

**PENERAPAN RANTAI INOVASI LIMBAH BAKSO–MAGGOT BSF
SEBAGAI BASIS PRODUKSI PAKAN BANDENG MANDIRI PADA
POKDAKAN DI KABUPATEN MAROS**

***IMPLEMENTATION OF THE MEATBALL-WASTE–BSF MAGGOT
INNOVATION CHAIN FOR SELF-PRODUCED MILKFISH FEED IN A
FISH FARMERS GROUP IN MAROS REGENCY***

Harlina¹⁾, Rosmiati²⁾, Supiati³⁾, Anda Yanil⁴⁾, Naila Santika Putri⁵⁾

¹Prodi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Indonesia Timur

^{2,4,5}Prodi Ilmu Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Indonesia Timur

³Prodi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia Timur

¹Email: harlinayunus0@gmail.com

Naskah diterima tanggal 13-06-2026, disetujui tanggal 14-08-2026 dipublikasikan tanggal 29-09-2026

Abstrak: Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dilaksanakan bersama Kelompok Pembudidaya Ikan Citra Usaha Mandiri di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Kegiatan bertujuan meningkatkan kapasitas mitra dalam membudidayakan maggot Black Soldier Fly (BSF) menggunakan limbah penggilingan bakso, mengolah maggot menjadi bahan baku, dan memproduksi pakan bandeng mandiri untuk mengurangi ketergantungan pada pakan komersial. Metode mencakup sosialisasi, penyediaan rumah maggot, oven pengering, mesin penepung, dan mesin pelet, pelatihan dan demonstrasi, pendampingan produksi, serta evaluasi deskriptif. Kegiatan melibatkan 11 anggota kelompok. Hasil menunjukkan peningkatan pengetahuan sebesar 42% dan keterampilan produksi maggot sebesar 55%. Mitra mampu mengoperasikan satu unit budidaya, mengeringkan dan menepungkan maggot, serta memproduksi pelet dengan komposisi tepung maggot 20%, tepung ikan 15%, dedak halus 32%, tepung jagung 25%, tepung sagu 6%, dan premiks 2%. Produksi maggot mencapai 10–30 kg per siklus. Pakan diproduksi 30 kg per proses pencetakan dengan keluaran sekitar 100 kg per bulan. Biaya pakan menurun 28% berdasarkan evaluasi internal program. Program memperkuat pengelolaan limbah organik dan kemandirian pakan kelompok, tetapi mutu nutrisi dan efektivitas biologis pakan masih memerlukan pengujian lanjutan.

Kata kunci: *Hermetia illucens*; limbah bakso; pakan mandiri; bandeng; ekonomi sirkular

Abstract: The Community Partnership Program was implemented with the Citra Usaha Mandiri Fish Farmers Group in Maros Regency, South Sulawesi, Indonesia. It aimed to strengthen the partner's capacity to rear Black Soldier Fly (BSF) larvae using meatball-grinding waste, process the larvae into a feed ingredient, and independently produce milkfish feed to reduce reliance on commercial feed. Activities comprised socialization, provision of a BSF rearing unit, drying oven, grinder, and pellet machine, technology training and demonstrations, production assistance, and descriptive evaluation. Eleven group members participated. Knowledge increased by 42%, while BSF production skills increased by 55%. The

partner operated one BSF unit, dried and milled the larvae, and produced pellets containing 20% BSF meal, 15% fish meal, 32% rice bran, 25% corn meal, 6% sago flour, and 2% premix. BSF production reached 10–30 kg per cycle. Feed was produced in 30-kg pelletizing runs, yielding approximately 100 kg per month. Feed costs decreased by 28% according to the program's internal evaluation. The program strengthened organic-waste management and group-level feed self-sufficiency; however, nutrient quality and biological effectiveness require further testing.

