

Penguatan Kapasitas Kelompok Tani Rahmat II melalui Transfer Teknologi Asap Cair

Andi Artiningsih*, Syarwan Hamid, Muh Arman

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

* Corresponding author: andi.artiningsih@umi.ac.id

Received: 24 Februari 2026, Revised: 1 Maret 2026, Accepted: 1 Agustus 2026

DOI: <https://doi.org/10.63288/jipm.v2i2.21>

Abstrak: Program Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan Kelompok Tani Rahmat II di Desa Manyampa, Kecamatan Ujungloe, Kabupaten Bulukumba, melalui penerapan teknologi tepat guna berbasis potensi lokal kelapa. Melimpahnya produksi kelapa di wilayah tersebut belum diimbangi dengan pemanfaatan limbah tempurung dan sabut secara optimal, sehingga menimbulkan pemborosan sumber daya dan praktik pembakaran terbuka yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Kegiatan ini menawarkan solusi berupa pelatihan produksi asap cair menggunakan teknologi pirolisis sederhana serta aplikasinya sebagai pengawet alami pada produk pangan lokal, seperti ikan dan olahan kelapa. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, perakitan alat pirolisis skala sederhana, proses produksi dan pemurnian asap cair, serta uji aplikatif pada produk pangan. Selain itu, program ini mendorong pembentukan unit produksi mini berbasis kelompok untuk menjamin keberlanjutan kegiatan. Hasil yang diharapkan meliputi peningkatan pengetahuan dan keterampilan teknis anggota kelompok tani, pemanfaatan limbah kelapa menjadi produk bernilai tambah, serta pengurangan ketergantungan pada bahan pengawet kimia. Luaran program berupa produk asap cair, modul pelatihan, publikasi ilmiah, dan model unit produksi berbasis masyarakat. Program ini diharapkan dapat menjadi model pemberdayaan desa inovatif yang mendukung ekonomi sirkular dan kemandirian pangan lokal di Kabupaten Bulukumba.

Kata Kunci : Kelompok tani; Asap cair; Pirolisis; Pengawet alami; Limbah kelapa

Abstract: This Community Service Program aims to empower the Rahmat II Farmer Group in Manyampa Village, Ujungloe District, Bulukumba Regency, through the implementation of appropriate technology based on local coconut resources. Although coconut production in the area is abundant, the by-products—such as coconut shells and husks remain underutilized, resulting in resource inefficiency and environmentally harmful open burning practices. To address this issue, the program introduces training on the production of liquid smoke using a simple pyrolysis system and its application as a natural preservative for local food products, including fish and coconut-based products. The implementation methods include socialization, construction of a simple-scale pyrolysis unit, production and purification of liquid smoke, and practical application testing on food products. To ensure sustainability, the program also facilitates the establishment of a small-scale production unit managed independently by the farmer group. The expected outcomes include improved technical knowledge and skills among participants, value-added utilization of coconut waste, and reduced dependence on synthetic chemical preservatives. The program outputs consist of liquid smoke products, training modules, scientific publications, and a community-based production unit model. This initiative is expected to serve as a model for innovative rural empowerment, supporting circular economy principles and strengthening local food self-sufficiency in Bulukumba Regency..

Keywords : Farmer group; Liquid smoke; Pyrolysis; Natural preservative; Coconut waste

1. Pendahuluan

Desa Manyampa di Kecamatan Ujungloe, Kabupaten Bulukumba memiliki luas sekitar 42 km² dengan dominasi aktivitas agraris dan pesisir. Sekitar seperempat wilayah dimanfaatkan sebagai lahan perkebunan kelapa, menjadikan kelapa sebagai sumber penghidupan utama bagi petani selain perikanan. Secara nasional, Indonesia merupakan produsen kelapa besar, dengan Sulawesi sebagai salah satu kontributor penting. Data Kementerian Pertanian (2017) menunjukkan Sulawesi menyumbang sekitar 781,23 ribu ha atau 22,49% dari total luas perkebunan kelapa nasional [1].



