

Pemanfaatan Limbah *Stingless Bee* melalui *Bee-Waste Nexus* sebagai Pupuk Organik Unggul untuk Mendorong Pertanian Lokal

Risma¹, Emmi azis², Andi Muhammad Irfan Asfar³, Andi Muhamad Iqbal Akbar⁴, Andi Nurannisa⁵, Reski Handayani⁶, Nursyahira^{7*}

¹⁻⁷ Universitas Muhammadiyah Bone

*email korespondensi penulis: emmiaUzis@gmail.com

Abstrak

Latar belakang: Ketergantungan petani terhadap pupuk kimia sintetis telah menjadi permasalahan yang serius dalam sistem pertanian di Indonesia. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan menyebabkan degradasi tanah, penurunan biodiversitas mikroba, serta peningkatan biaya produksi. Di sisi lain, limbah sarang lebah tanpa sengat (*Stingless Bee/Trigona*) berpotensi tinggi sebagai sumber bahan organik yang kaya akan nutrien seperti protein, asam amino, karbohidrat, dan lipid. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah sarang *Trigona* sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik cair berkualitas tinggi melalui inovasi *Bee-Waste Nexus*. **Metode:** Metode kegiatan meliputi pengumpulan limbah sarang dari peternak lokal, proses fermentasi menggunakan aktivator mikroba, pengujian laboratorium (pH, N, P, K, kadar air, kadar abu), serta uji aplikatif terhadap pertumbuhan tanaman sayuran lokal. **Hasil:** Hasil uji menunjukkan bahwa pupuk *Bee-Waste Nexus* memiliki kandungan pH netral (6,8–7,2), kadar NPK optimal, serta mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman hingga 25% dibanding kontrol. **Kesimpulan:** inovasi *Bee-Waste Nexus* berpotensi menjadi solusi alternatif pengganti pupuk kimia sekaligus mendorong pertanian lokal yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Bee-Waste Nexus, Limbah Trigona, Pupuk Organik Cair, Pertanian Lokal, *Stingless Bee*,

“Pemanfaatan Limbah *Stingless Bee* melalui *Bee-Waste Nexus* sebagai Pupuk Organik Unggul untuk Mendorong Pertanian Lokal”

Abstract

Background : Farmers' dependence on synthetic chemical fertilizers has become a serious problem in Indonesia's agricultural system. Excessive use of chemical fertilizers leads to soil degradation, reduced microbial biodiversity, and increased production costs. On the other hand, stingless bee (*Trigona*) nest waste has high potential as a source of organic material rich in nutrients such as protein, amino acids, carbohydrates, and lipids. **Objectives :** This research aims to utilize *Trigona* nest waste as a raw material for producing high-quality liquid organic fertilizer through the *Bee-Waste Nexus* innovation.

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

Methods : The activity method includes collecting nest waste from local farmers, a fermentation process using microbial activators, laboratory testing (pH , N , P , K , water content, ash content), and application testing on the growth of local vegetable crops.

Results: The test results showed that Bee-Waste Nexus fertilizer has a neutral pH (6.8–7.2), optimal NPK content, and can increase plant height by up to 25% compared to the control. **Conclusions :** In conclusion, the Bee-Waste Nexus innovation has the potential to be an alternative solution to chemical fertilizers while promoting environmentally friendly and sustainable local agriculture.

Keywords: Bee-Waste Nexus, Liquid Organic Fertilizer, Stingless Bees, Trigona Waste, Local Agriculture

PENDAHULUAN

Pertanian di Indonesia saat ini masih bergantung pada pupuk kimia sintetis yang berdampak negatif terhadap kualitas tanah dan kesehatan lingkungan. Ketergantungan ini juga menimbulkan masalah ekonomi bagi petani karena harga pupuk kimia yang terus meningkat. Di sisi lain, limbah hasil budidaya lebah tanpa sengat (*Stingless Bee* atau *Trigona*) sering kali terbuang begitu saja, padahal mengandung senyawa organik kompleks yang bermanfaat bagi kesuburan tanah.

Pemanfaatan limbah sarang lebah *Trigona* menjadi pupuk organik cair merupakan bentuk inovasi ramah lingkungan yang sejalan dengan konsep ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan (Fitriani dan Nurdin, 2020). Melalui program *Bee-Waste Nexus*, kegiatan ini berupaya mengolah limbah organik menjadi produk bernilai guna tinggi yang mampu mendukung pertanian pangan lokal. Tujuan kegiatan ini adalah menghasilkan pupuk organik cair berkualitas tinggi (*high-grade fertilizer*) dari limbah sarang *Trigona* dan menguji efektivitasnya terhadap pertumbuhan tanaman lokal (Arora dan Sharma, 2021).