Keywords: *Hermetia illucens; meatball waste; self-produced feed; milkfish; circular economy*

PENDAHULUAN

Pakan merupakan input penting dalam budidaya bandeng (*Chanos chanos*) karena memengaruhi keberlanjutan produksi dan biaya operasional. Ketergantungan pada pakan komersial membuat usaha kelompok rentan terhadap perubahan harga bahan baku dan pakan jadi. Pokdakan Citra Usaha Mandiri di Kabupaten Maros menghadapi kondisi tersebut dan belum memiliki sarana serta keterampilan memadai untuk memproduksi pakan secara mandiri. Pada saat yang sama, limbah organik penggilingan bakso di sekitar lokasi belum dimanfaatkan secara optimal dan dapat menimbulkan bau serta masalah sanitasi apabila tidak dikelola.

Larva Black Soldier Fly (BSF), *Hermetia illucens*, dapat mengonversi beragam bahan organik menjadi biomassa, sehingga berpotensi menghubungkan pengelolaan limbah dengan penyediaan bahan pakan (Diener et al., 2011; Gold et al., 2018; Amrul et al., 2022). Keberhasilan biokonversi dipengaruhi karakteristik substrat dan kondisi proses, termasuk kadar air, laju pemberian, kepadatan larva, dan kondisi pemeliharaan (Lalander et al., 2019; Shumo et al., 2019; Surendra et al., 2020). Komposisi nutrisi larva juga berubah menurut substrat, sehingga mutu bahan perlu dinilai sebelum digunakan dalam formula pakan (Barragán-Fonseca et al., 2017; Chia et al., 2020; Spranghers et al., 2017).

Dalam akuakultur, tepung serangga berpotensi menggantikan sebagian sumber protein konvensional, tetapi tingkat penggunaannya harus mempertimbangkan profil nutrisi, pencernaan, keseimbangan asam amino, jenis ikan, dan komposisi formula secara keseluruhan (Makkar et al., 2014; Henry et al.,

2015; Mohan et al., 2022; Oteri et al., 2021). Pada bandeng, Haryati (2011) melaporkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung maggot memengaruhi retensi nutrisi dan efisiensi pakan. Herawati et al. (2020) memperoleh hasil terbaik pada substitusi 50% tepung ikan, Windarto et al. (2023) pada penggunaan tepung maggot 35%, sedangkan Sumaryam et al. (2023) tidak menemukan perbedaan nyata pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup untuk substitusi 0–100%. Variasi tersebut menegaskan bahwa persentase tepung maggot tidak dapat dinilai terpisah dari mutu bahan, fase ikan, formula, dan kondisi pemeliharaan.

Berdasarkan permasalahan mitra dan potensi bahan lokal, program menerapkan rantai inovasi limbah penggilingan bakso–maggot BSF–pakan bandeng. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas mitra dalam budidaya maggot BSF berbasis limbah penggilingan bakso, meningkatkan keterampilan pengeringan dan penepungan maggot serta formulasi pakan bandeng, dan memperkuat kemandirian pakan melalui penyediaan sarana, pendampingan produksi, serta pengelolaan usaha sederhana.

METODE

Kegiatan dilaksanakan di Lingkungan Sengkalantang, Kelurahan Baji Pa'Mai, Kecamatan Maros Baru, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, bersama 11 anggota Pokdakan Citra Usaha Mandiri. Pendekatan yang digunakan meliputi pendidikan masyarakat melalui sosialisasi, difusi ipteks melalui penyediaan sarana produksi, pelatihan dan demonstrasi, serta pendampingan operasional. Rangkaian kegiatan dibagi menjadi persiapan, penerapan teknologi, pendampingan produksi, penguatan manajemen, dan evaluasi.

Tahap persiapan dan penerapan teknologi

Tahap persiapan mencakup identifikasi lokasi, kesiapan anggota, sumber limbah penggilingan bakso, dan kebutuhan peralatan. Sarana yang disediakan terdiri atas satu rumah maggot, wadah pemeliharaan, oven pengering, mesin penepung, dan mesin pencetak pelet. Pelatihan budidaya membahas siklus hidup BSF, penyiapan media, pemberian substrat, pengendalian kelembapan, pemanenan, dan kebersihan unit. Pendampingan dilakukan sejak penetasan telur hingga panen.

