

Pengembangan Biopestisida Asap Cair Berbasis Limbah Sabut Kelapa melalui Pendekatan Kewirausahaan Agribisnis: Studi Kelayakan Usaha di Kabupaten Bondowoso

¹Afia Zakir Maulida, ²Akbar Maulana Firmansyah

^{1,2} Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip, Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

Email : akbar_mf@polije.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengembangkan produk biopestisida asap cair berbahan baku limbah sabut kelapa serta menilai kelayakan usahanya melalui pendekatan kewirausahaan agribisnis. Kegiatan dilaksanakan di P4S Bintang Tani Sejahtera, Kabupaten Bondowoso, selama periode Praktik Kerja Lapangan (PKL) dengan metode partisipatif yang meliputi observasi, praktik langsung, wawancara, dan studi pustaka. Proses produksi dilakukan melalui teknologi pirolisis untuk menghasilkan asap cair grade 3 yang diaplikasikan sebagai biopestisida ramah lingkungan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan layak secara teknis untuk digunakan dalam pengendalian hama tanaman. Analisis kelayakan usaha menghasilkan R/C Ratio sebesar 1,25, ROI sebesar 2,09%, dan BEP yang berada di bawah kapasitas produksi aktual, sehingga usaha dinilai layak dikembangkan. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sabut kelapa mendukung prinsip ekonomi sirkular sekaligus memberikan nilai tambah bagi komoditas kelapa. Dengan demikian, program ini menghasilkan inovasi produk dan memberikan justifikasi empiris atas peluang pengembangan usaha berbasis limbah pertanian.

KataKunci : Biopestisida, Sabut Kelapa, Asap Cair, Kelayakan Usaha, Ekonomi Sirkular

ABSTRACT

This community service activity aimed to develop a liquid biopesticide product derived from coconut coir waste and to assess its business feasibility through an agribusiness entrepreneurship approach. The program was conducted at P4S Bintang Tani Sejahtera, Bondowoso Regency, during a field internship period using participatory methods, including observation, hands-on practice, interviews, and literature review. The production process employed pyrolysis technology to produce liquid smoke grade 3, which was applied as an environmentally friendly biopesticide. The results indicated that the product is technically feasible for pest control in crops. Business feasibility analysis showed an R/C ratio of 1.25, a return on investment (ROI) of 2.09%, and a break-even point (BEP) below the actual production capacity, indicating that the business is financially viable. Furthermore, this activity demonstrated that coconut coir waste supports circular economy principles while increasing the added value of coconut commodities. Therefore, the program not only produced an innovative product but also provided empirical justification for waste-based agribusiness development.

Keywords : biopesticide, coconut coir, liquid smoke, business feasibility, circular economy

PENDAHULUAN

Kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis di Indonesia dengan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional dan struktur agribisnis rakyat. Indonesia tercatat sebagai salah satu produsen kelapa terbesar di dunia dengan luas perkebunan mencapai lebih dari 3 juta hektar dan produksi sekitar 2,85 juta ton pada 2021, di mana sekitar 99% dikelola oleh petani kecil (Elfahmi et al., 2024). Data BPS menunjukkan bahwa produksi kelapa nasional masih tinggi, yakni 2.854,30 ribu ton pada

2023, sedangkan konsumsi domestik relatif terbatas, yaitu rata-rata 0,166 butir per kapita per minggu, sehingga menyisakan surplus biomassa yang belum dimanfaatkan optimal (BPS, 2024, 2026). Produk utama kelapa meliputi minyak kelapa mentah (CNO), kopra, air kelapa, dan santan (Alouw & Wulandari, 2020).

Limbah kelapa di Indonesia terdiri atas sabut, tempurung, air, dan ampas, di mana sabut dan tempurung menyumbang sekitar 47% dari total berat buah kelapa (Ihwan & Zulfhi Surya, 2019). Fraksi ini berpotensi diolah menjadi cocopeat, cocofiber, arang aktif, dan biofuel (Rahmatullah et al., 2023; Saputro et al., 2023). Pemanfaatan limbah tersebut mendukung ekonomi sirkular karena dapat menurunkan beban lingkungan sekaligus meningkatkan nilai ekonomi (Nurhidayati et al., 2022; Ristawati et al., 2025; Rusti et al., 2025; Saputro et al., 2023). Namun, pengolahan limbah sabut kelapa masih terkendala keterbatasan teknologi, infrastruktur, dan koordinasi antarpemangku kepentingan pada tingkat petani kecil (Kamil et al., 2024).

