

PEMBERDAYAAN POKDAKAN TANI MAKMUR MELALUI GREENOVATION SMARTBIOFERTILIZER: PENGOLAHAN LIMBAH KOLAM LELE MENJADI PUPUK ORGANIK UNTUK MENDUKUNG PAKAN MANDIRI BERKELANJUTAN

Muhammad Iqbal¹⁾, Muhammad Iqbal Haitame Tambunan²⁾, Andrew Ramadhani³⁾, Sekar Mala Humayra²⁾, Muhammad Nofial Afandi²⁾

¹⁾ Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Royal, Indonesia

²⁾ Fakultas Keguruan dan Ilmu Keguruan, Universitas Royal, Indonesia
miqbalhtbn@royal.ac.id

Abstract

The high cost of commercial feed and pollution caused by the direct discharge of pond wastewater are the main challenges facing POKDAKAN Tani Makmur. The objective of this activity is to empower partners through the application of Greenovation SmartBioFertilizer technology to process catfish pond waste into liquid organic fertilizer (POC) and a sustainable growth medium for natural feed. The implementation method uses the 5P approach (Participatory, Practical, Mentoring, Measurement, and Development), which is carried out through five stages: outreach, competency-based training, application of fermentation technology with IoT sensors, intensive mentoring, and strengthening program sustainability. The results of the activity show that this appropriate technology intervention successfully produced ready-to-use POC with stable characteristics (pH 6.5–7.0). The use of wastewater as a natural feed nutrient for *Azolla microphylla* reduced dependence on commercial feed by 12% and cut partners' monthly production costs by up to 11%. This initiative made a significant contribution to the advancement of scientific knowledge in the field of education through the visualization and modeling of structured science and technology transfer, while also boosting productivity and enhancing the economic well-being of partner groups and the community to maximize impact.

Keywords: Greenovation SmartBioFertilizer, Fish Pond Waste, Circular Economy, Pulo Bandring Subdistrict.

Abstrak

Tingginya biaya pakan komersial dan pencemaran akibat pembuangan limbah air kolam secara langsung menjadi kendala utama bagi POKDAKAN Tani Makmur. Tujuan kegiatan ini untuk memberdayakan mitra melalui penerapan teknologi Greenovation SmartBioFertilizer guna mengolah limbah kolam lele menjadi pupuk organik cair (POC) dan media pertumbuhan pakan alami secara berkelanjutan. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan 5P (Partisipatif, Praktis, Pendampingan, Pengukuran, dan Pengembangan) yang dioperasionalkan melalui lima tahapan: sosialisasi, pelatihan berbasis kompetensi, penerapan teknologi fermentasi dengan sensor IoT, pendampingan intensif, serta penguatan keberlanjutan program. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa intervensi teknologi tepat guna ini berhasil memproduksi POC siap pakai dengan karakteristik stabil (pH 6,5–7,0). Pemanfaatan air limbah sebagai nutrisi pakan alami *Azolla microphylla* mampu menurunkan ketergantungan pakan pabrikan sebesar 12% dan menekan biaya produksi bulanan mitra hingga 11%. Kegiatan ini memberikan kontribusi signifikan yang berdampak terhadap perkembangan ilmu pengetahuan di bidang pendidikan melalui visualisasi dan permodelan transfer IPTEK yang terstruktur dan meningkatkan produktivitas dan meningkatkan perekonomian kelompok Mitra maupun masyarakat agar lebih berdampak.

Keywords: Greenovation SmartBioFertilizer, Limbah Kolam Lele, Ekonomi Sirkular, Kecamatan Pulo Bandring.

PENDAHULUAN

Kabupaten Asahan merupakan wilayah di pesisir timur Sumatera Utara dengan luas 3.732 km², didominasi dataran rendah (0–500 mdpl) dan dialiri Sungai Asahan, sehingga memiliki potensi besar untuk perikanan air tawar. Berdasarkan data Dinas Perikanan Kabupaten Asahan tahun 2023, terdapat 1.247 pembudidaya lele aktif, salah satunya POKDAKAN Tani Makmur di Desa Tanah Rakyat, Kecamatan Pulo Bandring.

