menekankan keterkaitan antara pengetahuan ilmiah dan permasalahan praktis di lapangan dapat meningkatkan pemahaman serta penerimaan teknologi baru oleh masyarakat.²¹ Oleh karena itu, relevansi materi dengan kebutuhan komunitas merupakan elemen kunci dalam efektivitas program pemberdayaan berbasis sains dan teknologi.

Dalam konteks pengolahan hasil perikanan, tantangan utama yang dihadapi masyarakat adalah bagaimana memperpanjang masa simpan produk perikanan tanpa bergantung sepenuhnya pada bahan pengawet sintesis yang dapat berisiko bagi kesehatan dan lingkungan. Asap cair menawarkan solusi alami karena mengandung senyawa fenolik dan asam organik yang berfungsi sebagai agen antimikroba dan antioksidan. Fenolik dan karbonil yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* dan *Salmonella spp.*, dua bakteri patogen utama dalam produk perikanan.¹³ Keberadaan senyawa ini tidak hanya menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk tetapi juga membantu mempertahankan kualitas sensorik produk perikanan, seperti tekstur, rasa, dan aroma, sehingga meningkatkan nilai

jualnya.⁶ Lebih lanjut, penggunaan asap cair dalam proses pengawetan dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan metode pengasapan konvensional yang menghasilkan polutan dalam jumlah lebih besar, seperti *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), yang diketahui bersifat karsinogenik.²² Oleh karena itu, inovasi dalam pemanfaatan asap cair tidak hanya berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan dan nilai ekonomi produk perikanan tetapi juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan dalam industri pengolahan pangan.

Dalam bidang kesehatan, asap cair memiliki potensi yang signifikan sebagai agen antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi farmasi. Senyawa fenolik dan asam organik dalam asap cair mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen, seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, yang sering menjadi penyebab infeksi pada luka.¹³ Selain itu, kandungan antioksidan dalam asap cair berperan dalam menetralkan radikal bebas, sehingga berpotensi digunakan dalam formulasi produk kesehatan untuk mencegah stres oksidatif yang berkontribusi pada berbagai penyakit degeneratif.²³ Oleh karenanya asap cair dapat dimanfaatkan sebagai larutan antiseptik, obat luka, serta bahan tambahan dalam pengobatan tradisional.²⁴

Demonstrasi pembuatan dan aplikasi asap cair untuk pengawetan produk perikanan serta pemanfaatannya dalam bidang kesehatan berlangsung dengan baik dan mendapatkan respons positif dari peserta. Meskipun hanya disampaikan melalui media audio-visual, metode ini terbukti efektif dalam menyampaikan konsep teknologi secara jelas dan sistematis. Penyajian informasi yang interaktif memungkinkan peserta memahami prinsip dasar pembuatan asap cair, mulai dari pemilihan bahan baku hingga penerapannya dalam pengawetan makanan dan formulasi produk kesehatan. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa media audio-visual dapat meningkatkan keterlibatan peserta serta memperkuat pemahaman afektif dan psikomotorik mereka dalam mengadopsi teknologi baru.²⁵ Partisipasi aktif dan antusiasme peserta mengindikasikan bahwa mereka tidak hanya memahami manfaat asap cair, tetapi juga merasa terdorong untuk mencoba dan menerapkannya secara mandiri. Efektivitas media audio-visual dalam proses pembelajaran telah dikonfirmasi dalam berbagai penelitian, yang menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan keterampilan praktis peserta melalui penyampaian visual yang lebih rinci dan mendalam, sehingga memudahkan transfer pengetahuan dan penerapan teknologi secara lebih luas.²⁶

Sebelum mengikuti kegiatan, tingkat pengetahuan (*cognitive*), pola pikir (*affective*), dan keterampilan praktis (*psychomotor*) khalayak sasaran terkategori sangat rendah. Setelah mendapatkan pelatihan, terjadi peningkatan yang signifikan dalam ketiga aspek tersebut, dengan perubahan kategori menjadi tinggi hingga sangat tinggi. Peningkatan kemampuan khalayak sasaran setelah menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perubahan tingkat pemahaman, pola pikir, dan keterampilan peserta sebagai dampak dari keterlibatan dalam kegiatan pelatihan.