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan mengembangkan biopestisida asap cair berbasis sabut kelapa melalui pendekatan kewirausahaan agribisnis. Produk diuji melalui simulasi produksi, pengemasan, dan pemasaran untuk menilai kelayakan usaha berdasarkan indikator BEP, R/C Ratio, dan ROI. Pendekatan ini diharapkan memberikan model usaha yang aplikatif, ekonomis, dan berpotensi direplikasi di tingkat lokal, khususnya di Bondowoso.

METODE PELAKSANAAN

Metode Pembuatan Biopestisida Asap Cair Berbasis Sabut Kelapa

Metode pembuatan biopestisida dalam kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan teknologi sederhana berbasis pirolisis sabut kelapa untuk menghasilkan asap cair (*liquid smoke*) sebagai bahan aktif pengendali hama. Sabut kelapa dipilih sebagai bahan baku utama karena mengandung senyawa bioaktif seperti fenol, karbonil, asam organik, lignin, dan selulosa yang berpotensi sebagai agen antimikroba dan insektisida alami (Malvini & Nurjismi, 2019). Produk yang dihasilkan difokuskan pada asap cair grade 3 yang memiliki kandungan senyawa fenolik dan antiseptik lebih tinggi sehingga sesuai untuk aplikasi biopestisida (Jenita et al., 2019).

Alat yang digunakan dalam proses produksi meliputi unit pirolisis yang terdiri atas tabung pembakaran, pipa kondensor, dan tabung kondensator; timba penampung berkapasitas 20 liter; jerigen 5 liter; gelas ukur 1 liter; corong plastik; gayung; dan argo sebagai alat angkut sabut kelapa kering. Bahan yang digunakan meliputi sabut kelapa tua yang telah mengering, air sebagai media pendingin dalam proses kondensasi, serta korek api gas sebagai sumber panas. Tenaga kerja yang terlibat adalah operator yang mampu menjalankan seluruh proses, mulai dari persiapan bahan hingga penanganan hasil produksi.

Proses produksi dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap awal adalah persiapan alat dan bahan, dilanjutkan dengan penjemuran sabut kelapa selama kurang lebih 6 jam untuk menurunkan kadar air dan mempermudah proses pembakaran. Sabut kemudian dipotong menjadi bagian lebih kecil agar luas permukaan meningkat dan lebih mudah dimasukkan ke dalam alat pirolisis.

Tahap berikutnya adalah pirolisis, yaitu pemanasan sabut kelapa pada suhu sekitar 300°C dalam kondisi tertutup dengan suplai oksigen yang sangat terbatas. Proses ini menghasilkan asap yang dialirkan melalui pipa kondensor untuk didinginkan dan dikondensasikan menjadi cairan. Proses berlangsung sekitar 48 jam dan memerlukan pengawasan intensif agar suhu tetap stabil dan produksi asap tidak terhenti. Dari proses tersebut diperoleh asap cair grade 3 sebanyak ± 10 liter.

Produk biopestisida yang dihasilkan diaplikasikan dengan cara pengenceran, yaitu 55 cc asap cair dicampurkan ke dalam 16 liter air atau setara dengan satu tangki semprot.

Aplikasi dilakukan sesuai tingkat serangan hama pada tanaman, dan waktu penyemprotan yang disarankan adalah pada pagi hari sebelum pukul 09.00.

Metode Analisis Prototipe Usaha dan Kelayakan Usaha

Analisis usaha dalam kegiatan pengabdian ini dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi produk biopestisida asap cair berbahan baku sabut kelapa melalui simulasi kewirausahaan berbasis produksi nyata. Analisis ini mencakup aspek biaya, penerimaan, serta indikator kelayakan usaha yang umum digunakan dalam agribisnis, yaitu *Break Even Point* (BEP), *Revenue Cost Ratio* (R/C Ratio), dan *Return on Investment* (ROI).