POKDAKAN Tani Makmur berdiri pada 15 Oktober 2012 dan mengelola tiga kolam budidaya lele (dua kolam semen kapasitas 5.000 ekor masing-masing dan satu kolam terpal kepadatan 150 ekor/m²). Dalam satu siklus produksi (2–3 bulan), kelompok menghasilkan rata-rata 850 kg lele dengan tingkat kelangsungan hidup benih 85%.

Berdasarkan hasil observasi awal dan Focus Group Discussion (FGD), POKDAKAN Tani Makmur menghadapi beberapa permasalahan prioritas yang perlu ditangani secara sistematis. Permasalahan tersebut tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis budidaya, tetapi juga mencakup efisiensi biaya produksi dan pemanfaatan limbah. Tingginya biaya pakan pabrikan yang membebani POKDAKAN Tani Makmur sejalan dengan kerangka ekonomi sirkular berbasis prinsip 9R (*refuse–reduce–reuse–recycle–recover*), yang menegaskan bahwa limbah budidaya semestinya dikembalikan menjadi input produksi guna menekan ketergantungan pada sumber daya eksternal dan memperkuat kemandirian ekonomi kelompok tani-ikan (Khamimah, 2026).

Permasalahan yang didapatkan dari hasil observasi pertama adalah

tingginya biaya pakan pabrikan yang menjadi komponen terbesar dalam struktur biaya budidaya ikan lele. Ketergantungan mitra terhadap pakan komersial menyebabkan biaya produksi terus meningkat, terutama seiring fluktuasi harga pakan di pasaran, sehingga berdampak langsung pada penurunan margin keuntungan usaha.



Gambar 1. Survey Lokasi Kolam.

Permasalahan kedua adalah limbah air kolam berupa endapan kotoran ikan yang dibuang setiap periode waktu selama ini belum dikelola secara sistematis. Padahal kandungan nitrogen (amonia dan nitrat) dalam limbah budidaya lele dapat dimanfaatkan untuk pupuk organik, sekaligus untuk pertumbuhan pakan alami dalam mengurangi ketergantungan pupuk kimia. Kondisi ini tidak hanya berpotensi menimbulkan pencemaran air kolam dan berbahaya pada ikan, tetapi juga menunjukkan adanya sumber daya yang belum dimanfaatkan secara optimal dalam sistem produksi (Junaidi, Ramadhani, Larasati, & Abimanyu, 2025). Permasalahan ketiga adalah belum adanya diversifikasi produk berbasis limbah budidaya. Produk turunan masih terbatas pada lele segar dan nugget lele (Iqbal dkk, 2025), sementara dari lingkungan hidup ikan lele yaitu air

kolamnya selama ini memiliki potensi yang belum dikembangkan menjadi produk berdaya guna seperti pupuk organik dan pertumbuhan pakan alami.



Gambar 2. FGD dengan Ketua POKDAKAN.

Tujuan kegiatan Pengabdian ini memberdayakan POKDAKAN melalui *Greenovation SmartBioFertilizer*, yaitu teknologi pengolahan limbah kolam lele menjadi pakan dan pupuk organik bernilai guna. Tujuan khususnya adalah: (1) meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan usaha melalui pemanfaatan limbah sebagai input produksi alternatif; (2) mengurangi ketergantungan pada pakan eksternal melalui pengembangan pakan mandiri berbasis sumber lokal; (3) menciptakan model usaha terpadu (*integrated farming*) berbasis ekonomi sirkular; serta (4) melanjutkan dan memperkuat hasil PKM sebelumnya dalam diversifikasi produk.

Kegiatan ini mendukung pencapaian SDGs, terutama SDG 1 (tanpa kemiskinan), SDG 2 (tanpa kelaparan), SDG 12 (konsumsi dan produksi bertanggung jawab), dan SDG 13 (penanganan perubahan iklim). Selain itu, kegiatan ini selaras dengan Asta Cita ke-2 (penguatan ekonomi rakyat dan UMKM), ke-5 (peningkatan kapasitas SDM), dan ke-6 (transformasi ekonomi hijau), serta mendukung IKU 3 (dosen berkegiatan di luar kampus),

IKU 5 (hilirisasi hasil riset), dan IKU 7 (kelas kolaboratif berbasis proyek).