Maggot yang dipanen dipisahkan dari residu, dibersihkan, dikeringkan, lalu digiling menjadi tepung.

Pelatihan pakan meliputi penimbangan bahan, pencampuran bahan makro dan premiks, pembuatan gel perekat dari tepung sagu, pencetakan, dan pengeringan pelet. Formula yang digunakan merupakan formula operasional kegiatan berdasarkan ketersediaan bahan lokal. Formula tidak ditetapkan sebagai formula optimum karena tepung maggot dan pelet belum dianalisis secara proksimat serta belum diuji melalui percobaan pemberian pakan terkontrol.

Penguatan manajemen dan evaluasi

Penguatan manajemen dilakukan melalui pembagian tugas pemeliharaan maggot, persiapan bahan, produksi pakan, dan pencatatan sederhana. Evaluasi dilakukan secara deskriptif terhadap keterlibatan peserta, kemampuan mengoperasikan sarana, volume produksi maggot dan pakan, perubahan pengetahuan dan keterampilan berdasarkan evaluasi internal sebelum dan setelah pendampingan, serta perbandingan biaya pakan sebelum dan setelah program. Persentase perubahan dilaporkan sebagai capaian program tanpa pengujian statistik inferensial. Data pertumbuhan ikan, rasio konversi pakan, dan kelangsungan hidup tidak dianalisis karena kegiatan tidak menggunakan rancangan percobaan pakan dengan kontrol dan ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program dan partisipasi mitra

Program diikuti oleh 11 anggota Pokdakan Citra Usaha Mandiri. Mitra terlibat dalam sosialisasi, pembangunan dan pengoperasian sarana, budidaya maggot, pengolahan pascapanen, pencampuran bahan, pencetakan pelet, serta pencatatan produksi. Keterlibatan pada seluruh tahapan penting karena capaian pengabdian tidak hanya berupa penyampaian materi, tetapi juga kemampuan kelompok menjalankan kembali teknologi yang diperkenalkan. Dokumentasi pelaksanaan bersama mitra ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pelaksanaan kegiatan PKM bersama Pokdakan Citra Usaha Mandiri

Penerapan budidaya maggot BSF berbasis limbah penggilingan bakso

Satu unit rumah maggot berhasil dibangun dan dioperasikan sebagai tempat penetasan telur, pemeliharaan larva, pemberian substrat, dan pemanenan. Rumah maggot memusatkan kegiatan pada tempat yang terlindung dan mudah diawasi (Gambar 2). Dalam satu siklus, mitra menghasilkan sekitar 10–30 kg maggot segar berdasarkan catatan produksi program. Rentang tersebut merupakan volume keluaran, bukan efisiensi biokonversi, karena bobot substrat awal, residu akhir, dan susut bahan belum ditimbang lengkap. Pengukuran masukan dan residu diperlukan karena jenis bahan dan kondisi proses dapat memengaruhi perkembangan larva serta efisiensi pengolahan limbah (Diener et al., 2011; Lalander et al., 2019).



Gambar 2. Rumah maggot BSF sebagai sarana budidaya kelompok

Pemanfaatan limbah penggilingan bakso menghubungkan pengelolaan limbah organik dengan produksi bahan baku pakan, sejalan dengan pendekatan pemulihan nutrisi melalui biokonversi BSF (Gold et al., 2018; Surendra et al., 2020; Amrul et al., 2022). Namun, kandungan air, lemak, garam, dan bahan lain dalam limbah bakso dapat berubah antarwaktu. Variasi substrat diketahui memengaruhi pertumbuhan dan komposisi nutrisi larva (Chia et al., 2020; Shumo

et al., 2019; Spranghers et al., 2017). Karena itu, konsistensi sumber limbah, pemilahan bahan asing, kebersihan, dan pengendalian kadar air perlu menjadi prosedur kelompok; mutu tepung yang dihasilkan tidak dapat diasumsikan sama dengan tepung BSF dari substrat lain.