Pendekatan kewirausahaan digunakan sebagai kerangka implementatif untuk menilai kemampuan produk dalam menciptakan nilai ekonomi. Kewirausahaan dipahami sebagai kemampuan inovatif dan kreatif dalam mengelola sumber daya untuk menghasilkan nilai tambah serta keberanian dalam menghadapi risiko usaha (Firmansyah & Roosmawarni, 2019; Mahanani et al., 2026). Dalam konteks ini, produk biopestisida yang dihasilkan tidak hanya diuji secara teknis, tetapi juga secara ekonomi melalui simulasi produksi dan pemasaran.

Analisis biaya dilakukan dengan mengelompokkan biaya menjadi biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Biaya tetap dihitung melalui metode penyusutan peralatan berdasarkan nilai perolehan, umur ekonomis, dan nilai sisa, sehingga diperoleh biaya penyusutan per satu kali produksi. Sementara itu, biaya variabel meliputi bahan baku utama, bahan pendukung, dan tenaga kerja langsung. Total biaya produksi merupakan penjumlahan antara biaya tetap dan biaya variabel dalam satu siklus produksi.

Selanjutnya, analisis penerimaan dihitung berdasarkan jumlah produk yang dihasilkan dikalikan dengan harga jual per unit. Hasil perhitungan ini digunakan untuk memperoleh laba bersih sebagai selisih antara total penerimaan dan total biaya.

1. **Break Even Point (BEP)**

BEP digunakan untuk mengetahui titik impas usaha, baik dalam bentuk jumlah produksi maupun harga jual. BEP produksi dihitung dengan membandingkan total biaya terhadap harga jual per unit, sedangkan BEP harga diperoleh dari perbandingan total biaya dengan total produksi (Arnold et al., 2020).

2. **Revenue Cost Ratio (R/C Ratio)**

R/C Ratio digunakan untuk menilai efisiensi usaha dengan membandingkan total penerimaan terhadap total biaya. Kriteria kelayakan menunjukkan bahwa usaha dinyatakan layak apabila nilai R/C lebih dari 1 (Ahlia et al., 2025; Wise, 1983).

3. **Return on Investment (ROI)**

ROI digunakan untuk mengukur tingkat pengembalian investasi dari total aset yang digunakan dalam proses produksi. ROI dihitung sebagai perbandingan antara laba bersih terhadap total aset, yang dinyatakan dalam persentase (Ahlia et al., 2025; Mashimba, 2018).

Melalui pendekatan ini, kelayakan usaha tidak hanya dinilai dari aspek keuntungan, tetapi juga dari efisiensi biaya, tingkat pengembalian investasi, serta kemampuan usaha untuk mencapai titik impas. Dengan demikian, metode ini memberikan dasar yang komprehensif dalam menilai potensi pengembangan biopestisida berbasis limbah sabut kelapa sebagai model kewirausahaan agribisnis berbasis masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dalam skema integrasi dengan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) mahasiswa yang berlangsung selama satu semester, yaitu pada periode 1 Maret hingga 30 Juni 2025 dengan total durasi 768 jam. Lokasi

kegiatan berada di P4S Bintang Tani Sejahtera, Desa Karang Melok, Kecamatan Tamanan, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.

P4S Bintang Tani Sejahtera merupakan lembaga pelatihan pertanian berbasis masyarakat yang berfokus pada pengembangan pertanian organik, termasuk produksi pupuk organik dan pestisida hayati. Kondisi ini menjadikan lokasi tersebut relevan sebagai tempat implementasi kegiatan pengabdian berbasis pengolahan limbah pertanian dan kewirausahaan agribisnis.

B. Peserta

Peserta kegiatan terdiri atas mahasiswa peserta PKL serta anggota kelompok tani dan pengelola P4S Bintang Tani Sejahtera. Kegiatan juga melibatkan pembimbing lapang, yaitu pimpinan P4S, yang berperan sebagai fasilitator dalam proses transfer pengetahuan dan pendampingan teknis. Keterlibatan mitra secara aktif mencerminkan pendekatan partisipatif dalam pelaksanaan pengabdian masyarakat.