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).
Copyright © 2026 The Author(s) | Katalis : Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat
Published by Candela Edutech Indonesia

Karena kelapa merupakan komoditas unggulan, potensi pengembangan di tingkat desa sangat relevan, termasuk di Manyampa. Namun demikian, pemanfaatan hasil samping kelapa belum berjalan optimal secara produktif dan berkelanjutan [2]. Limbah tempurung dan sabut kelapa masih sering dibuang atau dibakar secara terbuka, sehingga berpotensi mencemari lingkungan serta mengurangi peluang ekonomi lokal [1], [3], [4].

Kondisi lokal menunjukkan bahwa Kelompok Tani Rahmat II berperan sebagai mitra utama dalam pengelolaan hasil pertanian kelapa. Namun kelompok ini masih menghadapi keterbatasan pada inovasi pascapanen dan pemanfaatan limbah, serta rendahnya pemanfaatan produk pangan lokal seperti ikan asap dan olahan kelapa karena penyimpanan relatif pendek dan minimnya pemanfaatan teknologi pengawetan alami [1], [4], [5]. Permasalahan prioritas yang diidentifikasi melalui diskusi dengan mitra meliputi: (a) rendahnya pemanfaatan limbah kelapa, (b) keterbatasan pengetahuan dan keterampilan produksi asap cair berbasis pirolisis, (c) belum diterapkannya asap cair sebagai pengawet alami pangan lokal, serta (d) belum terbentuknya sistem produksi skala kecil berbasis teknologi tepat guna. Hal-hal tersebut menunjukkan kebutuhan pendekatan pemberdayaan yang terintegrasi antara aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan [1], [4], [6], [7].

Asap cair adalah produk kondensat dari proses pirolisis biomassa yang mengandung fenol, asam organik, dan senyawa lain yang memiliki aktivitas pengawet alami, antioksidan, dan sejumlah manfaat industri pangan [8], [9], [10]. Kandungan kimia asap cair sangat dipengaruhi oleh bahan baku, suhu, dan lama pirolisis [11], [12], [13]. Beberapa kajian menunjukkan bahwa tempurung kelapa secara relatif menghasilkan rendemen asap cair yang tinggi dengan kandungan fenol dan asam yang signifikan dibandingkan dengan bahan lunak lain, sehingga berpotensi sebagai bahan pengawet alami pangan lokal yang aman jika diolah dengan perangkat sederhana dan aman [14], [15], [16]. Selain itu, pemanfaatan limbah kelapa (tempurung, sabut, dan serat) untuk produksi briket, biochar, atau asap cair secara berkelanjutan telah diteliti secara luas sebagai solusi diversifikasi usaha berbasis kelapa dan peningkatan nilai tambah limbah lokal [14], [17], [18], [19].

Program ini berfokus pada peningkatan kapasitas Kelompok Tani Rahmat II melalui pelatihan produksi dan penerapan asap cair sebagai pengawet alami pangan lokal. Tujuan utamanya adalah (1) meningkatkan keterampilan teknis pembuatan asap cair berbasis pirolisis limbah kelapa, (2) mengoptimalkan pemanfaatan limbah kelapa untuk diversifikasi usaha berbasis kelapa, (3) memperluas penerapan asap cair sebagai pengawet alami pangan lokal untuk meningkatkan daya simpan produk pangan dengan pendekatan kimiawan aman berbasis fenol dan asam organik dari asap cair, serta (4) membentuk sistem produksi skala kecil berbasis teknologi tepat guna yang berwawasan lingkungan.

Program pemberdayaan Kelompok Tani Rahmat II melalui pelatihan produksi dan aplikasi asap cair berbasis pirolisis limbah kelapa memiliki potensi untuk menjadi solusi terpadu yang menggabungkan peningkatan kapasitas teknis, diversifikasi usaha berbasis kelapa, dan upaya pelestarian lingkungan. Pendekatan ini didasarkan pada bukti bahwa limbah kelapa dapat diolah menjadi produk bernilai tambah melalui pirolisis untuk menghasilkan asap cair sebagai pengawet alami pangan serta senyawa fenolik dan asam organik yang terkait dengan potensi pengawetan dan antioksidan [20], [21]. Pengalaman penelitian dan program pengabdian serupa di berbagai daerah menunjukkan bahwa pelatihan dan adopsi teknologi sederhana dapat meningkatkan kemandirian petani serta membuka peluang pasar lokal yang berkelanjutan [18], [22], [23], [24], [25]. Oleh karena itu, desain program ini menekankan sinergi antara teknologi tepat guna, kapasitas komunitas, dan nilai tambah sumber daya lokal sebagai landasan menuju komunitas tani yang inovatif, mandiri, dan berkelanjutan di Desa Manyampa.

