

MAKING LIQUID SMOKE FOR BIOPESTICIDE FROM SMALL YOUNG COCONUT "BUNGKAK" WASTE IN TAMBAWARAS TEMPLE, TABANAN, BALI.

Pembuatan Asap Cair Untuk Biopestisida Dari Sampah "Bungkak" Kelapa Muda Kecil di Pura Tambawaras, Penebel, Tabanan, Bali.

I Ketut Sardiana¹, I Wayan Nata Septiadi², Ni Made Witariadi³

¹Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Kampus Unud Bukit Jumbaran, Kuta Selatan, Badung 80361, Indonesia

²Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Unud Bukit Jumbaran, Kuta Selatan, Badung 80361, Indonesia

³Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Kampus Unud Bukit Jumbaran, Kuta Selatan, Badung 80361, Indonesia

Keywords:

liquid smoke,
biopesticides,
pyrolysis technology,
small young coconut
waste

ABSTRACT

Tambawaras temple is known as a sacred site for the Balinese ritual of self-purification (melukat). The ritual uses small young coconuts, called "bungkak," as a ritual offering. The increasing number of visitors has triggered a waste problem, as "bungkak" decays over time and is difficult to handle. This community service activity aims to address the problem of small young coconut "bungkak" waste through the application of pyrolysis technology into liquid smoke for biopesticides. The activity consists of several stages, namely: socialization, training, technology application, mentoring and, evaluation. The results of the activity show that the application of innovation and technology of simple pyrolysis tools has been able to process "bungkak" waste into liquid smoke for biopesticides. Target partners gave a positive response to the implementation of the activity, where 100% of partner members were present and actively participated in the counseling and training. The activity was also able to increase the level of partner empowerment, namely: as many as 80% of partner members have understood the importance of utilizing bungkak waste into liquid smoke for biopesticides. As many as 40% of participants were able and skilled in operating pyrolysis equipment, and as many as 10% were able to turn liquid smoke into biopesticides.

Kata Kunci:

asap cair,
biopestisida,
teknologi pirolisis,
limbah bungkak (kelapa
muda kecil)

ABSTRAKSI

Pura Tambawaras dikenal sebagai tempat suci untuk melakukan ritual melukat (pembersihan diri) di Bali. Ritual melukat menggunakan sarana upakara dari kelapa muda kecil yang disebut "bungkak". Seiring dengan meningkatnya jumlah pengunjung telah memicu permasalahan timbulan sampah karena "bungkak" lama lapuk dan sulit ditangani. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk menangani permasalahan sampah "bungkak" kelapa muda kecil melalui aplikasi teknologi pirolisis menjadi asap cair untuk biopestisida. Kegiatan terdiri dari beberapa tahap yaitu: sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, evaluasi dan monitoring. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa aplikasi inovasi dan teknologi alat pirolisis sederhana telah mampu mengolah sampah bungkak menjadi asap cair untuk biopestisida. Mitra sasaran memberikan respon positif terhadap pelaksanaan kegiatan, dimana 100% anggota mitra hadir dan aktif mengikuti penyuluhan dan pelatihan. Kegiatan juga mampu meningkatkan level keberdayaan mitra yaitu: sebanyak 80% anggota mitra telah memahami pentingnya pemanfaatan sampah bungkak menjadi asap cair untuk biopestisida. Sebanyak 40% peserta mampu dan terampil mengoperasikan alat pirolisis, dan sebanyak 10 % sudah mampu membuat asap cair menjadi biopestisida membuat asap cair menjadi biopestisida.

*Corresponding author: ksardiana69@gmail.com

Peer review under responsibility of Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat Univ. Amikom Yogyakarta.

©2025 Hosting by Universitas Amikom Yogyakarta. All rights reserved.