C. Persiapan

Tahap persiapan dilakukan pada awal kegiatan PKL untuk memastikan kesiapan teknis dan operasional. Kegiatan persiapan meliputi koordinasi dengan pihak P4S Bintang Tani Sejahtera, pengenalan lingkungan kerja, identifikasi potensi limbah sabut kelapa sebagai bahan baku utama, persiapan alat dan bahan produksi, serta pengumpulan data awal melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka.

1. Koordinasi dengan pihak P4S Bintang Tani Sejahtera terkait pelaksanaan kegiatan dan identifikasi kebutuhan mitra.
2. Pengenalan lingkungan kerja dan sistem produksi, termasuk kegiatan pertanian organik yang telah berjalan.
3. Identifikasi potensi limbah sabut kelapa sebagai bahan baku utama biopestisida.
4. Persiapan alat dan bahan produksi, khususnya unit pirolisis dan perlengkapan pendukung.
5. Pengumpulan data awal melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka.

Tahap ini menjadi dasar dalam merancang intervensi kegiatan yang berbasis kebutuhan lapangan.

D. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif dan aplikatif yang terdiri atas praktik lapang, observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Pendekatan ini digunakan untuk menghasilkan data yang komprehensif sekaligus memastikan keterlibatan aktif mitra dalam seluruh proses kegiatan.

1. Praktik lapang, yaitu keterlibatan langsung dalam proses produksi biopestisida.
2. Observasi, untuk mengidentifikasi kondisi produksi dan potensi pengembangan usaha.
3. Wawancara, untuk memperoleh informasi dari pengelola dan tenaga kerja.
4. Dokumentasi, berupa pencatatan dan pengambilan gambar kegiatan.
5. Studi pustaka, untuk mendukung landasan teoritis kegiatan.

Pendekatan ini bertujuan menghasilkan data yang komprehensif sekaligus memastikan keterlibatan aktif mitra.

E. Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap selama periode PKL, mulai dari pengenalan lingkungan kerja, produksi biopestisida, pendampingan teknis, simulasi kewirausahaan, hingga evaluasi kelayakan usaha.

1. Pengenalan dan Adaptasi Lingkungan Kerja

Kegiatan diawali dengan pengenalan profil P4S, sistem kerja, dan kegiatan produksi yang berlangsung, termasuk pembuatan pupuk organik dan pestisida

Pengembangan Biopestisida Asap Cair Berbasis Limbah Sabut Kelapa melalui Pendekatan Kewirausahaan Agribisnis: Studi Kelayakan Usaha di Kabupaten Bondowoso

alami. Tahap ini bertujuan agar mahasiswa memahami konteks operasional mitra sebelum terlibat langsung dalam proses produksi.

2. Produksi Biopestisida Asap Cair

Mahasiswa dan mitra terlibat langsung dalam proses pembuatan biopestisida berbahan baku sabut kelapa melalui metode pirolisis, mulai dari persiapan bahan hingga pengemasan produk.



Gambar 2. Tahapan proses produksi biopestisida asap cair berbahan baku sabut kelapa: (a) bahan baku sabut kelapa; (b) proses pirolisis dalam reaktor; (c) kondensasi asap menjadi cairan; (d) produk asap cair hasil kondensasi.

3. Pendampingan Teknis Produksi

Dilakukan pendampingan terkait prosedur operasional, pengendalian proses produksi, serta pemanfaatan produk pada budidaya tanaman.

4. Simulasi Kewirausahaan

Produk yang dihasilkan digunakan dalam simulasi usaha, meliputi:

- penentuan harga jual;
- pengemasan produk;
- uji pemasaran terbatas.

5. Evaluasi Kelayakan Usaha

Evaluasi dilakukan dengan menganalisis indikator ekonomi usaha seperti BEP, R/C Ratio, dan ROI berdasarkan data produksi dan penjualan yang diperoleh selama kegiatan.

