



## **SUSTAINABLE INNOVATION AND LICENSING DEVELOPMENT OF COCONUT SHELL PYROLYSIS-BASED LIQUID SMOKE HOME INDUSTRY**

**Mariany Razali<sup>1</sup>, Nurmala Sari<sup>1</sup>, Dahlia Kusuma Dewi<sup>2</sup>, Muhammad Taufik<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Pharmacy Department, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

<sup>2</sup>Law Department, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

<sup>3</sup>Chemistry Department, Faculty of Mathematic and Natural Science, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Sumatera Utara, Indonesia

[\\*muhammad.taufik@usu.ac.id](mailto:muhammad.taufik@usu.ac.id)

### **Abstract**

*Most residents of Manunggal Village, Labuhan Deli District, Deli Serdang Regency work in the industrial sector as employees or self-employed workers. The village has a small-scale home industry producing charcoal briquettes from coconut fiber, but it previously lacked formal licensing. The decline in briquette production alongside increasing market demand encouraged the community to shift toward liquid smoke production. This study aims to develop a legally recognized coconut-fiber-based liquid smoke home industry with enhanced production capacity. The methods included designing a pyrolysis device capable of producing liquid smoke at 650 °C for eight hours and obtaining a business license through UD Keluarga (License No. 2009240083095, 2024). The results showed increased liquid smoke output and successful legalization of the home industry, providing significant benefits to the community and supporting family economic improvement. Developing a licensed liquid smoke home industry using pyrolysis is an effective strategy to improve productivity and community welfare in Manunggal Village.*

**Keywords:** *Liquid smoke, Coconut shell pyrolysis, Business development, Legalization, Empowerment*

### **Abstrak**

Sebagian besar penduduk Desa Manunggal, Kecamatan Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang bekerja di sektor industri, sebagai karyawan, atau wiraswasta. Desa ini memiliki Home industri berskala kecil yang memproduksi briket arang dari sabut kelapa, namun belum memiliki izin resmi. Penurunan produksi briket arang seiring meningkatnya permintaan mendorong masyarakat beralih ke produksi asap cair. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Home Industri asap cair berbasis sabut kelapa yang legal dan memiliki kapasitas produksi lebih tinggi. Metode yang diterapkan meliputi perancangan alat pirolisis yang mampu menghasilkan arang cair pada suhu 650 °C selama 8 jam serta pengurusan izin usaha melalui UD Keluarga (Nomor Izin: 2009240083095, 2024). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan produksi asap cair dan legalisasi industri rumahan, yang memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat serta mendukung peningkatan ekonomi keluarga. Pengembangan Home Industri asap cair berizin menggunakan metode pirolisis merupakan strategi efektif untuk meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan masyarakat di Desa Manunggal.

**Kata kunci:** Asap cair, Pirolisis tempurung kelapa, Pengembangan usaha, Legalisasi, Pemberdayaan.

### **History Artikel**

Received: 10-11-2025;

Accepted: 20-11-2025;

Published: 10-12-2025

## **1. PENDAHULUAN**

Home Industri pembuatan briket arang dari cangkang kelapa di Desa Manunggal, Kecamatan

Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang dikelola secara informal dan mengalami penurunan produksi di tengah permintaan pasar yang terbatas [1]. Kondisi ini mendorong masyarakat untuk beralih ke produksi asap cair sebagai alternatif usaha yang dinilai lebih menjanjikan secara ekonomi [2][3]. Namun, pemanfaatan cangkang kelapa sebagai bahan baku masih jauh dari optimal karena proses pirolisis dilakukan menggunakan peralatan sederhana dan kapasitas produksi yang rendah. Padahal, cangkang kelapa memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku bernilai tambah yang dapat dikonversi menjadi produk asap cair berkualitas melalui teknologi pirolisis[4][2]. Pengembangan sistem produksi yang lebih efisien serta legalisasi usaha menjadi solusi konkret untuk meningkatkan produktivitas, memperluas akses pasar, dan mendukung keberlanjutan ekonomi lokal. Peralatan pirolisis konvensional yang tersedia di Lokasi Kegiatan dapat dilihat pada Gambar 1. berikut :



**Gambar 1.** Peralatan Pirolisis Konvensional untuk Pembuatan Asap Cair

Gambar 1. menunjukkan peralatan pirolisis konvensional dan sederhana yang ditemukan di sebuah industri rumahan di Desa Manunggal. Kapasitas dan kondisi peralatan tersebut masih belum memadai, sehingga produksinya tidak optimal dan berdampak pada pendapatan masyarakat setempat. Sehubungan dengan kondisi ini, Program Kemitraan Masyarakat akan mengembangkan Usaha Industri Rumahan (*Home Industry*) Asap Cair dan perizinannya, sehingga industri rumahan ini dapat berkembang lebih lanjut dan tentunya meningkatkan perekonomian masyarakat[4][2][5][6].

