

Penerapan *Circular Agriculture* dalam Pengelolaan Limbah Cair Peternakan untuk Mendukung Ekonomi Hijau di Kelompok Ternak Bangun Jaya

Implementation of Circular Agriculture in Livestock Wastewater Management to Support Green Economy in Bangun Jaya Livestock Group

Indra Permana^{1*}, Rudhiana Salam², Elya Hartini¹, Rizki Risanto Bahar², Siti Nur Anisah¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi

²Program studi Agribisnis, Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi

Kampus 2 Universitas Siliwangi Jl. Mugar Sari Kel. Tamanjaya Kec. Tamansari, Kota Tasikmalaya

*Email: indrapermana@unsil.ac.id

(Diterima 06-11-2025; Disetujui 11-02-2026)

ABSTRAK

Kelompok Ternak Bangun Jaya di Kelurahan Ciherang, Kota Tasikmalaya menghadapi masalah limbah cair peternakan dan keterbatasan sumber pakan. Program pengabdian ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pengelolaan limbah ramah lingkungan serta mendukung diversifikasi pakan melalui penerapan teknologi vermifilter. Kegiatan dilakukan melalui penyuluhan, pelatihan, dan demplot partisipatif dengan tahapan pemasangan instalasi penampungan, pembuatan vermifilter, pengolahan limbah menjadi vermi-tea dan vermikompos, serta aplikasinya pada lahan jagung. Hasil program menunjukkan peningkatan pemahaman anggota kelompok dari 58,47% menjadi 73,00% serta tersedianya tiga produk bernilai tambah: vermi-tea (pupuk cair), vermikompos (pupuk padat), dan cacing (pakan alternatif). Aplikasi produk ini meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan jagung, dan ketersediaan pakan sekaligus menekan biaya produksi. Respon masyarakat sangat positif dan mendapat dukungan pemerintah daerah. Program ini efektif mendorong pengelolaan limbah cair berbasis ekonomi sirkular dan pertanian berkelanjutan di tingkat lokal.

Kata kunci: limbah peternakan, vermifilter, vermi-tea, vermikompos

ABSTRACT

Bangun Jaya Livestock Group in Ciherang Village, Tasikmalaya City faces challenges related to livestock wastewater management and limited feed resources. This community service program aimed to improve knowledge and skills in environmentally friendly waste management and to support feed diversification through the application of vermifilter technology. Activities included awareness sessions, training, and participatory demonstration plots, covering the installation of wastewater collection systems, construction of vermifilters, processing of waste into vermi-tea and vermicompost, and their application to maize plots. The program resulted in an increase in members' understanding from 58.47% to 73.00% and produced three value-added products: vermi-tea (liquid fertilizer), vermicompost (solid organic fertilizer), and worms (alternative animal feed). These products improved soil fertility, maize growth, and feed availability while reducing production costs. The initiative received strong community responses and local government support. This program effectively promotes circular-economy-based wastewater management and sustainable agriculture at the local level.

Keywords: livestock waste, vermifilter, vermi-tea, vermicompost

PENDAHULUAN

Kelompok Ternak Bangun Jaya berdiri tahun 2016 sebagai wadah peternak di Kelurahan Ciherang, Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya. Meski beranggotakan hanya 10 orang, kelompok ini mengelola 25 ekor sapi potong dengan dua kandang semi permanen. Namun, hingga kini pengelolaan limbah cair belum memadai; limbah hanya ditampung di kolam sederhana dan dibuang ke lahan tanpa pengolahan (Gambar 1). Kondisi ini berpotensi mencemari tanah dan air, menimbulkan bau tak sedap, serta berkontribusi pada emisi gas rumah kaca metana.