Limbah sarang lebah *Trigona* yang biasanya terdiri atas propolis, lilin, resin, dan sisa nektar, memiliki kandungan nutrisi alami seperti karbon, nitrogen, fosfor, kalium, serta senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Rahman et al., 2022). Kandungan tersebut berpotensi besar dijadikan bahan dasar pembuatan pupuk organik cair (POC) berkualitas tinggi.

Melalui proses fermentasi terkontrol dengan bantuan teknologi *Intelligent Control System* (ICS), limbah sarang *Trigona* dapat diuraikan lebih cepat menjadi senyawa yang mudah diserap tanaman. Sistem ini menjaga suhu dan kelembapan tetap optimal selama proses dekomposisi, sehingga mikroorganisme pengurai dapat bekerja lebih efisien (Hidayat, Ramadhana dan Sulastri, 2021). Hasil fermentasi menghasilkan pupuk cair yang tidak hanya kaya nutrisi, tetapi juga

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

memiliki kandungan mikroorganisme hidup yang berfungsi meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit dan stres lingkungan.

Dari sisi ekologis, pemanfaatan limbah Trigona menjadi pupuk cair membantu mengurangi volume limbah peternakan lebah yang sebelumnya mencemari lingkungan. Secara ekonomi, inovasi ini mampu memberikan nilai tambah bagi peternak lebah melalui diversifikasi produk, sekaligus mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia yang mahal. Hal ini mendukung prinsip *ekonomi sirkular*, di mana limbah satu sektor (perlebaran) menjadi input bernilai bagi sektor lain (pertanian) (Nuraini dan Siregar, 2020).

Selain itu, penggunaan pupuk organik cair dari limbah Trigona secara berkelanjutan dapat memperbaiki kesehatan tanah. Struktur tanah menjadi lebih gembur, kadar bahan organik meningkat, dan aktivitas biologis tanah seperti cacing dan mikroba kembali stabil. Dampaknya terlihat dari peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti panjang akar, jumlah daun, serta produktivitas hasil panen (Rahman, Sultana dan Ahmed, 2022).

Secara sosial, program *Bee-Waste Nexus* juga menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan limbah berbasis lingkungan. Keterlibatan peternak, petani, dan mahasiswa dalam proses produksi hingga uji efektivitas produk memperkuat kolaborasi lintas sektor dan menjadi contoh nyata penerapan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs) poin 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) serta poin 15 (Ekosistem Daratan).

Dengan demikian, inovasi pengolahan limbah sarang Trigona menjadi pupuk organik cair tidak hanya menawarkan solusi terhadap masalah pertanian konvensional yang boros pupuk kimia, tetapi juga menghadirkan model integrasi lingkungan, ekonomi, dan sosial yang harmonis melalui pendekatan ekoteknologi lokal berbasis *bee-waste upcycling* (Sari, Putri dan Nugroho, 2023).

METODE PELAKSANAAN

1. Pengumpulan Bahan: Limbah sarang lebah Trigona diperoleh dari peternak lokal setelah panen madu. Limbah kemudian dikeringkan dan dihancurkan menjadi partikel halus.
2. Proses Fermentasi: Limbah dicampur dengan air dan aktuator mikroba lokal (EM4) dalam perbandingan 1:3, kemudian difermentasi selama 14 hari dalam wadah tertutup.
3. Uji Laboratorium: Sampel pupuk diuji untuk parameter pH, kadar air, kadar abu, C-organik, dan NPK di Laboratorium Agronomi Universitas Negeri

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

Makassar.

4. Uji Aplikasi: Pupuk cair diaplikasikan pada tanaman sawi dan cabai dengan perbandingan dosis 5 ml/L air, dibandingkan dengan pupuk kimia dan kontrol tanpa pupuk.

Data hasil uji laboratorium dianalisis secara deskriptif komparatif untuk mengetahui kualitas pupuk serta efektivitasnya terhadap pertumbuhan tanaman.

