

Pupuk Kalsium Organik Cangkang Telur untuk Peningkatan Kualitas Mentimun Kecamatan Siak

Bella Putrie Nindyawan^{1*}, Al Putri Oktavia², Arif Nadzirul Haq E.³, Purfaji⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Akuntansi Sektor Publik, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email: ¹bella.putrie@polsri.ac.id, ²alputrioktavia@polsri.ac.id, ³arifnadzirulhaq@polsri.ac.id, ⁴purfaji@polsri.ac.id

*Email Corresponding Author: alputrioktavia@polsri.ac.id

Abstrak

Tingginya ketergantungan petani mentimun di Kecamatan Siak pada pupuk kimia komersial berdampak pada membengkaknya biaya input produksi. Di sisi lain, akumulasi limbah cangkang telur UMKM lokal belum dimanfaatkan secara optimal. PKM ini bertujuan mensosialisasikan manfaat kalsium organik dan menyerahkan produk stimulus Pupuk Kalsium Organik Cair (PKOC) berbasis limbah cangkang telur kepada petani. Metode pelaksanaan meliputi preparasi produk, sosialisasi konsep ekonomi sirkular, dan penyerahan stimulus pupuk. Hasil pengabdian menunjukkan kegiatan berjalan lancar dengan respons sangat positif serta komitmen tinggi dari mitra untuk menguji coba produk di lahan mereka. Berdasarkan analisis biaya, inovasi berbasis limbah gratis ini secara ekonomis diproyeksikan berpotensi besar memangkas pengeluaran kas belanja pupuk komersial petani. Kesimpulannya, program inisiasi awal ini sangat penting sebagai landasan strategis peralihan menuju kemandirian pertanian mentimun lokal yang ramah lingkungan dan efisien

Kata Kunci: Cangkang Telur, Pupuk Kalsium Organik, Petani Timun, Kecamatan Siak

Abstract

The high dependence of cucumber farmers in Siak District on commercial chemical fertilizers inflates agricultural production input costs. Conversely, the accumulation of solid eggshell waste from local MSMEs remains underutilized. This community service program aims to socialize the benefits of organic calcium and deliver Liquid Organic Calcium Fertilizer (LOCF) product stimuli derived from eggshell waste to farmers. The implementation method includes product preparation, circular economy socialization, and symbolic fertilizer delivery. The results show that the initial phase ran smoothly with highly positive responses and strong commitments from partners to conduct land trials. Based on cost analysis, this free waste-based innovation is projected to significantly reduce farmers' commercial fertilizer expenditures. In conclusion, this early-stage program serves as an essential strategic foundation toward eco-friendly and cost-efficient local cucumber farming independence

Keywords: Eggshell, Organic Calcium Fertilizer, Cucumber Farmers, Siak District

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian di Kecamatan Siak memegang peranan penting dalam menjaga ketahanan pangan dan menyokong stabilitas ekonomi regional. Namun, keberlanjutan usaha tani hortikultura terus dihadapkan pada tantangan berupa tingginya biaya input produksi. Inflasi harga pupuk kimia komersial di pasaran menuntut para petani mentimun lokal untuk mengeluarkan alokasi modal yang semakin besar di setiap musim tanam. Ketergantungan yang tinggi terhadap pupuk pabrikan tidak hanya menggerus margin keuntungan bersih petani, tetapi juga memicu masalah agronomis serius. Salah satunya adalah risiko defisiensi kalsium pada tanaman mentimun yang berakibat pada penurunan kualitas panen, seperti fenomena busuk ujung buah (blossom-end rot), tekstur buah yang lunak, serta daya simpan yang rendah (Rachmah et al. (2017). Kondisi ini menuntut adanya intervensi berupa teknologi tepat guna yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi spesifik tanaman sekaligus memproyeksikan reduksi beban biaya input produksi.

