

Inovasi Smoker Cabinet Biomassa sebagai Transformasi Limbah Jagung menjadi Ekonomi Produktif

Sirmas Munte¹, Arie Kartika^{1,*}, Riana Puspita²

¹ Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

² Fakultas Hukum, Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

Email: ¹sirmasmunte@staff.uma.ac.id, ²*ariekartika@staff.uma.ac.id ³rianapuspita@staff.uma.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak—Kegiatan Pengabdian Masyarakat (PkM) di Desa Marindal II, Deli Serdang, dilatarbelakangi oleh rendahnya nilai jual ikan segar serta melimpahnya limbah tongkol jagung yang belum terkelola. Tujuan utama kegiatan ini adalah mengimplementasikan inovasi teknologi smoker cabinet berbasis biomassa tongkol jagung dan pengemasan vakum untuk menciptakan ekonomi sirkular. Metode pelaksanaan dilakukan selama dua bulan melalui empat tahapan: sosialisasi, praktik pengoperasian alat (teknik pirolisis), pendampingan standar keamanan pangan (danger zone), dan evaluasi. Hasil PkM menunjukkan peningkatan kapasitas pengetahuan mitra yang signifikan: pemahaman pengolahan ikan higienis meningkat dari 40% menjadi 100%, sementara pemahaman pemanfaatan biomassa melonjak dari 0% menjadi 80%. Secara teknis, penggunaan tongkol jagung terbukti efisien dengan potensi suhu pembakaran mencapai 205°C dan nilai energi hingga 32 MJ/kg melalui karbonisasi. Implementasi teknologi vakum secara kuantitatif mampu memperpanjang masa simpan produk hingga 24 hari, dibandingkan kemasan non-vakum yang hanya bertahan 11 hari. Inovasi ini tidak hanya menekan biaya produksi melalui substitusi total bahan bakar kayu dengan limbah, tetapi juga meningkatkan nilai tambah produk lokal guna mendukung kemandirian ekonomi desa.

Kata Kunci: Biomassa; Ekonomi Produktif; Limbah Jagung; Smoker Cabinet.

Abstract—The Community Service (PkM) activity in Marindal II Village, Deli Serdang, was motivated by the low market value of fresh fish and the abundance of unmanaged corn cob waste. The primary objective of this activity was to implement a technological innovation involving a biomass-based smoker cabinet using corn cobs and vacuum packaging to foster a circular economy. The implementation was carried out over two months through four stages: outreach, equipment operation training (pyrolysis techniques), guidance on food safety standards (danger zones), and evaluation. The PkM results showed a significant increase in partners' knowledge capacity: understanding of hygienic fish processing rose from 40% to 100%, while understanding of biomass utilization surged from 0% to 80%. Technically, the use of corn cobs proved efficient, with a potential combustion temperature reaching 205°C and an energy value of up to 32 MJ/kg through carbonization. Quantitatively, the implementation of vacuum technology extended the product's shelf life to 24 days, compared to non-vacuum packaging, which lasted only 11 days. This innovation not only reduces production costs by completely substituting wood fuel with waste but also enhances the value of local products to support the village's economic self-reliance.

Keywords: Biomass; Productive Economy; Corn Waste; Smoker Cabinet.

1. PENDAHULUAN

Sektor perikanan budidaya di Indonesia menghadapi tantangan fundamental terkait rendahnya penyerapan teknologi pascapanen yang mampu memberikan nilai tambah secara signifikan di tingkat produsen primer. Di wilayah Sumatera Utara, khususnya Kabupaten Deli Serdang, produktivitas perikanan air tawar menunjukkan angka yang impresif, namun kesejahteraan pembudidaya seringkali stagnan akibat ketergantungan pada rantai pasok tradisional yang menjual ikan dalam kondisi segar dengan harga rendah. Desa Marindal II, yang terletak di Kecamatan Patumbak, merepresentasikan sebuah ekosistem agraris-perikanan yang memiliki potensi strategis namun belum optimal dalam pemanfaatan limbah dan pengolahan hasil panen.

Tingginya angka ketersediaan jagung di Kabupaten Deli Serdang yang mencapai 97.425 ton pada tahun 2025 tidak hanya menjamin ketahanan pangan dengan surplus di atas 80.000 ton, tetapi juga menghasilkan limbah tongkol jagung dalam skala masif yang dapat diolah kembali untuk mendukung sektor perikanan budidaya lokal yang nilai produksinya telah menembus angka Rp47,6 miliar (akumulasi Nila dan Ikan Mas) pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang Tahun). Namun, tanpa adanya intervensi teknologi, potensi ini hanya berakhir pada penjualan ke pengepul dengan margin keuntungan yang minimal bagi petani.



Gambar 1. Kondisi Panen Ikan Mas dan Nila di Lokasi Mitra Desa Marindal II

Latar belakang pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini berakar pada kebutuhan mendesak untuk mendiversifikasi produk perikanan guna mencapai ketahanan ekonomi rumah tangga. Selama ini, masyarakat Desa Marindal II hanya menjual hasil budidaya ikan seperti lele, nila, dan ikan mas dalam bentuk hidup atau segar. Ketidakmampuan masyarakat dalam mengolah ikan menjadi produk awetan seperti ikan asap disebabkan oleh keterbatasan akses terhadap peralatan yang efisien serta kurangnya pengetahuan teknis mengenai standar keamanan pangan. Di sisi lain, aktivitas pertanian jagung yang masif di Kecamatan Patumbak, yang mencatat luas lahan mencapai 1.128 ha dengan produksi 5.738 ton, menghasilkan limbah biomassa berupa tongkol jagung dalam jumlah yang sangat besar. Selama ini, tongkol jagung tersebut tidak dikelola dengan baik dan cenderung menjadi polutan lingkungan atau dibakar secara terbuka tanpa kontrol emisi. Integrasi antara limbah pertanian jagung sebagai sumber energi dan hasil perikanan sebagai objek pengolahan menjadi inti dari perancangan solusi pada program pengabdian ini.

Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk mengimplementasikan inovasi teknologi pengasap ikan (*smoker cabinet*) yang berbasis energi ramah lingkungan dengan memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan bakar utama. Secara spesifik, program ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi Kelompok Tani Desa Marindal II dalam mengelola usaha ekonomi produktif melalui pelatihan teknik pengasapan yang higienis, penerapan metode pengemasan vakum (*vacuum packaging*) untuk memperpanjang masa simpan produk, serta pemberian pemahaman mengenai aspek legalitas usaha. Melalui pendekatan ini, diharapkan terjadi peningkatan nilai tambah (*value added*) dari produk perikanan lokal, sekaligus memberikan solusi bagi pengelolaan limbah organik di tingkat desa.

