



## Inovasi Pemanfaatan Maggot sebagai Alternatif Pupuk Hayati dan Pakan Hewan untuk KWT Sejahtera Aceh

Mulyadi, Rahmah Hayati, Fawwa Rahly, M Hafidh, Firza Maulana

Fakultas Pertanian Universitas Abulyatama, Jln. Blang Bintang Lama, Aceh Besar, 23372, Indonesia

### ARTICLE INFORMATION

Received: Agustus 25, 2025

Revised: September 27, 2025

Available online: September 30, 2025

### KEYWORDS

Maggot cultivation; Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*); Organic waste management; Biofertilizer and animal feed; Women farmer empowerment

### CORRESPONDENCE

Name: *Rahmah Hayati*

E-mail:

[rahmah.hayati\\_agroteknologi@abulyatama.ac.id](mailto:rahmah.hayati_agroteknologi@abulyatama.ac.id)

### A B S T R A C T

Household organic waste management remains a significant environmental and economic challenge for small-scale farming communities. This Community Service Program (PKM) aimed to empower the Sejahtera Aceh Women Farmers Group (Kelompok Wanita Tani/KWT) through innovative utilization of maggots from Black Soldier Fly (BSF) and *Tenebrio molitor* (TM) as environmentally friendly and economically valuable alternatives for biofertilizer and animal feed. The program employed participatory methods, including socialization, technical training, hands-on practice, and continuous assistance in maggot cultivation and downstream product processing, namely Haggot Fertilizer and Waggot Feed. The activity involved 25 members of KWT Sejahtera Aceh in Seumereung Village, Aceh Besar Regency. The results demonstrated a substantial increase in participants' knowledge and skills in converting household organic waste into value-added agricultural products. Haggot Fertilizer exhibited high nutrient potential, with 41% organic carbon and 9.8% potassium content, contributing to improved soil structure, water efficiency, and enhanced growth of horticultural crops. Meanwhile, Waggot Feed contained up to 40% protein, comparable to commercial pellet feed, indicating its feasibility as an alternative protein source for poultry and fish. In conclusion, this program successfully strengthened the capacity and independence of women farmers in sustainable waste management, reduced reliance on chemical inputs, and created new community-based economic opportunities. The initiative shows strong potential for replication and further development through advanced training, economic partnerships, and integration with sustainable organic farming programs.

### Pendahuluan

Limbah organik rumah tangga menyumbang porsi signifikan terhadap total limbah domestik di Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Tahun 2025, limbah organik menyumbang lebih dari 50% dari total komposisi sampah domestik nasional. Apabila tidak ditangani dengan baik, limbah ini akan terdegradasi secara anaerob di tempat pembuangan akhir (TPA), menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti metana (CH<sub>4</sub>) dan berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan, bau tidak sedap, serta potensi penyebaran penyakit. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif dan partisipatif dalam mengurangi beban limbah organik langsung dari sumbernya (Ferrer et al., 2020; Gold et al. 2020; Hardyanto & Novitasari, 2021; Iskandar & Yuliani, 2025).

Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan larva serangga sebagai agen biologis untuk dekomposisi limbah organik. Larva Black Soldier Fly (BSF) dan *Tenebrio molitor* (TM), atau yang lebih dikenal dengan istilah maggot, memiliki kemampuan tinggi dalam menguraikan limbah organik dalam waktu singkat. Selain mengurangi volume limbah, budidaya maggot juga menghasilkan biomassa larva dengan kandungan protein tinggi yang sangat potensial sebagai pakan alternatif untuk unggas seperti ayam atau burung, ikan dan lainnya. Peningkatan kebutuhan protein hewani dan tingginya harga pakan konvensional menjadikan maggot sebagai solusi berkelanjutan dalam sektor peternakan dan perikanan (Rahmawati & Lestari, 2025; Setiawan & Izzah 2022; Taufik & Erfianti, 2024; Widjastuti & Rizal, 2020).