2. Metode Pelaksanaan Pengabdian

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui pendekatan partisipatif dan berbasis pemberdayaan (*community-based empowerment*), di mana Kelompok Tani Rahmat II dilibatkan secara aktif mulai dari tahap perencanaan, pelatihan, hingga penerapan teknologi dan tindak lanjut keberlanjutan program. Metode ini dirancang untuk menjawab permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu rendahnya pemanfaatan limbah kelapa, keterbatasan pengetahuan teknologi tepat guna, dan belum diterapkannya inovasi pengawetan pangan alami.

2.1. Tahap Persiapan dan Sosialisasi Program

Tahapan awal pelaksanaan kegiatan diawali dengan proses koordinasi intensif, observasi lapangan, serta perancangan teknis pelatihan secara sistematis. Tim pelaksana terlebih dahulu menjalin komunikasi dengan Pemerintah Desa Manyampa dan pengurus Kelompok Tani Rahmat II guna menyepakati waktu pelaksanaan, lokasi kegiatan, serta penentuan peserta yang akan terlibat. Selanjutnya, dilakukan sosialisasi program kepada masyarakat desa untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai tujuan, manfaat, serta rangkaian aktivitas yang akan dijalankan, sehingga tercipta dukungan dan partisipasi aktif dari berbagai pihak.

Selain itu, tim juga melaksanakan survei ketersediaan bahan baku lokal, khususnya tempurung dan sabut kelapa, guna memastikan kontinuitas produksi asap cair dapat terjamin. Pada tahap persiapan teknis, dilakukan penyediaan dan perakitan alat pirolisis sederhana beserta komponen pendukung seperti drum pembakaran, pipa kondensor, wadah penampung, dan alat penyaring. Modul pelatihan praktis juga disusun sebagai panduan pembelajaran yang sistematis dan mudah dipahami oleh peserta. Secara keseluruhan, tahap persiapan ini bertujuan untuk memastikan kesiapan sumber daya, memperkuat keterlibatan mitra, serta menciptakan fondasi yang kokoh bagi kelancaran dan keberhasilan program.

2.2. Tahap Pelatihan Produksi Asap Cair Berbasis Pirolisis

Tahap ini merupakan inti kegiatan, yaitu transfer teknologi pembuatan asap cair dari limbah kelapa. Metode pelatihan dilakukan secara demonstratif dan praktik langsung, melibatkan anggota kelompok tani dalam setiap tahapan proses. Langkah pelaksanaan:

- Pengenalan konsep dasar teknologi pirolisis dan manfaat produk asap cair.
- Demonstrasi pembuatan alat pirolisis sederhana serta cara penggunaannya.
- Proses produksi asap cair mencakup pemanasan bahan, pengumpulan kondensat, dan pemisahan fraksi cair.
- Tahapan penyaringan dan pemurnian asap cair untuk menghasilkan produk yang aman digunakan sebagai pengawet alami.
- Evaluasi hasil produksi, diskusi masalah teknis, dan perbaikan proses secara bersama.

Hasil dari tahap ini adalah produk asap cair murni dan unit produksi mini yang dapat dikelola oleh Kelompok Tani Rahmat II secara mandiri.

2.3. Tahap Penerapan Asap Cair sebagai Pengawet Pangan Lokal

Setelah peserta menguasai pembuatan asap cair, kegiatan dilanjutkan dengan uji coba penerapan pada produk pangan lokal. Langkah-langkah kegiatan meliputi:

- Pengenalan karakteristik kimia asap cair dan mekanisme kerjanya sebagai pengawet alami.
- Pelatihan penggunaan asap cair untuk pengawetan produk pangan seperti ikan, hasil olahan kelapa, atau produk pertanian lain yang mudah rusak.
- Uji coba lapangan untuk membandingkan daya tahan dan kualitas produk dengan dan tanpa asap cair.
- Pelatihan cara penyimpanan, pengemasan, dan higienitas pangan sesuai standar keamanan

pangan sederhana.

