

POTENSI LIMBAH KOTORAN WALET SEBAGAI PENYEDIA UNSUR HARA MAKRO PADA BIBIT TANAMAN PERKEBUNAN

Siti Mutmainah*¹, Hamidah², Asiahwati³, Mahdalena⁴ dan Leonardus Nico⁵
^{1,2,3,4,5}Fakultas Pertanian, Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda, Indonesia.
Jl KH. Wahid Hasyim Samarinda, KP 75243.
E-Mail: sitimutmainah@uwgm.ac.id (*Corresponding author)

Submit: 03-08-2025

Revisi: 10-09-2025

Diterima: 24-09-2025

ABSTRAK

Potensi Limbah Kotoran Walet Sebagai Penyedia Unsur Hara Makro Pada Bibit Tanaman Perkebunan. Budidaya walet di Kalimantan Timur berkembang semakin pesat, hal ini berdampak pada peningkatan jumlah limbah kotoran walet dalam jumlah yang cukup besar. Limbah kotoran walet yang tidak dikelola dengan baik berpotensi mencemari lingkungan. Di sisi lain, sektor pertanian khususnya budidaya kopi Arabika (*Coffea arabica* L) membutuhkan solusi pupuk organik yang berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi limbah kotoran walet sebagai pupuk organik dalam mendukung pertumbuhan bibit kopi Arabika (*Coffea arabica* L). Seiring dengan meningkatnya industri budidaya walet di Kalimantan Timur, limbah kotoran walet yang dihasilkan memerlukan pengelolaan yang tepat agar tidak mencemari lingkungan dan dapat memberikan manfaat ekonomi. Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan dengan empat perlakuan dosis pupuk kotoran walet: K0 (kontrol), K1 (100 g/polybag), K2 (200 g/polybag), dan K3 (300 g/polybag). Hasil laboratorium menunjukkan bahwa kotoran walet mengandung nitrogen tinggi (7,78%), karbon organik (27,53%), dan rasio C/N sangat rendah (3,54), di bawah standar ideal. Bokashi hasil fermentasi menunjukkan peningkatan nitrogen (11,07%) namun rasio C/N menurun menjadi 2,79. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa dosis K3 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kopi Arabika pada 60 dan 90 HST, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun dan diameter batang. Rendahnya rasio C/N diduga menjadi salah satu penyebab terbatasnya efektivitas pupuk terhadap parameter lainnya.

Kata kunci : Kotoran Walet, Kopi Arabika, Limbah.

ABSTRACT

The Potential of Swiftlet Waste as a Provider of Macro Nutrients for Plantation Plant Seeds. Swiftlet farming in East Kalimantan is growing rapidly, resulting in a significant increase in the amount of swiftlet waste. Improperly managed swiftlet waste has the potential to pollute the environment. Furthermore, the agricultural sector, particularly Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) cultivation, requires sustainable organic fertilizer solutions to increase productivity. This study aims to assess the potential of swiftlet waste as an organic fertilizer to support the growth of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) seedlings. As the swiftlet farming industry grows in East Kalimantan, the resulting swiftlet waste requires proper management to prevent environmental pollution and provide economic benefits. A Randomized Block Design (RBD) was used with four swiftlet manure fertilizer dosage treatments: K0 (control), K1 (100 g/polybag), K2 (200 g/polybag), and K3 (300 g/polybag). Laboratory results showed that swiftlet manure contained high nitrogen (7.78%), organic carbon (27.53%), and a very low C/N ratio (3.54), below ideal standards. Fermented bokashi showed an increase in nitrogen (11.07%), but the C/N ratio decreased to 2.79. The study also showed that the K3 dose significantly affected the height of Arabica coffee plants at 60 and 90 days after planting but had no significant effect on leaf number and stem diameter. The low C/N ratio is suspected to be one of the causes of the fertilizer's limited effectiveness on other parameters.

Key words : Arabica Coffee, Swallow Manure, Waste.