Gambar 1. Kondisi kolam penampungan limbah (A) dan kegiatan pembuangan limbah cair ke lahan (B) (Sumber: data primer, 2025)

Pengelolaan limbah peternakan yang belum dilakukan berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran limbah terhadap lingkungan (tanah dan air). Limbah cair peternakan dapat berdampak negatif pada lingkungan karena mengandung polutan organik seperti BOD, COD, dan TSS dengan kadar yang tinggi serta patogen yang merupakan sumber penyakit berbahaya (Arora & Saraswat, 2021) [1]. Hasil penelitian Permana et al., (2023), limbah *sludge* atau effluent peternakan sapi memiliki kandungan BOD, COD, dan TSS masing-masing sebesar 14.729, 6.062, dan 7.502 mg L⁻¹. Nilai tersebut melebihi kadar maksimum baku mutu air limbah peternakan sapi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan kegiatan sosialisasi untuk meningkatkan kesadaran anggota kelompok peternak agar melakukan pengelolaan limbah yang dihasilkan. Pelatihan pengelolaan limbah juga perlu dilakukan oleh anggota kelompok supaya limbah yang dihasilkan dapat diolah menjadi suatu produk yang lebih bermanfaat bagi masyarakat lainnya. Lokasi kandang berada pada wilayah pemukiman sehingga masyarakat mampu mencium bau tidak sedap yang berasal dari kolam penampungan limbah tersebut. Selain menimbulkan bau tidak sedap, limbah cair yang hanya ditampung pada kolam terbuka dapat menghasilkan gas emisi rumah kaca berupa metana (CH₄) sekitar 3-7% dari total emisi (Arora & Saraswat, 2021). Oleh karena itu, perlu adanya teknologi pengelolaan limbah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk mengurangi pencemaran udara serta emisi gas rumah kaca di Kelompok Ternak Bangun Jaya.

Keterbatasan pakan juga menjadi kendala yang dihadapi bagi para anggota kelompok. Saat ini, para anggota kelompok hanya menggunakan hijauan yang diperoleh dari sekitar lokasi peternakan dan menambahkan ampas tahu sebagai tambahan nutrisi. Akan tetapi, pertumbuhan rumput, jagung, odot serta tanaman lain yang dijadikan sebagai pakan tidak dikelola dengan optimal. Pemeliharaan tanaman pakan hanya menggunakan kotoran hewan sebagai pupuk. Untuk meningkatkan produksi hasil pertanian diperlukan penambahan pupuk dengan jumlah yang cukup besar (Permana, OpiAnggoro, et al., 2023). Hal tersebut menjadi kendala yang dihadapi anggota kelompok dikarenakan tingginya harga pupuk non subsidi di pasaran serta langkanya pupuk non-subsidi sehingga petani sulit memenuhi kebutuhan pupuk (Abustan et al., 2023). Peningkatan kualitas tanah tentunya diperlukan guna memperbaiki sifat-sifat tanah baik sifat fisika, kimia, dan biologi supaya pemberian pupuk dapat lebih efektif dan efisien serta pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat.

Program pengabdian ini bertujuan: (1) meningkatkan kesadaran anggota kelompok tentang pentingnya pengelolaan limbah, (2) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pengelolaan limbah cair peternakan ramah lingkungan, (3) menerapkan teknologi vermifilter di lokasi peternakan, dan (4) mewujudkan sistem peternakan dengan konsep *agricultural circular economy* sebagai upaya mendukung visi ekonomi hijau.

BAHAN DAN METODE

Target utama kegiatan ini adalah agar anggota kelompok ternak mampu menerapkan teknologi pengelolaan limbah cair peternakan melalui metode vermikompos secara terpadu dan berkelanjutan.

Pencapaian target dilakukan melalui penyuluhan serta demonstrasi plot partisipatif untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat. Tahap perencanaan diawali dengan analisis permasalahan dan kondisi lokasi tercemar limbah menggunakan pendekatan *Rapid Rural Appraisal* (RRA) dan *Focus Group Discussion* (FGD). Analisis situasi melalui observasi lapangan dan rujukan hasil penelitian bertujuan menentukan alternatif teknologi yang paling sesuai dengan kondisi lokal.

Tahapan pelaksanaan pengelolaan limbah meliputi pemasangan instalasi penampungan limbah cair di area kandang, pembuatan dan instalasi vermifilter, uji coba pemanfaatan vermifilter dalam mengolah limbah, serta pengumpulan hasil olahan berupa tea water. Untuk meningkatkan kualitas lahan pakan, dilakukan analisis kesehatan dan kesuburan tanah (fisik, kimia, dan biologi), penerapan alat dan teknik pengelolaan lahan, serta pengamatan indikator keberhasilan produksi tanaman.