Di sisi lain, perkembangan industri kuliner skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) pembuatan kue di Kecamatan Siak mengalami pertumbuhan yang cukup pesat. Sisi negatif dari ekspansi bisnis kuliner ini adalah timbulnya eksternalitas lingkungan berupa akumulasi limbah padat cangkang telur yang langsung dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa adanya pengolahan lanjutan. Penumpukan material organik ini memicu pencemaran lingkungan, mulai dari sumbatan saluran air hingga timbulnya bau pembusukan yang mengganggu kenyamanan sosial warga sekitar. Padahal, secara empiris, cangkang telur memiliki karakteristik material yang kaya akan kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 94% serta unsur hara mikro penting lainnya yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk melindungi tanaman dari serangan hama dan mempermudah pengiriman nutrisi pada tanaman (Nurhasanah et al., 2025).

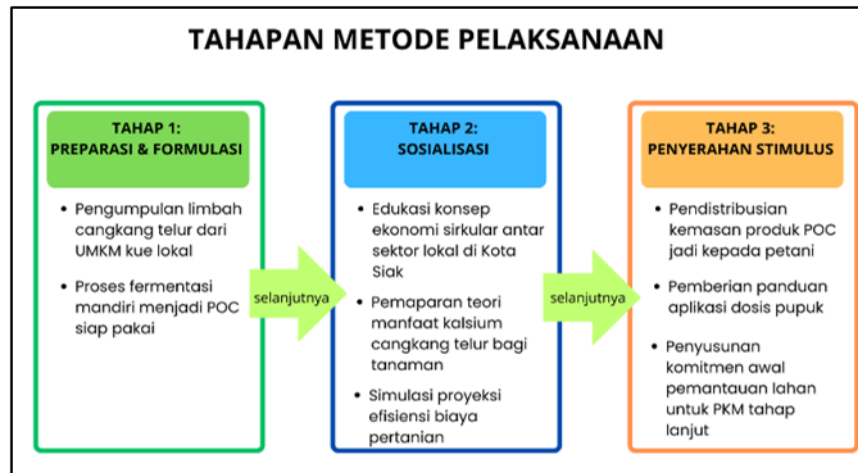
Paradoks masalah ini mahalnya biaya pupuk bagi petani mentimun di satu pihak, dan melimpahnya sampah cangkang telur gratis dari UMKM kue di pihak lain menjadi basis utama penemuan solusi berbasis ekonomi sirkular (circular economy). Urgensi penanganan limbah cangkang telur menjadi pupuk cair ini diperkuat oleh pengabdian terdahulu oleh Ernawati et al. (2019) yang menegaskan bahwa pengolahan limbah cangkang telur menjadi pupuk cair organik terbukti efektif mereduksi volume sampah rumah tangga sekaligus menyediakan alternatif nutrisi tanaman murah bagi masyarakat. Konsep integrasi antar-sektor ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular lintas industri yang dipaparkan oleh Salimi (2021), di mana limbah dari satu sektor industri hilir dapat ditarik kembali sebagai input bernilai ekonomi tinggi bagi sektor hulu, seperti pertanian. Prinsip ini menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi limbah dalam sektor pertanian (Mekse et al., 2025). Prinsip ekonomi sirkular ini tidak hanya menguntungkan dari segi lingkungan, tetapi juga dapat menciptakan peluang ekonomi baru bagi para petani dan meningkatkan ketahanan pangan secara keseluruhan (Rizieq et al., 2024).

Dari aspek agronomis tanaman hortikultura, penelitian oleh Pratiwi et al., (2024) membuktikan bahwa aplikasi kalsium yang bersumber dari bahan organik secara signifikan mampu meningkatkan densitas tekstur buah, menekan tingkat pembusukan ujung buah mentimun, serta memperpanjang masa simpan logistiknya. Inovasi pupuk kalsium organik cair ini menawarkan potensi efisiensi ekonomi yang sangat tinggi karena menggunakan bahan baku utama berbiaya nol rupiah (Rp0), sehingga Harga Pokok Produksi (HPP) pembuatan pupuk dapat ditekan hingga titik paling minimum sebelum nantinya diimplementasikan secara massal oleh petani.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan pada bulan Juni 2026 yang berlokasi di Kecamatan Siak, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Sasaran mitra dalam program pengabdian ini adalah petani mentimun di wilayah setempat. Mengingat program ini merupakan tahapan awal (early-stage program), metode pelaksanaan difokuskan pada pengenalan konsep produk dan transfer stimulus guna membangun kesadaran (awareness) ekonomi sirkular.