1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya peternakan sarang walet di Kalimantan Timur, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan (DPKH) Provinsi Kalimantan Timur pada akhir 2024 mulai melakukan kajian akademis mengenai potensi budidaya burung walet dengan fokus wilayah di Kabupaten Kutai Barat (Fauzan, 2024). Sejalan dengan hal tersebut pengelolaan limbah sarang burung walet di Kalimantan Timur memerlukan perhatian khusus untuk memastikan keberlanjutan industri dan kesehatan lingkungan. Dengan menerapkan praktik pengelolaan limbah yang baik, dampak negatif dapat diminimalkan, dan potensi manfaat ekonomi dari industri ini dapat dimaksimalkan (Uhai et al., 2024). Limbah utama pada peternakan burung walet berasal dari kotoran burung walet, sisa pakan (Batubara et al., 2022), serta material sarang yang tidak terpakai (Hayati, 2018). Limbah ini akan menumpuk, terutama jika tidak dibersihkan secara berkala.

Salah satu cara untuk mengolah limbah peternakan sarang burung walet terutama kotoran burung walet adalah dengan mengolah limbah menjadi kompos atau pupuk organik (Frederick & Gandha, 2022; Saleh et al., 2025). Menurut Handayani et al. (2011), pupuk organik umumnya mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman pada masa pertumbuhan. Pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan pupuk guano merupakan beberapa jenis contoh dari pupuk organik (Mansyur et al., 2021; Putri, 2024; Sutejo, 2002).

Pupuk dari kotoran burung walet sering disebut dengan pupuk guano. Pupuk guano, yang merupakan pupuk organik padat, berasal dari akumulasi kotoran burung walet yang mendiami gua-gua alami (Boren et al., 2024; Mansyur et

al., 2021; Sari et al., 2022). Pupuk ini dikenal memiliki kandungan nutrisi makro yang relatif lengkap, meliputi nitrogen (N) antara 0,5-2,5%, fosfor (P) sebesar 5-15%, dan kalium (K) sekitar 2,5-3,5%. Meskipun demikian, komposisi nutrisi guano walet tidak selalu seragam karena dapat bervariasi tergantung pada lokasi gua dan jenis pakan burung walet tersebut (Sarjana et al., 2022).

Selain sektor peternakan, sektor perkebunan di Kalimantan Timur juga terus mengalami peningkatan, hal ini sejalan dengan data BPS (2023) yang menunjukkan bahwa pada sektor perkebunan kelapa sawit, kelapa, karet, kopi dan kakao masih terus berkembang, dengan produksi tertinggi dan meningkat setiap tahunnya dari 2020 hingga 2023 adalah kelapa sawit, yakni mencapai 4216 ribu ton pada tahun 2023.

Berdasarkan hal di atas peneliti tertarik untuk meneliti dan mengkaji lebih lanjut terkait dengan pemanfaatan limbah kotoran walet sebagai salah satu alternatif yang dapat digunakan petani dalam pengembangan bibit pada sektor perkebunan, guna peningkatan bibit berkualitas di Kalimantan Timur.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda, dan di Laboratorium Tanah Universitas Mulawarman. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan, mulai dari bulan Januari sampai dengan Juni 2025

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bibit Kopi Arabika umur 2 bulan, tanah lapisan atas, polybag dan Pupuk Kotoran Walet. Sedangkan alat yang digunakan polybag ukuran 20 x 25

cm, alat tulis, timbangan digital, jangka sorong, penggaris, paranet, cangkul, dan kamera.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 1 faktor, diulangi sebanyak 3 kali, dengan taraf sebagai berikut:

K0= Tanpa Perlakuan (Kontrol)

K1= 100 g/polybag

K2= 200 g/polybag

K3= 300 g/polybag

2.4. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Lahan

Lahan yang digunakan sebagai tempat penelitian dibersihkan terlebih dahulu dari sisa tanaman dan gulma.

Pembuatan Naungan

Naungan dibuat dari paranet sebagai atap peneduh untuk melindungi bibit tanaman dari sinar matahari langsung dan juga dapat berfungsi untuk menghindari turunnya hujan secara langsung ke tanaman yang akan berdampak pada proses pertumbuhan tanaman. Ukuran yang digunakan yaitu ketinggian 150 cm dan panjang 300 cm.