<https://doi.org/10.24076/swagati.2026v4i2.2798>

1. Pendahuluan

Pura Tambawaras secara geografis terletak di lereng sebelah selatan Gunung Batukaru, tepatnya di Desa Sangketan, Penebel, Tabanan [1]. Pura ini berada pada ketinggian sekitar 725 meter dari permukaan laut berjarak kurang lebih 35 kilometer dari Kota Denpasar. Selain sebagai objek wisata warisan budaya, pura ini juga merupakan bentuk wisata spiritual yang dapat dilihat dari namanya. Kata Tamba Waras berasal dari kata "tamba" dan "waras". "Tamba" berarti obat dan "waras" berarti sembuh [2]. Pura ini juga memiliki mata air yang diyakini oleh masyarakat sekitar digunakan untuk membersihkan/menyucikan diri. Oleh karena itu, kuil ini dikunjungi oleh banyak orang dan wisatawan yang tertarik untuk berkunjung atau melakukan wisata spiritual [3]. Wisatawan yang datang umumnya untuk mengikuti ritual *melukat* (menyucikan diri), yang diyakini dapat menyembuhkan penyakit baik medis maupun non-medis [4]. Ritual *melukat* bertujuan untuk membersihkan dan menyucikan seseorang dari dalam dan batin. *Melukat* berasal dari kata "lukat" dalam bahasa Kawi-Bali yang berarti membersihkan dan menyucikan [5]. Ritual *melukat* di Pura Tambawaras memerlukan sarana *upakara* (sesajen) yang terutama berasal dari *bungkak*. *Bungkak* atau dalam bahasa Indonesia disebut cengkir adalah buah kelapa muda kecil lebih muda dari degan untuk diambil airnya [6]. Jenis buah kelapa yang digunakan berasal dari jenis kelapa gading dan kelapa hijau.

Seiring dengan semakin banyaknya pengunjung atau wisatawan datang dan melakukan ritual *melukat* ke Pura Tambawaras, maka semakin banyaknya timbunan sampah *bungkak* yang dihasilkan. Sementara itu, belum ada upaya khusus untuk menangani masalah *bungkak* ini sehingga semakin menumpuk dan mengotori lingkungan pura. Selain itu, sampah *bungkak* atau cengkir termasuk bahan yang sulit melapuk dan sulit ditangani. Bila hal tersebut tidak segera ditangani akan berdampak negative terhadap kebersihan dan keasrian pura. Penanganan sampah *bungkak* ini menjadi semakin penting karena Pura Tambawaras direncanakan akan dikembangkan menjadi daya tarik wisata religi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah penumpukan sampah *bungkak* adalah melalui pengolahan sampah tersebut menjadi asap cair dengan teknologi pirolisis. Metode pirolisis merupakan proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa oksigen, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi gas [7]. Asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya [8]. Asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya [7].

Asap cair yang dihasilkan melalui proses pirolisis dari kulit buah kelapa menghasilkan berbagai senyawa yang

sangat beracun bagi serangga pemakan tumbuhan yakni, senyawa fenol 4,13%, karbonil 1,30% dan keasaman 10,2% [9]. Adanya kandungan senyawa-senyawa kimia di dalam asap cair tempurung kelapa dapat mematikan organisme pengganggu sehingga baik digunakan sebagai biopestisida [9]. Penelitian [10] melaporkan bahwa senyawa yang terkandung pada asap cair serabut kelapa muda adalah dedecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester sebanyak 33.058%. Biopestida sangat diperlukan oleh masyarakat di Desa Sangketan khususnya dan Kabupaten Tabanan pada umumnya, karena sebagai besar masyarakat bermata pencaharian dari pertanian padi.



Gambar 1. Timbunan Sampah *Bungkak* atau Cengkir (Kelapa Muda Kecil) di Pura Tambawaras

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan pengabdian kepada masyarakat alih teknologi pirolisis dalam mengolah sampah *bungkak* menjadi asap cair bahan biopestisida bagi pengurus pura Tambawaras dan masyarakat Desa Sangketan, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. Melalui kegiatan ini diharapkan masyarakat secara mandiri dapat menanggulangi permasalahan timbunan sampah *bungkak* atau cengkir sekaligus memperoleh manfaat ekonomi melalui produksi asap cair yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk biopestisida.