Kelapa merupakan komoditas pertanian yang termasuk dalam subsektor perkebunan dan memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia[7][8][9]. Dengan meningkatnya produksi kelapa, otomatis limbah cangkang kelapa juga dihasilkan dalam jumlah besar. Karena itu, limbah ini perlu diolah menjadi komoditas bernilai jual, salah satunya melalui produksi Asap Cair menggunakan metode pirolisis[10][11][5]. Salah satu keunggulan metode pirolisis dalam mengolah limbah padat cangkang kelapa adalah kemampuannya menghasilkan beberapa produk sekaligus, yaitu Asap cair, arang aktif, dan gas metana. Selain cangkang kelapa, bahan lain yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan Asap Cair antara lain kulit mete, sabut kelapa, limbah organik, dan berbagai material biomassa lainnya[12] [10]. Asap Cair merupakan hasil kondensasi uap yang dihasilkan dari pembakaran langsung maupun tidak langsung bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa, serta senyawa karbon lainnya. Selama proses pirolisis berlangsung, senyawa selulosa akan terurai menjadi karbonil, asam asetat, dan homolognya. Sementara itu, lignin akan menghasilkan fenol dan tar, sedangkan hemiselulosa akan membentuk furfural, furan, dan asam karboksilat. Manfaat Asap Cair sangat luas, terutama pada industri pangan, perikanan, kayu, dan perkebunan. Pada industri pangan dan perikanan, prinsip dasar penggunaan Asap Cair adalah sebagai bahan pengawet atau penambah daya simpan, sekaligus memberikan aroma dan rasa khas karena kandungannya yang bersifat antimikroba dan antioksidan. Pada industri kayu, Asap Cair bermanfaat untuk mencegah serangan rayap [6] [13][14].

Limbah padat cangkang kelapa memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomi karena mengandung kadar bahan organik yang cukup tinggi, yaitu  
E-ISSN 2807-2634

36,51% lignin, 33,61% selulosa, dan 19,27% hemiselulosa. Kandungan inilah yang menjadikan cangkang kelapa sangat cocok sebagai bahan dasar pembuatan Asap Cair[4][15][16]. Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan Usaha Home Industri Asap Cair milik masyarakat beserta perizinannya, sehingga usaha tersebut dapat tumbuh lebih jauh dan tentunya mampu meningkatkan perekonomian masyarakat. dengan upaya-upaya yang pernah dilakukan pihak lain. Artikel ini merupakan hasil pengabdian yang merupakan hilirisasi dari hasil penelitian, dapat berupa hasil penelitian sendiri maupun peneliti lain.

## 2. METODE

### 2.1. Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan berupa satu set reaktor pirolisis[17], sedangkan bahan yang digunakan adalah Tempurung Kelapa.

### 2.2. Lokasi

Kegiatan dilaksanakan di PO Keluarga, Desa Manunggal, Kecamatan Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang. Gambar 2. menunjukkan kegiatan yang berlangsung di PO Keluarga.



**Gambar 2.** Kegiatan di PO Keluarga (*Home Industry*)

### 2.3. Proses Pirolisis

Tempurung kelapa dikumpulkan, dikeringkan hingga kadar air kurang dari 12%, lalu dipotong menjadi ukuran  $\pm 8$  cm sebagai bahan baku pirolisis. Proses produksi dilakukan menggunakan reaktor pirolisis tertutup berbahan baja karbon berkapasitas 70 liter dengan sistem pemanas biomassa dan kondensor spiral stainless steel sepanjang 5–7 meter yang dialiri air untuk mempercepat pendinginan uap. Desain reaktor yang memiliki distribusi panas merata memungkinkan proses berlangsung stabil pada suhu  $650^{\circ}\text{C}$  selama 8 jam, sehingga menghasilkan vaporisasi yang optimal. Kapasitas produksinya lebih tinggi daripada metode tradisional karena volume reaktor lebih besar, efisiensi panas lebih baik, dan kondensor memiliki luas permukaan pendinginan yang lebih panjang sehingga meningkatkan laju pengembunan menjadi asap cair. Optimalisasi proses dilakukan melalui pengaturan laju pemanasan bertahap, kontrol aliran udara rendah untuk menjaga kondisi anaerob, serta peningkatan efisiensi kondensor, sehingga diperoleh asap cair dengan jumlah lebih besar, kualitas lebih konsisten, dan kadar tar lebih rendah [5].