Berdasarkan permasalahan mitra, intervensi penyelesaian masalah dilakukan melalui kombinasi dua metode utama, yaitu: (1) Difusi Ipteks, berupa aktivitas laboratorium oleh tim pengabdian untuk memformulasikan limbah padat menjadi produk bernilai guna tinggi, dan (2) Pendidikan Masyarakat, berupa penyuluhan interaktif untuk meningkatkan pemahaman agronomis serta kesadaran finansial petani. Secara terstruktur, visualisasi alur pelaksanaan program disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode Pelaksanaan PkM

Penjabaran operasional dari integrasi metode PkM tersebut dibagi menjadi tiga tahapan utama sebagai berikut:

Tahap 1: Preparasi & Formulasi

Tahap ini merupakan fase pra-kegiatan yang dilakukan secara mandiri oleh tim pengabdian di laboratorium sebelum turun ke lapangan, yaitu meliputi dua aktivitas utama:

- Pengumpulan Limbah: Tim pengabdian mengumpulkan limbah padat cangkang telur dari beberapa UMKM industri kue lokal di Kecamatan Siak dengan skema biaya pengadaan nol rupiah (Rp0).
- Proses Fermentasi: Limbah cangkang telur yang telah dikumpulkan kemudian dibersihkan, dikeringkan, dihaluskan hingga menjadi partikel mikro, dan difermentasi menggunakan bioaktivator secara terkontrol hingga menghasilkan produk inovasi Pupuk Organik Cair (POC) kalsium berupa konsentrat.

Tahap 2: Sosialisasi

Tahap kedua merupakan inti pelaksanaan metode pendidikan masyarakat melalui forum penyuluhan tatap muka secara interaktif bersama petani mentimun mitra, yang mencakup tiga materi pokok:

- Edukasi Ekonomi: Memberikan pemahaman mengenai konsep integrasi ekonomi sirkular lintas sektor, yaitu memanfaatkan eksternalitas negatif industri makanan kota untuk mendukung efisiensi sektor pertanian mentimun.
- Pemaparan Teori Agronomis: Menjelaskan secara ilmiah mengenai besarnya peranan unsur hara kalsium (Ca) dari cangkang telur untuk mengoptimalkan pertumbuhan vegetatif tanaman serta menjaga mutu fisik buah mentimun dari risiko pembusukan.
- Simulasi Proyeksi Biaya: Memberikan visualisasi dan simulasi matematis berbasis ilmu akuntansi biaya mengenai potensi efisiensi kas belanja input pertanian yang dapat dihemat jika petani beralih menggunakan pupuk sirkular ini.

Tahap 3: Penyerahan Stimulus

Tahap akhir merupakan fase pasca-penyuluhan yang didesain untuk meletakkan landasan komitmen uji coba lapangan serta membangun kesadaran awal mitra sebelum memasuki tahap pendampingan (advokasi) pada periode berikutnya, terdiri dari tiga poin:

- Pendistribusian Produk: Membagikan kemasan fisik produk POC kalsium hasil difusi ipteks tim dosen secara langsung sebagai bentuk stimulus awal kepada para petani mentimun mitra.
- Pemberian Panduan: Menjelaskan instruksi mengenai takaran dosis 1:1000 ml dan tata cara aplikasi pupuk di lapangan agar uji coba mandiri oleh petani berjalan optimal.
- Penyusunan Komitmen: Merumuskan kesepakatan dan komitmen awal dengan kelompok tani terkait pemantauan lahan uji coba secara berkala, yang berfungsi sebagai data evaluasi hulu untuk keberlanjutan program PkM tahap lanjutan.