2. Metode Pelaksanaan

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui beberapa pendekatan, diantaranya: (1) Model analisis kebutuhan, yaitu kegiatan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan masyarakat; (2) Model *Participatory Rural Appraisal (PRA)*, yaitu melibatkan masyarakat dalam seluruh tahapan mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi; (3) model *Entrepreneurship Capacity Building (ECB)*, yaitu meningkatkan kapasitas masyarakat berwirausaha; dan (4) model *Teknologi Transfer (TT)*, yaitu aplikasi teknologi tepat guna [11]. Melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1) Sosialisasi kegiatan

Kegiatan pengabdian diawali dengan sosialisasi yang bertujuan untuk menjelaskan kepada mitra sasaran yaitu pengurus Pura Tambawaras serta pihak terkait seperti kepala desa, tokoh masyarakat dan pihak lainnya. Dalam

sosialisasi dibahas tentang tujuan dan bentuk kegiatan serta kesepakatan jadwal pelaksanaan kegiatan. Selain itu juga dibahas tentang arti penting pengolahan sampah bungkak tersebut bagi kebersihan dan kelestarian lingkungan pura.

2) Pelatihan

Kegiatan pelatihan ditujukan untuk meningkatkan keterampilan mitra sasaran dengan memberikan tutorial prosedur pengoperasian alat pirolisis, proses produksi asap cair dan biopestisida. Selain itu juga dilakukan pelatihan pengemasan dan pemasaran melalui media sosial. Penerapan teknologi reaktor pirolisis dalam pembuatan asap cair dan biopestisida.

3) Penerapan Teknologi

Penerapan teknologi dalam pembuatan *asap cair* adalah membuat rancang bangun reaktor pirolisis sederhana dalam proses pembakaran dan teknis operasional alat pirolisis. Suhu pembakaran (pirolisis) adalah kunci utama yang memengaruhi senyawa yang dihasilkan. Mitra sasaran diajarkan untuk membuat alat reaktor pirolisis agar digunakan dalam proses pembuatan asap cair agar menghasilkan asap cair untuk keperluan biopestisida dengan kualitas baik.

4) Pendampingan dan evaluasi

Tim pengabdian melakukan pendampingan dari perawatan dan operasional alat pirolisis, proses pembuatan *asap cair*, pengemasan produk, dan pemasaran produk. Pendampingan dilakukan selama 2 bulan dengan 2 kali kunjungan ke lapangan (lokasi mitra). Selain itu, juga dilakukan komunikasi secara daring (*video call*) apabila

mitra sasaran menemui kendala atau permasalahan. Untuk mengukur keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, tim pelaksana melakukan evaluasi dan monitoring di setiap tahapannya. Evaluasi dilakukan terhadap peningkatan keberdayaan mitra mencakup aspek pengetaun, keterampilan dan perkembangan serta tindak lanjut pengaplikasian teknologi dan inovasi yang dikembangkan diterapkan oleh mitra sasaran.

5) Keberlanjutan program

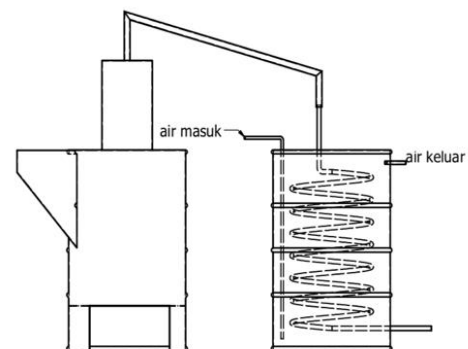
Kegiatan pengolahan sampah bungkak diharapkan tidak berhenti hingga kegiatan pengabdian selesai, melainkan dapat berkelanjutan. Untuk tujuan itu, tim pelaksana telah menginisiasi terbentuknya kelompok usaha pengolah *bungkak* menjadi asap cair untuk biopestisida, dikemas, dan dipasarkan sebagai sumber pendapatan bagi pengurus Pura.

3. Hasil dan Pembahasan

Karya utama dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah alat pirolisis sederhana untuk mengolah sampah *bungkak* atau cengkir (kelapa muda kecil) menjadi asap cair untuk biopestisida. Dalam proses ini, pengolahan limbah *bungkak* menjadi asap cair menggunakan alat yang disebut reaktor pirolisis (Gambar 2). Alat ini hasil rancang bangun mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Unud pada tahun 2022 yang terlibat dalam kegiatan pengabdian ini. Alat pirolisis merupakan modifikasi alat yang dilengkapi dengan kondensor dan satu tempat penampungan asap cair. Uap yang

terbentuk pada pembakaran sampah *bungkak* mengalir mengikuti pipa hingga ke alat pendingin, asap yang telah menjadi cair dari proses pendinginan akan keluar melalui pipa yang kemudian ditampung pada tempat penampungan. Hasil asap cair ini kemudian didiamkan selama 24 jam untuk mengendapkan tar [12].