### 2.4. Pengelolaan Izin Usaha

Nomor pendaftaran usaha dikelola melalui sistem OSS online ([www.oss.go.id](http://www.oss.go.id))



**Gambar 3.** Perizinan melalui sistem OSS secara online

#### 2.4. Kegiatan Pengabdian Masyarakat.

Metode kegiatan pengabdian ini dilaksanakan melalui pendekatan pengembangan Home Industri dan legalisasi usaha dengan melibatkan masyarakat secara aktif pada setiap tahap pelaksanaannya. Tahap awal dimulai dengan perancangan alat pirolisis untuk produksi asap cair berbasis tempurung kelapa. Pada tahap ini, perwakilan masyarakat berperan dalam proses identifikasi kebutuhan alat, uji coba rancangan, serta penentuan kapasitas produksi yang sesuai dengan kondisi dan kemampuan lokal. Setelah alat pirolisis selesai dikembangkan, dilakukan pendampingan teknis kepada kelompok masyarakat mengenai cara pengoperasian reaktor, prosedur produksi, serta teknik pengendalian mutu. Pendampingan ini bertujuan agar masyarakat tidak hanya berperan sebagai pengguna, tetapi juga memahami prinsip kerja alat dan mampu mengoperasikannya secara mandiri. Evaluasi keberhasilan kegiatan dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, evaluasi dilakukan melalui pengukuran volume asap cair yang dihasilkan per batch dan total produksi mingguan. Secara kualitatif, keberhasilan dinilai melalui observasi dan wawancara yang mencakup keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan alat, konsistensi penerapan prosedur produksi, serta pemahaman mengenai proses legalisasi usaha. Selain itu, analisis dampak juga mencakup aspek sikap, sosial budaya, dan ekonomi, seperti meningkatnya kesadaran masyarakat untuk memproduksi secara legal, bertambahnya partisipasi dalam kegiatan kelompok, serta meningkatnya pendapatan keluarga dari hasil penjualan asap cair. Seluruh data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kontribusi nyata kegiatan pengabdian ini terhadap pemberdayaan dan kemandirian ekonomi masyarakat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Asap Cair dari tempurung kelapa memiliki berbagai manfaat karena kandungan senyawa aktifnya. Senyawa fenol dan asam organik berperan sebagai antimikroba dan antioksidan, sehingga Asap Cair dapat digunakan sebagai pengawet makanan alami, misalnya untuk ikan, tahu, bakso, atau daging[18]. Penggunaan Asap Cair mampu mempertahankan kandungan protein dan lemak dalam bahan makanan, sekaligus memperpanjang umur simpan dengan mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan oksidasi[14]. Selain itu, Asap Cair juga berfungsi dalam pengendalian hama pertanian[19]. Penggunaan Asap Cair dari tempurung kelapa bersifat repelan sehingga hama dijauhkan tanpa merusak tanaman atau menimbulkan efek berbahaya[20][21][22]. Kegunaan ini telah direkomendasikan oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia, terutama dalam mendukung produksi pangan yang berkelanjutan. Asap Cair juga bermanfaat dalam pengolahan limbah. Senyawa yang terkandung dalam Asap Cair dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme, sekaligus mengurangi bau tidak sedap dari limbah tersebut. Hal ini menunjukkan potensi Asap Cair sebagai solusi ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah rumah tangga maupun industri. Hasil Pengabdian Masyarakat dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.





**Gambar 4.** Alat Pirolisis yang dirancang (a), Asap Cair Hasil Produksi (b), dan Nomor Induk Berusaha yang dihasilkan (c).