Tabel 1. Tahapan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

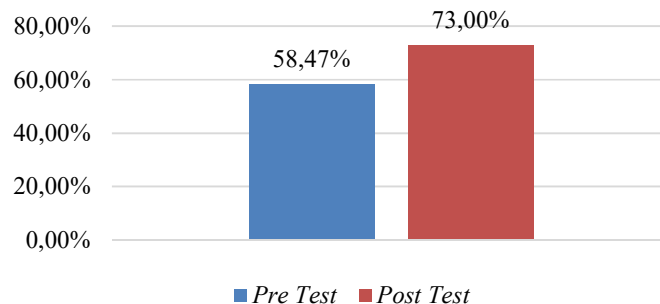
No	Kegiatan	Keterlibatan dalam kegiatan	
		Tim pelaksanaan	Kelompok ternak
1	Sosialisasi kepada masyarakat desa/ <i>Focus Group Discussion</i> (FGD)	Memberikan informasi pencemaran limbah lingkungan	Menjadi peserta dan memberikan pendapat beserta usul terkait topik pembahasan
2	Bimtek Pengelolaan Limbah Peternakan sekaligus Demplot partisipatif	Memberikan pelatihan pengelolaan limbah cair peternakan kepada masyarakat sekaligus praktek secara langsung di lapangan.	Mengikuti pelatihan yang diberikan kemudian berpartisipasi bersama mahasiswa dalam melaksanakan praktek secara langsung di lapangan.
3	<i>Workshop</i> akhir/ penyampaian hasil demplot	Memberikan saran terhadap hasil demplot dan menyiapkan publikasi ilmiah	Menyampaikan hasil demplot kepada dosen, aparat desa, dan BPLH
4	Lokakarya hasil implementasi kegiatan/ Demplot	Menyampaikan hasil kegiatan pengabdian pada masyarakat	Ikut berpartisipasi dalam kegiatan sebagai peserta

Sumber: data primer (2025)

Evaluasi pelaksanaan program pengabdian masyarakat dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Pertama, pengisian kuesioner untuk menilai tingkat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan limbah peternakan. Kedua, pendampingan intensif selama kegiatan berlangsung guna memastikan transfer pengetahuan dan keterampilan berjalan efektif. Ketiga, pengujian laboratorium terhadap hasil pengolahan limbah untuk mengetahui efektivitas teknologi yang diterapkan. Keempat, evaluasi kesuburan tanah setelah pengaplikasian produk olahan limbah (*tea water* dan vermi kompos). Kelima, monitoring pertumbuhan dan hasil tanaman yang dibudidayakan untuk menilai dampak penggunaan produk turunan vermikompos.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pengetahuan dan keterampilan anggota Kelompok Ternak Bangun Jaya di aspek produksi (Gambar 2). Sebelum pembinaan dan pelatihan, hanya 58,47% anggota yang memiliki pemahaman memadai tentang pengelolaan limbah cair peternakan ramah lingkungan. Setelah intervensi berupa sosialisasi dan pendampingan penerapan teknologi vermifilter, angka tersebut meningkat menjadi 73,00%, atau naik 14,53%. Peningkatan ini mengindikasikan efektivitas program dalam mentransfer pengetahuan dan meningkatkan kesadaran akan praktik berkelanjutan di kalangan peternak (Istiningsih et al., 2022). Meskipun demikian, monitoring serta pendampingan tetap harus dilakukan guna mempertahankan penerapan vermifilter di area kandang anggota kelompok.



