

Nutrisi sebagai Faktor Pendukung Aktivitas Biologis Larva *Tenebrio molitor* dalam Potensi Pemanfaatannya untuk Biodegradasi Styrofoam

Alifia Putri Arini, Nurvita Cundaningsih, Raden Kokoh Haryo Putro, Maroeto,
Aulia Ulfah Farahdiba*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: auliaulfah.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 18 Juni 2026

Disetujui: 24 Juni 2026

Abstract

Styrofoam is a polystyrene-based plastic waste that is difficult to degrade naturally. One alternative approach for its management is the utilization of *Tenebrio molitor* larvae as biodegradation agents. This study aimed to evaluate the role of nutrient supplementation in supporting the biological activity of larvae reared on styrofoam-containing media. The experiment was conducted for 20 days using control, amino acid, probiotic, soybean lecithin, and no-nutrient treatments. The observed parameters included temperature, pH, larval growth, and food waste consumption. The results showed that larval mass increased in all treatments, with the highest growth recorded in the soybean lecithin treatment 129.5 g and the lowest in the no-nutrient treatment 111.5 g. These findings indicate that nutrient supplementation supports the biological activity of larvae on styrofoam-containing media. The ability of *Tenebrio molitor* larvae to survive and grow under these conditions suggests their potential application as biodegradation agents for styrofoam waste management.

Keywords: *tenebrio molitor*, nutrition, styrofoam, biological activity, biodegradation

Abstrak

Styrofoam merupakan sampah plastik berbasis polistirena yang sulit terurai secara alami. Salah satu alternatif pengelolannya adalah pemanfaatan larva *Tenebrio molitor* sebagai agen biodegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran penambahan nutrisi dalam mendukung aktivitas biologis larva pada media yang mengandung styrofoam. Penelitian dilakukan selama 20 hari menggunakan perlakuan kontrol, asam amino, probiotik, soybean lecithin, dan tanpa nutrisi. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, pertumbuhan larva, dan konsumsi sampah sisa makanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mengalami peningkatan massa larva, dengan pertumbuhan tertinggi pada perlakuan soybean lecithin sebesar 129,5 g dan terendah pada perlakuan tanpa nutrisi sebesar 111,5 g. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan nutrisi mendukung aktivitas biologis larva pada media yang mengandung styrofoam. Kemampuan larva untuk tetap tumbuh menunjukkan potensi pemanfaatan *Tenebrio molitor* sebagai agen biodegradasi sampah styrofoam.

Kata Kunci: *tenebrio molitor*, nutrisi, styrofoam, aktivitas biologis, biodegradasi

1. Pendahuluan

Styrofoam merupakan salah satu jenis plastik berbasis polistirena yang banyak digunakan sebagai kemasan makanan karena ringan dan praktis[1]. Penggunaannya yang terus meningkat menyebabkan jumlah sampah styrofoam di lingkungan juga semakin bertambah. Permasalahan utama dari sampah ini adalah sifatnya yang sulit terurai secara alami sehingga dapat bertahan dalam waktu yang lama dan berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi akumulasi sampah plastik, seperti daur ulang, penimbunan, maupun pembakaran. Namun, metode tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan baik dari segi efektivitas maupun dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan. Kondisi ini mendorong berkembangnya penelitian mengenai metode pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan, salah satunya melalui proses biodegradasi dengan memanfaatkan organisme hidup [2].

Salah satu organisme yang banyak diteliti dalam beberapa tahun terakhir adalah larva *Tenebrio molitor*. Larva ini diketahui mampu mengonsumsi polistirena dan memanfaatkannya selama proses pencernaan [3], [4]. Kemampuan tersebut menjadikan *Tenebrio molitor* menarik untuk dikaji lebih lanjut sebagai agen biodegradasi dalam pengelolaan sampah styrofoam [5]. Meskipun demikian, keberhasilan

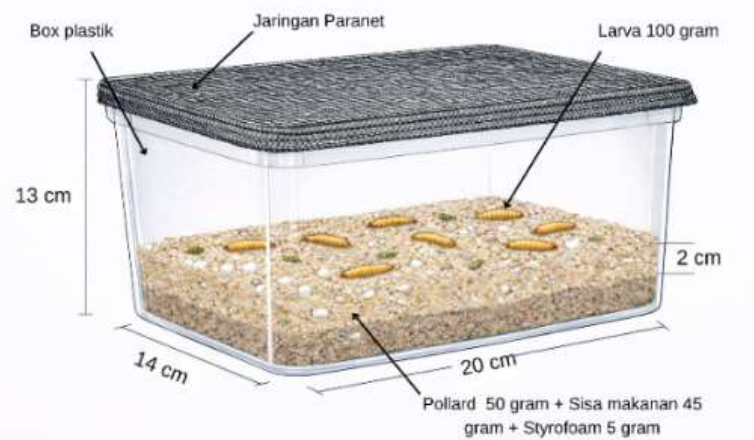
pemanfaatan larva tidak hanya ditentukan oleh kemampuan mengonsumsi plastik, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi biologis larva selama proses pengamatan.

Kondisi biologis larva berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan dan aktivitas metabolismenya. Nutrisi tambahan seperti asam amino, probiotik, dan soybean lecithin diketahui memiliki peran dalam mendukung berbagai proses fisiologis yang berhubungan dengan pertumbuhan organisme [6], [7]. Pemberian nutrisi yang sesuai diharapkan dapat membantu larva mempertahankan aktivitas biologisnya meskipun berada pada media yang mengandung styrofoam.