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengabdian

Realisasi aktivitas Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) tahap inisiasi di Kecamatan Siak ini berjalan lancar dengan tingkat ketercapaian target 100%. Luaran hasil yang bermakna secara kuantitatif maupun kualitatif dari ketiga tahapan program dijabarkan sebagai berikut:

(1) Hasil Formulasi Mandiri dan Struktur Biaya Produk

Tim pengabdian berhasil mengonversi limbah padat cangkang telur dari UMKM kue lokal di Kecamatan Siak menjadi produk inovasi Pupuk Kalsium Organik Cair melalui metode fermentasi terfiltrasi. Tahapan proses yang berhasil didokumentasikan meliputi pembersihan, pengeringan oven, penghalusan mekanis, hingga pencampuran dengan bioaktivator dalam wadah tertutup.



Gambar 2. Proses Pembuatan dan Fermentasi Mandiri POC Kalsium dari Limbah Cangkang Telur

Pasca-proses inkubasi anaerob, cairan hasil ekstraksi tersebut disaring untuk memisahkan endapan kalsium murni dari partikel kasar. Hasil akhir dari proses ini berupa cairan kaya hara mikro sekunder yang jernih, stabil, bebas patogen, dan siap diserap tanaman.



Gambar 3. Hasil Formulasi Fisik Produk POC Kalsium Organik

Berdasarkan kodifikasi akuntansi biaya manufaktur terhadap proses produksi skala rumahan berkapasitas total 2 Liter (Konsentrat) yang jika dikalikan skala 1:1000 akan menjadi 2000 liter (pupuk siap pakai), ditemukan struktur pembiayaan yang sangat efisien karena bahan baku berupa limbah cangkang telur diperoleh secara gratis (Rp0). Struktur Harga Pokok Produksi (HPP) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) POC Kalsium Cangkang Telur

No	Komponen Komoditas Biaya	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
A	Biaya Bahan Baku Utama			
	Limbah Cangkang Telur	5 Kg	0	0
B	Biaya Bahan Penolong			
	Bioaktivator (EM4) dan Molase	1 Botol	12.000	12.000
	Aquades/Distiled Water	2,5 liter	13.000	32.500
C	Biaya Kemasan & Penyimpanan			
	Wadah (bekas)	0	0	0
Total Biaya Produksi				44.500
HPP POC per Liter konsentrat (Total Biaya / 2 liter)*				22.250
HPP POC siap pakai per liter (HPP konsentrat / 1.000 liter)*				22,25

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

(2) Hasil Pelaksanaan Forum Edukasi Tatap Muka

Hasil kualitatif dari tahap kedua ditunjukkan oleh terjadinya transfer pengetahuan (knowledge transfer) secara dua arah ke petani mentimun Kecamatan Siak. Indikator keberhasilan tahap ini diukur dari perubahan tingkat pemahaman teoritis mitra mengenai urgensi pemanfaatan limbah lokal dan kebutuhan kalsium tanaman hortikultura.



Gambar 4. Pelaksanaan Sosialisasi Konsep Ekonomi Sirkular dan Edukasi Finansial-Agronomis

(3) Hasil Distribusi Stimulus dan Komitmen Uji Lahan (Tahap 3)

Fase penutup menghasilkan luaran berupa kesepakatan uji coba komoditas. Tim pengabdian mendistribusikan kemasan stimulus fisik produk POC kalsium berupa konsentrat. Petani memberikan komitmen untuk bersedia mengaplikasikan pupuk ini secara berkala pada plot sampel tanaman mentimun milik mereka.