Ranah	Komponen Penilaian	Sebelum		Sesudah	
		Skor	Kategori	Skor	kategori
1 Kognitif	Pemahaman konsep asap cair dan prinsip pembuatannya	34,5	Sangat kurang	85,3	Sangat Baik
	Peran asap cair dalam pengawetan produk olahan perikanan	39,6	Sangat kurang	82,2	Baik
	Manfaat asap cair sebagai antibakteri dan antijamur	28,4	Sangat kurang	86,4	Sangat baik
	Keamanan dan aspek kesehatan penggunaan asap cair dalam pangan	44,2	Kurang	84,8	baik

	Ranah	Komponen Penilaian	Sebelum		Sesudah	
			Skor	Kategori	Skor	kategori
2	Afektif	Kesadaran masyarakat terhadap manfaat asap cair dalam industri pangan dan kesehatan	58,6	Kurang	86,8	Sangat baik
3	Psikomotorik	Kemauan untuk menggunakan asap cair dalam pengolahan ikan dan hasil laut	45,8	Kurang	90,3	Sangat baik
		Keterampilan dalam memilih biomassa yang cocok untuk produksi asap cair	44,3	Kurang	87,2	Sangat baik
		Kemampuan dalam mengoperasikan alat pirolisis untuk produksi asap cair	28,6	Sangat kurang	85,3	Baik
		Keterampilan dalam formulasi dan aplikasi asap cair pada produk olahan perikanan	47,2	Kurang	81,7	Baik
		Kemampuan dalam memastikan keamanan dan dosis tepat penggunaan asap cair	38,6	Sangat kurang	83,2	Baik

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Gapoktanhut Pujo Makmur menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan kognitif petani terkait pemahaman konsep asap cair dan prinsip pembuatannya; peran asap cair dalam pengawetan produk olahan perikanan; manfaat asap cair sebagai antibakteri dan antijamur; dan keamanan dan aspek kesehatan penggunaan asap cair dalam pangan.

Asap cair merupakan hasil kondensasi uap yang diperoleh dari pirolisis biomassa yang kaya akan lignin, hemiselulosa, dan selulosa.²⁷ Proses pirolisis dilakukan dengan memanaskan bahan organik pada suhu tinggi dalam kondisi minim atau tanpa oksigen, sehingga menghasilkan gas yang kemudian didinginkan hingga menjadi cairan.²⁸ Kualitas asap cair sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu pirolisis, waktu pemanasan, laju pemanasan, serta jenis dan komposisi biomassa yang digunakan.²⁷ Dalam industri perikanan, asap cair banyak dimanfaatkan sebagai pengawet alami karena kandungan senyawa bioaktifnya, seperti fenol, karbonil, dan asam organik, yang berfungsi sebagai antibakteri dan antioksidan, serta memberikan aroma dan warna khas pada produk olahan perikanan.⁶

Asap cair berperan penting dalam pengawetan produk olahan perikanan karena mengandung senyawa fenol dan asam organik yang bersifat antimikroba dan antioksidan. Senyawa fenol dalam asap cair mampu menghambat pertumbuhan berbagai bakteri pembusuk diantaranya *Pseudomonas* sp. dan *Shewanella putrefaciens*, yang sering menyebabkan penurunan mutu produk perikanan.¹³ Selain itu, kandungan asam organik seperti asam asetat dan asam formiat dalam asap cair dapat menurunkan pH produk perikanan, menciptakan lingkungan yang kurang mendukung bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen.⁶ Proses pengasapan cair juga meningkatkan stabilitas lipid dalam produk perikanan, sehingga mengurangi risiko oksidasi lemak yang menyebabkan ketengikan.¹³ Aplikasi asap cair pada ikan asap dan fillet ikan dapat memperpanjang masa simpan hingga dua kali lipat dibandingkan metode pengawetan konvensional.⁶ Dengan demikian, asap cair menjadi alternatif pengawet alami yang efektif dalam mempertahankan mutu dan keamanan produk olahan perikanan.

Asap cair memiliki potensi besar sebagai agen antibakteri dan antijamur karena mengandung senyawa aktif seperti fenol, karbonil, dan asam organik yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen.⁶ Senyawa fenol dalam asap cair berperan dalam merusak membran sel bakteri, menyebabkan kebocoran isi sel dan akhirnya kematian bakteri, termasuk patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp.¹³ Selain itu, kandungan karbonil

dalam asap cair dapat mengganggu sistem enzimatik sel jamur, sehingga efektif dalam menghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus* dan *Candida albicans* yang sering menjadi penyebab kontaminasi pada produk pangan.²⁹ Asap cair dari berbagai sumber biomassa, seperti tempurung kelapa dan kayu mangrove, memberikan aktivitas antimikroba yang berbeda, tergantung pada komposisi senyawa aktif yang dihasilkan selama proses pirolisis.⁶ Dengan kemampuan ini, asap cair berpotensi digunakan sebagai pengawet alami yang aman dan ramah lingkungan dalam berbagai industri, terutama pada sektor pangan dan kesehatan.