Gambar 3. Tahapan budidaya BSF: (a) telur, (b) larva muda, dan (c) maggot siap panen

Pengolahan maggot dan produksi pakan

Maggot yang dipanen dipisahkan dari residu, dibersihkan, dikeringkan menggunakan oven, dan digiling menjadi tepung. Pengeringan bertujuan mengurangi kelembapan agar bahan lebih mudah disimpan, sedangkan penepungan menyeragamkan ukuran partikel untuk pencampuran. Mitra mampu mengoperasikan oven, mesin penepung, dan mesin pelet serta menghasilkan tepung maggot dan pelet secara berulang. Sarana dan produk kegiatan ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sarana dan produk pakan bandeng berbasis maggot BSF

Formula yang diterapkan disajikan pada Tabel 1. Komposisinya terdiri atas tepung maggot kering 20%, tepung ikan 15%, dedak halus 32%, tepung jagung

25%, tepung sagu 6%, dan premiks vitamin–mineral 2%. Tepung maggot dan tepung ikan berperan sebagai sumber protein hewani; dedak dan jagung terutama sebagai sumber energi; sagu sebagai perekat; dan premiks sebagai sumber mikronutrien. Pada produksi 30 kg, setiap persentase dikonversi menjadi takaran bahan agar formula dapat direplikasi oleh mitra.

Tabel 1. Komposisi pakan bandeng berbasis maggot yang diterapkan dalam kegiatan PKM

No.	Bahan pakan	Komposisi (%)	Takaran untuk 30 kg (kg)
1	Tepung maggot kering	20	6,00
2	Tepung ikan	15	4,50
3	Dedak halus	32	9,60
4	Tepung jagung	25	7,50
5	Tepung sagu sebagai perekat	6	1,80
6	Premiks vitamin–mineral	2	0,60
Total		100	30,00

Pencampuran dilakukan bertahap. Dedak, tepung jagung, tepung maggot, dan tepung ikan dicampur hingga merata. Premiks lebih dahulu dicampurkan dengan sebagian dedak agar tersebar merata. Tepung sagu diseduh hingga membentuk gel, lalu ditambahkan bersama air sedikit demi sedikit sampai adonan dapat dicetak. Pelet dikeringkan sampai tidak lembap sebelum digunakan atau disimpan. Prosedur tersebut menghasilkan pelet secara operasional, tetapi daya apung, kestabilan dalam air, kekerasan, kadar air, dan keamanan mikrobiologis belum diuji.

Formula program memiliki proporsi tepung maggot 20% dan tepung ikan 15%, relatif dekat dengan formula perlakuan terbaik Herawati et al. (2020), yaitu tepung maggot 18,09% dan tepung ikan 14%. Formula rujukan tersebut juga mengandung tepung kedelai 25,90%, gluten jagung 2%, dedak 19%, tepung terigu 14%, minyak ikan 3%, minyak jagung 2%, campuran vitamin–mineral 1%, dan CMC 1%, dengan protein hasil analisis 33,10% dan lemak 10,34%. Kedekatan dua bahan utama tidak membuat kedua formula setara karena bahan pendukung dan keseimbangan nutrisinya berbeda. Temuan Haryati (2011) juga menunjukkan bahwa penilaian substitusi tepung ikan perlu memperhatikan retensi nutrisi dan efisiensi pakan. Karena itu, kandungan nutrisi formula PKM harus ditentukan melalui analisis proksimat, bukan diperkirakan hanya dari persentase bahan.