Proses budidaya maggot berupa kotoran atau *frass* juga menyimpan nilai ekonomis sebagai pupuk hayati. *Frass* mengandung unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (NPK), serta mikroorganisme yang mendukung kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan *frass* dalam pertanian organik telah terbukti dapat meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura dan memperbaiki struktur tanah secara berkelanjutan. Kombinasi manfaat dari biomassa maggot sebagai pakan sebagai pupuk hayati menjadikan budidaya maggot sebagai model ekonomi sirkular yang sangat relevan diterapkan di tingkat rumah tangga dan komunitas petani lokal (Bahingawan et al. 2020; Chaudhary et al. 2022).

Berbagai studi menunjukkan bahwa maggot, khususnya larva jenis *Black Soldier Fly* (BSF), memiliki kandungan protein kasar sebesar 40-55%, serta lemak sebesar 25-35%, menjadikannya sebagai bahan pakan alternatif yang sangat bernutrisi. Dalam formulasi pakan ayam pedaging, substitusi tepung ikan dengan tepung maggot hingga 30% tidak menurunkan performa pertumbuhan, bahkan pada dosis 15-20% dapat meningkatkan efisiensi pakan. Sementara itu, pupuk dari maggot mengandung Nitrogen sekitar 2-3%, Fosfor 1-1,5%, dan Kalium 1-2%, serta memiliki rasio C/N yang seimbang, sehingga cocok diaplikasikan sebagai pupuk dasar maupun pupuk sekunder pada tanaman sayuran dan hortikultura (Nguyen et al., 2020; Zhou et al., 2023; Zulkifli et al., 2021). Aplikasi pupuk pada dosis 10-20 ton/ha atau setara 100-200 g per tanaman telah terbukti meningkatkan pertumbuhan akar dan hasil panen secara signifikan. Oleh karena itu, hilirisasi produk budidaya maggot dalam bentuk pakan dan pupuk berbasis dosis aplikatif menjadi bagian penting dalam keberlanjutan dan skalabilitas teknologi ini di tingkat masyarakat dan kelompok tani khususnya petani lokal di Desa Seumeureng.

Transfer teknologi dalam maggot sangat dibutuhkan saat ini sehingga perlu dilakukan program pengabdian kemitraan masyarakat (PKM) di Desa Seumeureng, Kabupaten Aceh Besar, dengan melibatkan Kelompok Wanita Tani (KWT) Sejahtera Aceh sebagai mitra utama. KWT Sejahtera ini memiliki potensi strategis dalam pengelolaan limbah rumah tangga dan pemberdayaan ekonomi berbasis lingkungan. Melalui pelatihan, pendampingan teknis, dan pengembangan sistem budidaya maggot skala rumah tangga dan petani lokal, kegiatan ini diharapkan dapat membangun kapasitas produksi pakan dan pupuk organik lokal, mendorong kemandirian pangan dan pakan, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs).

## Metode Pengabdian

Kegiatan dilaksanakan di Desa binaan KWT Sejahtera dalam Kelompok Wanita Tani (KWT) Sejahtera Aceh beranggotakan Petani Wanita dengan total Anggota 25 Orang, dan Ketua Nurbaiti yang berlokasi di Desa Seumeureng, Kecamatan Suka Makmur, Kabupaten Aceh Besar. Pelaksanaan program PKM dilakukan secara partisipatif dan bertahap melalui empat tahapan utama, yaitu:

1. Sosialisasi dan edukasi mengenai siklus hidup maggot Black Soldier Fly (BSF) serta manfaat ekologis dan ekonominya;
2. Praktik lapangan berupa pembangunan kandang budidaya maggot skala rumah tangga menggunakan bahan lokal;
3. Pelatihan pengelolaan substrat limbah dapur rumah tangga sebagai media pakan maggot;
4. Pelatihan pemanenan larva dan pengumpulan *frass* sebagai hasil utama budidaya. Kegiatan juga mencakup monitoring dan evaluasi (monev) untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan anggota KWT Sejahtera, serta observasi lapangan untuk mengevaluasi keberhasilan teknis implementasi.