Kegiatan pengabdian ini merefleksikan transformasi pendekatan teknologi dan keberlanjutan dari program-program terdahulu. Beberapa kegiatan pengabdian di wilayah Deli Serdang sebelumnya, seperti yang dilaksanakan di Desa Bagan Serdang dan Pantai Labu, lebih menitikberatkan pada diversifikasi produk olahan seperti abon ikan lele, kaki naga, dan *fish stick* menggunakan peralatan dapur konvensional. Meskipun program-program tersebut berhasil meningkatkan variasi produk, tantangan efisiensi energi dan standarisasi alat pengolah seringkali belum tersentuh secara mendalam. Sementara itu, pengabdian di Kecamatan Batang Kuis telah mulai menggunakan lemari besi pengasapan, namun masih bergantung pada bahan bakar kayu bakar konvensional. (Joko Suharianto, Sumarno, 2025) Program PKM ini mengupayakan sinkronisasi antara efisiensi energi berbasis biomassa dan standarisasi kualitas produk di Desa Marindal II.

Kebaruan (*novelty*) dari kegiatan pengabdian yang dilaksanakan terletak pada integrasi sistem ekonomi sirkular yang memanfaatkan tongkol jagung sebagai sumber energi termal terkontrol dalam desain alat pengasap tipe kabinet. Berbeda dengan metode pengasapan tradisional yang menghasilkan polusi asap berlebih dan tidak higienis, penggunaan tongkol jagung dalam sistem tertutup memungkinkan kontrol suhu yang lebih presisi, Kandungan energi tongkol jagung: 3.500–4.500 kkal/kg atau 14.7-18.9 MJ/kg, suhu pembakaran dapat mencapai 205 C.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Inovasi Pengasap Ikan Berbasis Energi Ramah Lingkungan pada Kelompok Tani Desa Marindal II Patumbak Deliserdang ini melibatkan 3 (tiga) mitra, mulai dari anggota Kelompok Tani Desa, ibu-ibu Penggerak Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK), hingga komunitas Karang Taruna Desa Marindal II. Kegiatan ini berlangsung selama 3 (tiga) bulan mulai dari 23 Oktober 2025 sampai dengan 23 Januari 2026. Pelaksanaannya terbagi dalam 4 (empat) bagian, yaitu sesi Sosialisasi peluang pengolahan produk olahan perikanan, sesi Praktik Penggunaan Alat Pengasap Ikan dan Penyerahan Alat kepada mitra, Pendampingan serta Evaluasi.

2.1 Kegiatan Sosialisasi Peluang Pengolahan Produk Olahan Perikanan

Adapun materi yang disampaikan adalah sebagai berikut:

- a. Sosialisasi Alat Pengasap Ikan dan Peluang Usaha Produk Ikan Asap
- b. Pemanfaatan Tongkol Jagung sebagai Biomassa Pengasap Ikan
- c. Hygienitas Produk Olahan Ikan & Izin Usaha
- d. Legalitas usaha

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan pada minggu pertama masa pengabdian yang berlokasi di Desa Marindal II. Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan kolaborasi aktif dengan berbagai elemen masyarakat sebagai mitra sasaran, dengan total partisipan sebanyak 42 orang. Adapun rincian peserta adalah sebagai berikut: 28 orang anggota Penggerak Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK); 9 orang perwakilan dari Kelompok Tani Desa; dan 5 orang anggota komunitas Karang Taruna Desa Marindal II.

2.2 Praktik Penggunaan Alat Pengasap Ikan dan Penyerahan Alat kepada Mitra

Kegiatan ini berlangsung selama minggu ke-2 hingga minggu ke-4. Peran mitra adalah menyediakan tempat dan tongkol jagung sebagai bahan yang dibutuhkan. Adapun kegiatan yang berlangsung pada tahapan ini adalah sebagai berikut:

- Sebelum masuk ke aspek teknis peralatan, mitra diberikan pemahaman mendalam mengenai standar keamanan pangan dan higienitas industri rumah tangga. Pelatihan ini sangat krusial mengingat produk ikan asap sangat rentan terhadap kontaminasi jika tidak dikelola dengan benar. Mitra diajarkan mengenai konsep "Zona Bahaya" (*Danger Zone*) suhu antara 5°C- 60°C, di mana mikroba berkembang biak paling cepat.
- Pengenalan dan pengoperasian alat pengasap ikan inovatif. Alat yang dikembangkan berupa kabinet pengasapan yang terbuat dari plat besi dengan rak para-para berbahan stainless steel untuk menjamin keamanan pangan. Metode pengoperasian alat ini menggunakan teknologi pirolisis sederhana, di mana tongkol jagung ditempatkan di ruang bakar khusus untuk menghasilkan asap dan panas yang stabil. Pelatihan mencakup teknik pemilihan tongkol jagung yang kering agar menghasilkan asap yang bersih, pengaturan aliran udara untuk mengontrol suhu di dalam kabinet, serta pembersihan dan perawatan alat secara rutin agar tahan lama.
- Mitra melakukan praktik langsung pengolahan ikan mulai dari tahap preparasi hingga pengemasan akhir. Ikan segar (lele, nila, mas) dibersihkan, dibumbui secara higienis, dan disusun di rak pengasapan. Proses pengasapan dilakukan selama 4 hingga 8 jam tergantung pada jenis dan ukuran ikan untuk mencapai kadar air yang aman dan cita rasa yang optimal. Setelah proses pengasapan selesai, dilakukan pelatihan pengemasan vakum (*vacuum packaging*). Teknologi vakum dipilih karena mampu mengeluarkan udara dari kemasan plastik jenis *food grade*, sehingga menghambat aktivitas mikroorganisme aerobik dan reaksi oksidatif yang menyebabkan ketengikan. Hal ini secara langsung berkontribusi pada perpanjangan masa simpan produk tanpa menggunakan bahan pengawet kimia berbahaya.

2.3 Pendampingan

Pendampingan dilaksanakan baik secara langsung maupun secara daring/virtual dengan aplikasi *whatsapp* dengan membuat *Group WA* maupun *zoom*. Selain itu pendampingan peserta juga dilaksanakan pamantauan praktek melalui kunjungan ke lokasi mitra. Selain itu peserta juga diberikan bahan berupa panduan atau video tutorial praktik.