Bukti pada spesies akuakultur lain memperlihatkan bahwa respons terhadap tepung BSF bergantung pada jenis ikan, bentuk dan kadar lemak tepung, tingkat inklusi, serta keseimbangan formula (Kroeckel et al., 2012; Renna et al., 2017; Belghit et al., 2019; Madibana et al., 2020; Tippayadara et al., 2021). Temuan tersebut tidak dapat dipindahkan langsung ke bandeng, tetapi mendukung kehati-hatian dalam menetapkan tingkat penggunaan. Sejalan dengan variasi hasil penelitian bandeng (Herawati et al., 2020; Sumaryam et al., 2023; Windarto et al., 2023), formula pada Tabel 1 diposisikan sebagai formula demonstrasi yang dapat diproduksi mitra, bukan formula optimum atau formula yang telah terbukti memenuhi kebutuhan nutrisi seluruh fase bandeng.

Capaian produksi dan peningkatan kapasitas

Mitra mampu menjalankan produksi maggot dan pakan setelah pelatihan dan pendampingan. Produksi maggot mencapai sekitar 10–30 kg per siklus. Pakan diproduksi sebanyak 30 kg pada setiap proses pencetakan dengan keluaran sekitar 100 kg per bulan. Capaian tersebut menunjukkan bahwa rantai proses telah berjalan pada skala kelompok, tetapi belum menggambarkan kapasitas maksimum atau kestabilan produksi jangka panjang.

Tabel 2. Capaian penerapan teknologi dan penguatan kapasitas mitra

No.	Indikator	Kondisi awal	Capaian kegiatan
1	Unit budidaya maggot BSF	Belum tersedia	Satu unit aktif
2	Produksi maggot	Belum terstruktur	Sekitar 10–30 kg per siklus
3	Produksi pakan bandeng	Belum dilakukan	30 kg per proses; sekitar 100 kg/bulan
4	Pengetahuan peserta	Evaluasi awal program	Meningkat 42%
5	Keterampilan produksi maggot	Kemampuan awal peserta	Meningkat 55%
6	Biaya pakan	Mengandalkan pakan komersial	Menurun 28%
7	Pengelolaan produksi	Belum ada pembagian tugas	Pembagian tugas produksi dan pencatatan mulai diterapkan

Keterangan: persentase pengetahuan, keterampilan, dan biaya merupakan hasil evaluasi deskriptif internal program; tidak dilakukan pengujian statistik inferensial.

Peningkatan pengetahuan sebesar 42% dan keterampilan produksi maggot sebesar 55% menunjukkan perubahan kapasitas peserta berdasarkan evaluasi internal program. Secara praktis, capaian keterampilan terlihat dari kemampuan mitra menangani penetasan, pemberian substrat, pemanenan, pengeringan,

penepungan, pencampuran, dan pencetakan pelet. Persentase tersebut tidak ditafsirkan sebagai hasil eksperimen statistik karena instrumen, skor mentah, dan pengujian inferensial tidak disajikan dalam kegiatan ini.

Pada aspek manajemen, kelompok mulai membagi tanggung jawab untuk pemeliharaan maggot, persiapan bahan, produksi pakan, dan pencatatan. Pembagian tugas mengurangi ketergantungan kepada satu orang, sedangkan catatan bahan dan produksi membantu kelompok memperkirakan kebutuhan, jadwal, serta biaya setiap proses. Perbandingan internal menunjukkan penurunan biaya pakan sebesar 28% setelah penerapan. Nilai ini terutama mencerminkan pemanfaatan tepung maggot dan bahan lokal pada kondisi program. Besarnya penghematan dapat berubah mengikuti harga bahan, biaya pengumpulan limbah, tenaga kerja, energi pengeringan, penyusutan peralatan, dan skala produksi sehingga tidak digeneralisasi untuk lokasi lain.