Penggunaan asap cair dalam pangan memerlukan perhatian terhadap aspek keamanan dan kesehatan karena kandungan senyawa aktifnya dapat memberikan dampak yang berbeda tergantung pada jenis dan konsentrasi yang digunakan. Asap cair yang dihasilkan melalui pirolisis terkendali pada suhu optimal dapat mengandung senyawa fenolik dan karbonil dalam jumlah yang aman serta memiliki efek antioksidan dan antimikroba yang bermanfaat.⁶ Namun, jika proses pirolisis tidak terkontrol dengan baik, dapat terbentuk senyawa berbahaya seperti polisiklik aromatik hidrokarbon, yang bersifat karsinogenik dan berpotensi meningkatkan risiko kanker jika dikonsumsi dalam jumlah berlebihan.²² Oleh karena itu, pemurnian asap cair melalui proses filtrasi dan fraksinasi sangat penting untuk mengurangi kandungan senyawa toksik sebelum diaplikasikan dalam produk pangan.¹³ Beberapa kajian menunjukkan penggunaan asap cair dalam dosis yang sesuai tidak menimbulkan efek toksik akut dan dapat digunakan sebagai alternatif pengawet alami yang lebih aman dibandingkan bahan kimia sintetis.⁶ Dengan pengolahan yang tepat, asap cair dapat menjadi solusi inovatif dalam industri pangan untuk meningkatkan daya simpan produk tanpa mengorbankan keamanan dan kesehatan konsumen.

Kegiatan pengabdian secara signifikan telah meningkatkan kemampuan afektif khalayak sasaran. Peningkatan tersebut tercermin dalam kesadaran terhadap manfaat asap cair dalam industri pangan dan kesehatan; kemauan untuk menggunakan asap cair dalam pengolahan ikan dan hasil laut; serta partisipasi dalam pelatihan pembuatan dan aplikasi asap cair.

Peningkatan kesadaran khalayak sasaran terhadap manfaat asap cair dalam industri pangan dan kesehatan sejalan dengan kecenderungan masyarakat modern dewasa ini. Dewasa ini, kesadaran masyarakat akan pentingnya produk pangan sehat terus meningkat. Berkembangnya penelitian ilmiah yang membuktikan efektivitas asap cair sebagai pengawet alami yang lebih aman dibandingkan bahan kimia sintetis, serta kampanye tentang pentingnya penggunaan bahan ramah lingkungan dalam industri makanan dan kesehatan telah mendukung popularitas asap cair dalam industri pengolahan makanan.³⁰ Selain itu, meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap kesehatan dan keamanan pangan mendorong permintaan terhadap produk yang minim bahan tambahan sintetis, sehingga pelaku usaha mulai mencari alternatif alami yang lebih diterima oleh konsumen.³¹

Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam kemauan khalayak sasaran untuk menggunakan asap cair dalam pengolahan ikan dan hasil laut. Hasil survei pasca pelatihan menunjukkan bahwa lebih dari 90% peserta menyatakan kesediaannya untuk mulai menggunakan asap cair dalam proses pengolahan ikan dan hasil laut guna meningkatkan daya simpan serta kualitas produk mereka. Peningkatan kemauan ini didukung oleh demonstrasi praktik langsung dalam pembuatan dan aplikasi asap cair, yang memungkinkan peserta memahami secara lebih konkret keunggulan teknologi ini dibandingkan metode pengawetan konvensional. Hal ini juga didukung oleh fakta bahwa penggunaan asap cair dalam pengolahan produk perikanan terbukti memberikan perbaikan dalam kualitas produk akhir, baik dari segi cita rasa, tekstur, maupun daya tahan penyimpanan.³² Selain itu, faktor ekonomi juga menjadi pendorong utama, dimana penggunaan asap cair terbukti lebih hemat biaya dibandingkan