Analisis Situasi

Kebutuhan total benih tiap siklus produksi 5.750 ekor (@ per ekor 3-5 cm Rp. 200). Sedangkan pakan yang digunakan yaitu full pellet pabrikan. Mitra menggunakan pelet komersial merek *Hi-Pro-Vite* 781 dengan kandungan protein 28–32% dan harga Rp12.500 per kilogram. Konsumsi pakan tercatat sebesar 1,2 kg untuk setiap penambahan 1 kg biomassa ikan (FCR 1,2). Profil produksi dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Profil Produksi POKDAKAN Tani Makmur.

Parameter	Nilai
Jumlah kolam	3 unit (2 semen + 1 terpal)
Kapasitas tebar per kolam semen	5.000 ekor
Kepadatan tebar kolam terpal	150 ekor/m ²
Total benih per siklus	5.750 ekor
Periode pemeliharaan	75–90 hari
Tingkat kelangsungan hidup	85%
Produksi per siklus	±850 kg
Siklus panen per tahun	3 kali
Produksi tahunan	±2.550 kg

Berbagai penelitian telah membuktikan potensi limbah budidaya lele sebagai bahan baku pupuk organik. (Andriyeni et al., 2017) mengidentifikasi kandungan unsur hara air limbah budidaya lele berkisar antara 0,07–0,63% C-organik, 0,50–1,33% Nitrogen, 36% fosfor, serta 0,23–4,98% Kalsium. Kandungan hara ini menjadi dasar pengembangan pupuk organik cair (POC) dari limbah budidaya. Temuan ini diperkuat oleh hasil fermentasi

aerob dan *anaerob* air limbah budidaya lele sistem bioflok yang menunjukkan kandungan nitrogen 1,6–2,2% dan pH akhir mendekati netral (6,9–7,0), memberikan dasar empiris bagi penetapan target pH 6,5–7,0 pada produk SmartBioFertilizer (Pardiansyah et al., 2019).

Inovasi BioRanu oleh mahasiswa KKN-T FPIK Universitas Brawijaya (2025), yaitu pupuk organik cair berbahan dasar limbah kolam lele dan nila yang difermentasi dengan gula putih, air cucian beras, dan EM4 selama 7–14 hari. Produk ini tidak hanya mengurangi pencemaran limbah tetapi juga menyediakan alternatif pupuk murah dan ramah lingkungan. Seiring juga Tim PPK Ormawa KSPM UMBY (2025), mengolah jeroan ikan lele menjadi POC melalui fermentasi dengan EM4 dan molase. Efektivitas starter mikroorganisme lokal dalam mempercepat dekomposisi bahan organik (Santi et al., 2025). Penelitian Sacita & Naim (2024) bahwa pemberian air budidaya ikan lele yang diperkaya *Azolla*

microphylla memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Lu'lu' (2024) juga membuktikan bahwa kombinasi *eco-enzyme* dan pupuk endapan kolam lele memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan tanaman tomat. Kegiatan Mulyani dkk. (2023) dalam pengabdian di Desa Seulalah Baru, Kota Langsa, mencatat pemahaman mitra mencapai 95% dalam pembuatan POC dari limbah lele.

Tingginya biaya pakan (mencapai 70% dari total biaya produksi) telah mendorong berbagai upaya pengembangan pakan mandiri seperti mengembangkan produksi pakan lele fermentasi berbahan baku lokal dengan kadar protein 30% (Fakultas Ketahanan Pangan, Universitas Negeri

Surabaya, 2025; Tell dkk. (2023). Juga melalui program *BeeSmart Nutrition* memanfaatkan limbah agroindustri (tepung ikan dari limbah pengolahan ikan, bekatul, dan lilin lebah) sebagai bahan baku pelet hemat (Tim Pengabdian Universitas Negeri Malang, 2025). Mastuti & Fuad (2023) menerapkan IPTEK produksi pakan ikan pada kelompok pembudidaya lele.