F. Jadwal Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan secara rutin setiap hari kerja (Senin–Sabtu) dengan pembagian waktu sebagai berikut:

- 06.30–07.00 : Persiapan kegiatan
- 07.00–12.00 : Pelaksanaan kegiatan lapang
- 13.00–16.00 : Lanjutan kegiatan produksi
- 19.00–21.00 : Diskusi dan evaluasi (Selasa dan Jumat)

G. Hasil Produksi Biopestisida Asap Cair

Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa limbah sabut kelapa dapat diolah menjadi produk biopestisida cair melalui proses pirolisis. Dalam satu siklus produksi menggunakan 100 kg sabut kelapa, diperoleh sekitar 10 liter asap cair grade 3 dengan waktu produksi sekitar 48 jam. Produk yang dihasilkan memiliki karakteristik sebagai biopestisida alami dengan kandungan senyawa aktif yang berpotensi menghambat perkembangan hama tanaman.

Secara aplikatif, produk digunakan dengan dosis 55 cc per 16 liter air dan disemprotkan pada tanaman sesuai tingkat serangan hama. Hal ini menunjukkan bahwa produk tidak hanya berhasil dikembangkan secara teknis, tetapi juga memiliki standar penggunaan yang operasional di tingkat petani.

Analisis Biaya dan Pendapatan

Berdasarkan hasil perhitungan biaya produksi, total biaya dalam satu kali produksi terdiri atas biaya variabel sebesar Rp356.000 dan biaya tetap (penyusutan alat) sebesar Rp43.480,92, sehingga total biaya produksi mencapai Rp399.480,92.

- Biaya variabel: Rp 356.000
- Biaya tetap (penyusutan alat): Rp 43.480,92
- Total biaya produksi: Rp 399.480,92

Dengan asumsi harga jual sebesar Rp50.000 per liter, total penerimaan dari hasil produksi sebesar Rp500.000. Dengan demikian, diperoleh laba bersih sebesar Rp100.519,08 dalam satu siklus produksi.

Analisis Kelayakan Usaha

1. Break Even Point (BEP)

Hasil analisis menunjukkan bahwa:

- BEP produksi = 7,98 liter
- BEP harga = Rp 39.948,09/liter

Artinya, usaha akan mencapai titik impas apabila mampu memproduksi minimal 7,98 liter dari total produksi 10 liter. Dengan realisasi produksi yang melebihi titik impas, usaha berada pada kondisi menguntungkan.

Dari sisi harga, harga jual aktual (Rp50.000 per liter) berada di atas BEP harga, sehingga margin keuntungan masih tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa struktur harga yang diterapkan cukup aman terhadap fluktuasi biaya produksi.

2. Revenue Cost Ratio (R/C Ratio)

Nilai R/C Ratio yang diperoleh sebesar 1,25, yang berarti setiap pengeluaran Rp1 menghasilkan penerimaan sebesar Rp1,25.

Nilai ini menunjukkan bahwa usaha berada pada kondisi efisien dan layak secara finansial, karena nilai R/C > 1 merupakan indikator utama kelayakan usaha dalam analisis agribisnis.

3. Return on Investment (ROI)

Hasil analisis ROI menunjukkan nilai sebesar 2,09% per siklus produksi. Nilai ini mengindikasikan bahwa usaha menghasilkan pengembalian positif terhadap total aset yang digunakan.

Meskipun nilai ROI relatif kecil, hal ini masih dalam batas wajar untuk usaha skala awal berbasis limbah dengan teknologi sederhana. Dalam konteks pengabdian masyarakat, nilai ini menunjukkan bahwa usaha memiliki potensi berkembang apabila dilakukan peningkatan skala produksi dan efisiensi operasional.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa pengolahan limbah sabut kelapa menjadi biopestisida cair tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga memiliki prospek ekonomi yang positif. Temuan ini memperkuat konsep ekonomi sirkular, di mana limbah pertanian dikonversi menjadi produk bernilai tambah yang mendukung keberlanjutan lingkungan dan peningkatan pendapatan masyarakat.