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dalam pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan Asap Cair menunjukkan hasil yang signifikan, baik pada aspek teknis, legalitas usaha, maupun dampaknya terhadap pemberdayaan masyarakat. Gambar 4 memperlihatkan tiga komponen kunci dari implementasi program ini, yaitu desain alat pirolisis yang digunakan (Gambar 4a), produk Asap Cair yang dihasilkan (Gambar 4b), serta Nomor Induk Berusaha (NIB) yang berhasil diterbitkan (Gambar 4c). Ketiga luaran ini merepresentasikan bahwa program tidak hanya bersifat edukatif, tetapi juga menghasilkan output nyata yang mendukung keberlanjutan usaha. Dari sisi legalitas, usaha produksi Asap Cair dari tempurung kelapa telah resmi terdaftar dengan Nomor Induk Berusaha (NIB) 2009240083095 Tahun 2024 yang diterbitkan melalui sistem OSS. Kepemilikan NIB ini menjadi pijakan penting bagi pelaku usaha karena membuka akses menuju pemasaran produk secara legal, meningkatkan kepercayaan konsumen, dan mempermudah proses administrasi terkait perizinan lanjutan. Dengan adanya legalitas yang jelas, usaha ini siap berkembang sebagai industri rumah tangga yang terstruktur, berorientasi pasar, dan berkelanjutan. Secara teknis, kegiatan ini berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan alat pirolisis serta memahami proses produksi Asap Cair. Alat pirolisis yang dirancang mampu mengonversi tempurung kelapa menjadi asap cair secara efektif, menghasilkan produk dengan karakteristik warna gelap, aroma asap khas, serta kandungan senyawa fenol dan asam organik yang relatif tinggi. Kehadiran senyawa aktif ini menjadi aspek kunci karena memberikan fungsi antimikroba dan antioksidan yang kuat. Dengan begitu, Asap Cair dapat digunakan sebagai pengawet makanan alami untuk produk seperti ikan, daging, tahu, hingga bakso. Selain manfaat di bidang pangan, produk asap cair juga menawarkan potensi besar dalam pertanian dan lingkungan. Pada sektor pertanian, asap cair dapat berfungsi sebagai agen pengendali hama yang aman karena sifatnya yang bersifat repelan tanpa meninggalkan residu kimia berbahaya. Sementara dari aspek lingkungan, produk ini dapat mempercepat dekomposisi limbah organik serta mengurangi bau, sehingga cocok diterapkan pada pengelolaan limbah rumah tangga maupun skala industri kecil.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini tidak hanya menghasilkan produk asap cair berkualitas, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan unit usaha legal berbasis pemanfaatan limbah tempurung kelapa. Transfer teknologi pirolisis dan pendampingan legalitas usaha memperlihatkan bahwa inovasi berbasis limbah organik mampu meningkatkan kapasitas teknis dan kemandirian ekonomi masyarakat. Meskipun demikian, pelaksanaan program menghadapi beberapa tantangan. Hambatan teknis muncul pada fase awal, khususnya dalam menjaga kestabilan suhu reaktor dan konsistensi proses produksi. Selain itu, akses pasar untuk produk asap cair masih memerlukan penguatan, terutama terkait standarisasi mutu dan strategi pemasaran. Tantangan ini memberikan perspektif lebih objektif mengenai proses adopsi teknologi oleh masyarakat. Dari aspek sosial dan ekonomi, peningkatan kompetensi masyarakat terlihat

melalui kemampuan mengoperasikan alat, partisipasi aktif dalam kelompok, dan bertambahnya pendapatan dari penjualan asap cair. Namun, tingkat adopsi teknologi bervariasi; sebagian masyarakat telah menerapkan produksi secara mandiri, sementara sebagian lainnya masih membutuhkan pendampingan lebih lanjut. Manfaat lingkungan juga menjadi aspek penting yang teridentifikasi. Pengolahan tempurung kelapa melalui pirolisis mengurangi limbah organik dan menyediakan alternatif ramah lingkungan sebagai pengganti bahan kimia sintetis. Hal ini menegaskan kontribusi program terhadap praktik produksi berkelanjutan. Walaupun asap cair memiliki potensi besar, penggunaannya tetap memerlukan penyesuaian dosis dan keterampilan teknis tertentu dalam proses produksi. Karena itu, dukungan pelatihan berkelanjutan menjadi kunci untuk menjamin keberlanjutan penerapan teknologi di tingkat masyarakat. Secara keseluruhan, program ini telah mencapai tujuan pemberdayaan melalui peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan partisipasi masyarakat. Analisis yang mencakup keunggulan, keterbatasan, tantangan implementasi, serta dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan menunjukkan bahwa program ini memberikan kontribusi signifikan dan berkelanjutan bagi komunitas sasaran.

#### **4. KESIMPULAN**

Program pengabdian masyarakat ini berhasil memproduksi asap cair berkualitas melalui proses pirolisis tempurung kelapa pada suhu 650°C selama 8 jam, menghasilkan produk dengan kandungan senyawa fenol dan asam organik yang bermanfaat sebagai pengawet alami, agen pengendali hama, dan akselerator dekomposisi limbah organik. Produk asap cair yang dihasilkan juga telah memperoleh legalitas usaha melalui NIB UD Keluarga (2009240083095 Tahun 2024), sehingga memiliki dasar yang kuat untuk dikembangkan sebagai industri rumah tangga yang sah dan berkelanjutan.