METODE

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan 5P (Partisipatif, Praktis, Pendampingan, Pengukuran, dan Pengembangan) yang dioperasionalkan melalui lima tahapan utama secara sistematis dan terukur (Tabel 1). Hingga laporan kemajuan ini disusun (bulan ke-4), seluruh tahapan telah dijalankan sesuai jadwal.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahap	Kegiatan
Sosialisasi	Koordinasi awal, survei kolam, FGD, observasi partisipatif
Pelatihan	Pelatihan fermentasi limbah menggunakan MOL dan kontrol kualitas pupuk
Penerapan Teknologi	Instalasi unit fermentasi, uji coba MOL, fermentasi anaerob 7–14 hari, instalasi sensor IoT
Pendampingan & Evaluasi	Pendampingan produksi, pencatatan biaya, monitoring rutin
Keberlanjutan	Penyusunan SOP, ToT anggota, penguatan kemitraan

Teknologi yang diterapkan adalah *Greenovation Smart BioFertilizer*, teknologi yang diaplikasikan guna pengolah limbah kolam lele menjadi pupuk organik dan pertumbuhan pakan alami. Instalasi terdiri dari unit penampungan limbah,

wadah fermentasi tertutup kapasitas 100–200 liter, starter mikroorganisme (EM4), serta sensor IoT untuk sensor suhu dan pH secara real-time. Penerapan sensor IoT secara real-time sejalan dengan hasil pengujian sistem monitoring berbasis ESP32, yang mencatat akurasi sensor pH di atas 98% dan sensor suhu di atas 99%, sehingga mendukung keandalan data yang digunakan tim pengabdian untuk mengontrol konsistensi kualitas fermentasi (Hidayat et al., 2024). Proses fermentasi anaerob berlangsung 7–14 hari menghasilkan pupuk kaya unsur hara dalam bentuk cair (POC), didukung pompa sirkulasi. Adanya penambahan bioaktivator dapat mempercepat perombakan bahan organik dan menurunkan rasio C/N jauh lebih cepat dibandingkan proses dekomposisi alami yang secara umum membutuhkan waktu hingga satu bulan (Irianto, 2015). Adapun pelaksanaan ini menggunakan indikator sebagai berikut :

Tabel 2. Indikator Keberhasilan Kegiatan.

Indikator	Target
Produksi biofertilizer	≥ 50 liter/bulan
Pengelolaan limbah	100% limbah tidak dibuang langsung
Pengurangan pakan pabrikaan	10–15%
Penurunan biaya produksi	≥ 10% per bulan
Ketersediaan SOP	Tersusun dan disosialisasikan

Produk kemasan	Minimal 1 jenis produk dikemas
----------------	--------------------------------

HASIL DAN PEMBAHASAN

Greenovation
SmartBioFertilizer merupakan inovasi teknologi tepat guna yang mengolah limbah air kolam budidaya ikan lele menjadi pupuk organik cair (*biofertilizer*) yang ramah lingkungan dan berdampak pada ekonomi mitra. Teknologi ini dirancang sederhana, mudah dioperasikan oleh anggota POKDAKAN, serta dapat diintegrasikan langsung dengan sistem budidaya yang sudah ada. Pengolahan limbah kolam lele menjadi POC dan pakan alami merupakan salah satu bentuk inovasi berkelanjutan yang mendukung ketahanan pangan dan mengefektifkan siklus produksi pada mitra. Pakan alami yang tumbuhkan dari hasil limbah air lele yaitu tanaman *Azolla microphylla*, sejenis tanaman air yang memiliki pertumbuhan yang cepat serta

memiliki kandungan protein kasar 15-35% (berdasarkan bahan kering), dan berfungsi sebagai sumber asam amino esensial, vitamin, mineral lainnya yang dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan hewan dan kualitas produk (Yuan et al., 2026).



Gambar 00. Pelaksanaan kegiatan : 1) Sosialisasi; 2) Pelatihan; 3) Penerapan Teknologi; 4) Pendampingan dan Evaluasi; 5) Hasil Produk Limbah Kolam Lele yaitu POC dan Tanaman Pakan Alami *Azolla microphylla*.