HASIL PENELITIAN

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa pupuk Bee-Waste Nexus memiliki karakteristik kimia yang memenuhi standar SNI 19-7030-2004 untuk pupuk organik cair, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Pupuk Bee-Waste Nexus

Parameter Uji	Hasil	SNI 19-7030-2004	Keterangan
Ph	7,0	4-9	sesuai
C-Organik (%)	15,2	≥10	sesuai
N-TOTAL (%)	1,82	≥0,4	sesuai
P205 (%)	0,65	≥0,1	sesuai
K2O (%)	1,12	≥0,2	sesuai
Kadar air (%)	40	≥50	sesuai
Kadar Abu (%)	6,3	≥10	sesuai

Selain hasil laboratorium, uji aplikasi pada tanaman sawi menunjukkan peningkatan tinggi tanaman rata-rata sebesar 25% dibandingkan kontrol, dan 15% dibanding pupuk kimia. Warna daun lebih hijau dan struktur tanah lebih gembur setelah perlakuan menggunakan pupuk *Bee-Waste Nexus*.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah sarang Trigona memiliki potensi besar sebagai bahan dasar pupuk organik cair. Kandungan bahan organik seperti protein, asam amino, dan karbohidrat berperan penting dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, memperbaiki struktur tanah, serta mendukung penyerapan hara oleh tanaman (Kusuma dan Suryadi, 2019).

Inovasi *Bee-W Waste Nexus* menjadi solusi *triple impact*: (1) mengurangi limbah peternakan lebah, (2) menekan penggunaan pupuk kimia sintetis, dan (3) menciptakan produk bernilai ekonomi tinggi bagi masyarakat lokal (Mahendra, 2022). Pupuk ini terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

memperbaiki kesuburan tanah tanpa menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya.

Selain itu, aspek kewirausahaan dari program ini juga mendorong munculnya ekonomi hijau berbasis masyarakat desa. Produk Bee-Waste Nexus dapat dikembangkan sebagai merek dagang lokal yang mendukung ketahanan pangan berkelanjutan (Yuliani dan Hasan, 2023).

Dari segi efektivitas, pengujian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik cair berbasis limbah sarang Trigona dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, serta berat biomassa tanaman uji secara signifikan dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan unsur hara makro (N, P, K) dan mikro seperti Mg, Zn, dan Fe dalam pupuk tersebut terserap dengan baik oleh akar tanaman (Budiarto dan Lestari, 2020). Proses fermentasi alami yang digunakan dalam produksi juga menghasilkan enzim dan hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokin yang berkontribusi terhadap percepatan pertumbuhan vegetatif (Putra et al., 2021).

Selain manfaat agronomis, aspek sosial-ekonomi dari program (Pradana dan Kurniasih, 2023) menjadi nilai tambah tersendiri. Kegiatan ini membuka peluang bagi peternak lebah dan petani lokal untuk berkolaborasi dalam rantai produksi pupuk organik cair. Dengan biaya produksi yang rendah dan bahan baku yang mudah diperoleh, kegiatan ini berpotensi menciptakan unit usaha mikro yang berorientasi lingkungan (Indrawan dan Syafitri, 2022). Hal ini sejalan dengan konsep *green entrepreneurship*, yaitu kegiatan kewirausahaan yang berlandaskan keberlanjutan ekologis dan pemberdayaan masyarakat.

Program ini juga memperkuat implementasi ekonomi sirkular desa, di mana limbah pertanian dan perlebaran dimanfaatkan kembali menjadi produk produktif yang memberikan manfaat ekonomi. Pendekatan ini bukan hanya mengatasi permasalahan lingkungan, tetapi juga berperan dalam membangun ketahanan pangan lokal yang berkelanjutan (Mahendra, 2022).

Secara keseluruhan, pengembangan pupuk organik cair berbasis limbah sarang Trigona melalui program *Bee-Waste Nexus* menunjukkan potensi besar dalam menciptakan sistem pertanian ramah lingkungan sekaligus memperkuat ekonomi masyarakat. Kolaborasi antara aspek ilmiah, sosial, dan kewirausahaan menjadikan inovasi ini sebagai model nyata penerapan prinsip *eco-innovation* di tingkat lokal (Andriani dan Rachman, 2021).