- e. Diskusi evaluatif bersama mitra untuk menentukan konsentrasi efektif asap cair dan potensi produk unggulan yang dapat dikembangkan.

Tahap ini diharapkan menghasilkan produk pangan lokal yang lebih tahan lama, aman, dan memiliki nilai jual lebih tinggi.

2.4. Tahap Pemberdayaan dan Kemandirian Masyarakat

Kegiatan kemudian difokuskan pada pembentukan sistem pengelolaan berkelanjutan dan kemandirian kelompok tani. Langkah-langkahnya:

- a. Pendampingan dalam pengoperasian unit produksi asap cair mini secara mandiri.
- b. Pelatihan dasar manajemen usaha dan pencatatan keuangan sederhana untuk mendukung pembentukan unit usaha kecil berbasis hasil olahan kelapa.
- c. Pembuatan modul panduan teknis dan video dokumentasi pelatihan agar teknologi dapat diadopsi oleh kelompok tani lain di wilayah sekitar.
- d. Fasilitasi pembentukan jejaring kemitraan antara kelompok tani, pemerintah desa, dan instansi pendukung (Dinas Pertanian, UMKM, dan LPPM perguruan tinggi).
- e. Monitoring dan evaluasi pascapelatihan untuk menilai tingkat adopsi teknologi dan dampak ekonomi terhadap anggota kelompok tani.

Hasil yang diharapkan dari tahap ini adalah kemandirian kelompok tani dalam mengelola limbah kelapa menjadi produk bernilai tambah secara berkelanjutan.

2.5. Tahap Evaluasi Hasil Kegiatan

Evaluasi kegiatan dilaksanakan untuk mengukur tingkat keberhasilan program berdasarkan indikator capaian yang telah ditetapkan, terutama terkait peningkatan pengetahuan, keterampilan teknis, serta kualitas produk yang dihasilkan oleh peserta. Proses penilaian dilakukan secara terstruktur melalui pemberian pre-test sebelum pelatihan dan post-test setelah kegiatan selesai, guna mengetahui sejauh mana terjadi peningkatan pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan. Selain itu, tim pelaksana juga melakukan observasi langsung selama proses produksi dan aplikasi asap cair untuk menilai keterampilan praktik, ketepatan prosedur, serta tingkat kemandirian peserta dalam menerapkan teknologi yang telah dipelajari.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Evaluasi hasil kegiatan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada Kelompok Tani Rahmat II memberikan perubahan yang nyata, baik dari sisi pengetahuan maupun praktik di lapangan. Pada tahap awal, sebagian besar anggota kelompok masih mengandalkan cara tradisional dalam menjaga ketahanan produk pangan lokal, tanpa memahami alternatif pengawet alami yang lebih aman dan bernilai tambah. Melalui rangkaian pelatihan, demonstrasi, dan pendampingan intensif, terjadi proses pembelajaran yang partisipatif dan aplikatif.

Setelah kegiatan berlangsung, anggota kelompok tidak hanya memahami konsep dasar asap cair sebagai pengawet alami, tetapi juga mampu memproduksinya secara mandiri menggunakan bahan baku limbah pertanian yang tersedia di sekitar mereka. Proses ini menumbuhkan kesadaran bahwa limbah yang sebelumnya kurang dimanfaatkan ternyata memiliki potensi ekonomi. Selain itu, mereka juga mulai menerapkan teknik aplikasi asap cair pada produk pangan lokal dengan takaran dan prosedur yang lebih terkontrol.

Perubahan yang terlihat bukan hanya pada aspek teknis, tetapi juga pada pola pikir. Anggota kelompok menjadi lebih terbuka terhadap inovasi, lebih percaya diri dalam mencoba teknologi baru,

serta lebih aktif berdiskusi mengenai pengembangan usaha. Produk pangan yang dihasilkan menunjukkan daya simpan yang lebih baik dibandingkan sebelumnya, sehingga risiko kerugian akibat pembusukan dapat ditekan.