Berdasarkan data siklus produksi lele yang telah dilaksanakan, penggunaan pakan pabrikan dapat diturunkan hingga 12%. Hal ini menunjukkan *A. microphylla* yang ditumbuhkan dengan limbah air kolam lele dapat digunakan kembali untuk pakan alami. Penurunan ketergantungan pakan komersial sebesar 12% konsisten dengan temuan program budidaya *A. microphylla* berbasis ekonomi sirkular, yang menegaskan bahwa integrasi tanaman pakan alternatif dengan limbah budidaya perikanan mampu memperkuat kemandirian pakan sekaligus efisiensi biaya produksi kelompok tani-ikan (Ramadhana, 2025), begitu juga dengan Murthy et al (2013) campuran *Azolla* ke dalam ransum dapat menekan biaya pakan 18.5 hingga 16.6%

Tabel 3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan		
Komponen	Spesifikasi	Fungsi
Unit penampungan limbah	Terintegrasi dengan saluran pembuangan kolam	Menampung air limbah budidaya kolam
Starter MOL	Mikroorganisme lokal	Mempercepat proses dekomposisi bahan organik
Sensor IoT	Pemantau suhu dan pH real-time	Mengontrol kualitas proses fermentasi
Pompa sirkulasi	3 unit	Mengoptimalkan sirkulasi

Pengemasan *biofertilizer* dalam kemasan 1L dan 5L merupakan langkah hilirisasi yang selaras dengan kajian kelayakan ekonomi sirkular pada pengolahan limbah kolam lele menjadi pupuk bernilai tambah, yang mencatat rasio manfaat-biaya (B/C Ratio) jauh di atas ambang kelayakan dan masa

pengembalian modal kurang dari satu tahun (Hadi et al., 2025)

Capaian pH 6,5–7,0 dari hasil fermentasi selama 7-14 hari, yang menunjukkan bahwa proses fermentasi POC dengan penambahan molase dan EM4 menghasilkan pupuk cair siap pakai dengan karakteristik fisik dan kimia yang stabil bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk organik cair meskipun mengandung unsur hara yang rendah tetapi memiliki kelebihan di bandingkan dengan pupuk padat, karena penyerapan unsur hara lebih cepat diserap tanaman. (Lestari dkk, 2019,)

Diversifikasi produk berbasis limbah perikanan dan rumah tangga menjadi pupuk kompos oleh Avisena et al., (2025) yang dilaporkan pada kegiatan serupa memperkuat argumen bahwa pengolahan limbah budidaya lele berpotensi dikembangkan lebih lanjut menjadi produk turunan lain guna memperluas nilai ekonomi limbah bagi POKDAKAN. Potensi replikasi program pada kelompok pembudidaya lain sejalan dengan hasil program peningkatan kapasitas produksi pakan ikan mandiri berbasis teknologi tepat guna (Mulia et al., 2024), yang berhasil meningkatkan kapasitas produksi pakan hingga lima kali lipat dan pemahaman mitra terhadap formulasi pakan mandiri hingga lebih dari 80%.

SIMPULAN

Program pengabdian di POKDAKAN Tani Makmur hingga bulan ke-4 berjalan sesuai rencana dengan hasil positif dan terukur. Teknologi *Greenovation SmartBioFertilizer* terbukti efektif mengolah limbah kolam lele menjadi pupuk organik cair berkualitas (pH 6,5–7,0) dengan kapasitas produksi 75 liter dari dua siklus fermentasi. Pemanfaatan

pupuk pada tanaman pakan berhasil menurunkan ketergantungan pakan pabrikan sebesar 12% dan biaya produksi bulanan sekitar 11%. Diversifikasi limbah telah menghasilkan satu produk biofertilizer kemasan yang menambah nilai ekonomi limbah. Partisipasi aktif mitra dan dukungan teknologi tepat guna menjadi kunci keberhasilan awal. Kegiatan ini berkontribusi pada SDG 2 dan SDG 12 serta mendukung Asta Cita dalam penguatan ekonomi rakyat dan transformasi hijau. Seluruh luaran yang dijanjikan telah tercapai sesuai target. Keberhasilan ini diharapkan dapat direplikasi oleh kelompok pembudidaya lain di Kabupaten Asahan untuk memperluas dampak lingkungan dan ekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi atas pendanaan kegiatan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada LPPM Universitas Royal atas dukungan administrasi dan fasilitasi kegiatan, serta kepada POKDAKAN Tani Makmur dan seluruh anggotanya atas partisipasi dan kerja sama yang baik selama pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyeni, Firman, Nurseha, & Zulkhasyni. (2017). Studi Potensi Hara Makro Air Limbah Budidaya Lele Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik. *Jurnal Agroqua*, 15(1), 71–75.
- Avisena, A. A., Pangestu, B. A., &