Pada tahap lanjutan, peserta dilatih dalam pengolahan hasil budidaya menjadi produk turunan berupa pupuk dan pakan. Frass maggot yang dinamakan Pupuk Manggot dikumpulkan dari dasar media budidaya dikeringkan dan difermentasi menggunakan aktivator mikroorganisme lokal (MOL) selama 5–7 hari dalam kondisi aerob. Hasil fermentasi kemudian dikemas sebagai pupuk organik padat dengan teknik sederhana. Untuk produksi pakan, larva maggot yang telah dipanen dibersihkan dan dikeringkan menggunakan metode penjemuran langsung atau oven suhu rendah ( $\pm 60^{\circ}\text{C}$ ) hingga kadar air  $< 10\%$  (Silva & Oliveira, 2021; Suria & Handayani, 2021; Syafrida & Mahyuni, 2025, Tanga et al., 2022). Produk pakan dinamakan dengan Pakan Waggot ini siap digunakan sebagai campuran pakan unggas (ayam, bebek, burung) atau ikan dalam dosis tertentu (Kumala & Subrata, 2022; Mazaya & Astuti, 2023; Mutafela & Ngoma, 2023). Semua tahapan dilaksanakan dengan pendekatan praktis dan disesuaikan dengan kondisi dan kapasitas lokal agar dapat direplikasi secara berkelanjutan oleh mitra. Tim PKM Universitas Abulyatama terdiri atas Ir. Mulyadi, M.Si, Dr. Rahmah Hayati, M.Agr dan Fawwa Rahly, S.Pt., M.Si mempublikasikan PKM ini dalam berita media sosial RRI yang dapat diakses di <https://rri.co.id/index.php/>.

## Hasil dan Pembahasan

### Budidaya Maggot dan inovasinya sebagai produk pupuk dan pakan hewan

Evaluasi kegiatan PKM Tim Universitas Abulyatama menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman peserta terhadap budidaya maggot dan manfaatnya. Sebanyak 85% anggota KWT Sejahtera Aceh mulai memilah limbah organik rumah tangga dan 70% telah mencoba membudidayakan maggot secara mandiri.

Pupuk organik Kasgot (Pupuk Manggot atau diberi nama Pupuk Haggot) jenis padat merupakan hasil samping dari budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF) dan *Tenebrio Molitor* (TM) yang berasal dari sisa limbah organik dan ekskresi larva. Kasgot memiliki fungsi agronomis dan ekologis yang signifikan, antara lain:

1. Meningkatkan kesuburan tanah, dimana kandungan unsur hara makro dan mikro di dalam Kasgot membantu memperbaiki ketersediaan nutrisi di tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman.
2. Memperbaiki struktur tanah dengan bahan organik dalam Kasgot meningkatkan porositas dan daya ikat air tanah, sehingga cocok digunakan pada tanah liat maupun tanah pasir.
3. Menstimulasi aktivitas mikroba tanah, kasgot mengandung mikroorganisme menguntungkan yaitu *Bacillus*, *Actinomyces*, dan *Azotobacter*, yang dapat membantu fiksasi Nitrogen dan dekomposisi bahan organik lainnya.
4. Bersifat ramah lingkungan yaitu kasgot berasal dari limbah organik yang diurai secara biologis oleh larva maggot. Kasgot mendukung prinsip pertanian organik dan berkelanjutan.

### Kandungan Nutrisi Pupuk Manggot/Pupuk Haggot

Pupuk Haggot mengandung hormon tumbuh alami seperti auksin dan sitokinin dalam kadar rendah, serta enzim-enzim yang membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Komposisi nutrisi pupuk tersebut dapat bervariasi tergantung pada jenis substrat pakan dan sistem budidayanya, kandungan nutrisi di deskripsikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan nutrisi pupuk dari maggot