Kegiatan ini memberikan peningkatan signifikan pada pengetahuan, keterampilan teknis, serta kesiapan masyarakat dalam mengembangkan usaha berbasis limbah organik. Dampak ekonomi mulai terlihat melalui potensi peningkatan pendapatan dan terbentuknya unit usaha mandiri di tingkat komunitas. Selain itu, pemanfaatan limbah tempurung kelapa melalui teknologi pirolisis terbukti memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan lingkungan dan perbaikan ekonomi masyarakat.

Beberapa langkah strategis dapat dilakukan untuk memperkuat keberlanjutan program yakni : pengembangan dan perluasan pasar untuk produk asap cair, pelatihan lanjutan terkait standar mutu dan diversifikasi produk turunan, peningkatan akses teknologi untuk memperbaiki efisiensi produksi, serta fasilitasi pendanaan untuk skala usaha yang lebih besar sehingga akan dapat membantu masyarakat mengatasi kendala yang muncul selama implementasi dan mendorong pertumbuhan industri berbasis limbah organik yang lebih kompetitif.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi serta Rektor Universitas Tjut Nyak Dhien atas dukungan melalui kontrak DRTPM 2024 dengan nomor: 001/UTND.10/K.PkM/VII/2024.

#### **PENGUNAAN TEKNOLOGI BERBASIS KECERDASAN BUATAN (AI)**

Penulis menyatakan bahwa tidak ada penggunaan alat kecerdasan buatan (AI) yang digunakan dalam penulisan atau pengeditan manuskrip, dan tidak ada gambar yang dimanipulasi menggunakan AI.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sari, I. Royhan, D. Novea, and H. Praja, “Kualitas Hidup Pasien Hipertensi Tanpa Komplikasi di Daerah Puskesmas Medan Labuhan,” *Talent. Conf. Ser. Trop. Med.*, vol. 1, no. 2, pp. 374–380, 2018.
- [2] S. Sukamta and I. Indardi, “Peningkatan Kesejahteraan Ekonomi Pengerajin Arang Batok Kelapa Melalui Produksi Liquid Smoke Berkualitas Tinggi,” *Pros. Semin. Nas. Progr. Pengabd. Masy.*, no. level 1, pp. 1523–1531, 2022, doi: 10.18196/ppm.44.660.
- [3] M. Tohirin, I. Zulfikar, N. Nuraeni, and R. Husin, “Mendorong Usaha Kecil Pembuatan Arang Batok Di Kelurahan Campang Raya Kota Bandar Lampung,” *Pros. Semin. Nas. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 457–466, 2020, doi: 10.24967/psn.v1i1.865.
- [4] B. Afrah, M. Ihsan Riyadi, L. Cundari, F. Rizki, R. V. Ramadhanty, and E. Oktarinasari, “Potensi Pemanfaatan Asap Cair (Liquid Smoke) Menjadi Bio-Disinfectant dari Limbah Kayu Karet dan Kayu Akasia,” *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 13, no. 1, pp. 11–21, 2024, doi: 10.23887/jstundiksha.v13i1.66832.
- [5] Noza Alike Puteri;, D. AgusTriawan;, C. Banon;, and N. Ria, “Pembuatan dan Karakterisasi Asap Cair dari Kayu Batang Kopi (Coffea Sp) serta Aplikasinya sebagai Koagulan Lateks,” *Rafflesia J. Nat. Appl. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 268–276, 2024.
- [6] A. Ajiansah and R. Zurina, “Pengaruh Konsentrasi Asap Cair dan Umur Simpan terhadap Penurunan Bobot Telur, Kedalaman Rongga Udara, Kadar Bakteri Telur Itik Talang Benih,” *J. Inspirasi Peternak.*, vol. 4, no. 1, pp. 24–32, 2024.
- [7] R. Ariana, “Formulasi Pengembangan Usaha Arang Batok Kelapa Dengan Menggunakan Metode Pendekatan ABCD di Dusun Posong Lor, Desa Wringinanom, Kecamatan Kuripan, kabupaten Probolinggo,” *JMAS J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–23, 2016.