2.4 Evaluasi

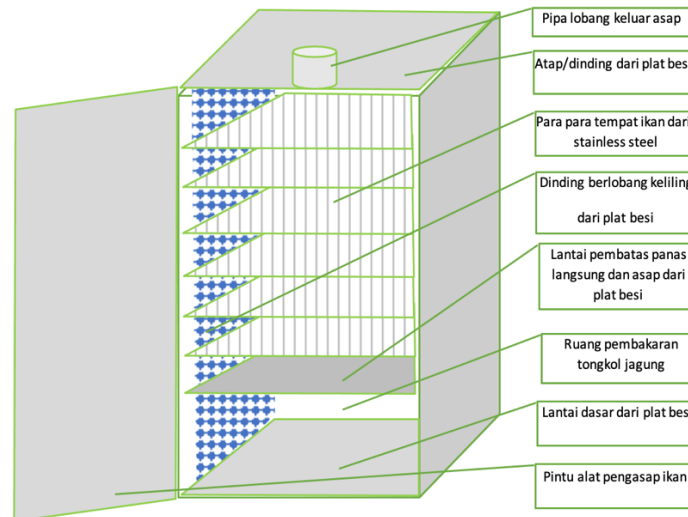
Kegiatan ini dilaksanakan untuk memberikan penilaian terhadap partisipasi dan keaktifan peserta selama kegiatan pelatihan sekaligus sebagai monitoring terhadap ketercapaian tujuan kegiatan, yaitu penerapan semua materi pelatihan yang sudah disampaikan. Evaluasi keberhasilan program dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui instrumen tes terstruktur untuk mengukur efektivitas transfer pengetahuan dari materi pelatihan yakni pada awal kegiatan (*pre test*) dan pada saat kegiatan akhir (*post test*). Data dikumpulkan menggunakan kuesioner yang terdiri dari 25 butir soal pilihan ganda. Soal-soal tersebut dirancang untuk menguji kompetensi mitra dalam empat kategori utama, yang meliputi: a. Pengetahuan Teknis Operasional (pengoperasian smoker cabinet dan fungsi komponen stainless steel); b. Higienitas dan Sanitasi (pemahaman "zona bahaya" dan perilaku sterilisasi); c. Legalitas Usaha dan Manajemen Bisnis; dan d. Penanganan Bahan Baku (proses pencucian dan sterilisasi untuk mengurangi kadar air).

Setiap jawaban yang benar diberi skor 1, dan jawaban salah diberi skor 0. Untuk mengukur persentase peningkatan pemahaman secara objektif, digunakan rumus berikut: $\text{Tingkat Pemahaman (0\%)} = (\text{Jawaban Benar} / \text{Total Soal}) \times 100\%$. Klaim peningkatan pemahaman dihitung dengan membandingkan nilai rata-rata kelompok sebelum (*Pre-test*) dan sesudah (*Post-test*). Indikator Keberhasilan meliputi: Peningkatan Pengetahuan, Konsistensi Kompetensi dan Efektivitas Pelatihan. Hasil menunjukkan bahwa melalui pendampingan intensif (langsung dan virtual), mitra mampu memperbaiki kekeliruan teknis, sehingga mencapai tingkat akurasi jawaban dalam rentang 80% hingga 100% pada sesi evaluasi akhir.

2.5 Desain Alat Pengasap Ikan

Metoda pengasapan yang digunakan adalah metoda pirolisis, yaitu proses penguraian dekomposisi bahan organik menggunakan panas tinggi dengan sedikit oksigen (karena kalau oksigen banyak yang timbul adalah api bukan asap). Biomassa berupa bonggol jagung dipanaskan di ruang pembakaran dengan pembakaran tidak sempurna (membatasi oksigen) sehingga menghasilkan asap alami yang mengawetkan dengan aroma yang khas. Sedangkan sumber pustaka lain menyebutkan bahwa dengan karbonisasi tongkol jagung, kandungan energinya dapat

mencapai 32 MJ/kg. Potensi energi limbah pada komoditas jagung sangat besar dan diharapkan akan terus meningkat sejalan dengan program pemerintah dalam meningkatkan produksi jagung secara nasional. Selain itu, kebaruan lainnya adalah penerapan teknologi pengemasan vakum yang dikombinasikan dengan edukasi mengenai suhu kritis keamanan pangan (*danger zone*), yang jarang diberikan secara komprehensif pada kelompok tani di wilayah pedesaan.



Gambar 2. Desain Alat Pengasap Ikan

1. Alat ini didesain sebagai solusi teknologi tepat guna yang menggabungkan efisiensi ruang dengan prinsip ekonomi sirkular. Desainnya berbentuk kabinet vertikal (*box*) yang ergonomis, memungkinkan pengolahan ikan dalam jumlah besar di lahan yang terbatas. Kapasitas pengolahan:
 - a. Ukuran alat keseluruhan adalah (52 x 42 x 210) cm, sedangkan ruang pengasapan berukuran (50 x 40 x 160) cm.
 - b. Volume ruang pengasapan = $320.000 \text{ cm}^3 = 0,32 \text{ m}^3$.
 - c. Jumlah rak = 6 dengan jarak antar rak = 20 cm.
 - d. Kapasitas rak maksimum = 8 kg ($1 \text{ m}^3 = 25 \text{ kg}$).
 - e. Total kapasitas keseluruhan maksimum = $6 \times 8 \text{ kg} = 48 \text{ kg}$.Desain ini menawarkan keunggulan pada skalabilitas. Dengan kapasitas 48 kg, alat ini sangat relevan untuk mendukung industri pengolahan ikan Nila dan Mas di Deli Serdang, karena mampu mengubah limbah tongkol jagung menjadi energi panas yang terkontrol untuk menghasilkan produk ikan asap yang higienis dan berkualitas tinggi.
2. Perbedaan alat pengasap ikan berbasis ramah lingkungan dengan pengasapan konvensional:
 - a. Alat menggunakan bahan bakar bio massa berupa bonggol jagung (untuk mengurangi limbah petani jagung) dengan energi yang lebih efisien dengan sistem tertutup (*chamber*) yang dapat dikontrol sehingga lebih hemat, sedangkan pengasapan konvensional biasanya menggunakan bahan bakar kayu dengan pembakaran terbuka yang sulit dikontrol.
 - b. Dengan pembakaran sistem tertutup, maka asap tidak langsung keluar ke lingkungan, tetapi terlebih dahulu disirkulasikan di dalam alat, baru kemudian mengalir melalui corong yang dapat disambungkan ke luar ruangan sehingga tidak menimbulkan polusi udara yang mengganggu lingkungan.
 - c. Alat terbuat dari stainless steel yang menghasilkan kematangan yang merata dan lebih higienis dan produk lebih bersih dan tahan lama.
 - d. Dapat diaplikasikan di bagian dapur rumah tanpa harus menyediakan tempat khusus, dan tidak mengganggu aktifitas sehari-hari.