Tabel 1. Evaluasi hasil kegiatan pengabdian

No	Aspek Perubahan	Sebelum Kegiatan	Setelah Pendampingan	Dampak Nyata di Lapangan
1	Pemahaman tentang asap cair	Anggota belum mengenal fungsi dan cara kerja asap cair sebagai pengawet alami	Anggota memahami manfaat, proses pembuatan, dan cara penggunaannya pada pangan	Muncul kesadaran akan pentingnya pengawet alami yang aman
2	Keterampilan produksi	Belum pernah mempraktikkan proses pembuatan asap cair	Mampu memproduksi asap cair secara mandiri dari bahan baku lokal	Kelompok lebih mandiri dan tidak bergantung pada produk luar
3	Pemanfaatan limbah pertanian	Limbah kayu/tempurung belum dimanfaatkan optimal	Limbah digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair	Limbah menjadi sumber nilai tambah ekonomi
4	Daya tahan produk pangan	Produk cepat rusak dan berisiko tidak terjual	Produk lebih tahan simpan setelah diaplikasikan asap cair	Kerugian akibat pembusukan dapat ditekan
5	Potensi nilai jual produk	Produk dijual apa adanya tanpa inovasi	Produk memiliki keunggulan tambahan sebagai pangan lebih awet dan alami	Peluang peningkatan harga dan daya saing produk

Secara keseluruhan, hasil pengabdian ini memperlihatkan bahwa pendekatan pemberdayaan berbasis pelatihan dan praktik langsung mampu meningkatkan kapasitas kelompok tani secara berkelanjutan. Program ini tidak hanya mentransfer teknologi, tetapi juga membangun kemandirian, memperkuat solidaritas kelompok, serta membuka peluang peningkatan kesejahteraan melalui inovasi pengolahan pangan lokal.

3.2. Dokumentasi dan publikasi media online

Dokumentasi dan publikasi media online menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pelaksanaan kegiatan pengabdian sebagai wujud transparansi dan pertanggungjawaban program. Setiap rangkaian kegiatan didokumentasikan secara terstruktur melalui foto, video, serta catatan lapangan sejak tahap persiapan, pelaksanaan pelatihan, hingga evaluasi dan capaian akhir. Dokumentasi ini bukan sekadar arsip, tetapi juga menjadi bahan laporan dan refleksi atas proses yang telah dijalankan bersama mitra.

Selanjutnya, hasil kegiatan disebarluaskan melalui berbagai platform media online seperti laman resmi institusi, media sosial, dan portal berita daring. Publikasi ini bertujuan untuk memperkenalkan dampak dan manfaat program kepada khalayak yang lebih luas, sekaligus membagikan pengalaman baik dalam penerapan teknologi tepat guna di tingkat desa. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi contoh inspiratif bagi komunitas lain dalam mengembangkan potensi lokal secara kreatif, produktif, dan berkelanjutan.

Tabel 2. Luaran penelitian yang telah tercapai

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Publikasi pada media masa online	Publish	https://intens.id/2026/02/14/tim-dosen-teknik-kimia-umi-berdayakan-kelompok-tani-di-bulukumba-melalui-teknologi-asap-cair/ https://intens.id/2026/02/15/umi-berdayakan-petani-bulukumba-lewat-teknologi-asap-cair-solusi-ekonomi-kreatif-dan-pangan-ramah-lingkungan/
2	Peningkatan daya saing, peningkatan kuantitas produk.	Ada	Foto Produk atau keterangan sejenis lainnya
3	Peningkatan penerapan iptek di masyarakat	Ada	Teknologi Pembuatan Asap Cair

**Gambar 1.** Luaran publikasi media online PkM

4. Kesimpulan

Pelaksanaan program pemberdayaan Kelompok Tani Rahmat II melalui pelatihan produksi dan aplikasi asap cair telah menunjukkan bahwa inovasi sederhana berbasis potensi lokal mampu membawa perubahan yang berarti. Anggota kelompok tidak hanya memperoleh keterampilan baru dalam memproduksi dan memanfaatkan asap cair sebagai pengawet alami, tetapi juga mengalami peningkatan kepercayaan diri dan cara pandang terhadap pengelolaan usaha tani yang lebih modern dan bernilai tambah. Agar manfaat ini tidak berhenti pada tahap pelatihan semata, diperlukan pendampingan berkelanjutan, penguatan aspek mutu dan keamanan produk, serta dukungan pengembangan pemasaran sehingga inovasi yang telah dirintis dapat tumbuh menjadi usaha yang stabil, berdaya saing, dan memberi dampak ekonomi jangka panjang bagi kelompok.