Persiapan Bibit Kopi

Bibit Kopi Arabika yang digunakan dalam penelitian ini berumur 2 bulan dengan jumlah 12 bibit.

Penyiapan Media Tanam dan Aplikasi Pupuk Kotoran Walet

Media yang digunakan yaitu tanah lapisan atas (*top soil*) yang diambil dari lokasi tempat penelitian. Kemudian dicampurkan dengan pupuk kotoran walet hingga tercampur merata sesuai dengan perlakuan yaitu K₀ (Kontrol), K₁ (100 g/polybag), K₂ (200 g/polybag) dan K₃ (300 g/polybag). Pupuk kotoran walet

diberikan satu kali, pada saat persiapan media tanam.

Penanaman

Setiap polybag yang telah diberi label perlakuan hanya ditanami satu tanaman dengan cara polybag dirobek menggunakan *cutter* kemudian dikeluarkan bibit kopi dari polybag tanpa membuang tanah yang melekat pada tanaman, lalu dimasukkan pada polybag yang berukuran 20 x 25 cm yang telah disiapkan.

Pemeliharaan

1. Penyiangan

Penyiangan dilakukan 1 kali dalam 2 minggu, penyiangan dilakukan secara manual dengan cara mencabut rumput liar yang ada di dalam dan diluar polybag menggunakan tangan.

2. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan menggunakan alat gembor, bertujuan untuk menjaga kelembaban media tanam, dilakukan 1 kali sehari pada pagi hari. Namun penyiraman tidak dilakukan apabila sudah terjadi hujan, dan saat perlakuan, penyiraman tidak dilakukan untuk menghindari pupuk yang diberikan ikut larut terbawa air siraman.

2.5. Pengamatan

Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang yang sudah diberi tanda sampai ketitik tumbuh pucuk menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan satu bulan sekali yaitu pada umur 30, 60 dan 90 Hari Setelah Tanam (HST).

Jumlah helai daun

Perhitungan helai daun dilakukan pada semua daun yang telah terbentuk pada tanaman, dilakukan setiap satu bulan,

yaitu pada umur 30, 60 dan 90 Hari Setelah Tanam (HST).

Diameter batang (mm)

Pengukuran diameter batang tanaman dilakukan dengan menggunakan jangka sorong diameter batang diukur pada pangkal batang yang telah ditandai sama seperti pengukuran tinggi,

pengukuran diameter batang dilakukan setiap 30, 60 dan 90 Hari Setelah Tanam (HST).

2.6. Analisis Data

Data hasil pengukuran yang diperoleh dari parameter yang ada kemudian dianalisis dengan sidik ragam untuk melihat pengaruh perlakuan.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Analisa Laboratorium Kotoran Walet dan Bokashi Kotoran Walet.

| No | Parameter | Metode | Hasil Analisa | | Standar Mutu Pupuk Organik Padat |
|----|-------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|---|
| | | | Kotoran Walet (%) | Bokasi K. Walet (%) | |
| 1 | pH. H ₂ O | Oven | 5.36 | 5.80 | 4-9 |
| 2 | N Total | Kjeldahl | 7.78 | 11.07 | Hara Makro (N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O) minimum 2% |
| 3 | C Organik | Walkley & Black | 27.53 | 30.93 | Minimum 15 |
| 4 | Rasio C/N | Hitung | 3.54 | 2.79 | ≤25 |
| 5 | P ₂ O ₅ | Spectronic | 2.74 | 2.69 | Hara Makro (N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O) minimum 2% |
| 6 | K ₂ O | AAS | 1.97 | 2.30 | Hara Makro (N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O) minimum 2% |

Tabel 2. Rekapitulasi Data Penelitian Potensi Limbah Kotoran Walet Sebagai Penyedia Unsur Hara Makro Pada Bibit Tanaman Perkebunan.