bahan pengawet sintetis, sehingga membuka peluang bagi usaha kecil dan menengah untuk meningkatkan daya saing di pasar lokal maupun nasional.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil meningkatkan keterampilan psikomotorik peserta dalam memilih biomassa yang sesuai untuk produksi asap cair. Melalui kegiatan demonstrasi praktik dan pendampingan teknis, peserta belajar mengenali karakteristik biomassa yang ideal, seperti kadar lignoselulosa, kadar air, serta potensi tar dan senyawa volatil. Evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan, dari kategori kurang menjadi sangat baik, yang tercermin dalam ketepatan pemilihan biomassa dan kemampuan mengevaluasi kualitasnya secara mandiri. Keberhasilan ini menegaskan efektivitas pelatihan berbasis praktik dalam meningkatkan kompetensi masyarakat di bidang teknologi biomassa.

Biomassa merupakan bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber energi melalui berbagai proses termokimia, termasuk pirolisis untuk produksi asap cair.³³ Pemilihan biomassa yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas asap cair yang dihasilkan. Beberapa karakteristik utama biomassa yang ideal untuk produksi asap cair yaitu:³⁴ kandungan lignoselulosa yang tinggi, kadar air rendah, kandungan debu rendah, dan C/N ratio seimbang. Biomassa yang kaya akan lignin, selulosa, dan hemiselulosa akan menghasilkan asap cair yang lebih baik, karena komponen ini akan terurai menjadi senyawa fenolik dan karbonil yang berperan dalam aktivitas bioaktif asap cair. Kayu keras seperti jati (*Tectona grandis*) dan akasia (*Acacia mangium*) memiliki kandungan lignin yang tinggi dan sering digunakan dalam produksi asap cair berkualitas tinggi.³⁵ Biomassa dengan kadar air tinggi dapat menurunkan efisiensi pirolisis karena energi yang dihasilkan banyak digunakan untuk menguapkan air, bukan untuk dekomposisi termal biomassa itu sendiri. Biomassa dengan kadar air kurang dari 20% lebih disarankan untuk produksi asap cair yang optimal.¹² Abu adalah residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran biomassa. Biomassa dengan kandungan abu rendah lebih disukai karena menghasilkan lebih sedikit limbah padat dan lebih banyak asap cair yang dapat diekstrak.³⁶ Rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) mempengaruhi komposisi senyawa dalam asap cair. Biomassa dengan rasio C/N tinggi cenderung menghasilkan lebih banyak senyawa fenolik yang memiliki sifat antimikroba dan pengawet alami.³⁷

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil meningkatkan keterampilan khalayak sasaran dalam mengoperasikan alat pirolisis untuk produksi asap cair. Sebelum pelatihan, keterampilan peserta dalam menjalankan alat masih tergolong sangat kurang, yang mengakibatkan proses pirolisis tidak optimal dan kualitas asap cair yang dihasilkan bervariasi. Melalui serangkaian pelatihan berbasis praktik, peserta dilatih untuk memahami prinsip kerja alat, teknik pengaturan suhu, serta prosedur operasional yang tepat guna memaksimalkan hasil produksi. Keterampilan tersebut meliputi penyiapan alat dan bahan baku dengan benar untuk memastikan efisiensi proses; kontrol suhu dan aliran gas guna mengoptimalkan produksi asap cair; serta pengamatan hasil pirolisis dan melakukan evaluasi terhadap rendemen serta kualitas produk yang dihasilkan.

Suhu optimal untuk produksi asap cair berkualitas tinggi berkisar antara 300–500°C. Suhu yang terlalu rendah menghasilkan lebih banyak biochar, sementara suhu terlalu tinggi dapat meningkatkan fraksi gas dan mengurangi rendemen asap cair.¹² Pengaturan aliran gas pirolisis mempengaruhi efisiensi kondensasi asap cair. Waktu retensi yang tepat dalam reaktor juga penting untuk menghindari dekomposisi berlebih yang dapat menurunkan kualitas produk.³⁶ Pengoperasian alat pirolisis memerlukan pemahaman tentang prosedur keselamatan, termasuk pengendalian suhu, pencegahan kebocoran gas, serta pemeliharaan rutin untuk mencegah penyumbatan pada sistem kondensasi.³⁸

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah meningkatkan keterampilan peserta dalam merumuskan dan menerapkan asap cair pada produk olahan perikanan. Sebelum pelatihan, pemahaman mereka mengenai formulasi yang tepat dan teknik aplikasi asap cair masih tergolong kurang, sehingga kualitas produk olahan perikanan yang dihasilkan belum optimal. Melalui pendekatan berbasis praktik, peserta dilatih dalam pemilihan konsentrasi asap cair yang sesuai, teknik aplikasi yang efektif, serta evaluasi terhadap dampak penggunaannya pada karakteristik produk. Keterampilan tersebut meliputi penentuan konsentrasi asap cair yang sesuai berdasarkan jenis produk olahan ikan; penggunaan metode aplikasi yang tepat untuk memastikan distribusi asap cair merata dan efisien; dan evaluasi kualitas akhir produk, termasuk aroma, tekstur, dan daya simpan.