Pembakaran dilakukan dengan tidak sempurna yakni hanya memakai oksigen dalam jumlah yang sedikit, oksigen ini hanya untuk memancing adanya api untuk membakar tempurung kelapa, saat api sudah menyala kemudian disekat. Pembakaran dilakukan dalam kurung waktu 4 jam perhari dengan suhu 400°C. Desain alat pirolisis disajikan pada Gambar 2, sedangkan proses pirolisis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Desain alat pirolisis



Gambar 3. Proses pirolisis dalam membuat asap cair untuk biopestisida

Alih teknologi pirolisis dalam menghasilkan asap cair pada masyarakat sasaran dilakukan melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan. Kegiatan dilakukan sebanyak 4 kali pertemuan langsung praktek di lokasi tentang operasional alat pirolisis. Selain itu juga dilakukan pelatihan pengemasan dan teknik pemasaran melalui media sosial (market place). Proses pembuatan asap cair diawali dengan pencacahan bahan, pengeringan dan pirolisis. Uraian tahapan pirolisis tersebut adalah sebagai berikut:

1) Pencacahan bahan

Bungkak yang akan digunakan untuk pembuatan asap cair adalah limbah dari kegiatan ritual *melukat* atau sarana ritual umat Hindu Bali yang terdapat di areal Pura Tambawaras, Penebel, Tabanan. Sampah *bungkak* masih

dalam bentuk kelapa muda kecil utuh yang telah diambil airnya. Sebelum diolah, *bungkak* dicacah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Proses pencacahan ini dimaksudkan untuk memperluas permukaan material, sehingga mempercepat proses pembakaran dan waktu yang diperlukan untuk mendapatkan asap cair lebih singkat [13][14]

2) Pengeringan

Bungkak yang sudah dicacah kecil-kecil dijemur di bawah sinar matahari langsung selama satu hari ($\pm$ 8 jam), bertujuan untuk mengurangi kadar air pada kulit *bungkak*. Tingkat kering *bungkak* dapat mempengaruhi rendemen dari asap cair yang akan dihasilkan [15], semakin tinggi kadar air bahan baku yang digunakan, maka kualitas asap cair yang dihasilkan akan menurun [13]. Menurut [15], pirolisis dengan bahan baku sabut kelapa muda dengan kadar air 20% menghasilkan asap cair yang terbaik dengan karakteristik rendemen 9,06%.

3) Proses Pirolisis

Bungkak yang sudah kering dimasukkan ke dalam alat pirolisis untuk dibakar. Pirolisis merupakan proses dekomposisi suatu bahan oleh panas tanpa menggunakan oksigen [16]. Pembakaran pada kegiatan ini dilakukan dengan tidak sempurna yakni hanya memakai oksigen dalam jumlah yang sedikit, oksigen ini hanya untuk memancing adanya api untuk membakar tempurung kelapa, saat api sudah menyala kemudian disekat. Proses pirolisis yang dilakukan pada pembuatan asap cair dari *bungkak* dilakukan selama 4 jam, pada suhu 150-200°C. Suhu yang tinggi pada proses pembakaran menghasilkan senyawa-senyawa dari 3 komponen yakni, selulosa, hemiselulosa dan lignin [7]. Asap akan keluar dari wadah dan masuk kondensor/ pendingin yang terendam dalam bak air (terkondensasi). Pada akhirnya mengeluarkan cairan hasil kondensasi yang ditampung dalam wadah. Proses pirolisis dihentikan jika sudah tidak ada lagi asap cair yang keluar setelah melalui pipa kondensor. Cairan yang diperoleh merupakan campuran heterogen antara asap cair dengan tar.