Unsur	Kisaran Kandungan (%)	Fungsi
Nitrogen (N)	1,5 - 3,0	Meningkatkan pertumbuhan daun dan jaringan tanaman
Fosfor ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	0,8 - 1,5	Merangsang pertumbuhan akar dan pembungaan
Kalium ( $\text{K}_2\text{O}$ )	1,0 - 2,5	Meningkatkan daya tahan tanaman dan pembentukan buah
C/N Ratio	12 - 20	Ideal untuk dekomposisi bahan organik
Bahan Organik	>40	Menambah humus dan memperbaiki struktur tanah
Mikroba hidup	Ada	Memicu aktivitas biologis dalam tanah

Selain itu, produk inovatif lainnya adalah fungsi pakan dari maggot BSF dan TM serta kandungan nutrisinya. Pakan dari maggot yang diberi nama "Pakan Waggot" (baik dalam bentuk larva segar maupun maggot kering) memiliki sejumlah fungsi penting dalam menunjang sektor peternakan dan perikanan yaitu:

1. Sumber protein alternatif berkelanjutan dari maggot BSF dan TM mengandung protein tinggi yang dapat menggantikan tepung ikan atau kedelai dalam ransum pakan ternak, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan pakan impor dengan harga yang mahal.
2. Meningkatkan pertumbuhan ternak dan ikan berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa substitusi pakan konvensional dengan maggot (hingga 30%) dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian (ADG) pada ayam pedaging dan ikan lele tanpa menurunkan performa pencernaan maupun kualitas daging.
3. Meningkatkan efisiensi pakan (*Feed Conversion Ratio/FCR*) lemak dan protein dalam maggot mudah dicerna, sehingga meningkatkan konversi pakan menjadi bobot tubuh.
4. Ramah lingkungan dan lokal adaptif, maggot dapat dibudidayakan dari limbah organik lokal, menjadikannya pakan yang murah, mudah diproduksi, dan mendukung ekonomi petani.

### Kandungan Nutrisi Pakan Waggot

Pelaksanaan program budidaya maggot di KWT Sejahtera Aceh, Desa Seumeureng, Kecamatan Suka Makmur, Kabupaten Aceh Besar (Gambar 1), menunjukkan hasil yang maksimal, khususnya dalam produksi dan pemanfaatan pupuk manggot padat (*frass* maggot). Setelah mengikuti pelatihan dan praktik langsung, anggota KWT Sejahtera berhasil mengaplikasikan pupuk manggot pada tanaman sayuran seperti tomat, cabai, kangkung, dan terong yang dikelola oleh anggota KWT Sejahtera Aceh pada Lahan KWT Desa Binaan tersebut.

Maggot mengandung asam amino penting seperti lisin, metionin, dan treonin, yang sangat diperlukan dalam formulasi pakan unggas dan ikan. Maggot kering biasanya digunakan dalam bentuk tepung (BSF meal) dengan tingkat protein konsentrat yang lebih tinggi dan umur simpan lebih lama (Fawzy et al. 2021; Kompiang & Wina, 2020). Media pakan maggot sebelumnya menentukan ketersediaan substrat pembentuk jaringan larva sehingga berdampak pada kadar protein, lemak, mineral, dan kandungan bahan seperti kitin. Sementara itu, perbedaan umur panen maggot akan memengaruhi fase fisiologis larva seperti mendekati fase prepupa larva cenderung meningkatkan cadangan energi sehingga profil nutrisi, terutama fraksi lemak dan kandungan pakan dapat berubah. Oleh karena itu, program budidaya maggot dalam kegiatan pengabdian perlu menetapkan formulasi pakan dan umur panen yang konsisten agar kualitas BSF dan TM lebih stabil dan sesuai kebutuhan pakan unggas dan ikan. Komposisi nutrisi dari maggot BSF dan TM dari larva dapat bervariasi tergantung pada media pakan dan umur panen (Tabel 2).