Keterbatasan dan tindak lanjut

Capaian program berada pada tingkat penerapan teknologi dan penguatan kapasitas mitra, belum pada pembuktian efektivitas biologis pakan. Kegiatan belum menggunakan kontrol, ulangan, dan pengukuran konsumsi pakan, pertumbuhan, rasio konversi pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, serta kelangsungan hidup. Analisis proksimat tepung maggot dan pelet, mutu mikrobiologis, kemungkinan kontaminan, kadar garam, kestabilan pelet dalam air, dan perubahan kualitas air tambak juga belum dilakukan.

Tindak lanjut yang diperlukan ialah standardisasi penerimaan limbah, analisis proksimat dan keamanan bahan, serta uji pemberian pakan pada fase bandeng yang ditetapkan. Formula PKM perlu dibandingkan dengan pakan komersial dan sedikitnya satu formula rujukan melalui percobaan berulang. Parameter yang disarankan meliputi konsumsi pakan, penambahan bobot, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, kelangsungan hidup, kualitas air, sifat fisik pelet, dan biaya per kilogram penambahan bobot. Langkah ini diperlukan agar formula yang telah dapat diproduksi kelompok berkembang menjadi rekomendasi yang teruji secara nutrisi, biologis, dan ekonomi.

KESIMPULAN

Program PKM berhasil membangun dan mengoperasikan rantai inovasi limbah penggilingan bakso–maggot BSF–pakan bandeng pada Pokdakan Citra Usaha Mandiri melalui satu rumah maggot, oven pengering, mesin penepung, dan mesin pelet. Mitra mampu membudidayakan maggot, mengolahnya menjadi tepung, serta memproduksi pakan dengan formula tepung maggot 20%, tepung ikan 15%, dedak halus 32%, tepung jagung 25%, tepung sagu 6%, dan premiks vitamin–mineral 2%. Produksi maggot mencapai 10–30 kg per siklus, sedangkan pakan diproduksi 30 kg per proses pencetakan dengan keluaran sekitar 100 kg per bulan. Pengetahuan peserta meningkat 42%, keterampilan produksi maggot meningkat 55%, dan biaya pakan menurun 28% berdasarkan evaluasi internal program. Capaian ini menunjukkan penguatan pengelolaan limbah organik dan kemandirian pakan kelompok. Standardisasi bahan baku, analisis proksimat dan keamanan pakan, serta uji pemberian pakan terkontrol tetap diperlukan sebelum formula direkomendasikan secara lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kemendiktisaintek atas dukungan pendanaan Hibah PKM Tahun Anggaran 2026, Universitas Indonesia Timur melalui LPPM, serta Pokdakan Citra Usaha Mandiri dan masyarakat setempat yang berpartisipasi dalam seluruh rangkaian kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrul, N. F., Kabir Ahmad, I., Ahmad Basri, N. E., Suja, F., Abdul Jalil, N. A., & Azman, N. A. (2022). A review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(8), 4565. <https://doi.org/10.3390/su14084565>
- Barragán-Fonseca, K. B., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed—A review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 105–120. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0055>
- Belghit, I., Liland, N. S., Gjesdal, P., Biancarosa, I., Menchetti, E., Li, Y., Waagbø, R., Kroghdahl, Å., & Lock, E.-J. (2019). Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 503, 609–619. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.032>