Gambar 1. Perbandingan hasil *pre test* dan *post tes* aspek produksi

Teknologi vermifilter yang dikembangkan melalui kolaborasi antara Tim Pengabdian Universitas Siliwangi dan Kelompok Ternak Bangun Jaya telah menghasilkan tiga produk utama yang saling melengkapi dalam sistem pertanian–peternakan terpadu. Produk tersebut meliputi pupuk cair (*vermi tea*), pupuk organik padat (vermi kompos), dan cacing sebagai pakan alternatif ternak. *Vermi tea*, merupakan produk cair berwarna coklat kehitaman yang kaya unsur hara makro (N, P, K) dan mikro (Fe, Zn, Mn, Cu) yang mudah diserap tanaman (Manyuchi, 2018; Miito et al., 2022). Melalui sistem penyiraman langsung, *vermi-tea* tidak hanya memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, tetapi juga meningkatkan aktivitas mikroba serta mempercepat penyerapan nutrient. Perbedaan limbah cair peternakan sebelum dan sesudah penyaringan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Produk hasil *vermi tea* yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair

Selain menghasilkan pupuk cair, vermifilter juga memproduksi vermi kompos dengan tekstur remah dan kaya mikroorganisme bermanfaat (Gambar 4). Pupuk organik padat ini mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Berdasarkan hasil penelitian Wang et al., (2018), Vermi kompos memiliki kandungan unsur hara makro seperti Nitrogen, Fosfor dan Kalium dengan nilai masing-masing sebesar $9,2 \pm 0,3 \text{ g kg}^{-1}$ (setara 0,92%), $14,1 \pm 0,3 \text{ g kg}^{-1}$ (setara 1,41%), dan $18,1 \pm 1,0 \text{ g kg}^{-1}$ (setara 1,81%). Aplikasi vermi kompos dengan takaran 3500 g m^{-1} memberikan pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan bobot dan diameter buah melon (Prayoda et al., 2015).



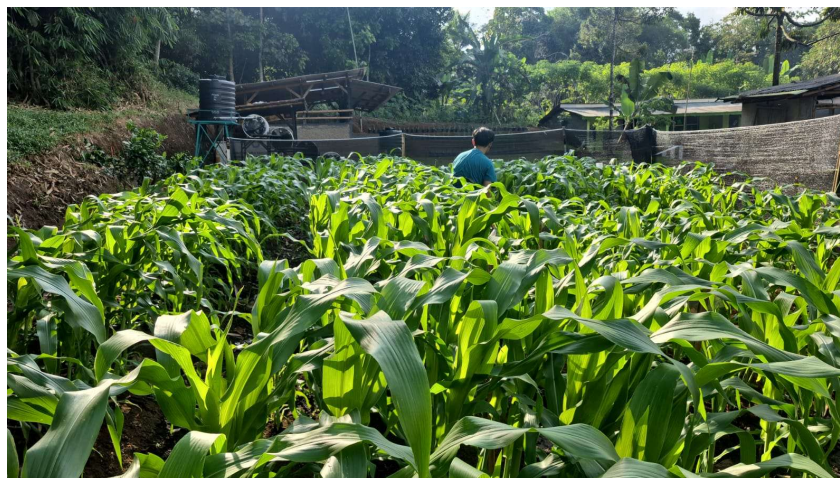
Gambar 4. Produk hasil vermi kompos yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik

Cacing merupakan agen biologi yang berperan utama dalam mengurai kadar polutan di dalam limbah cair. Cacing *Eiseina fetida* yang digunakan dalam sistem vermifilter tidak hanya berperan sebagai pengurai limbah organik, tetapi juga menjadi produk bernilai tambah (Gambar 5). Dengan kandungan protein tinggi, cacing dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif untuk ternak unggas, ikan, maupun burung (Sinha et al., 2012). Cacing yang diperoleh juga dapat diaplikasikan pada lahan pertanian untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam melakukan siklus nutrisi (Sudjana, 2013). Penerapan metode Vermifilter meningkatkan nilai tambah limbah peternakan dengan menghasilkan diversifikasi produk bermanfaat dan bernilai ekonomi.