- [8] Reta. B.R, “Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa,Tongkol Jagung, dan Bambu Menggunakan Proses Slow Pyrolysis,” 2013.
- [9] B. D. Bayu Dwi, E. Eddiwan, and E. Efawani, “Pengaruh Pemberian Asap Cair Tempurung Kelapa dengan Dosis yang Berbeda terhadap Kepadatan Chlorella sp,” *South East Asian Water Resour. Manag.*, vol. 1, no. 2, pp. 23–28, 2024, doi: 10.61761/seawarm.1.2.23-28.
- [10] N. Nuryati, J. D. Jaya, and M. Meldayanoor, “Perancangan Dan Aplikasi Alat Pirolisis Untuk Pembuatan Asap Cair,” *J. Teknol. Agro-Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2016, doi: 10.34128/jtai.v2i1.20.
- [11] T. Turap, T. B. Merupakan, T. B. Lebih, and T. D. Turap, *Asap Cair Hasil Pirolisis Cangkang Pala dan Cangkang Kemiri*. 2017.
- [12] R. E. Putri, A. Kasim, Emriadi, and A. Asben, “Karakterisasi Kinerja Alat Pembuat Asap Cair Dari Biomassa Pertanian,” *Agrica Ekstensi*, vol. 12, no. 1, pp. 45–50, 2018.
- [13] Febi Islamia Madani, “Kombinasi Asap Cair dengan Ekstrak Buah Crescentia cujete Linn. dan Daun Calotropis gigantea Linn. Untuk Pengendalian Aphis gossypii pada Tanaman Cabai,” Universitas Hasanuddin, 2016.
- [14] P. M. Sari, O. Lisa, D. Andriani, R. Amadius, M. Putri, and A. Siregar, “Penerapan Asap Cair Tempurung Kelapa ( Liquid Smoke ) sebagai Bio- Insektisida pada Tanaman Kedelai di Aceh Barat,” *J. Abdi Masy. Indones.*, vol. 3, no. 5, pp. 1293–1296, 2023.
- [15] I. M. Patulak *et al.*, “Rendemen Asap Cair Grade 3 , Grade 2 dan Grade 1 dari Lima Jenis Tanaman yang Berbeda,” *Bul. LOUPE*, vol. 20, no. 01, pp. 36–41, 2024.
- [16] L. Silvia *et al.*, “Pemanfaatan Arang Batok Kelapa Sebagai Media Filter Air Untuk Media Pembelajaran di Jombang,” *J. Pengabd. ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, vol. 2, no. 2, p. 235, 2022, doi: 10.20527/ilung.v2i2.5871.
- [17] E. Misran, O. Bani, E. M. Situmeang, and A. S. Purba, “Banana stem based activated carbon as a low-cost adsorbent for methylene blue removal: Isotherm, kinetics, and reusability,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 61, no. 3, pp. 1946–1955, 2022, doi: 10.1016/j.aej.2021.07.022.

- [18] Z. A. Bilqis and S. Ikawati, "The Effectiveness of Grade C Coconut Shell Liquid Smoke Insecticide and Broflanilide Active Ingredient Insecticide Against *Plutella xylostella* L . ( Lepidoptera : Plutellidae ) on Cabbage Plants," *J. Trop. Plant*, vol. 6, no. 2, pp. 58–67, 2025.
- [19] J. T. Malikil Kudus Susalam, Taufiqurrahman, Ibran Eka Putra, Hapsah Rahayu Putri, "Socialization of Liquid Smoke to the Community as a Means of Preservation and," *J. Abdi Insa.*, vol. 12, no. 8, pp. 3966–3974, 2025.
- [20] W. Ira, S. Rejeki, F. Pertanian, U. H. Oleo, J. H. Perikanan, and U. H. Oleo, "Pengaruh Penggunaan Asap Cair Terhadap Sifat Sensori dan Komposisi Proksimat Abon Tuna Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*)," *J. Ris. Pangan*, vol. 3, no. 3, pp. 378–389, 2025.
- [21] F. Wijayanti and A. Oktasari, "Kualitas Asap Cair Kayu Pelawan dan Tempurung Kelapa dengan Pemurnian Destilasi Sederhana," *Akta Kim. Indones.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–16, 2024.
- [22] A. Alasmari, A. Alhejaili, H. Alharbi, M. Alzahrani, and T. Zughaibi, "Challenges and insights: Methamphetamine analysis in post-mortem putrefied human tissues in a hot climate," *Saudi Pharm. J.*, vol. 32, no. 3, p. 101990, 2024, doi: 10.1016/j.jsps.2024.101990.