- Chia, S. Y., Tanga, C. M., Osuga, I. M., Cheseto, X., Ekesi, S., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2020). Nutritional composition of black soldier fly larvae feeding on agro-industrial by-products. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(6–7), 472–481. <https://doi.org/10.1111/eea.12940>
- Diener, S., Studt Solano, N. M., Roa Gutiérrez, F., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste and Biomass Valorization*, 2(4), 357–363. <https://doi.org/10.1007/s12649-011-9079-1>
- Gold, M., Tomberlin, J. K., Diener, S., Zurbrügg, C., & Mathys, A. (2018). Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review. *Waste Management*, 82, 302–318. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.022>
- Haryati. (2011). Substitusi tepung ikan dengan tepung maggot terhadap retensi nutrisi, komposisi tubuh, dan efisiensi pakan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2), 185–194. <https://doi.org/10.32491/jii.v11i2.142>
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 203, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001>
- Herawati, V. E., Pinandoyo, P., Windarto, S., Hariyadi, P., Hutabarat, J., Darmanto, Y. S., Rismaningsih, N., Prayitno, S. B., & Radjasa, O. K. (2020). Maggot meal (*Hermetia illucens*) substitution on fish meal as source of animal protein to growth, feed utilization efficiency, and survival rate of milkfish (*Chanos chanos*). *HAYATI Journal of Biosciences*, 27(2), 154–165. <https://doi.org/10.4308/hjb.27.2.154>
- Kroeckel, S., Harjes, A. G. E., Roth, I., Katz, H., Wuertz, S., Susenbeth, A., & Schulz, C. (2012). When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute—Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 364–365, 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.041>
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinnerås, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.017>
- Madibana, M. J., Mwanza, M., Lewis, B. R., Fouché, C. H., Toefy, R., & Mlambo, V. (2020). Black soldier fly larvae meal as a fishmeal substitute in juvenile dusky kob diets: Effect on feed utilization, growth performance, and blood parameters. *Sustainability*, 12(22), 9460. <https://doi.org/10.3390/su12229460>

- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- Mohan, K., Rajan, D. K., Muralisankar, T., Ganesan, A. R., Sathishkumar, P., & Revathi, N. (2022). Use of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry: A review of past and future needs. *Aquaculture*, 553, 738095. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738095>
- Oteri, M., Di Rosa, A. R., Lo Presti, V., Giarratana, F., Toscano, G., & Chiofalo, B. (2021). Black soldier fly larvae meal as alternative to fish meal for aquaculture feed. *Sustainability*, 13(10), 5447. <https://doi.org/10.3390/su13105447>
- Renna, M., Schiavone, A., Gai, F., Dabbou, S., Lussiana, C., Malfatto, V., Prearo, M., Capucchio, M. T., Biasato, I., Biasibetti, E., De Marco, M., Brugiapaglia, A., Zoccarato, I., & Gasco, L. (2017). Evaluation of the suitability of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal as ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) diets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8, 57. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0191-3>
- Shumo, M., Osuga, I. M., Khamis, F. M., Tanga, C. M., Fiaboe, K. K. M., Subramanian, S., Ekesi, S., van Huis, A., & Borgemeister, C. (2019). The nutritive value of black soldier fly larvae reared on common organic waste streams in Kenya. *Scientific Reports*, 9, 10110. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46603-z>
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Ovynd, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., Michiels, J., Eeckhout, M., De Clercq, P., & De Smet, S. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8), 2594–2600. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8081>
- Sumaryam, S., Noor, M. T., Budiyanto, D., Aida, G. R., & Arifin, M. Z. (2023). The effect of maggot meal as fish meal substitute on milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) growth and survival rate. *Demeter: Journal of Farming and Agriculture*, 1(1), 9–15. <https://doi.org/10.58905/demeter.v1i1.91>
- Surendra, K. C., Tomberlin, J. K., van Huis, A., Cammack, J. A., Heckmann, L.-H. L., & Khanal, S. K. (2020). Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF). *Waste Management*, 117, 58–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.050>
- Tippayadara, N., Dawood, M. A. O., Krutmuang, P., Hoseinifar, S. H., Van Doan, H., & Paolucci, M. (2021). Replacement of fish meal by black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal: Effects on growth, haematology, and skin

mucus immunity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Animals*, 11(1), 193. <https://doi.org/10.3390/ani11010193>

Windarto, S., Nengsi, D. R., Putro, S. P., Widowati, W., Adi, S., Anggraeni, N., & Herawati, V. E. (2023). Effect of fish meal substitution using maggot flour (*Hermetia illucens*) on growth performance, feed utilization efficiency, protein retention and body composition of the milkfish (*Chanos chanos*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(3), 933–953. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2023.306800>