Menurut [17], asap cair dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu grade 1, grade 2, dan grade 3. Asap cair grade 3 Asap cair yang berwarna lebih gelap, merah dan kuning, baik digunakan sebagai pestisida karena masih banyak mengandung tar yang bersifat karsinogenik. serta bersifat sebagai anti jamur, anti bakteri [7]. Asap cair ini efektif untuk mengendalikan hama tanpa menyebabkan ledakan dan fitotoksisitas tanaman. Hama yang dapat dikendalikan oleh asap cair diantaranya : ulat grayak, penggerek, thrips, kutu, wereng dll dengan sifatnya yang menolak (repellent) bukan membunuh [12]

Dalam pengaplikasiannya, biopestisida ini harus diencerkan terlebih dahulu. Dosis penggunaan biopestisida asap cair adalah 75-100 ml per liter air dengan volume semprot 400-500 liter per hektar. Penyemprotan dilakukan secara berkala yang dilakukan pada semua bagian tanaman. Mortalitas biopestisida asap cair tempurung kelapa grade 3 meningkat seiring dengan penambahan jumlah konsentrasi larutan, [12] melaporkan bahwa pada konsentrasi larutan 7% menghasilkan mortalitas 88,89% pada ulat grayak.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat mendapat respon positif dari mitra, tercermin pada peran serta mitra yang cukup tinggi (Tabel 1), dimana kegiatan penyuluhan diikuti oleh 100% anggota mitra serta kegiatan dapat berjalan lancar dan sukses hingga akhir kegiatan. Faktor pendorong keberhasilan kegiatan diantaranya: topik kegiatan yang sangat sesuai dengan kebutuhan masyarakat, mitra sasaran merupakan pengurus Pura Tambawaras yang memiliki tanggungjawab dan kepedulian tinggi menjaga kelestarian lingkungan pura, dan dukungan kepala desa dan masyarakat desa yang tinggi terhadap program ini. Sedangkan faktor penghambat adalah wawasan kewirausahaan mitra sasaran yang sangat minim dan lebih mengutamakan kegiatan-kegiatan yang bersifat sosial sehingga pengembangan asap cair menjadi produk ekonomi sebagai sumber pendapatan tidak berjalan.

Hasil evaluasi setelah pelaksanaan kegiatan disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa sebanyak 80% anggota mitra telah memahami pentingnya pemanfaatan sampah *bungkak* menjadi asap cair untuk bio pestisida.

Tabel 1. Partisipasi dan peningkatan level keberdayaan Mitra sasaran

No	Kegiatan	Mitra	
		Jumlah	%
A	Kegiatan Penyuluhan		
1	Absensi/Kehadiran	20	100
	Memahami arti penting		
2	pengolahan sampah dan biopestisida	16	80
B	Pelatihan		
	Operasional alat pirolisis	8	40
4	Pembuatan biopestisida	2	10

Begitu juga dengan kegiatan pelatihan, 40% peserta sudah mampu atau terampil dalam mengoperasikan alat pirolisis dengan benar, dan sebanyak 10 % sudah mampu membuat asap cair menjadi biopestisida. Namun demikian, hingga 2 bulan pasca pelaksanaan kegiatan belum ada usaha mitra sasaran dalam mengemas dan memasarkan produk asap cair. Hasil evaluasi tersebut mengindikasikan perlu pendampingan yang lebih intensif dalam jangka waktu yang lebih lama.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *bungkak* sampah ritual *melukat* di Pura Tabawaras Desa Sangketan, Penebel, Tabanan Bali dapat diolah menjadi asap cair untuk biopestisida. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat telah berjalan baik dan membawa dampak nyata bagi masyarakat karena topik pengabdian sangat sesuai dengan kebutuhan mitra sasaran. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa masyarakat memberikan respon positif terhadap kegiatan pengabdian, tercermin pada partisipasi mitra yang tinggi, dimana

kegiatan penyuluhan diikuti oleh 100% anggota mitra, sebanyak 80% anggota mitra telah memahami pentingnya pemanfaatan sampah *bungkak* menjadi asap cair untuk biopestisida. Kegiatan pelatihan, 40% peserta sudah trampil mengoperasikan alat pirolisis, dan sebanyak 10 % sudah mampu membuat asap cair menjadi biopestisida.

Saran yang dapat disampaikan pada kegiatan pengabdian ini adalah perlu pendampingan yang lebih intensif dan waktu yang lebih lama dalam meningkatkan keberdayaan kewirausahaan masyarakat.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bidang Kemahasiswaan yang telah memberikan pembiayaan pelaksanaan kegiatan dan Kepala Desa Sangketan, Penebel, Tabanan yang telah memfasilitasi bagi terlaksananya kegiatan ini.