Asap cair adalah hasil kondensasi dari uap pirolisis biomassa yang mengandung senyawa fenolik dan karbonil yang berperan dalam pengawetan serta peningkatan cita rasa produk pangan.³⁹ Asap cair dengan kadar fenol tinggi memiliki sifat antimikroba yang kuat, tetapi penggunaan berlebihan dapat menyebabkan rasa pahit.⁴⁰ Konsentrasi optimal umumnya berkisar antara 1–5% tergantung pada jenis ikan dan metode pengolahan yang digunakan.⁴² Aplikasi asap cair pada produk perikanan dapat dilakukan melalui perendaman, penyemprotan, dan pencampuran langsung dalam formulasi.⁴¹ Asap cair dapat meningkatkan produk olahan perikanan melalui beberapa mekanisme yaitu peningkatan daya simpan produk dengan menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk; memberikan aroma dan rasa khas asap yang diinginkan pada produk olahan ikan; pengurangan kadar histamin pada ikan, sehingga meningkatkan keamanan pangan.⁴³

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil meningkatkan kemampuan peserta dalam memastikan keamanan dan menentukan dosis asap cair yang tepat. Sebelum pelatihan, pemahaman peserta masih tergolong sangat kurang, yang berisiko menyebabkan penggunaan asap cair dalam dosis yang tidak aman atau kurang efektif dalam pengolahan pangan. Melalui serangkaian pelatihan berbasis teori dan praktik, peserta dilatih untuk memahami standar keamanan pangan, regulasi penggunaan asap cair, serta metode penentuan dosis optimal berdasarkan jenis produk yang diolah. Beberapa keterampilan dalam memastikan keamanan dan dosis asap cair adalah identifikasi asap cair yang telah mengalami pemurnian dan aman digunakan; penghitungan dosis tepat berdasarkan jenis bahan pangan untuk memastikan efek pengawetan tanpa mengurangi kualitas organoleptik, dan penggunaan alat ukur yang sesuai untuk menentukan kadar asap cair dalam formulasi produk.

Penggunaan asap cair harus dikontrol untuk menghindari risiko toksisitas akibat kandungan senyawa berbahaya seperti polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH), yang bersifat karsinogenik jika digunakan dalam konsentrasi tinggi.³⁹ Asap cair harus melalui tahap pemurnian untuk mengurangi kadar senyawa berbahaya. Regulasi internasional, seperti yang diterapkan oleh *European Food Safety Authority* (EFSA), merekomendasikan batas aman kandungan PAH dalam produk pangan.⁴⁴ Dosis optimal asap cair bervariasi tergantung pada jenis bahan pangan, metode aplikasi, dan tujuan penggunaannya.⁴² Pada produk olahan perikanan, konsentrasi asap cair yang umum digunakan berkisar antara 1–5% untuk meningkatkan daya simpan tanpa mengubah karakteristik sensorik secara signifikan.⁴⁰ Penggunaan dosis berlebih dapat menyebabkan rasa pahit, perubahan warna yang tidak diinginkan, serta kemungkinan kontaminasi senyawa toksik.⁴³