Konteks pembangunan berkelanjutan (SDGs) juga menjadi landasan filosofis dalam pelaksanaan program ini. Kegiatan PKM di Desa Marindal II berkontribusi langsung pada minimal tiga tujuan utama SDGs, yaitu: (1) Tanpa Kemiskinan, melalui peningkatan pendapatan dari nilai tambah produk; (2) Tanpa Kelaparan, dengan penguatan ketahanan pangan rumah tangga; dan (3) Industri, Inovasi, dan Infrastruktur, melalui implementasi teknologi tepat guna di tingkat desa. Dengan memanfaatkan potensi lokal yang ada, program ini membangun fondasi industri pengolahan hasil perikanan yang mandiri dan berkelanjutan, mengurangi ketergantungan

masyarakat pada pakan pabrikan melalui sinergi dengan program BSF, serta meningkatkan daya saing produk lokal di pasar yang lebih luas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penjelasan Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diimplementasikan melalui serangkaian tahapan intensif selama dua bulan di Desa Marindal II. Pelaksanaan dimulai dengan sosialisasi peluang usaha dan edukasi mengenai keamanan pangan, di mana mitra diberikan pemahaman teknis untuk menghindari danger zone (suhu 5°C–60°C) guna mencegah kontaminasi bakteri pada produk ikan. Alat ini menggunakan tongkol jagung sebagai biomassa yang dibakar dalam ruang khusus untuk menghasilkan asap melalui metode pirolisis sederhana. Komposisi Utama Asap, yang memroses pirolisis biomassa tongkol jagung menghasilkan tiga kelompok senyawa utama yang berperan dalam pengasapan: 1. Fenol yang berfungsi sebagai antioksidan untuk mencegah ketengikan dan memberikan aroma khas "smoky" pada ikan; 2. Karbonil, berperan dalam pembentukan warna cokelat keemasan pada permukaan ikan melalui reaksi *Maillard*; dan 3. Asam Organik, untuk menurunkan pH permukaan ikan, yang membantu menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Penggunaan tongkol jagung kering cenderung menghasilkan kadar fenolik yang stabil. Kadar fenol yang terserap ke dalam jaringan ikan sangat dipengaruhi oleh pengaturan aliran udara pada kabinet untuk menjaga suhu tetap stabil dan memastikan penetrasi asap yang optimal.

Alat ini secara signifikan mereduksi kadar air ikan untuk memperpanjang masa simpan melalui dua tahapan utama: Sterilisasi dan Pemanasan Awal (sebelum pengasapan inti, dilakukan pemanasan awal untuk mengurangi kadar air bebas di permukaan ikan). Proses Pengasapan (4-8 Jam), durasi pengasapan selama 4 hingga 8 jam bertujuan untuk mencapai kadar air yang aman secara mikrobiologis dan Reduksi Kelembaban terletak pada Penggunaan rak *stainless steel* bertingkat memastikan distribusi panas dan asap yang merata. Hal ini memungkinkan air menguap secara konsisten dari seluruh bagian ikan. Tahapan selanjutnya optimalisasi melalui vakum, setelah kadar air direduksi melalui pengasapan, penggunaan pengemasan vakum (*vacuum packaging*) menghambat aktivitas mikroorganisme aerobik yang tersisa, sehingga mencegah oksidasi meski kelembaban telah turun. Dengan volume ruang pengasapan sebesar 0,32 m³ dan total kapasitas maksimum 48 kg, alat ini memiliki rasio ruang ke bahan yang mendukung sirkulasi asap yang baik. Jarak Rak (20 cm) memberikan ruang yang cukup bagi aliran asap untuk bersentuhan dengan seluruh permukaan ikan, mempercepat proses reduksi kelembaban secara merata dibandingkan metode tradisional. Reduksi kelembaban yang dilakukan pada suhu di luar "Zona Bahaya" (5°C dan 60°C) memastikan bahwa meskipun kadar air berkurang secara perlahan, ikan tetap aman (keamanan pangan) dari kontaminasi kuman selama proses berlangsung.

Inti dari kegiatan ini adalah serah terima dan praktik langsung penggunaan inovasi teknologi berupa alat pengasap kabinet (*smoker cabinet*) berbasis biomassa. Dalam praktiknya, mitra diajarkan cara mengolah limbah tongkol jagung kering sebagai bahan bakar di ruang pirolisis untuk menghasilkan asap yang stabil guna mengasapi ikan lele, nila, dan mas selama 4 hingga 8 jam hingga mencapai tingkat kematangan dan aroma yang optimal. Seluruh proses ini didampingi secara berkelanjutan melalui demonstrasi di lokasi dan panduan tutorial video guna memastikan mitra terampil secara mandiri. Sebagai bentuk evaluasi, tim melakukan pengukuran melalui pre-test dan post-test yang menunjukkan keberhasilan peningkatan pemahaman mitra hingga 100% dalam pengolahan ikan higienis dan 80% dalam pemanfaatan limbah biomassa, yang secara langsung mengubah limbah tongkol jagung menjadi sumber energi produktif bagi ekonomi desa.

3.1.1 Tingkat Pemahaman tentang Kegiatan yang Berlangsung

Kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Marindal II telah berhasil mentransformasi cara pandang dan keterampilan teknis Kelompok Tani sebagai mitra dalam mengolah hasil perikanan. Secara fisik, hasil kegiatan ditandai dengan penyerahan dan operasionalisasi satu unit alat pengasap ikan tipe kabinet yang dirancang khusus untuk efisiensi energi biomassa. Alat ini memiliki kapasitas yang memadai untuk industri skala rumah tangga, dengan struktur yang terdiri dari ruang bakar di bagian dasar, ruang pengasapan dengan rak bertingkat, dan cerobong pengatur keluaran asap.

Gambar 3 menunjukkan proses serah terima unit *Smoker Cabinet* secara resmi kepada mitra serta memvalidasi bahwa program melibatkan berbagai elemen masyarakat di Desa Marindal II, termasuk ibu-ibu PKK dan Karang Taruna. Dokumentasi tersebut menunjukkan penyelesaian tahap praktis dan penyerahan alat yang berlangsung antara Oktober hingga Januari 2026 sebagai bagian dari hibah teknologi kepada mitra. Hal ini menjadi

bukti fisik bahwa mitra kini memiliki infrastruktur modern untuk beralih dari pengasapan tradisional ke arah profesional.



Gambar 3. Serah Terima *Smoker Cabinet*



Gambar 4. Alat Pengasap Ikan

Gambar 4 menampilkan spesifikasi teknis alat yang menjadi fokus utama peningkatan pengetahuan mitra. Rak atau para-para yang terlihat berbahan *stainless steel* mendukung klaim peningkatan standar higienitas untuk menghasilkan produk yang aman dan layak konsumsi. Struktur kabinet yang tinggi dengan 6 tingkat rak memvalidasi perhitungan kapasitas maksimum hingga 48 kg per proses pengasapan.



Gambar 5. Pelaksanaan PKM

Gambar 5 mendokumentasikan interaksi langsung antara tim pelaksana dan mitra di lokasi kegiatan. Sesi Sosialisasi dan Edukasi (sisi kanan) yang menampilkan penyampaian materi oleh narasumber kepada para mitra yang terdiri dari Kelompok Tani, ibu-ibu PKK, dan Karang Taruna. Hal ini mendukung klaim pelaksanaan sesi sosialisasi peluang pengolahan produk perikanan yang dilakukan pada minggu pertama. Partisipasi Aktif Mitra (sisi kiri) yang memperlihatkan antusiasme dan kehadiran fisik seluruh elemen mitra dalam kegiatan kelompok.