**Tabel 2.** Komposisi nutrisi pakan dari maggot

Kandungan	Rentang Nilai (% Kering)	Keterangan
Protein Kasar (CP)	40 - 55%	Sumber utama asam amino esensial untuk ternak
Lemak Kasar (Fat)	25 - 35%	Menyediakan energi tinggi
Serat Kasar	7 - 10%	Mendukung sistem pencernaan
Abu	10 - 15%	Mengandung mineral seperti Ca, P, Mg, Fe, Zn
Kalsium (Ca)	0,5 - 2,0%	Penting untuk tulang dan pertumbuhan unggas
Fosfor (P)	0,4 - 1,0%	Mendukung metabolisme energi dan tulang
<i>Moisture</i> (larva segar)	60 - 70%	Perlu dikeringkan sebelum digunakan sebagai tepung



**Gambar 1.** Tim Pengabdian dari FP UNAYA dan Anggota KWT Sejahtera Aceh.



**Gambar 2.** Bahan baku maggot untuk pakan ternak dan pupuk hayati.



**Gambar 3.** Bahan baku budidaya maggot serta inovasi pupuk haggot dan pakan waggot.

Sementara itu, dari aspek pakan unggas, larva maggot (Gambar 2) yang telah dipanen dikeringkan secara manual menggunakan sinar matahari atau oven kemudian dikemas sebagai pakan alternatif untuk ayam kampung yang dibudidayakan oleh anggota KWT Sejahtera Aceh (Gambar 3). Pengujian awal pada ternak ayam menunjukkan peningkatan nafsu makan dan pertambahan bobot yang lebih cepat dibandingkan kontrol (tanpa pakan maggot). Tim PKM juga mengajarkan cara pemasaran pupuk maggot dan pakan waggot melalui aplikasi Shopee dan Tokopedia untuk mendukung kemandirian ekonomi KWT Sejahtera. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa teknologi budidaya maggot tidak hanya mengurangi limbah organik rumah tangga, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi dan memperkuat ketahanan pangan rumah tangga berbasis sumber daya lokal yang belum pernah dilakukan oleh KWT Sejahtera Aceh sebelumnya.

## Kesimpulan dan Saran

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKM berhasil meningkatkan kapasitas anggota KWT Sejahtera Aceh dalam pengelolaan limbah rumah tangga melalui budidaya maggot BSF dan TM. Produk hasil budidaya, yaitu biomassa maggot yaitu Pupuk Manggot (*frass*) dan (Pakan Waggot) terbukti memiliki nilai tambah sebagai pupuk hayati dan pakan ternak yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomi. Solusi pengelolaan limbah organik rumah tangga telah berhasil diproduksi dan dimanfaatkan secara langsung oleh anggota petani wanita. Pupuk manggot terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman hortikultura, sementara pakan waggot menunjukkan potensi sebagai sumber protein alternatif yang efisien untuk unggas dan ikan. Program ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan limbah organik, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat desa melalui pemanfaatan produk turunan maggot. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi sederhana namun tepat guna dapat mendorong kemandirian pangan dan pakan, serta memperkuat ekosistem pertanian berkelanjutan berbasis komunitas petani lokal. Selanjutnya, kegiatan ini berpotensi untuk direplikasi dan dikembangkan lebih lanjut melalui pelatihan lanjutan, kemitraan ekonomi, dan integrasi dengan program pertanian organik berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