KESIMPULAN

Inovasi *Bee-Waste Nexus* berhasil mengolah limbah sarang lebah tanpa sengat (*Trigona*) menjadi pupuk organik cair berkualitas tinggi yang memenuhi standar SNI. Produk ini mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta memberikan alternatif pengganti pupuk kimia yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Dengan demikian, *Bee-Waste Nexus* dapat menjadi model inovasi berkelanjutan yang mendukung kemandirian petani dan pembangunan pertanian lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa) Kemdikbudristek atas dukungan pendanaan melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM-K) dan Kampus tercinta Universitas Muhammadiyah Bone serta kepada dosen pembimbing dan petani lokal di Desa Bulu Ulaweng yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, T., dan Rachman, F. 2021. *Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Perleahan untuk Produksi Pupuk Organik Cair Berbasis Mikrobia Lokal*. Jurnal Agroteknologi Nusantara. 6(2): 89-97.
- Arora, R., dan Sharma, P. 2021. *Organic Fertilizers and Sustainable Agriculture: A Review on Impact and Efficiency*. Journal of Environmental Biology. 42(5): 1021-1028.
- Arora, R., dan Sharma, P. 2021. Organic fertilizers from bee residues: A sustainable agricultural innovation. *Journal of Environmental Science and Technology*. 45(3):155–162.
- Budiarto, R., dan Lestari, D. 2020. *Peran Pupuk Organik Cair terhadap Produktivitas dan Kualitas Tanaman Hortikultura*. Jurnal Pertanian Lestari. 12(1):45–54.
- Cahyono, A., dan Pratiwi, S. 2022. *Penerapan Konsep Ekonomi Sirkular dalam Pengelolaan Limbah Pertanian di Pedesaan*. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Hijau. 8(3):134–142.
- Darwis, M., dan Halim, F. 2021. *Analisis Kandungan Hara Pupuk Organik Cair dari Limbah Biomassa Perleahan Trigona sp.* Jurnal Biosains Terapan Indonesia.9(2):102–110.
- Fitriani, S., dan Nurdin, M. 2020. Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan tanaman sayuran lokal. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 12(2): 45-52.
- Hasanah, U., dan Wijaya, R. 2023. *Inovasi Teknologi Fermentasi dalam Produksi Pupuk Organik Cair Ramah Lingkungan*. Jurnal Teknologi Agroindustri, 11(1):"56-65.

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA IV

Kualitas Sumberdaya Manusia

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

- Hidayat, A., Ramadhan, T., dan Sulastri, E. 2021. *Teknologi Fermentasi Terkontrol untuk Peningkatan Mutu Pupuk Organik Cair*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pertanian. 5(2):77–84.
- Indrawan, B., dan Syafitri, N. 2022. *Perbandingan Efektivitas Pupuk Organik Cair dan Pupuk Kimia terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit*. Jurnal Sains Pertanian Indonesia. 18(4):201-209.
- Kusuma, A., dan Suryadi, T. 2019. Pemanfaatan limbah ternak sebagai sumber bahan organik dalam pertanian. *Jurnal Pertanian Ramah Lingkungan*, 8(1):33-40.
- Mahendra, R. 2022. Analisis kandungan hara pada pupuk organik cair hasil fermentasi limbah organik. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 15(2), 77–86.
- Nuraini, E., dan Siregar, M. 2020. *Pemanfaatan Limbah Lebah Tanpa Sengat (Trigona sp.) sebagai Sumber Bahan Organik untuk Pertanian Berkelanjutan*. Jurnal Inovasi Agroekoteknologi. 5(3):77–85.
- Pradana, I. M., dan Kurniasih, E. 2023. *Kewirausahaan Hijau Berbasis Komunitas Desa melalui Inovasi Produk Pupuk Organik*. Jurnal Sosioekonomi Pembangunan. 9(2):112–121.
- Rahayu, N., & Putra, Y. (2021). *Potensi Biofertilizer dari Limbah Lebah Trigona untuk Meningkatkan Aktivitas Mikrobiologi Tanah*. Jurnal Bioteknologi Lingkungan, 13(1), 66–73.
- Rahman, M., Sultana, T., & Ahmed, S. (2022). *Bioactive Components in Stingless Bee Hive Residues and Their Potential Agricultural Applications*. International Journal of Agricultural Science, 9(4), 98–106.
- Sari, N., Putri, L., & Nugroho, A. (2023). *Analisis Nilai Tambah Produk Turunan Perlebaran dalam Mendukung Ekonomi Sirkular*. Jurnal Ekonomi Hijau Indonesia, 4(1), 15–26.
- Yuliani, D., & Hasan, F. (2023). Upcycling agricultural waste for sustainable fertilizer production. *Sustainable Agriculture Review*, 17(4), 222–231.