Gambar 5. Serah Terima Produk POC Kalsium Organik kepada Petani Mentimun

3.2. Pembahasan

(1) Analisis Biaya

Berdasarkan kalkulasi kuantitatif pada Tabel 1, penemuan bahwa HPP riil pupuk inovasi ini hanya menyentuh angka Rp22,5,- per liter membawa implikasi teoretis yang kuat dalam akuntansi manajemen dan dekonstruksi biaya produksi. Rendahnya nilai HPP ini disebabkan oleh eliminasi total komponen raw material cost (biaya bahan baku utama) menjadi Rp0,- melalui pemanfaatan eksternalitas negatif lingkungan dari industri UMKM kue sirkular. Kondisi ini memvalidasi teori Absolute Cost Advantage yang dikemukakan oleh para ahli akuntansi manajemen, di mana entitas dapat memangkas kurva pengeluaran manufaktur secara ekstrem dengan mengubah status unutilized local assets (aset lokal tak terpakai) menjadi bahan baku substitusi yang produktif. Sejalan dengan temuan Hadi et al.

(2022), pergeseran struktur biaya dari biaya variabel bahan baku ke titik nol rupiah terbukti ilmiah mampu melahirkan efisiensi operasional di hulu sebelum teknologi tersebut diadopsi secara massal oleh masyarakat/mitra sasaran.

(2) Efektivitas Konsep Ekonomi Sirkular Lintas Sektor

Keberhasilan realisasi aktivitas lapangan (Gambar 3) membuktikan bahwa pendekatan Circular Economy merupakan instrumen strategis yang kompatibel untuk diaplikasikan di Kecamatan Siak. Melalui program inisiasi ini, tim pengabdian berhasil mereduksi pola hubungan ekonomi linear konvensional (take-make-dispose) yang selama ini memisahkan sektor kuliner perkotaan dan sektor pertanian pedesaan secara dikotomis. Modifikasi alur material ini membentuk closed-loop system (sistem siklus tertutup), di mana limbah cangkang telur yang berpotensi memicu polusi bau dan kerusakan estetika di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) ditarik kembali masuk sebagai rantai nilai (value chain) baru dalam industri pertanian mentimun lokal. Analisis atas jalannya sosialisasi mengindikasikan terjadinya peningkatan awareness ekonomi yang signifikan; petani mulai menyadari bahwa stabilitas produksi pangan regional dapat diakselerasi secara swadaya tanpa ketergantungan absolut pada rantai pasok kimia pabrikan komersial global yang rentan terhadap guncangan harga pasar. Hal ini sejalan dengan penelitian pengabdian Santosa et al. (2026) dan Utomo et al. (2023) yang menyimpulkan bahwa integrasi sirkular lintas industri skala mikro efektif menjaga daya lenteng ekonomi dan ekologi komunitas lokal.

(3) Relevansi Agronomis Kalsium Terhadap Komoditas Mentimun

Tingginya akseptabilitas dan respons positif dari kelompok tani (Gambar 4) secara agronomis didorong oleh kebutuhan mendesak penyelesaian masalah mahalnya pupuk hortikultura di Kecamatan Siak. Komoditas mentimun (*Cucumis sativus* L.) tergolong tanaman yang sangat rentan mengalami defisiensi unsur hara makro sekunder kalsium (Ca). Secara biologis, kalsium memiliki fungsi esensial dalam memperkuat komponen lamina tengah dinding sel dan merekatkan struktur membran sel buah. Formulasi limbah cangkang telur yang kaya akan kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 94% ke dalam bentuk partikel cair berukuran mikro memberikan solusi penyerapan yang lebih instan melalui stomata daun maupun vaskular akar. Temuan dari pengabdian terdahulu yang dilakukan oleh Hadipramana et al. (2023) dan Khotimah et al. (2025) yang menegaskan bahwa aplikasi kalsium berbasis organik secara signifikan mampu meningkatkan indeks kekerasan (densitas) daging buah mentimun, menghentikan gejala busuk ujung buah (blossom-end rot), serta meningkatkan daya ketahanan simpan komoditas hortikultura selama distribusi logistik. Inilah yang meyakinkan petani mitra bahwa produk stimulus yang diserahkan mampu meningkatkan kualitas fisik dan daya saing panen mentimun mereka di pasar regional.