Pustaka

- [1] Pemerintah Desa Sangketan. 2015. Profil Desa Sangketan, Kecamatan Penebel Kabupaten Tabanan
- [2] Putra, I. M. R. M. K. ., Mudana, I. G. ., Oka, I. M. D. ., & Nova, M. (2022). Pura Luhur Tamba Waras: aspects of sustainable tourism and spiritual tourism. *International Journal of Green Tourism Research and Applications*, 4(2), 108–114. <https://doi.org/10.31940/ijogtra.v4i2.108-114>
- [3] Krishina, N. M. I., Astawa, I. N. T., & Yogantara, I. W. L. (2017). Eksistensi Pura Luhur Tambawaras di Desa Sangketan Kecamatan Penebel Kabupaten Tabanan. *Journal Penelitian Agama Hindu*, 110(9), 1689–1699
- [4] Indrayani, N. W. (2018). Panglukatan Sapta Gangga Sebagai Media Penyuluhan Agama Hindu di Pura Luhur Tambawaras Desa Sangketan Kecamatan Penebel Kabupaten Tabanan. *Jurnal Penelitian Agama Hindu*, 2(2), 578. <https://doi.org/10.25078/jpah.v2i2.663>
- [6] Edi Setiyanto. 2018. Leksikalisasi dan Fungsi Bagian-Bagian Pohon Kelapa: Aksara. Vol. 30 No. 2, Desember 2018
- [7] Fauziati., Priatni, A. & Adiningsih, Y. (2018). Pengaruh berbagai suhu pirolisis asap cair dari cangkang sawit sebagai bahan penggumpal lateks. *JRTI*, 12(2), 139–149. <https://doi.org/10.26578/jrti.v12i2.4248>
- [8] Sarwendah, M., Feriadi, F., Wahyuni, T., & Arisanti, T. N. (2019). Pemanfaatan limbah komoditas perkebunan untuk pembuatan asap cair. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 25(1), 22–30
- [9] Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto., dan Sudarmanto., 1996, Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa, *J. Ilmu dan Teknologi Pangan*, vol. 1, No.2: 15-24.
- [10] Ikhlas, Munawaroh, Siti; Riyani, Cica. 2024. Penetapan Kandungan Senyawa Organik Asap Cair Berbahan Limbah Kelapa (Tempurung dan Serabut kelapa Muda) Di Muara Teweh. *Jurnal Penelitian Agri Hatantring* Vol. 3 No. 2 (2024)
- [11] I Ketut Sardiana, Budi Rahayu Tanama Putri, I Gede Suranjaya, dan Ni Luh Ramaswati Purnawan. 2015. Pengembangan Kewirausahaan Di Universitas Udayana. *Majalah Aplikasi Ipteks Ngayah : Volume 6, Nomor 1, Juli 2015*
- [12] Ishak Isa, Wenny J.A Musa, Sity Wirid Rahman. 2019. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak
- [13] Maulina, S. dan Putri, F. S. (2017). Pengaruh suhu waktu dan kadar air bahan baku terhadap pirolisis serbuk pelepah kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(6), 35–40. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i2.1581>
- [14] Talib, D. A., Gunawan, S., & Husen, A. (2020). Pembuatan asap cair dengan sistem destilasi yang diaplikasikan pada produk ikan cakalang. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(1), 83–90. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.13.1.83-90>
- [15] Pamori, R., Efendi, R. & Restuhadi, R. (2015). Karakteristik asap cair dari proses pirolisis limbah sabut kelapa muda. *Sagu*, 2(14), 43–50. <http://dx.doi.org/10.31258/sagu.v14i2.3009>
- [16] Evahelda1 Rufti Puji Astuti1, Sitti Nurul Aini, Nurhadini. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa untuk pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis. *AGROMIX*, Volume 14 Nomor 2 (2023), Halaman 175-181
- [17] Kailaku, S. I., Syakir, M., Mulyawanti, I., & Syah, A. N. A. (2017, June). Antimicrobial activity of coconut shell liquid smoke. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 206, No. 1, p. 012050). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/206/1/012050>