Namun demikian, terdapat beberapa kendala utama yang ditemukan di lapangan, yaitu:

1. waktu produksi yang relatif lama (± 48 jam);
2. keterbatasan adopsi teknologi oleh masyarakat; dan
3. belum adanya sistem pelabelan dan pemasaran yang optimal.

Kendala tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan usaha tidak hanya ditentukan oleh aspek produksi, tetapi juga oleh faktor hilirisasi, terutama pada aspek pemasaran dan branding produk. Oleh karena itu, penguatan kapasitas kewirausahaan masyarakat menjadi faktor kunci dalam pengembangan usaha ini.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan melalui integrasi dengan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di P4S Bintang Tani Sejahtera menunjukkan bahwa limbah sabut kelapa memiliki potensi signifikan untuk dikembangkan menjadi produk bernilai tambah berupa biopestisida asap cair. Proses produksi melalui metode pirolisis terbukti dapat menghasilkan produk yang aplikatif dalam pengendalian hama tanaman dan mendukung prinsip ekonomi sirkular.

Dari aspek ekonomi, hasil analisis menunjukkan bahwa usaha biopestisida asap cair layak untuk dikembangkan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai R/C Ratio sebesar 1,25 yang mengindikasikan efisiensi usaha, serta ROI sebesar 2,09% yang menunjukkan adanya pengembalian investasi yang positif. Selain itu, nilai *Break Even Point* (BEP) berada di bawah kapasitas produksi aktual, sehingga usaha berada pada kondisi menguntungkan. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berhasil menghasilkan produk inovatif, tetapi juga mampu memberikan justifikasi empiris terhadap kelayakan usaha berbasis pemanfaatan limbah pertanian.

SARAN

Berdasarkan hasil kegiatan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Skala Produksi
Diperlukan peningkatan efisiensi proses produksi, khususnya dalam mengurangi waktu pirolisis yang relatif lama, sehingga kapasitas produksi dapat ditingkatkan dan biaya operasional dapat ditekan.
2. Penguatan Aspek Hilirisasi Produk
Perlu dilakukan pengembangan pada aspek pengemasan, pelabelan, dan branding produk agar memiliki daya saing yang lebih tinggi di pasar, serta meningkatkan kepercayaan konsumen.

3. Peningkatan Kapasitas Kewirausahaan Mitra
Pendampingan lanjutan dalam manajemen usaha, pemasaran, dan akses pasar perlu dilakukan untuk memastikan keberlanjutan usaha yang telah dirintis.
4. Pengembangan Riset Lanjutan
Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan formulasi biopestisida, termasuk uji efektivitas terhadap berbagai jenis hama serta standarisasi kualitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlia, I. S., Sitompul, F. K., & Wijaya, I. (2025). Analisis Break Even Point Dengan Sensitivitas Harga Pada Usaha Budidaya Tanaman Nilam. *Balance: Jurnal Akuntansi Dan Manajemen*, 4(2), 1194–1203.
- Alouw, J. C., & Wulandari, S. (2020). Present status and outlook of coconut development in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012035>
- Arnold, P. W., Nainggolan, P., & Damanik, D. (2020). Analisis Kelayakan Usaha dan Strategi Pengembangan Industri Kecil Tempe di Kelurahan Setia Negara Kecamatan Siantar Sitalasari. *Jurnal Ekuilnomi*, 2(1). <https://doi.org/10.36985/ekuilnomi.v2i1.349>
- BPS. (2024). *Produksi perkebunan rakyat menurut jenis tanaman (ribu ton), 2023*.
- BPS. (2026). *Rata-rata konsumsi per kapita seminggu beberapa macam bahan makanan penting, 2007–2023*.
- Elfahmi, M., Sutiarto, L., Purwadi, D., & Machfoedz, M. M. (2024). Development of Integrated Coconut Agroindustry from a Circular Economy Perspective: A Literature Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1364(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012001>
- Firmansyah, M. A., & Roosmawarni, A. (2019). *Kewirausahaan (Dasar dan konsep)*. Penerbit Qiara Media.
- Ihwan, K., & Zulfi Surya, R. (2019). Analisa Potensi Pengembangan Energi Alternative Berbasis Limbah Kelapa Di Kabupaten Indragiri Hilir. *JUTI UNISI*, 3(2), 27–31. <https://doi.org/10.32520/juti.v3i2.840>
- Jenita, J., Anggraini, A. S., & Yuniningsih, S. (2019). Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, dan Bambu Menggunakan Proses Slow Pyrolysis. *EUREKA: Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 3(1), 42–49.
- Kamil, I., Rosimah, S., Rohmana, R., & Mayasari, N. Z. (2024). Communication Barriers to Sustainable Utilization of Coconut Waste in Gedebage Main Market Bandung. *Amalee: Indonesian Journal of Community Research and Engagement*, 5(1), 171–182. <https://doi.org/10.37680/amalee.v5i1.4074>
- Mahanani, R. S., Muniruzzaman, M. F., & Firmansyah, A. M. (2026). Analisis Kelayakan Ekonomi Prototipe Rempeyek Berbasis Kulit Buah Naga untuk Valorisasi Agroindustri Skala UMKM. *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 11(1), 12–22. <https://doi.org/10.37149/jia.v11i1.2468>
- Malvini, I. K. D., & Nurjasmi, R. (2019). Pengaruh Perlakuan Asap Cair terhadap *Plutella xylostella* L. pada Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L) . *Jurnal Ilmiah Respati*, 10(2), 104–114.
- Mashimba, S. H. (2018). Return on Investment (ROI) of Micro and Small-Scale Enterprises (MSEs) in Tanzania: The Fruit and Vegetable Processors. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3201099>
-