Dokumentasi ini memvalidasi klaim bahwa kegiatan ini melibatkan 3 (tiga) kelompok mitra yang berbeda secara kolektif. Dokumentasi pelaksanaan ini secara spesifik mendukung keberhasilan program dalam hal:

- Peningkatan Pengetahuan (Pre & Post Test), di mana data evaluasi dikumpulkan. Aktivitas belajar mengajar yang terlihat mendukung temuan adanya peningkatan pemahaman teknis dari sebelumnya terbatas menjadi lebih mendalam.
- Perubahan Pola Pikir, kehadiran mitra dalam sesi diskusi mendukung klaim keberhasilan perubahan pola pikir (*mindset*) dari penggunaan alat tradisional menuju teknologi *Smoker Cabinet* yang lebih higienis dan efisien.
- Internalisasi Legalitas dan Higienitas, melalui sesi tatap muka ini, materi krusial seperti pengurusan NIB, masa berlaku sertifikat (5 tahun), dan konsep "Zona Bahaya" kuman (5°C dan 60°C) disampaikan dan diinternalisasi oleh mitra.
- Monitoring dan Evaluasi Objektif, kegiatan ini menjadi bukti nyata pelaksanaan monitoring terhadap keaktifan peserta, yang menjadi dasar klaim peningkatan pemahaman hingga mencapai rentang 80% hingga 100% secara spesifik.

Keberhasilan deskriptif ini diperkuat dengan adanya komitmen dari perangkat desa untuk mendukung keberlanjutan unit usaha ini melalui integrasi dengan program-program pembangunan desa lainnya di masa depan. Keberhasilan peningkatan kualitas produk ikan asap dalam kegiatan ini dapat dijelaskan melalui analisis kimia dan termal terhadap penggunaan bahan bakar tongkol jagung. Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang mengandung lignin sebesar 16%, selulosa sebesar 41%, dan hemiselulosa sebesar 36%. Selama proses pengasapan di dalam kabinet terkontrol, komponen-komponen ini mengalami dekomposisi termal melalui proses pirolisis lambat. Lignin, sebagai komponen kunci, terurai menjadi senyawa fenolik seperti guaiacol dan syringol yang memberikan aroma asap yang khas dan spesifik, yang sangat disukai oleh konsumen (Nur Ismalia Durahman, et al., 2024). Senyawa-senyawa ini juga berfungsi sebagai antioksidan alami yang mencegah oksidasi lemak, sehingga mencegah timbulnya bau tengik pada ikan asap.



Gambar 6. Bahan Bakar Berupa Tongkol Jagung Sebelum dan Sesudah Dibakar

Proses pembakaran tongkol jagung sebagai biomassa pengasap pada *Smoker Cabinet* menggunakan teknologi pirolisis sederhana di mana tongkol jagung dibakar dalam ruang bakar khusus untuk menghasilkan asap dan panas yang stabil. Untuk menjaga kualitas ikan, suhu di dalam kabinet harus dikontrol agar tidak berada pada "Danger Zone" (5°C dan 60°C). Proses pengasapan dilakukan pada suhu hangat yang stabil untuk mencapai kadar air optimal. Perubahan Fisik Biomassa menunjukkan transisi tongkol jagung dari bahan mentah menjadi arang (karbon aktif). Hal ini mengindikasikan terjadinya pembakaran tidak sempurna (pirolisis) yang efisien untuk menghasilkan volume asap yang besar dibandingkan api terbuka. *Smoker Cabinet* yang dirancang memaksimalkan retensi panas dan asap di dalam ruang pengasapan bervolume 0,32 m³. Proses pengasapan membutuhkan waktu rata-rata 4–8 jam. Durasi ini bergantung pada jenis ikan dan pemilihan tongkol jagung yang harus dipastikan dalam kondisi kering agar menghasilkan asap bersih dan panas yang konsisten. Dengan 6 rak yang memiliki jarak antar rak 20 cm, aliran udara dan asap dapat bersirkulasi secara merata di seluruh ruang. Hal ini memungkinkan kapasitas maksimum hingga 48 kg ikan diproses secara simultan dengan jumlah bahan bakar yang terukur.

Eksplanasi ilmiah terhadap efektivitas pengasapan panas pada suhu sekitar 70°C di dalam *smoker cabinet* berkaitan dengan proses denaturasi protein dan reduksi aktivitas air. Suhu yang stabil selama 4-8 jam menyebabkan penguapan air yang terkontrol dari jaringan daging ikan, sehingga konsistensi tekstur menjadi lebih padat dan kompak. Berdasarkan literatur, asap cair yang dihasilkan dari pirolisis tongkol jagung memiliki nilai pH yang sangat rendah, berkisar antara 2,8 hingga 3,0. (Amrullah, 2023). Lingkungan asam ini, bersama dengan komponen aldehida dan asam organik dalam asap, menciptakan kondisi yang tidak mendukung bagi pertumbuhan bakteri patogen dan perusak. Hal inilah yang mendasari mengapa produk ikan asap hasil pengabdian ini memiliki

daya simpan yang lebih lama dibandingkan metode pengasapan tradisional yang seringkali tidak mencapai suhu internal yang cukup untuk sterilisasi parsial.

Integrasi teknologi pengemasan vakum memberikan penjelasan tambahan atas terjaganya mutu produk selama penyimpanan. Dengan menghilangkan oksigen, pertumbuhan mikroorganisme aerobik seperti *Pseudomonas* dan kapang dapat dihambat secara signifikan (Maryati, et al., 2025). Penelitian pendukung menunjukkan bahwa kombinasi suhu dingin dan kemasan vakum dapat mempertahankan kualitas ikan asap hingga hari ke-24, sementara kemasan non-vakum sudah mengalami penurunan mutu drastis pada hari ke-11 (Maryati, et al., 2025). Pengetahuan mitra mengenai "Zona Bahaya" suhu 5°C-60°C memastikan bahwa produk dikelola dengan rantai dingin yang benar setelah proses produksi, yang secara eksplanatif meminimalkan risiko keracunan makanan akibat bakteri seperti *Salmonella* (Irianti et al., 2022). Dengan demikian, keberhasilan program ini didorong oleh sinergi antara prinsip kimia pangan, termodinamika alat, dan kepatuhan mikrobiologis yang telah ditransfer kepada mitra.

Diskusi mendalam mengenai hasil pengabdian di Desa Marindal II jika dikomparasikan dengan kegiatan pengabdian di lokasi lain menunjukkan beberapa keunggulan strategis dan teknis. Di wilayah Kabupaten Deli Serdang, program PKM sebelumnya di Kecamatan Batang Kuis juga memperkenalkan penggunaan lemari besi pengasapan (Joko Suharianto, et al., 2025). Namun, pada program tersebut, fokus utama adalah efisiensi penggunaan kayu bakar konvensional, di mana konsumsi bahan bakar dikurangi dari empat goni menjadi satu goni (Joko Suharianto, et al., 2025). Perbedaan signifikan dengan PKM Marindal II adalah pada substitusi bahan bakar secara total menggunakan limbah tongkol jagung. Hal ini memberikan nilai tambah ekonomi yang lebih besar bagi mitra di Marindal II karena mereka tidak perlu mengeluarkan biaya untuk kayu bakar, melainkan memanfaatkan limbah pertanian yang tersedia melimpah di lahan mereka sendiri.