Gambar 5. Produk hasil cacing yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak/burung

Produk organik ini diaplikasikan pada demplot jagung seluas 8 x 15 meter sebagai percontohan pemanfaatan limbah ternak untuk mendukung produksi pakan (Gambar 6). Saat ini demplot masih dalam tahap pertumbuhan, namun respon tanaman terhadap aplikasi pupuk organik menunjukkan perkembangan yang lebih baik dibandingkan lahan kontrol. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Nurcahya et al., (2023) yang menyatakan bahwa aplikasi limbah effluent dapat meningkatkan kandungan C organik serta unsur hara pada tanah yang dibudidayakan jagung manis. Fungsi demplot ini tidak hanya sebagai media uji coba, tetapi juga sarana edukasi bagi anggota kelompok dan masyarakat sekitar tentang manfaat nyata pengolahan limbah cair menjadi produk bernilai guna.



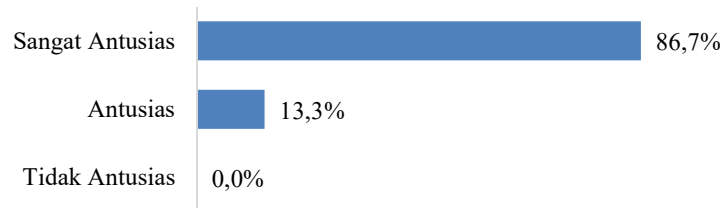
Gambar 6. Demplot budidaya Jagung manis yang disiram oleh *vermi-tea*

Respon masyarakat terhadap penerapan teknologi Vermifilter sangat positif. Warga sekitar bahkan antusias memanfaatkan *vermi tea* hasil olahan limbah cair untuk diaplikasikan pada tanaman mereka. Kondisi ini menunjukkan bahwa produk turunan limbah cair tidak hanya memberi manfaat bagi Kelompok Ternak Bangun Jaya, tetapi juga masyarakat luas. Dukungan pemerintah daerah turut memperkuat keberlanjutan teknologi ini, dibuktikan dengan inisiatif Lurah Ciherang yang mendaftarkan inovasi Vermifilter dalam lomba teknologi tingkat Kota Tasikmalaya hingga berhasil masuk tiga besar dan maju ke tingkat Provinsi. Selain itu, penerapan teknologi ini juga meningkatkan diversifikasi dan kapasitas produksi pakan. Jika sebelumnya sumber pakan utama hanya mengandalkan hijauan liar dan sedikit ampas tahu, kini kelompok mulai mengembangkan budidaya jagung secara terkelola dengan dukungan pupuk organik hasil olahan limbah.

Tabel 2. Proses adopsi teknologi vermifilter

No	Sub-Aspek Produksi	Kondisi Awal	Intervensi Kegiatan	Capaian Sementara
1	Peningkatan Kuantitas Produk	Ketersediaan pakan defisit $\pm 2,5$ ton/bulan (25 ekor sapi). Saat ini populasi berkurang menjadi 10 ekor, namun kekurangan hijauan masih terjadi.	Penerapan demplot jagung seluas 8×15 m dengan aplikasi <i>vermi-tea</i> dan vermikompos.	Pertumbuhan jagung pada demplot lebih baik dibanding kontrol, ketersediaan pakan tambahan mulai tersedia.
2	Peningkatan Kualitas Produk	Pakan hijauan didominasi hijauan liar dan ampas tahu, kualitas rendah dan kurang terkontrol.	Aplikasi pupuk organik (<i>vermi-tea</i> dan vermikompos) pada tanaman jagung.	Kualitas hijauan meningkat, tanaman lebih subur dan bernutrisi dibanding sebelumnya.
3	Peningkatan Diversitas Produk	Sumber pakan hanya hijauan liar dan ampas tahu.	Diversifikasi pakan melalui budidaya jagung dengan pupuk organik hasil olahan limbah.	Peternak mulai memanfaatkan jagung sebagai tambahan pakan.
4	Peningkatan Kapasitas Produksi	Produksi pakan terbatas, belum ada pemanfaatan limbah untuk mendukung produksi.	Instalasi horizontal vermifilter menghasilkan <i>vermi-tea</i> & vermikompos sebagai input produksi pakan.	Kapasitas pakan mulai meningkat, pupuk organik memperbaiki kesuburan lahan jagung.
5	Peningkatan Pendapatan	Biaya tinggi akibat ketergantungan pada pakan tambahan dan pupuk kimia.	Pemanfaatan pupuk organik dari limbah untuk menekan biaya produksi.	Biaya pembelian pupuk anorganik mulai ditekan, peluang usaha pupuk organik mulai terbuka.