Pengembangan Biopestisida Asap Cair Berbasis Limbah Sabut Kelapa melalui Pendekatan Kewirausahaan Agribisnis: Studi Kelayakan Usaha di Kabupaten Bondowoso

- Nurhidayati, E., Yuniarti, E., Pratiwi, N. N., Wulandari, A., & Hernovianty, F. R. (2022). Utilization of coconut shell waste into charcoal briquettes in Sungai Kupah Village, Kubu Raya Regency. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 7(2), 197–206. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v7i2.6783>
- Rahmatullah, A., Purnama, E. D., Anggraeni, R. E., Rahma, S. A., Febriyanto, F., Rahmawan, R. T., & Cahyana, I. (2023). Optimalisasi Limbah Sabut Kelapa Sebagai Media Tanam Hidroponik Di Desa Cinangka. *Sejahtera: Jurnal Inspirasi Mengabdikan Untuk Negeri*, 2(4), 160–168. <https://doi.org/10.58192/sejahtera.v2i4.1322>
- Ristawati, A., Fattahanisa, A., Kurniawati, R., Pramadika, H., Ridaliani Prapansya, O., & Ananta Ihza Hiswara, M. M. (2025). Utilization of Coconut Shell Waste into Energy: Training for Small and Medium Enterprises" in Pasar Minggu Area, South Jakarta. *International Journal Of Community Service*, 5(2), 190–195. <https://doi.org/10.51601/ijcs.v5i2.831>
- Rusti, N., Widakdo, D. S. W. P. J., & Halil, H. (2025). Komodifikasi Limbah Sabut Kelapa sebagai Upaya Pengembangan Produk Kreatif Berbasis Potensi Lokal dalam Mendukung Perekonomian Anggota Kelompok Tani Diporejo Desa Kedayunan. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 9(2), 392–401. <https://doi.org/10.29407/ja.v9i2.23534>
- Saputro, W., Faizin, A. K., & Sari, T. P. (2023). Implementasi Teknologi Pengolah Limbah Sabut Kelapa Menjadi Coccofiber dan Coccopeat di Desa Lenteng Timur, Sumenep. *Warta LPM*, 345–354. <https://doi.org/10.23917/warta.v26i3.1532>
- Wise, W. S. (1983). *Economic Analysis of Agricultural Projects*. By J. P. Gittinger. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press (1982), 2nd edition, pp. 505, £28.25. *Experimental Agriculture*, 19(3), 281–281. <https://doi.org/10.1017/S0014479700022894>