| Perlakuan | Tinggi Tanaman (cm) | | | Jumlah Helai Daun | | | Diameter Batang (mm) | | |
|-----------|---------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|
| | 30 HST | 60 HST | 90 HST | 30 HST | 60 HST | 90 HST | 30 HST | 60 HST | 90 HST |
| K0 | 6,26 | 7,08b | 8,63b | 6,17 | 7,50 | 10,08 | 1,59 | 1,67 | 1,80 |
| K1 | 6,58 | 7,54ab | 9,04b | 7,00 | 7,92 | 9,67 | 1,68 | 1,83 | 1,94 |
| K2 | 6,13 | 7,21b | 9,13b | 7,00 | 7,58 | 10,50 | 1,68 | 1,70 | 1,88 |
| K3 | 7,04 | 7,33a | 10,96a | 7,00 | 8,25 | 10,92 | 1,77 | 1,87 | 1,98 |
| SR K | tn | * | ** | tn | tn | tn | tn | tn | tn |

Keterangan :

- K₀ = tanpa pupuk petrogenik (kontrol)
 K₁ = dosis pupuk kotoran walet 100 g/polybag
 K₂ = dosis pupuk kotoran walet 200 g/polybag
 K₃ = dosis pupuk kotoran walet 300 g/polybag
 tn = tidak berpengaruh
 * = berpengaruh nyata
 ** = berpengaruh sangat nyata
 HST = hari setelah tanam

Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang telah dilakukan, didapatkan bahwa kotoran walet sangat berpotensi menjadi pupuk organik dilihat dari kandungan unsur hara makronya yang tinggi. Adapun standar yang digunakan

sebagai acuan adalah Kepmentan Nomor 261 tahun 2019 tentang Persyaratan Teknik Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah yang diperkuat dengan SNI 773:2024 tentang Pupuk Organik Padat (Persyaratan Teknis

Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Dan Pembenh Tanah, 2019; SNI 7763 (Pupuk Organik Padat), 2024).

Dari data yang diperoleh diketahui unsur hara makro tertinggi merupakan unsur hara nitrogen yakni sebesar 7.78% pada kotoran wallet kering diikuti fosfor dan kalium, dengan total (N+P+K) 12.49%. Selain itu di ketahui karbon organik yang terkandung pada kotoran burung wallet sebesar 27.53% yang menggambarkan keberadaan bahan organik dalam tanah. Namun berdasarkan hasil laboratorium diketahui bahwa Rasio C/N pada Kotoran Walet tergolong sangat rendah yakni sebesar 3.53, hal ini mengindikasikan kandungan nitrogen jauh lebih tinggi dari pada karbon. Ketidakseimbangan tersebut dapat berpotensi besar mengurangi durasi waktu fermentasi menjadi lebih pendek, namun akan meningkatkan resiko kehilangan nitrogen pada media tanam dikarenakan adanya pembentukan gas amoniak dalam jumlah berlebih, yang dapat menguap sebagai gas. Durasi waktu fermentasi akan semakin lama apabila rasio C/N tinggi (Fauzan et al., 2022). Dan sejalan dengan hal tersebut Harada et al. (1993) menyatakan bahwa perbandingan C/N yang terlalu rendah akan menyebabkan terbentuknya gas amoniak, sehingga nitrogen mudah hilang ke udara. Rendahnya C/N juga menunjukkan keseimbangan antara karbon sebagai sumber energi dan nitrogen untuk pembentukan protein dalam proses metabolisme mikroorganisme pada kotoran walet sangat rendah (Ramadhan, 2023).

Adapun bahan turunan hasil dari limbah kotoran wallet pada penelitian ini adalah bokashi kotoran wallet, dimana berdasarkan hasil laboratorium diketahui setelah menjadi bokashi persentase nilai nitrogen semakin meningkat yakni sebesar 11,07% dengan total hara makro (N+P+K) 16.06%. Pada fase awal pertumbuhan