- Halim, F. B. A. (2025). Pemanfaatan Limbah Olahan Ikan dan Rumah Tangga menjadi Pupuk Kompos. *Journal of Tropical Agricultural Biotechnology*, 1(1), 26–30. <https://doi.org/10.52620/jtab.v1i1.149>
- Hadi, R. Y., Aditya, W., Andrianto, C. P., Suhadi, M. I., Pramasdeka, R. H., Adi, D. B. P., & Hariastuti, N. L. P. (2025). Penerapan ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah cair menjadi pupuk daun dan pupuk buah untuk mendukung industri pupuk berkelanjutan. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 8(02), 258–265. <https://doi.org/10.29407/noe.v8i02.26254>
- Hidayat, M., Dwitawati, I., & Pratiwi, I. W. (2024). Monitoring Tanaman Hidroponik Dengan Impementasi Internet of Things (Iot) Di Green House Prodi Biologi Uin Ar-Raniry. *KENANGA: Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 4(2), 163–174. <https://doi.org/10.22373/kenang.a.v4i2.5661>
- Iqbal, M., Yuma, F. M., Nurhasanah, N., & Sembiring, M. A. (2025). Diversifikasi Olahan Lele Sebagai Strategi Peningkatan Daya Saing Produk Umkm. *Jurnal Pemberdayaan Sosial dan Teknologi Masyarakat*, 5(1), 380.
- Irianto, K. (2015). Pengelolaan Limbah Pertanian Dengan Pola Produksi. *Pengelolaan Limbah Pertanian*, 24(2), 91.
- Jumiatin, J., Apriyanto, R., & Alisiyah, H. N. (2025). Pemanfaatan Air Limbah Budidaya Ikan sebagai Pupuk Organik Cair Tanaman di Kelurahan Kraton Kabupaten Bangkalan. *Journal of Tropical Agricultural Biotechnology*, 1(1), 31–40. <https://doi.org/10.52620/jtab.v1i1.150>
- Khamimah, W. D. (2026). *Ekonomi Sirkular di Sektor Pertanian dan Lingkungan*.
- Lestari, S. U., Mutryarny, E., & Susi, N. (2019). Uji Komposisi Kimia Kompos *Azolla mycrophylla* dan Pupuk Organik Cair (POC) *Azolla mycrophylla*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(2), 121–127. <https://doi.org/10.31849/jip.v15i2.2193>
- Mulia, D. S., Muryanto, M., Utami, R. F., Saputra, E., & Priyadi, S. (2024). Peningkatan kualitas dan kapasitas produksi pakan ikan melalui penerapan teknologi tepat guna berbasis green economy. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 5(4), 1029–1040. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v5i4.22521>
- Pardiansyah, D., Ahmad, N., Firman, F., & Martudi, S. (2019). Pupuk Organik Cair Dari Air Limbah Lele Sistem Bioflok Hasil Fermentasi Aerob Dan an Aerob. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi Dan Budidaya Perairan*, 17(1), 76. <https://doi.org/10.32663/ja.v17i1.507>
- Ramadhana, B. (2025). Budidaya Azolla sebagai Pakan Alternatif Ternak dalam Mendukung Pertanian Terpadu Berbasis Potensi Lokal di Desa Lancar, Wonosobo. *Sinergi Abdimas Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 83–90. <https://doi.org/10.32424/siabdi.v>

4i2.19546

Santi, M. A., Suryani, H., Wicaksana, K., Marya, D. T., & Rais, H. (2025). Integrasi Sistem Peternakan dan Pertanian: Pupuk Organik Cair dari Limbah buah dan sayur Fermentasi sebagai Hasil Samping Produksi Maggot. *PETERPAN (Jurnal Peternakan Terapan)*, 7(2), 121–128.

<https://doi.org/10.25181/peterpan.v7i2.4144>

Yuan, H., Yang, W., Ali, S., Behan, A. A., Chen, L., Li, W., Gao, W., Arain, M.A., Nabi, F., Buzdar, J.A., Li, Z. (2026). From ponds to pastures: Azolla as a functional and climate-smart feed resource for poultry and livestock. *Poultry Science*. Vol 105 (1).

<https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.106168>