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil meningkatkan pemanfaatan limbah biomassa melalui teknologi pirolisis untuk menghasilkan asap cair yang bernilai guna tinggi dalam industri perikanan dan kesehatan. Peningkatan kapasitas masyarakat mencakup pemahaman konsep asap cair, keterampilan dalam produksi dan aplikasinya, serta kesadaran akan manfaatnya sebagai pengawet alami dan agen antimikroba. Evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta, yang tercermin dari meningkatnya keterampilan dalam memilih biomassa, mengoperasikan alat pirolisis, serta memastikan keamanan dan dosis tepat asap cair. Dengan demikian, kegiatan ini berkontribusi pada pengurangan limbah biomassa, peningkatan nilai ekonomi produk perikanan, serta mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan yang berkelanjutan bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gapoktanhut Pujo Makmur. Profil Gabungan Kelompok Tani Hutan Pujo Makmur. Desa Banjaran, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Lampung; 2021.
2. Duryat D, Bintoro A, Asmarahman C, Riniarti M, Imron I. Biochar sebagai pembenah tanah untuk pertanian regeneratif pada lahan Gapoktanhut Pujo Makmur Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Tanggamus. *Repong Damar J Pengabdi Kehutanan Lingkung*. 2024;3(2):129-143.
3. Khan MN, Sial TA, Ali A, Wahid F. *Impact of agricultural wastes on environment and possible management strategies*. In: *Frontier Studies in Soil Science*. Cham: Springer International Publishing; 2024:79-108.
4. Wibowo S, Syafii W, Pari G, Herliyana EN. Utilization of lignocellulosic waste as a source of liquid smoke: a literature review. *J Environ Health*. 2023;15(3):196-216.
5. Stathatou PM, Corbin L, Meredith JC, Garmulewicz A. Biomaterials and regenerative agriculture: a methodological framework to enable circular transitions. *Sustainability*. 2023;15(19):14306
6. Racioppo A, Speranza B, Pilone V, et al. Optimizing liquid smoke conditions for the production and preservation of innovative fish products. *Food Biosci*. 2023;53:102712.
7. Surboyo MDC, Baroutian S, Puspitasari W, et al. Health benefits of liquid smoke from various biomass sources: a systematic review. *BIO Integr*. 2024;5(1):965.
8. Sari M, Wiyono ES. Pengaruh cuaca terhadap pola musim penangkapan ikan pelagis di perairan Teluk Lampung. *Albacore J Penelit Perikanan Laut*. 2021;5(3):277-289.
9. Syurai PA. Peranan UMKM olahan ikan dalam meningkatkan kesejahteraan ekonomi perempuan (studi kasus UMKM Hanni di Desa Durian Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran) [dissertation]. IAIN Metro; 2021.
10. Badan Pusat Statistik RI. Jumlah penduduk miskin menurut wilayah. Published 2023. Accessed March 29, 2025. <https://www.bps.go.id/indicator/23/183/1/jumlah-penduduk-miskin-menurut-wilayah.html>
11. Sholichah N. Apresiasi masyarakat miskin terhadap layanan sosial dasar pemerintah. *J Komun Pertan*. 2017;1(1):1-21.
12. Mohan D, Pittman CU, Steele PH. Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: a critical review. *Energy Fuels*. 2006;20(3):848-889.
13. Lingbeck JM, Cordero P, O'Bryan CA, Johnson MG, Ricke SC, Crandall PG. Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Sci*. 2014;97(2):197-206.
14. Pratama ASC, Sa'diyah K. Pengaruh jenis biomassa terhadap karakteristik asap cair melalui metode pirolisis. *Distilat J Teknol Separasi*. 2022;8(1):36-44.