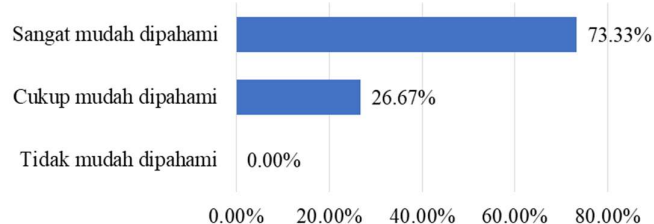
Program ini, tidak hanya memberikan materi berupa teknologi ramah lingkungan seperti pengolahan limbah peternakan, penerapan teknologi vermifilter, dan konsep ekonomi sirkular, tetapi juga mendorong kesadaran dan motivasi anggota kelompok untuk mengadopsi inovasi tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran, tercatat 86,7% anggota kelompok menyatakan sangat antusias untuk mengimplementasikan teknologi yang diberikan secara mandiri, sementara 13,3% lainnya menyatakan antusias untuk mengimplementasikannya dengan dukungan tim Pengabdian Masyarakat (Gambar 7).



Gambar 7. Persentase respon adopsi teknologi dan inovasi ramah lingkungan

Hasil ini menunjukkan bahwa program pengabdian yang didukung oleh hibah Kemdiktisaintek mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapan adopsi inovasi secara signifikan di kalangan masyarakat sasaran. Teknologi vermifilter dapat menjadi alternatif solusi bagi kelompok ternak Bangun Jaya dalam mengelola limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas pencucian kandang yang ramah lingkungan. Pemanfaatan produk turunan dari hasil pengolahan limbah cair dapat dimanfaatkan oleh anggota kelompok, bahkan masyarakat yang tinggal di sekitar area kandang.

Sementara itu, pengukuran tingkat transfer pengetahuan terkait aspek produksi, khususnya pengelolaan limbah cair dan adopsi teknologi vermifilter, dilakukan melalui evaluasi program pemberdayaan masyarakat yang dilaksanakan dengan metode korespondensi kepada anggota Kelompok Ternak Bangun Jaya. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana materi yang disampaikan dalam program tersebut dapat dipahami oleh para anggota. Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh temuan bahwa sebanyak 26,67% responden menyatakan cukup memahami materi yang diberikan, sedangkan 73,33% responden menyatakan sangat mudah memahami materi tersebut (Gambar 8).



Gambar 8. Persentase kemudahan materi yang disampaikan

Data ini menunjukkan bahwa mayoritas anggota merasa materi yang disampaikan dalam program pemberdayaan tersebut mudah dipahami, sehingga dapat mendukung keberhasilan transfer pengetahuan dan keterampilan yang diharapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Program pengabdian penerapan teknologi Vermifilter berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota Kelompok Ternak Bangun Jaya dari 58,47% menjadi 73,00%. Teknologi ini menghasilkan tiga produk utama, yaitu vermi-tea, vermikompos, dan cacing sebagai pakan alternatif, yang tidak hanya menurunkan dampak pencemaran lingkungan tetapi juga mendukung sistem pertanian-peternakan terpadu. Aplikasi pada demplot jagung menunjukkan peningkatan kualitas hijauan pakan serta mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