Keunikan lain dari program di Marindal II adalah sinerginya dengan roadmap PKM jangka panjang lima tahun yang mencakup target sertifikasi izin edar, baik itu dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) atau Pangan Industri Rumah Tangga (PIRT) dari Dinas Kesehatan setempat dan pengembangan jaringan distribusi digital. Pengabdian masyarakat di Kabupaten PALI, Sumatera Selatan, memberikan inspirasi melalui konsep "Experience Economy" di mana konsumen dilibatkan dalam proses pembuatan ikan asap untuk meningkatkan daya tarik wisata kuliner (Siera Syailendra et al., 2025). Meskipun PKM Marindal II saat ini masih pada tahap penguatan kapasitas produksi dan standar mutu, keberhasilan teknis yang dicapai membuka peluang besar untuk mengadopsi model wisata kuliner serupa di masa depan, mengingat kedekatan geografis desa dengan pusat perkotaan. Dengan demikian, program ini tidak hanya berhasil secara teknis dibandingkan program sebelumnya, tetapi juga memiliki desain keberlanjutan yang lebih visioner dan terintegrasi secara ekosistem.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kapasitas pengetahuan peserta secara signifikan. Sebelum pelaksanaan program, rata-rata pemahaman mitra mengenai teknik pengasapan higienis dan keamanan pangan berada pada level rendah. Namun, setelah intervensi melalui materi sosialisasi dan praktik, skor post-test menunjukkan peningkatan yang signifikan. Sebagai contoh nyata, subjek evaluasi atas nama Rita berhasil menjawab dengan benar sebagian besar soal kritis mengenai identifikasi potensi desa, durasi optimal pengasapan (4-8 jam) dan penggunaan tongkol jagung menjadi bahan bakar biomassa untuk menghasilkan produk ikan asap yang ramah lingkungan. Hal ini menandakan bahwa materi yang disampaikan oleh tim PKM dapat diserap dengan baik oleh anggota mitra sebagai sasaran. Adapun perbandingan hasil dari pelaksanaan evaluasi ini dengan kondisi sebelum kegiatan pelatihan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan Sosialisasi dan Pendampingan

Kondisi	Pengolahan Ikan untuk Produk Ikan Asap	Pemahaman Pemanfaatan Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alat Pengasap Ikan
Sebelum Kegiatan	40%	0%
Setelah Kegiatan	100%	80%

3.2 Pembahasan

3.2.1 Analisis Efisiensi Energi dan Ekonomi Sirkular Berbasis Limbah Jagung

Implementasi smoker cabinet dalam kegiatan ini membuktikan bahwa limbah tongkol jagung merupakan sumber energi biomassa yang sangat efektif. Penggunaan tongkol jagung menggantikan kayu bakar konvensional secara teknis didukung oleh karakteristik termalnya. Tongkol jagung memiliki nilai kalor yang cukup tinggi untuk mendukung proses karbonisasi, sehingga mampu menghasilkan panas yang stabil selama proses pengasapan. (Sativa et al., 2025). Hal ini terlihat pada stabilitas suhu di dalam ruang pengasap bervolume 0,32 m³

yang digunakan dalam program ini. Secara operasional, rancangan sistem tertutup pada alat ini meningkatkan efisiensi distribusi panas. Alat pengasap sistem tertutup jauh lebih unggul dalam menjaga konsistensi suhu dibandingkan metode tradisional. (Ginting & Prima, 2025). Efisiensi ini berdampak langsung pada aspek ekonomi mitra. Penerapan teknologi tepat guna secara signifikan menurunkan biaya produksi karena bahan bakar diperoleh secara gratis dari limbah lingkungan. (Prihandiwati et al., 2024).

Lebih jauh lagi, transformasi limbah ini menciptakan ekosistem ekonomi sirkular di Desa Marindal II. Pemanfaatan residu pertanian menjadi energi produktif adalah kunci kemandirian ekonomi pedesaan. (Marzuandi & Burhan, 2025) Dengan memanfaatkan potensi limbah jagung lokal yang melimpah, mitra tidak lagi bergantung pada pasokan kayu bakar dari luar daerah, sekaligus mengurangi dampak polusi udara akibat pembakaran limbah secara terbuka di lahan pertanian. Selain aspek ketersediaan bahan bakar, efisiensi smoker cabinet ini juga terletak pada kemampuannya menjaga suhu konstan di angka 60°C–80°C yang merupakan suhu ideal pengasapan panas (*hot smoking*). Suhu yang terkontrol dengan baik tidak hanya mempercepat proses pengeringan tetapi juga memastikan penetrasi asap yang merata hingga ke bagian dalam daging ikan, sehingga mencegah pembusukan dari dalam. (Pratifri et al., 2024)

3.2.2 Dampak Teknologi Vakum dan Standar Keamanan Pangan terhadap Mutu Produk

Peningkatan daya saing produk ikan asap dalam program PKM ini sangat dipengaruhi oleh teknologi pengemasan vakum. Hasil observasi menunjukkan masa simpan produk meningkat hingga 24 hari. Pengemasan vakum efektif menghambat pertumbuhan mikroba aerobik dan proses oksidasi lemak, sehingga kualitas sensoris produk dapat terjaga lebih lama dibanding kemasan non-vakum. (Maryati, 2025). Penggunaan kemasan ini juga menjaga kadar air dan tekstur ikan agar tetap kenyal, keunggulan metode vakum dalam menjaga karakteristik mutu mikrobiologis. (Rahmawati, 2024) Selain aspek ketahanan, kualitas organoleptik (warna dan aroma) ikan asap dihasilkan dari reaksi kimiawi asap biomassa. Senyawa fenol dan karbonil dari pembakaran biomassa berperan ganda sebagai antioksidan alami yang memberikan warna coklat keemasan serta aroma khas yang meningkatkan nilai jual produk.

Keberlanjutan usaha ini juga didukung oleh peningkatan literasi keamanan pangan mitra. Pemahaman mengenai "danger zone" (suhu 5°C–60°C) menjadi krusial untuk mencegah pertumbuhan bakteri patogen, pengetahuan keamanan pangan berkorelasi positif dengan higiene produk dan pencegahan kontaminasi Salmonella. (Hasanah, 2022). Keberhasilan edukasi yang dilakukan (peningkatan pemahaman dari 40% ke 100%) menjamin bahwa produk ikan asap dari Desa Marindal II tidak hanya unggul secara komersial, tetapi juga aman dikonsumsi sesuai standar kesehatan pangan. Hal ini sejalan dengan tujuan pengabdian masyarakat yang diungkapkan (Ayu et al., 2026) mengenai pentingnya pendampingan higienitas bagi pengolah ikan tradisional untuk menembus pasar yang lebih luas. Keberhasilan inovasi ini pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan nilai jual di pasar yang lebih luas. Penggunaan teknologi pengemasan dan standardisasi mutu merupakan kunci utama dalam menembus pasar ritel modern maupun digital. (Farman et al., 2025) Teknologi tepat guna yang dibarengi dengan edukasi branding dan pengemasan profesional dapat meningkatkan kepercayaan konsumen serta daya saing produk UMKM di era industri 4.0."