15. Mardatila A. Peranan wanita dalam pengembangan usaha kecil rumah tangga untuk meningkatkan pendapatan keluarga. *J Ilmu Sosial*. 2012;5(2):207-214.16.
16. Artazcoz L, Borrell C, Benach J, Cortès I, Rohlfs I. Women, family demands and health: the importance of employment status and socio-economic position. *Soc Sci Med*. 2004;59(2):263-274.
17. Kiptot E, Franzel S. *Gender and agroforestry in Africa: are women participating? World Agrofor Cent (ICRAF) Working Paper*. 2012;143:1-24.
18. Agarwal B. Gender equality, food security, and the sustainable development goals. *Curr Opin Environ Sustain*. 2018;34:26-32.
19. United Nations (UN). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations; 2015.
20. De Grip A. *The importance of informal learning at work*. IZA World of Labor. 2024
21. Farooq M, Rehman A, Pisante M. *Sustainable agriculture and food security. In: Innovations in Sustainable Agriculture*. 2019:3-24.
22. Šimko P. Factors affecting elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked meat foods and liquid smoke flavorings. *Mol Nutr Food Res*. 2005;49(7):637-647.
23. Mohd Hamzah MAA, Hasham R, Nik Malek NAN, et al. Beyond conventional biomass valorisation: pyrolysis-derived products for biomedical applications. *Biofuel Res J*. 2022;9(3):1648-1658.
24. Pasaribu T, Sinurat AP, Wina E, Cahyaningsih T. Evaluation of the phytochemical content, antimicrobial and antioxidant activity of *Cocos nucifera* liquid smoke, *Garcinia mangostana* pericarp, *Syzygium aromaticum* leaf, and *Phyllanthus niruri* L. extracts. *Vet World*. 2021;14(11):3048.
25. Sulisty AC, Mustofa TA. Efektivitas penerapan media audio visual dalam meningkatkan pembelajaran fiqih di SMP Muhammadiyah. Didaktika: *J Kependidikan*. 2024;13(2):1797-1808.
26. Semarabawa IDGN. Media audio visual untuk meningkatkan keterampilan menarikan tari Saraswati Natha pada kegiatan ekstrakurikuler tari. *Indones J Educ Dev (IJED)*. 2022;3(3):418-427.
27. Tech JET. Effect of temperature and pyrolysis time in liquid smoke production from dried water hyacinth. *J Environ Treat Tech*. 2021;9(1):164-171.
28. Budaraga IK, Arnim A, Marlinda Y, Bulain U. Liquid smoke production quality from raw materials variation and different pyrolysis temperature. *Int J Adv Sci Eng Inf Tech*. 2016;6(3):306-315.
29. Sulistyawati AL, Dayanti N, Iman MFA, et al. The effectiveness of palm kernel shell liquid smoke (*Elaeis guineensis* Jacq) as antiseptic against microbials. *J Biomed Health Sci*. 2023;6(1):26-35.
30. Geraldo V. Good manufacturing practices (GMP) to improve the safety and quality of smoked fish [dissertation]. Cape Coast: University of Cape Coast; 2023.
31. Rahman MS. *Handbook of Food Preservation*. CRC Press; 2020.
32. Faisal M, Mansur D, Desvita H, Heriansyah MB. Liquid smoke-infused edible coatings: Antimicrobial agents for preserving cherry tomatoes. *Case Stud Chem Environ Eng*. 2025;11:101091.
33. Balat M, Kirtay E, Balat H. Main routes for the thermo-conversion of biomass into fuels and chemicals. Part 1: Pyrolysis systems. *Energy Convers Manag*. 2009;50(12):3147-3157.
34. Budaraga IK, Arnim A, Marlinda Y, Bulain U. Analysis of liquid smoke chemical components with GC-MS from different raw materials variation production and pyrolysis temperature level. *Int J ChemTech Res*. 2016;9(06):694-708.

35. Stefanidis SD, Kalogiannis KG, Iliopoulou EF, Lappas AA, Triantafyllidis KS. A study of lignocellulosic biomass pyrolysis via the pyrolysis of cellulose, hemicellulose, and lignin. *Bioresour Technol.* 2014;155:495-502.
36. Demirbaş A. Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues. *J Anal Appl Pyrolysis.* 2004;72(2):243-248.
37. Bok JP, Choi HS, Choi JW, Choi YS. Fast pyrolysis of *Miscanthus sinensis* in fluidized bed reactors: Characteristics of product yields and biocrude oil quality. *Energy.* 2013;60:44-52.
38. Silaban R, Simanjuntak JP, Tambunan BH, Putra AN. Production and characterization of liquid smoke from coconut shell waste as an effort to reduce the impact on environmental pollution. *Ecol Eng Environ Technol.* 2024;25.
39. Chan LK, Nguyen KQ, Karim N, et al. Relationship between the molecular composition, visible light absorption, and health-related properties of smoldering woodsmoke aerosols. *Atmos Chem Phys.* 2020;20(1):539-559.
40. Riekkinen K, Raninen K, Keränen E, et al. Antimicrobial activity of slow pyrolysis distillates from pine wood biomass against three pathogens. *Forests.* 2022;13(4):559.
41. Araújo IBD, Raúl LJ, Maciel MIS, Shinohara NKS, Campagnoli de Oliveira Filho PR. Effect of traditional and liquid smoke on the quality of sea catfish sausages (*Sciades herzbergii*, Bloch). *J Aquat Food Prod Technol.* 2020;29(6):553-566.
42. Maga JA. *Smoke in Food Processing.* CRC Press; 2018.
43. Civille GV, Carr BT, Osdoba KE. *Sensory Evaluation Techniques.* CRC Press; 2024.
44. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion on the safety of smoke flavouring primary products. *EFSA J.* 2012;10(12):2976..