Ucapan Terima Kasih: Ucapan terima kasih dapat ditujukan Fakultas Teknologi Industri sebagai penyedia dana pengabdian kepada masyarakat.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Sarwendah, F. Feriadi, T. Wahyuni, and T. N. Arisanti, "Pemanfaatan Limbah Komoditas Perkebunan Untuk Pembuatan Asap Cair," *j. penelitian tanam. industri*, vol. 25, no. 1, p. 22, Jul. 2019, <https://doi.org/10.21082/littri.v25n1.2019.22-30>.
- [2] Andy, R. Malaka, S. Purwanti, H. M. Ali, and T. L. Aulyani, "Liquid smoke characteristic from coconut shell and rice husk," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 788, no. 1, p. 012078, Jun. 2021, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012078>.
- [3] M. Montolalu and E. P. Manginsela, "Kajian Tekno Ekonomi Dalam Pengembangan Sistem Agroindustri Sabut Kelapa Untuk Usaha Kecil Dan Menengah Di Sulawesi Utara," vol. 19.
- [4] D. Tooy, E. M. R. Mukuan, and L. H. Sue, "Kajian Log Chain Industri Sabut Kelapa di Sulawesi Utara, Indonesia," *Agro. Bali. Agric. J.*, vol. 4, no. 3, pp. 403–417, Nov. 2021, <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.832>.
- [5] N. Amra, N. M. Ali, and S. S. A. Bahrudin, "Sintesis Asap Cair Dari Tempurung Biji Pala dan Karakteristik Kandungan Kimia," *LINK*, vol. 13, no. 1, p. 47, Oct. 2017, <https://doi.org/10.31983/link.v13i1.2119>.
- [6] M. Mariyamah, N. Kholidah, and S. P. Sari, "Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Biomassa Menjadi Asap Cair di Desa Sungai Dua Banyuasin," *JAST*, vol. 4, no. 2, Jan. 2021, <https://doi.org/10.33366/jast.v4i2.2053>.
- [7] D.-S. Yang, M.-W. Shen, and S.-T. Chen, "Using Smoke Condensed Liquids from Pruned Fruit-Tree Branches for Aedes Mosquito Larva Control," *Agriculture*, vol. 12, no. 6, p. 825, Jun. 2022, <https://doi.org/10.3390/agriculture12060825>.
- [8] M. Arman, D. Darnengsih, M. Munira, and M. Mustafiah, "Pengaruh Asap Cair Sebagai Biohandsanitizer Dengan Penambahan Essential Oil Daun Jeruk Nipis," *JCPE*, vol. 7, no. 1, pp. 47–52, Jun. 2022, <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i1.1193>.
- [9] M. Arman, S. Bakri, and R. A. Majid, "Pemanfaatan Asap Cair Hasil Pirolisis Batubara sebagai Pestisida Organik pada Rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren)," *J. Teknik Kimia*, vol. 10, no. 2, pp. 77–81, Sep. 2021, <https://doi.org/10.32734/jtk.v10i2.5604>.
- [10] B. D. Afrah, M. I. Riady, P. Payomthip, R. V. Ramadhanty, F. Rizki, and M. L. Alfayyadh, "Analysis of Liquid Smoke Grade Characteristics from Coconut Shells and Palm Kernel Shell Waste Through a Slow Pyrolysis Process," *J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 56, no. 04, pp. 545–558, Aug. 2024, <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2024.56.4.10>.