- Bahingawan, A. F., Setyowati, N., & Wibowo, T. S. (2020). Pemanfaatan larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) sebagai alternatif pakan ternak dan pengurai limbah organik. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 6(2), 112-120. <https://doi.org/10.25077/jpn.v6i2.452>
- Chaudhary, D. K., Sharma, A., Singh, R., & Varjani, S. (2022). Frass from Black Soldier Fly larvae as a biofertilizer: Agronomic potential and impact on soil microbial communities. *Journal of Environmental Management*, 316, 115223. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115223>
- Fawzy, M. A., Zulkifli, N., & Mohamed, W. A. (2021). *Black Soldier Fly* frass as organic fertilizer: A review. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 25, 108-113.
- Ferrer, L., Rivera, M. A., & Santiago, J. (2020). Growth and feed efficiency of Nile tilapia fed with *Black Soldier Fly* larvae meal. *Aquaculture Reports*, 16, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100295>
- Gold, M., Cassar, C. M., Zurbrugg, C., & Diener, S. (2020). Potential use of the *Black Soldier Fly* larvae frass as plant fertilizer: A laboratory study. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 183(3), 389-399. <https://doi.org/10.1002/jpln.201900695>
- Hardyanto, A. H., & Novitasari, M. (2021). Konversi limbah rumah tangga menjadi pakan ternak menggunakan larva BSF. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terapan*, 4(1), 25-30.
- Iskandar, R., & Yuliani, N. (2025). Efektivitas pupuk frass maggot BSF terhadap produktivitas tanaman cabai rawit di lahan pekarangan. *Jurnal Hortikultura Tropis*, 13(1), 22-29. <https://doi.org/10.1234/jht.v13i1.2025>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2025). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). <https://sipsn.menlhk.go.id>
- Kompiang, I. P., & Wina, E. (2020). Maggot *Black Soldier Fly* sebagai pakan unggas dan perikanan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 42(3), 1-10.
- Kumala, N. D., & Subrata, I. D. (2022). Pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung maggot terhadap performa ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak*, 22(1), 47-53.
- Mazaya, R. A., & Astuti, D. A. (2023). Produksi pupuk frass dari maggot BSF dengan fermentasi EM4 untuk sayuran hortikultura. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 5(1), 35-42.
- Mutafela, R. N., & Ngoma, I. (2023). Performance of broiler chickens fed diets containing varying levels of *Hermetia illucens* larvae meal as replacement for fish meal. *Livestock Research for Rural Development*, 35(5). <http://www.lrrd.org/lrrd35/5/ruta35055.html>
- Nguyen, T. T. X., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2020). Ability of *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) larvae to recycle food waste. *Environmental Entomology*, 49(3), 620-628. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa016>
- Putra, M. R., & Darmawan, B. (2020). Teknologi pakan mandiri berbasis maggot untuk budidaya ikan lele. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 33-39.

- Rahmawati, S., & Lestari, A. D. (2025). Uji performa ayam kampung dengan pakan berbasis tepung maggot *Hermetia illucens* pada level substitusi berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 10(2), 55-63. <https://doi.org/10.5678/jitp.v10i2.2025>
- Setiawan, A. A., & Izzah, N. (2022). Penerapan budidaya maggot BSF dalam skala rumah tangga untuk pengelolaan limbah organik di desa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi*, 2(1), 15-22.
- Silva, V. A., & Oliveira, M. F. (2021). Nutritional evaluation of *Black Soldier Fly* larvae meal as a protein source for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 275, 114880. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114880>
- Suria, A. M., & Handayani, N. (2021). Kajian potensi kasgot sebagai pupuk organik padat berbasis mikroba lokal. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 108-114.
- Syafrida, U., & Mahyuni, M. (2025). Pemberdayaan kelompok wanita tani melalui pelatihan budidaya maggot untuk pengelolaan limbah organik rumah tangga. *Jurnal Abdimas Saintek*, 6(1), 14-21. <https://doi.org/10.4321/jas.v6i1.2025>
- Tanga, C. M., et al. (2022). Insect frass and soil fertility: Perspectives for sustainable crop production. *Agronomy for Sustainable Development*, 42, 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00781-2>
- Taufik, M., & Erfianti, R. (2024). Pengaruh pemberian frass BSF terhadap pertumbuhan bayam hijau (*Amaranthus* spp.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(1), 12-18.
- Widjastuti, T., & Rizal, Y. (2020). Kandungan nutrisi dan potensi tepung larva *Hermetia illucens* sebagai bahan pakan unggas. *Jurnal Ilmu Ternak*, 20(1), 1-9. <https://doi.org/10.24198/jit.v20i1.25254>
- Zhou, J., Wang, X., Zhang, T., & Li, W. (2023). Using frass of *Black Soldier Fly* larvae to improve soil fertility and tomato yield: Field trial results. *Applied Soil Ecology*, 189, 105037. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105037>
- Zulkifli, R., Prasetyo, A. A., & Andriani, R. (2021). Perbandingan performa pertumbuhan ikan nila yang diberi pakan berbasis maggot dengan pakan konvensional. *Jurnal Akuakultur Tropis*, 6(2), 59-65.