Saran

Perlu pendampingan berkelanjutan agar anggota kelompok dapat mengoperasikan dan memperluas penerapan Vermifilter secara mandiri. Kelompok disarankan mengembangkan usaha berbasis produk turunan Vermifilter untuk menambah pendapatan. Dukungan pemerintah dan lembaga terkait juga penting untuk menjaga keberlanjutan program serta replikasi inovasi di kelompok peternak lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan pendanaan program. Terima kasih juga kepada LPPM dan Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi atas pendampingan serta dukungan teknisnya. Apresiasi kami sampaikan kepada Pemerintah Kota Tasikmalaya, Kelompok Ternak Bangun Jaya, serta masyarakat Desa Ciherang Kecamatan Cibeureum atas kerja sama, partisipasi, dan antusiasme yang luar biasa sehingga kegiatan pengabdian ini dapat berjalan lancar dan memberikan manfaat bagi lingkungan dan perekonomian masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abustan, Sustiyah, Abdul H. F, Femmy, Sakdiyah, K., Krisdiantoro, V. D., & Lukas, R. (2023). Pembuatan Kompos dengan Memanfaatkan Limbah Perkebunan Sawit dan Peternakan Ayam dalam Mengatasi Kelangkaan Pupuk Bersubsidi pada Kelompok Tani. *Pengabdian Kampus : Jurnal Informasi Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat*, 10(1), 35–41. <https://doi.org/10.52850/jpmupr.v10i1.8613>
- Arora, S., & Saraswat, S. (2021). Vermifiltration as a natural, sustainable and green technology for environmental remediation: A new paradigm for wastewater treatment process. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100061>
- Istiningsih, G., Sobat, D., Dharma, A., & Hartatik, S. (2022). *PENGEMBANGAN WISATA BERBASIS ESD (EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT) DI DESA MANGLI*. 5(2), 354–360.
- Manyuchi, M. (2018). *Vermifiltration of sewage wastewater for potential use in irrigation purposes using Eisenia fetida earthworms Situational analysis for the briquettes technology in Zimbabwe View project Oxygen transfer in alkane bioprocesses View project*. February 2018. <https://www.researchgate.net/publication/312454084>
- Miito, G. J., Ndegwa, P. M., Alege, F. P., Coulibaly, S. S., & Harrison, J. (2022). Efficacy of a vermifilter at mitigating greenhouse gases and ammonia emissions from dairy wastewater. *Journal of Environmental Quality*, 51(4), 644–655. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20367>
- Nurchaya, I., Permana, I., Windiastuti, E., & Nur'alam, R. (2023). Effects of Land Application of Farm Dairy Effluent on The Growth of Sweet Corn. *Journal Biologi Tropis*, 23(2), 159–164. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i2.6134>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah, 52 Political Science 174 (2014). <https://doi.org/10.1177/003231870005200207>
- Permana, I., OpiAnggoro, Carsidi, D., SyamsuAlam, Sihalo, N., M.Killa, Y., Wida, W., Putra, R., Mutiara, C., Masnang, A., ZurrahmiWirda, & Elizabeth, R. (2023). Kesuburan Tanah dan Pemupukan. In D. P. Sari (Ed.), *Get Press I*. Get Press Indonesia.
- Permana, I., Sudirja, R., & Jupesta, J. (2023). Potential of Vermifiltration Technique to Reduce Chemical Oxygen Demand, Biological Oxygen Demand, and Total Suspended Solid of Farm Dairy Effluent in Developing Countries: Case of Indonesian Farm Dairy Industry. *Green and Low-Carbon Economy*, June. <https://doi.org/10.47852/bonviewglce3202933>
- Prayoda, R., Juhriah, Hasyim, Z., & Suhadiyah, S. (2015). *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon Cucumis melo L. Var. Action dengan Aplikasi Vermikompos Padat*. 1–8. <https://core.ac.uk/download/pdf/77624273.pdf>
- Sinha, R. K., Chandran, V., Soni, B. K., Patel, U., & Ghosh, A. (2012). Earthworms: Nature's chemical managers and detoxifying agents in the environment: An innovative study on

- treatment of toxic wastewaters from the petroleum industry by vermifiltration technology. *Environmentalist*, 32(4), 445–452. <https://doi.org/10.1007/s10669-012-9409-2>
- Sudjana, H. B. (2013). Pertanian berkelanjutan berbasis kesehatan tanah dalam mendukung ketahanan pangan. *Jurnal UNSIKA*, 11(26), 1–16.
- Wang, Y., Xu, Y. A., Li, D., Tang, B. C., Man, S. L., Jia, Y. F., & Xu, H. (2018). Vermicompost and biochar as bio-conditioners to immobilize heavy metal and improve soil fertility on cadmium contaminated soil under acid rain stress. *Science of the Total Environment*, 621, 1057–1065. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.121>