3.4 Strategi Keberlanjutan dan Dampak Sosial-Ekonomi Pemberdayaan Masyarakat

Keberhasilan implementasi smoker cabinet di Desa Marindal II tidak hanya diukur dari aspek teknis, tetapi juga dari sejauh mana inovasi ini mampu mengubah struktur ekonomi lokal secara berkelanjutan. Melalui kolaborasi antara Kelompok Tani, PKK, dan Karang Taruna, tercipta sebuah model pemberdayaan berbasis komunitas. Keberhasilan program pengabdian sangat ditentukan oleh partisipasi aktif mitra dalam mengadopsi teknologi baru yang memiliki nilai ekonomi tinggi. (Rachmatsyah, 2025). Dalam konteks ini, transformasi ikan segar menjadi ikan asap vakum telah meningkatkan margin keuntungan mitra secara signifikan.

Strategi keberlanjutan ini didukung oleh penguatan kelembagaan lokal, integrasi peran kelompok perempuan (PKK) dalam industri rumah tangga berbasis perikanan efektif dalam meningkatkan pendapatan keluarga di wilayah pedesaan. (Khatimah et al., 2025). Selain itu, keterlibatan Karang Taruna dalam aspek pemasaran digital menjadi kunci agar produk ini tidak hanya terjual secara lokal. Digitalisasi pemasaran bagi produk UMKM merupakan langkah esensial untuk menjaga kelangsungan usaha di tengah persaingan pasar yang semakin kompetitif. (Fitriyani et al., 2025) Dari sisi lingkungan, konsistensi penggunaan limbah jagung sebagai bahan bakar mencerminkan penerapan Green Economy.

Pemanfaatan limbah pertanian secara produktif merupakan bentuk mitigasi pencemaran lingkungan yang sekaligus memberikan insentif ekonomi bagi masyarakat. (Ruqayyah, 2025). Efisiensi energi yang dihasilkan dari sistem biomassa ini juga memberikan kemandirian energi bagi mitra, sehingga mereka tidak rentan terhadap

fluktuasi harga bahan bakar fosil atau kayu bakar pasar. Aspek legalitas dan sertifikasi (seperti NIB dan P-IRT) yang diinisiasi dalam program ini menjadi fondasi bagi perluasan skala usaha. Kepemilikan izin edar bagi produk olahan ikan meningkatkan kepercayaan konsumen dan memudahkan produk masuk ke jejaring ritel yang lebih luas. (Hikmatu Sakinah, 2025). Dengan demikian, penguatan dari aspek teknologi, manajemen organisasi, hingga legalitas merupakan satu kesatuan strategi yang menjamin bahwa inovasi smoker cabinet ini akan terus beroperasi dan berkembang pasca-program PKM berakhir, sesuai dengan prinsip keberlanjutan mengenai pengembangan desa mandiri melalui inovasi teknologi tepat guna. (Al-faqih, 2025)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Marindal II, dapat disimpulkan bahwa program inovasi teknologi alat pengasap ikan berbasis biomassa tongkol jagung dan pengemasan vakum telah berhasil mencapai target indikator keberhasilan yang ditetapkan. Keberhasilan utama terlihat dari transformasi signifikan pada kapasitas sumber daya manusia mitra, di mana terjadi peningkatan pemahaman teknis yang sangat drastis, khususnya dalam pengolahan ikan higienis yang melonjak dari 40% menjadi 100% serta pemahaman pemanfaatan limbah biomassa yang awalnya nol kini mencapai 80%. Secara konkret, masyarakat kini telah memiliki kemandirian teknologi dengan diterimanya unit smoker cabinet yang mampu menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan bakar terbukti efektif menekan biaya produksi sekaligus menjadi solusi inovatif terhadap permasalahan limbah pertanian di lingkungan desa, sehingga menciptakan model ekonomi sirkular yang produktif dan ramah lingkungan bagi kelompok tani, PKK, dan Karang Taruna setempat. Namun demikian, di balik keberhasilan tersebut, terdapat beberapa hambatan yang ditemukan selama proses pelaksanaan kegiatan. Kendala utama yang muncul adalah keterbatasan skala produksi alat pengasap yang masih bersifat purwarupa. Alat yang digunakan saat ini memiliki kapasitas maksimum 48 kg per proses pengasapan (6 rak x 8 kg). Skala ini dikategorikan sebagai purwarupa karena volumenya hanya mencukupi untuk pemenuhan pasar lokal kecil dan belum mampu memenuhi permintaan pasar grosir atau industri skala menengah yang kontinu. Implikasinya, mitra berisiko kehilangan peluang pendapatan dari pesanan besar akibat keterbatasan output harian. Selain itu, Mitra masih menghadapi kendala dalam pengelolaan lokapasar (*marketplace*) dan konsistensi manajemen konten promosi. Tanpa literasi digital yang kuat, diversifikasi produk seperti abon dan sambal ikan asap sulit menjangkau segmen pasar yang lebih luas di luar lingkungan desa. Hambatan-hambatan ini kemudian menjadi peluang sekaligus pijakan penting bagi tim pengabdian untuk memberikan saran perbaikan dan tindak lanjut di masa depan. Diharapkan agar program selanjutnya fokus pada: 1. Pengembangan Infrastruktur, dengan melakukan scaling-up desain alat pengasap ke kapasitas industri (target minimum 100–150 kg per siklus) dengan sistem otomasi suhu untuk menjaga konsistensi kualitas pada volume besar; 2. Pelatihan Digital Marketing Spesifik, dengan melaksanakan pendampingan intensif yang berfokus pada teknik fotografi produk, manajemen toko di platform Shopee/Tokopedia, 3. Sertifikasi dan Jejaring, dengan memperkuat kolaborasi dengan dinas terkait untuk mempercepat pengurusan Sertifikasi Halal dan izin edar BPOM guna meningkatkan kepercayaan konsumen; dan 4. Strategi Branding, dengan pengembangan merek kolektif bagi produk Desa Marindal II untuk menciptakan identitas produk yang kuat di pasar kompetitif. Dengan integrasi antara inovasi teknologi dan penguatan manajemen pemasaran, program ini diharapkan dapat terus berlanjut dan menjadi motor penggerak ekonomi desa yang mandiri dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-faqih, M. (2025). Inovasi Teknologi Tepat Guna Upaya Pemberdayaan dalam Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat. *Siger Mengabdi : Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(03), 190–195.
- Amrullah, S. (2023). Karakterisasi Alat Pirolisis Asap Cair Menggunakan Variasi Limbah Tongkol Jagung Dan Ampas Tebu. *Teknologi Pertanian*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.32520/jtp.v12i1.2548>
- Ayu, N., Tiya, D., Akramullah, M., & Munandar, I. (2026). Edukasi Keamanan Pangan Berbasis Penyuluhan untuk Meningkatkan Pengetahuan Masyarakat tentang Salmonella sp. 6(2), 218–221. <https://doi.org/https://doi.org/10.55382/jurnalpustakamitra.v6i2.1787>
- Farman, F., Adinegara, A. A., Nusuki, I., & Krisdina, T. F. (2025). Pemberdayaan Industri Rumah Tangga Melalui Peningkatan Kualitas Dan Kemasan Produk Olahan Lokal. 4(2), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.58468/socircle.v4i2.38>
- Fitriyani, I., Mustofa, A., & Yunus, E. (2025). Strategi Inovasi Produk UMKM Dalam Menghadapi Globalisasi Melalui Digitalisasi. *SENTRI : Jurnal Riset Ilmiah*, 4(8), 923–931. <https://doi.org/https://doi.org/10.55681/sentri.v4i8.4321>
- Ginting, J. T., & Prima, F. (2025). Rancang Bangun Alat Pengasap Ikan Tipe Kabinet Berbasis Bahan Bakar Biomassa. 6(1), 21–29. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/90697/75676604799>