(4) Matriks Komparasi Ekonomi dan Proyeksi Finansial Arus Kas Petani

Guna mengukur dampak finansial dari program tahap inisiasi awal ini, tim pengabdian menyusun analisis komparasi nilai pasar (market value comparison) antara HPP POC kalsium buatan mandiri dengan harga eceran pupuk kalsium cair kimiawi komersial di pasar lokal Kecamatan Siak (Tabel 2).

Tabel 2. Matriks Komparasi Keuangan dan Proyeksi Efisiensi Biaya Pupuk per Liter

Atribut Pembanding	Pupuk Kalsium Komersial (Pasar)	POC Kalsium Cangkang Telur Siap Pakai (Inovasi)	Nilai Efisiensi (Nominal)	Persentase Penghematan (%)
Biaya Belanja per Liter	Rp50.000,-	Rp 22,5,-	Rp49.977,5,-	99,9%

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Data olahan pada Tabel 2 menampilkan adanya favorable variance (varians biaya yang menguntungkan) kas belanja petani yang sangat tebal, yaitu sebesar Rp49.977,5,- per liter atau merepresentasikan persentase penghematan biaya bahan baku pupuk mencapai 99,90%.

Jika dikonversikan pada skala operasional, rata-rata satu petani mentimun di Kecamatan Siak membutuhkan alokasi minimal 10 liter pupuk kalsium cair per musim tanam untuk kebutuhan pemeliharaan intensif buah. Melalui skema pembelian komersial tradisional, pengeluaran kas keluar (cash outflow) petani tersedot hingga Rp500.000,-. Sebaliknya, melalui adopsi substitusi POC berbasis limbah cangkang telur gratis ini, beban arus kas keluar riil internal petani dapat diredam hingga hanya sebesar Rp225,- saja (10 liter × Rp 22,5,-).

Berdasarkan prinsip manajerial keuangan makro, proyeksi penghematan kas operasional sebesar Rp499.775,- per musim tanam ini secara otomatis menciptakan ruang bagi timbulnya financial slack pada kas rumah tangga petani sayuran. Sebagaimana dijelaskan oleh Abdullah et al. (2024) dan Winarno et al. (2025), surplus penghematan kas dari pos pengadaan pupuk ini dapat langsung direalokasikan secara produktif untuk memperkuat pos anggaran modal kerja vital lainnya seperti pengadaan benih varietas unggul tersertifikasi F1 atau modernisasi pipa irigasi tetes yang pada akhirnya secara sistemis berujung pada lonjakan margin laba bersih usaha tani mentimun mitra secara berkesinambungan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Kecamatan Siak sukses mengintegrasikan pengelolaan limbah UMKM kue lokal dengan penguatan sektor pertanian hortikultura melalui pendekatan ekonomi sirkular lintas sektor. Program ini berhasil mentransformasikan material eksternalitas negatif lingkungan menjadi inovasi produk Pupuk Kalsium Organik Cair bernilai guna tinggi dengan Harga Pokok Produksi (HPP) yang sangat minimal, yaitu Rp22,5,- per liter. Pelaksanaan forum sosialisasi interaktif terbukti efektif meningkatkan kesadaran (awareness) finansial dan agronomis kelompok tani mitra, terutama terkait pemanfaatan aset lokal tak terpakai untuk menekan dependensi pada pupuk kimia pabrikan global. Berdasarkan analisis akuntansi biaya, substitusi pupuk komersial seharga Rp50.000,- per liter dengan inovasi sirkular ini melahirkan varians biaya yang sangat menguntungkan (favorable variance) dengan proyeksi efisiensi kas belanja operasional mencapai 99,9% atau mereduksi pengeluaran kas hingga Rp499.775,- per 10 liter penggunaan setiap musim tanam. Penyerahan kemasan produk stimulus fisik beserta panduan dosis operasional yang disambut dengan respons sangat positif dari petani meletakkan landasan komitmen uji lahan yang kuat untuk memantau peningkatan kualitas fisik buah mentimun sekaligus menghentikan penyakit busuk ujung buah pada pelaksanaan program pemberdayaan mandiri terstruktur pada periode berikutnya.