tanaman memerlukan unsur nitrogen (N) untuk pertumbuhan daun, batang, cabang, Nitrogen berperan penting dalam pembentukan hijau daun yang berguna dalam proses fotosintesis, fosfor (P) dalam merangsang pertumbuhan akar dan tanaman muda menjadi dewasa, mempercepat penguapan dan pemasakan buah, biji atau gabah, penyusunan lemak dan protein, dan kalium (K) berperan dalam memperkuat tumbuh tanaman agar daun dan bunga tidak mudah gugur (Lingga dan Marsono, 2007). Peningkatan nilai N pada bokashi menunjukkan kandungan hara makro pada bokashi kotoran wallet jauh lebih besar dibandingkan dengan kotoran wallet kering, namun rasio C/N pada bokashi yang dihasilkan menunjukkan nilai yang lebih rendah yakni sebesar 2.79, yang berarti untuk peng-aplikasiannya perlu penambahan bahan-bahan organik yang kaya akan karbon dengan tujuan untuk memperbesar Rasio C/N. Rasio C/N merupakan perbandingan jumlah kandungan unsur karbon (C) terhadap banyaknya kandungan unsur nitrogen (N) yang ada pada suatu bahan organik, dimana karbon dan nitrogen sangat dibutuhkan mikroorganisme untuk aktivitas hidupnya (Wasilah & Bashri, 2019).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa Perlakuan pupuk kandang kotoran walet pada tanaman Kopi Arabika berpengaruh nyata pada 60 HSP dan sangat nyata pada 90 HSP terhadap pertumbuhan bibit kopi yang ditandai dengan pertambahan tinggi tanaman. Pemberian pupuk kandang kotoran walet sebanyak K₃ (300 g/polybag) memberikan pengaruh nyata pada umur 60 HSP dengan rerata tertinggi tinggi tanaman bibit kopi yaitu 8,33 cm dan rerata tinggi tanaman terendah pada perlakuan K₀ yaitu 7,08 cm. Dan pada umur 90 HSP memberikan pengaruh sangat nyata dengan rerata tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan

K₃ yaitu 10,96 cm dan rerata terendah pada perlakuan K₀ yaitu 8,63 cm. Pemberian pupuk kandang kotoran walet dengan dosis tertinggi dalam penelitian ini sebanyak K₃ (300 g/polybag) memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bibit kopi. Selaras dengan penelitian terdahulu oleh Sopiana et al. (2022), pupuk kotoran walet memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kopi liberika.

Parameter tinggi tanaman umur 30 HSP memberikan pengaruh tidak nyata, hal ini diduga penyerapan nutrisi yang berasal dari pupuk kandang kotoran walet membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat tersedia. Sedangkan parameter tinggi tanaman umur 60 dan 90 HSP memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dikarenakan nutrisi pada 60 dan 90 HSP yang berasal dari pupuk kandang kotoran walet sudah terurai dan tersedia cukup untuk pertumbuhan. Hal ini sejalan dengan Hairul et al. (2016), bahwa pupuk organik bersifat slow release yang artinya unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik akan dilepaskan secara perlahan-lahan dan terus-menerus dalam waktu lebih lama.

Pada penelitian ini pemberian pupuk kandang kotoran walet hanya mampu memberikan pengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman tetapi belum mampu memberikan berpengaruh nyata terhadap parameter lainnya. Rasio C/N pada kotoran walet yang sangat rendah juga diduga menjadi sebab tidak berpengaruhnya kotoran walet pada bibit kopi arabika.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut: Kandungan hara makro pada Kotoran burung walet adalah nitrogen (7,78%), fosfor (2,74%), dan kalium (1,97%) dengan total hara makro mencapai 12,49%, serta kandungan karbon organik sebesar 27,53%.

Pemberian pupuk kotoran walet memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit kopi Arabika terutama pada umur 60 dan 90 HST. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis 300 g/polybag (K₃), yang menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman paling optimal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda yang telah mendanai kegiatan penelitian dan penulisan artikel ini melalui dana Hibah serta kepada seluruh anggota tim yang telah kebersamai kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, L. R., Purba, D. W., & Supandi, N. (2022). Respon Pemberian Tepung Cangkang Telur dan Feses Burung Walet terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Pulut (*Zea Mays Ceratina L.*). *Jurnal Agrium*, 19(2), 120–130.
- Boren, Novia, P., & Badal, B. (2024). Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Walet Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneensis Jacq*) di Pre Nursery. *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.31933/xk7evy14>
- BPS. (2023). *Statistik Indonesia 2023*.
- Fauzan. (2024, August 7). *Koordinasi Data Pengembangan Walet bersama Balai Besar Karantina Kaltim*. Dinas Peternakan Dan Kesehatan Hewan Provinsi Kalimantan Timur. <https://peternakan.kaltimprov.go.id/artikel/koordinasi-data->