- Hasanah, L. N. (2022). *Keamanan dan Ketahanan Pangan* (M. K. Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns. (ed.)). PT Global Eksekutif Teknologi. https://www.researchgate.net/publication/366684879_Keamanan_Dan_Ketahanan_Pangan
- Hikmatus Sakinah, R. (2025). Efektivitas Sertifikat P-IRT Dalam Meningkatkan Kepercayaan Konsumen Pada Produk Umkm Di Martajasarah Untuk Memperluas Peredaran Pasar. *Oikos: Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 9, 59–70. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/oikos/article/view/24184>
- Irianti, A. J., Mufida, D. C., Shodikin, M. A., Nurdian, Y., Hermansyah, B., & Raharjo, A. M. (2022). Hubungan Pengetahuan Keamanan Pangan dengan engan Higiene Penjual dan Kontaminasi Salmonella spp Pada Lalapan Mentah di i Kecamatan Patrang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(2), 180–187. <https://doi.org/DOI : 10.14710/ jkli.21.2.180-187>
- Joko Suharianto, Sumarno, T. (2025). Inovasi Proses Produksi Ikan Lele Asap Tradisional di Kecamatan Batang Kuis. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 6(2), 2985–2991. <https://doi.org/DOI: http://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i2.4980>
- Khatimah, H., Fadilah, F., & Khaerunnisa, E. (2025). Pemberdayaan Ibu PKK melalui Inovasi Olahan Ikan Menjadi Produk Sambel sebagai Strategi Penguatan UMKM dan Ekonomi Keluarga di Wilayah Pesisir. *DAYAKARYA*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.65508/ykmk6ts20>
- Maryati, M. (2025). Effect of Vacuum and Non-Vacuum Packaging Combined with Cold Storage on the Shelf Life of Smoked Komo Mackerel (*Euthynnus affinis*) Pengaruh Kemasan Vakum dan Non Vakum yang Dikombinasikan dengan Penyimpanan Dingin terhadap Umur Simpan Ikan Tongkol Komo. *Jurnal Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 5(2), 142–155. <https://doi.org/10.47767/nekton.v5i2.1040>
- Marzuandi, L., & Burhan, L. I. (2025). *Pemanfaatan Biogas dari Limbah Pertanian sebagai Sumber Energi Alternatif di Desa Lendang Nangka*. 1(2), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.63982/eka1td11>
- Nur Ismalia Durahman, Andi Noor Asikin , Ita Zuraida, S. S., & Diachanty, S. (2024). Penerimaan Konsumen Terhadap Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Dengan Konsentrasi Asap Cair Yang Berbeda. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12(2), 88–94. https://www.researchgate.net/profile/Seftylia-Diachanty/publication/383713835_Penerimaan_Konsumen_terhadap_Ikan_Bandeng_Chanos_chanos_dengan_Konsentrasi_Asap_Cair_yang_Berbeda/links/66d81ac664f7b1979cc93/Penerimaan-Konsumen-terhadap-Ikan-Bandeng-Chanos-chanos-dengan-Konsentrasi-Asap-Cair-yang-Berbeda.pdf
- Prafitri, R., Peternakan, D. F., Malang, U. B., Peternakan, M. F., Gebang, D., & Tertutup, S. P. (2024). Pemanfaatan Teknologi Pengasapan Panas (HOT SMOKING) Kelompok Pengasapan Ikan Sekar Taji Desa Gebang Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Peternakan Silampari*, 3(1), 11–20. <https://www.ejurnal.unmura.org/index.php/peternakansilampari/article/view/214/351>
- Prihandiwati, E., Niah, R., Abdullah, K., & Utara, B. (2024). *Penggunaan Teknologi Tepat Guna Dalam Pengolahan Produk Abon Ikan Di Kelurahan Alalak Utara Program Pengabdian kepada Masyarakat Tempat dan Waktu*. 9(November), 41–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.34128/mediteg.v9i2.282>
- Rachmatsyah, T. H. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Teknologi untuk Optimalisasi UMKM sebagai Pilar Utama Ekonomi Indonesia. *Jurnal Abdi Moestopo*, 8(01), 164–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.32509/abdimoestopo.v8i1.4733>
- Rahmawati, A. (2024). Kadar Air dan Organoleptik Ikan Tongkol Komo Asap (*Euthynnus affinis*) yang Disimpan Menggunakan Kemasan Vakum dan Non Vakum pada Suhu Ruang Water Content and Organoleptic of Smoked Komo Tuna Fish (*Euthynnus affinis*) Stored Using Vacuum and Non-vacuum. *Agriculture, Gorontalo Journal, Technology*, 7(1), 38–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.32662/gatj.v0i0.3426>
- Ruqayyah, S. (2025). Optimalisasi Limbah Pertanian untuk Produk Olahan Inovatif di Kabupaten Bima sebagai Upaya Peningkatan Nilai Ekonomi. *UNITY: Journal of Community Service*, 1(2), 40–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.70716/unity.v1i2.114>
- Sativa, O., Briket, M., Taha, L., Nurhidayat, M., & Dm, R. (2025). *Pemanfaatan Tongkol Jagung (*Zea mays L.*) Dan Sekam Padi*. 25(1), 121–128. <https://doi.org/https://doi.org/10.32382/sulo.v25i1.1336>
- Siera Syailendra, M. S., Abdullah Rasjid, Sopian, T., Safitri, Nurul Sapitri, N. P., & Pratiwi, E. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengembangan Wisata Kuliner Ikan Asap Sagarurung Berbasis Experience Economy Di Kabupaten Pali. *Sawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Pembangunan Sosial, Desa Dan Masyarakat*, 6, 254–267. <https://journals.unpad.ac.id/sawala/article/view/64782>