5. REFERENSI

- Ernawati, E. E. (2019). Potensi cangkang telur sebagai pupuk pada tanaman cabai di desa sayang kabupaten jatimangor. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(5), 123–125. <https://journals.unpad.ac.id/pkm/article/download/24547/13163>
- Hadipramana, J., Sari, E. N., & Riza, F. V. (2023). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur menjadi Pupuk Organik Cair(POC) dan Pestisida Sebagai Pengganti Pupuk Reguler Melalui Kegiatan KKN Tematik Desa Pasang Lela Kabupaten Labuhan Batu Utara. *DINAMISIA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(3), 740–745.
- Khotimah, K., Shamdaz, G. B. N., & Febriani, V. I. (2025). ertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (Cucumis sativus L) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair dari Cangkang Telur Ayam dan Dimanfaatkan sebagai Media Pembelajaran. *Journal of Biology Science and Education*, 13(1), 11–21.
- Mekse, G., Arisena, K., Agung, A., Devi, S., & Pradnyandari, S. (2026). Circular Economy in the Agricultural Sector. *Indonesian Journal of Small Scale Farming*, 2(1), 34–48. <https://doi.org/10.24843/ijoss.2026.v02.i01.p04>
- Pratiwi, N., Suheri, H., & Suryaningsih, L. (2024). Pengaruh Perlakuan Penyemprotan Kalsium Klorida (CaCl2) terhadap Atribut Kualitas dan Umur Simpan Buah Melon (Cucumis melo L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 3(3), 283–290.
- Priya, N., Santosa, B., Budiana Kurniawati, S., Widodo, Z. D., Cahyani, M. A., Viona, A. I., & Saputro, R. D. (2026).