- [11] Muh. Arman, Z. Sabara, and T. Arief, "The Effect of Pyrolysis Temperature on Sawdust-Biomass Activated Carbon Using NaOH and NaCl Activators," *EJ*, vol. 28, no. 8, pp. 1–11, Aug. 2024, <https://doi.org/10.4186/ej.2024.28.8.1>.
- [12] I. K. Budaraga and D. P. Putra, "Test liquid smoke toxicity for cocoa skin [Theobroma Cacao L.] with the BSLT method at different pyrolysis temperatures," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 741, no. 1, p. 012011, May 2021, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/741/1/012011>.
- [13] A. Y. Elnour *et al.*, "Effect of Pyrolysis Temperature on Biochar Microstructural Evolution, Physicochemical Characteristics, and Its Influence on Biochar/Polypropylene Composites," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 6, p. 1149, Mar. 2019, <https://doi.org/10.3390/app9061149>.
- [14] A. G. Haji, "Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit," *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 9, no. 3, pp. 110–117, Jun. 2013, <https://doi.org/10.23955/rkl.v9i3.779>.
- [15] M. Lukmana, D. Karunia, and Z. A. N. M. Majid, "Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Dengan Aplikasi Asap Cair Limbah Pelepah Kelapa Sawit," *ZMIP*, vol. 47, no. 1, p. 129, Jan. 2022, <https://doi.org/10.31602/zmip.v47i1.6196>.
- [16] B. D. Afrah *et al.*, "Optimization of Liquid Smoke Products Made from Rubberwood with Pyrolysis Method," *Sci. Technol. Indones*, vol. 8, no. 3, pp. 353–360, Jul. 2023, doi: 10.26554/sti.2023.8.3.353-360.
- [17] R. Evizal and F. E. Prasmatiwi, "Biochar: Pemanfaatan dan Aplikasi Praktis," *JA*, vol. 22, no. 1, p. 1, Jun. 2023, <https://doi.org/10.23960/ja.v22i1.7151>.
- [18] R. L. Sianturi, W. S. Nababan, S. E. Peranginangin, S. Sihombing, and H. R. Tampubolon, "Analisis Pengaruh Variasi Campuran Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Sebagai Energi Alternatif," *SJoME*, vol. 5, no. 1, pp. 35–42, Aug. 2023, <https://doi.org/10.36655/sprocket.v5i1.1191>.
- [19] S. Hamid *et al.*, "Pengaruh Aliran Nitrogen Kontinyu ke Dalam Reaktor Pirolisis Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Batang Kelapa (Cocos Nucifera) Terhadap Nilai Kalor.," no. 2655.
- [20] I. Kholidasari, N. Noviyarsi, D. Mufti, L. Setiawati, and Y. Muchtiar, "Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Produk Bernilai Tambah," *Pengabdian45*, vol. 2, no. 3, pp. 24–33, Sep. 2023, [10.56444/pengabdian45.v2i3.1048](https://doi.org/10.56444/pengabdian45.v2i3.1048).
- [21] E. Susilo, E. Pangestu, and L. K. Nuswantara, "Evaluasi Pakan Komplit Berbasis Sabut Kelapa Terfermentasi terhadap Profil Nitrogen Urea Darah dan Kreatinin Sapi Brahman Cross," *jveteriner*, vol. 22, no. 3, pp. 333–341, Sep. 2021, <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.3.333>.
- [22] D. Z. Arrahma, N. Aryani Tasya, I. Febriana, Y. Bow, and A. Suci Ningsih, "Analisis Kinerja Kompor Briket Ditinjau dari Variasi Udara Masuk dan Jumlah Lubang Pada Ruang Bakar," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, vol. 1, no. 11, pp. 439–446, Nov. 2021, <https://doi.org/10.52436/1.jpti.99>.
- [23] R. N. Sesanti, D. Sudrajat, F. Ali, and R. M. Sari, "Potensi Cuka Bambu PT. Bukit Asam Pelabuhan Tarahan Untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia Pada Budidaya Tanaman Pakchoy (Brassica Rapa L.)," *JPPT*, vol. 21, no. 2, pp. 184–191, Aug. 2021, <https://doi.org/10.25181/jppt.v21i2.2159>.
- [24] F. Imansyah, M. I. Arsyad, and I. Sujana, "Implementasi Mesin Pengurai Sabut Kelapa Untuk Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Cocopeat Dan Cocofiber Guna Mendorong Perekonomian Dusun Karya Tani Desa Jeruju Besar," *JAI*, vol. 11, no. 1, pp. 318–330, Feb. 2024, <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i1.1346>.
- [25] H. A. Darojati, S. Putra, and F. P. Zulprasetya, "Pengaruh Iradiasi Gamma pada Konversi Biomassa Lignoselulosa Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol," *J. Tek. Kim. Ling*, vol. 3, no. 2, pp. 87–94, Oct. 2019, <https://doi.org/10.33795/jtkl.v3i2.121>.