- pengembangan-walet-bersama-balai-besar-karantina-kaltim
- Fauzan, F., Fadhil, M., Irfan, I., Yunita, D., Erika, C., & Lahmer, R. A. (2022). Study of C/N ratio of organic materials and its application in the production of natural fertilizer (bokashi). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012105>
- Lingga dan Marsono. (2007). *Petunjuk penggunaan pupuk*. Penebar Swadaya.
- Wasilah, Q. A., & Bashri, W. A. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Limbah Sisa Makanan dengan Penambahan Berbagai Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Lentera Bio*, 8(2), 136–142.
<http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Frederick, L., & Gandha, M. V. (2022). Rumah Collocalia: Sarana Edukasi Pengembangan Budidaya Burung Walet. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 4(1), 193–202.
- Hairul, I., Syafrullah, & Hawayanti, E. (2016). Pengaruh Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Belum Menghasilkan. *Klorofil : Jurnal Ilmu-Ilmu Agroteknologi*, 11(1).
<https://jurnal.um-palembang.ac.id/klorofil/article/view/218>
- Handayani, F., Mastur, & Nurbani. (2011). Respon Dua Varietas Kedelai terhadap Penambahan Beberapa Bahan Organik. *Prosiding Semiloka Nasional*.
- Harada, Y., Haga, K., Osada, T., & Koshino, M. (1993). Quality of Compost Produced from Animal Wastes. *JARQ*, 26(4), 238–246.
- Hayati, M. (2018). Perlindungan Hukum bagi Masyarakat terhadap Pencemaran Lingkungan Akibat Budidaya Burung Walet. *Supremasi Hukum: Jurnal Penelitian Hukum*, 27(1), 38–54.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murti Laksono, A. (2021). *Pupuk dan Pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
- Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Dan Pembenah Tanah, Pub. L. No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, Kementerian Pertanian (2019).
- Putri, T. A. (2024). *Pengaruh Pemberian Bokashi Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan Tanaman Kopi Liberika (Coffea liberica W. Bull ex Hiern) di Lahan Gambut* [Universitas Jambi].
<https://repository.unja.ac.id/64828/>
- Ramadhan, N. F. (2023). *Karakteristik Kompos Campuran Feses Sapi dengan Walet dan Pengaplikasiannya pada Tanaman Sorgum*. Univesitas Hasanuddin.
- Saleh, W., Haslindah, H., Aqmal, A., & Jumarding, A. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Pengelola Sarang Burung Walet Menuju Kemandirian Ekonomi dan Berdaya Saing di Desa

- Boiya. *Celebes Journal of Community Services*, 4(1), 40–47.
- Sari, A. P., Augustien, N., & Suhardjono, H. (2022). Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik dan Dosis Pupuk Guano terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 25(1), 60–78.
- Sarjana, T. A., Sarengat, W., Kismiati, S., Mahfudz, L. D., & Shihah, H. D. (2022). *Panduan Budidaya Walet*. UNDIP Press Semarang.
- SNI 7763 (Pupuk Organik Padat) (2024).
- Sopiana, S., Hermanto, S. R., & Nur, E. A. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Walet terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Liberika (*Coffea liberica*) di Media Gambut. *Journal of Agro Plantation (JAP)*, 1(2), 74–84.
- Sutejo, M. M. (2002). *Pupuk dan Cara Pemupukan* (Cetakan ke). Rineka Cipta.
- Uhai, S., Mahmudin, T., & Dewi, I. C. (2024). *Pariwisata Berkelanjutan: Strategi Pengelolaan Destinasi Wisata Ramah Lingkungan Dan Menguntungkan*. Penerbit KBM Indonesia.
- Wasilah, Q. A., & Bashri, W. A. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Limbah Sisa Makanan dengan Penambahan Berbagai Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Lentera Bio*, 8(2), 136–142. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>