- Ekonomi Sirkular Dari Desa: Edukasi Dan Inovasi Talenta Muda Dalam Pengelolaan Limbah Berkelanjutan. *Proficio*, 7(1), 916–925. <https://ejournal.utp.ac.id/index.php/JPF/article/view/5985>
- Rachmah, C., Nawawi, M., & Koesriharti. (2017). The Effect Of Calcium Certilizer (Caco3) And Gibberellin Application For Plant Growth, Yield, And Fruit Quality Of Tomato (*Lycopersicom Esculentum* Mill.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 515–520.
- Ramadhani, K., Saputra, M.S., Wahyuni, L. (2022). PENGARUH PENERAPAN GREEN ACCOUNTING DAN KINERJA LINGKUNGAN TERHADAP KINERJA KEUANGAN DENGAN TATA KELOLA PERUSAHAAN SEBAGAI VARIABEL MODERASI. *Jurnal Akuntansi Trisakti*, 9(2), 227–242. <https://doi.org/10.25105/jat.v9i2.14559>
- Rizieq, R., Ekawati, E., & Reswari, R. A. (2024). Circular Economy in The Agriculture Sector: A Case Study of West Kalimantan Province. *At-Tadbir : Jurnal Ilmiah Manajemen*, 21–30. <https://doi.org/10.31602/piuk.v0i0.15424>
- Salimi, N. (2021). Circular Economy in Agri-food Systems. In: Rezaei, J. (eds) Strategic Decision Making for Sustainable Management of Industrial Networks. *Greening of Industry Networks Studies*, 8. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55385-2_4
- Utomo, M. M. B., Pieter, L. A. G., Putra, H. P., & Siagian, C. M. (2023). Manifesting a sustainable circular economy in waste management by linking to Paddy Farming in Gianyar Regency, Bali. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1190(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1190/1/012011>
- Ernawati, E. E. (2019). Potensi cangkang telur sebagai pupuk pada tanaman cabai di desa sayang kabupaten jatinangor. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(5), 123–125. <https://journals.unpad.ac.id/pkm/article/download/24547/13163>
- Hadipramana, J., Sari, E. N., & Riza, F. V. (2023). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur menjadi Pupuk Organik Cair(POC) dan Pestisida Sebagai Pengganti Pupuk Reguler Melalui Kegiatan KKN Tematik Desa Pasang Lela Kabupaten Labuhan Batu Utara. *DINAMISIA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(3), 740–745.
- Khotimah, K., Shamdaz, G. B. N., & Febriani, V. I. (2025). ertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair dari Cangkang Telur Ayam dan Dimanfaatkan sebagai Media Pembelajaran. *Journal of Biology Science and Education*, 13(1), 11–21.
- Mekse, G., Arisena, K., Agung, A., Devi, S., & Pradnyandari, S. (2026). Circular Economy in the Agricultural Sector. *Indonesian Journal of Small Scale Farming*, 2(1), 34–48. <https://doi.org/10.24843/ijoss.2026.v02.i01.p04>
- Pratiwi, N., Suheri, H., & Suryaningsih, L. (2024). Pengaruh Perlakuan Penyemprotan Kalsium Klorida (CaCl₂) terhadap Atribut Kualitas dan Umur Simpan Buah Melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 3(3), 283–290.
- Priya, N., Santosa, B., Budiana Kurniawati, S., Widodo, Z. D., Cahyani, M. A., Viona, A. I., & Saputro, R. D. (2026). Ekonomi Sirkular Dari Desa: Edukasi Dan Inovasi Talenta Muda Dalam Pengelolaan Limbah Berkelanjutan. *Proficio*, 7(1), 916–925. <https://ejournal.utp.ac.id/index.php/JPF/article/view/5985>
- Rachmah, C., Nawawi, M., & Koesriharti. (2017). The Effect Of Calcium Certilizer (Caco3) And Gibberellin Application For Plant Growth, Yield, And Fruit Quality Of Tomato (*Lycopersicom Esculentum* Mill.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 515–520.
- Ramadhani, K., Saputra, M.S., Wahyuni, L. (2022). PENGARUH PENERAPAN GREEN ACCOUNTING DAN KINERJA LINGKUNGAN TERHADAP KINERJA KEUANGAN DENGAN TATA KELOLA PERUSAHAAN SEBAGAI VARIABEL MODERASI. *Jurnal Akuntansi Trisakti*, 9(2), 227–242. <https://doi.org/10.25105/jat.v9i2.14559>
- Rizieq, R., Ekawati, E., & Reswari, R. A. (2024). Circular Economy in The Agriculture Sector: A Case Study of West Kalimantan Province. *At-Tadbir : Jurnal Ilmiah Manajemen*, 21–30. <https://doi.org/10.31602/piuk.v0i0.15424>
- Salimi, N. (2021). Circular Economy in Agri-food Systems. In: Rezaei, J. (eds) Strategic Decision Making for Sustainable Management of Industrial Networks. *Greening of Industry Networks Studies*, 8. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55385-2_4
- Utomo, M. M. B., Pieter, L. A. G., Putra, H. P., & Siagian, C. M. (2023). Manifesting a sustainable circular economy in waste management by linking to Paddy Farming in Gianyar Regency, Bali. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1190(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1190/1/012011>
- Nurhasanah, D., Fitri, N., Ayadi, S., Ardi., Anggriyani, R. (2023). Studi Literatur Pemanfaatan Cangkang Telur Menjadi Pupuk Organik Yang Baik Untuk Tanaman. *Prosiding SEMNAS BIO 2023*, 828–841. Nurhasanah, D., Fitri, N., Ayadi, S., Ardi., Anggriyani, R. (2023). Studi Literatur Pemanfaatan Cangkang Telur Menjadi Pupuk Organik Yang Baik Untuk Tanaman. *Prosiding SEMNAS BIO 2023*, 828–841.