Penelitian mengenai kemampuan *Tenebrio molitor* dalam mengonsumsi polistirena telah banyak dilakukan, namun informasi mengenai efektivitas berbagai jenis nutrisi dalam mendukung aktivitas biologis larva pada media styrofoam masih terbatas. Padahal, kondisi biologis larva merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi kemampuan adaptasi dan keberlangsungan aktivitas metabolisme selama pemeliharaan pada media yang mengandung plastik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi peran beberapa jenis nutrisi, yaitu asam amino, probiotik, dan soybean lecithin, dalam mendukung aktivitas biologis larva *Tenebrio molitor* pada media styrofoam sebagai indikator potensi pemanfaatannya sebagai agen biodegradasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dan dua kali pengulangan. Perlakuan yang digunakan meliputi kontrol (R1), asam amino (R2), probiotik (R3), soybean lecithin (R4), dan tanpa nutrisi (R5). Penelitian bertujuan untuk menganalisis hubungan antara penambahan nutrisi dan pertumbuhan larva *Tenebrio molitor* pada media yang mengandung styrofoam. Setiap reaktor berisi 100 gram larva *Tenebrio molitor*, 50 gram pollard, 45 gram sampah sisa makanan, dan 5 gram styrofoam. Nutrisi ditambahkan sesuai dengan perlakuan yang diberikan pada masing-masing reaktor. Pengamatan dilakukan selama 20 hari pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16, dan 20. Desain reaktor penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Desain Reaktor Penelitian

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Parameter yang diamati meliputi suhu media, pH media, massa larva, dan konsumsi sampah sisa makanan. Pengukuran suhu dan pH dilakukan secara berkala untuk memastikan kondisi media tetap mendukung aktivitas larva selama penelitian berlangsung. Massa larva diukur menggunakan timbangan digital untuk mengetahui perubahan biomassa pada setiap perlakuan, sedangkan konsumsi sampah sisa makanan ditentukan berdasarkan perubahan massa sampah organik selama periode pengamatan.

Data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan perubahan massa larva, konsumsi sampah sisa makanan, serta kondisi media pada masing-masing perlakuan selama masa pemeliharaan. Hasil pengamatan selanjutnya digunakan untuk menganalisis hubungan antara penambahan nutrisi dan pertumbuhan larva *Tenebrio molitor* serta potensinya dalam pengelolaan limbah plastik berbasis polistirena.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Lingkungan Selama Penelitian

Suhu dan pH merupakan faktor lingkungan yang dapat memengaruhi aktivitas dan pertumbuhan larva *Tenebrio molitor*. Oleh karena itu, selama penelitian dilakukan pemantauan terhadap suhu dan pH media untuk memastikan kondisi pemeliharaan tetap mendukung aktivitas biologis larva. Hasil pengukuran suhu dan pH selama penelitian disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Suhu dan pH Selama Pengujian

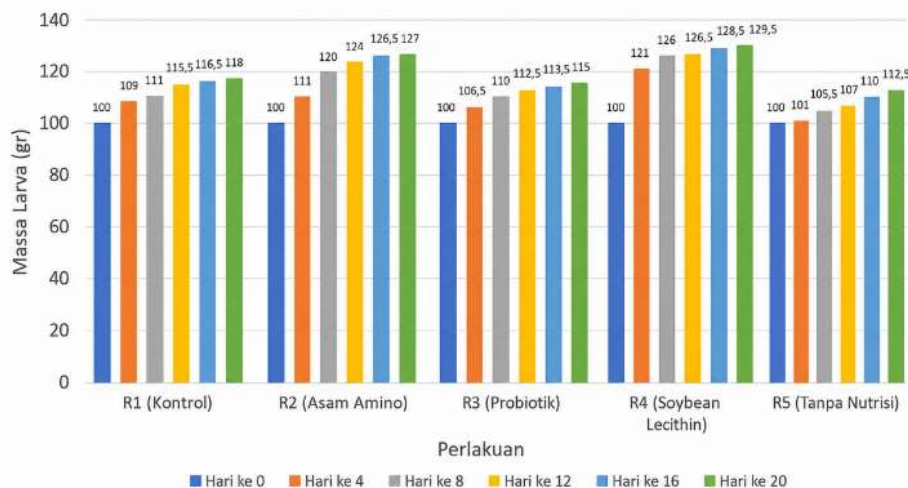
Hari	Suhu °C	pH media
0	30	7
4	30	7
8	24	7
12	27	7
16	29	7
20	30	7

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan **Tabel 1**, suhu media selama penelitian berada pada kisaran 24–30°C dengan pH yang relatif stabil pada pH 7. Kondisi tersebut masih berada dalam rentang yang sesuai untuk mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan larva[6]. *Tenebrio molitor* mampu tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang stabil sehingga aktivitas konsumsi dan proses fisiologis dapat berlangsung secara optimal. Stabilitas suhu dan pH selama penelitian menunjukkan bahwa kondisi media masih mendukung pertumbuhan larva sehingga perubahan massa yang terjadi diduga lebih dipengaruhi oleh perlakuan nutrisi yang diberikan[6].

3.2 Aktivitas Biologis Larva *Tenebrio molitor* Pada Media Styrofoam

Aktivitas biologis larva diamati melalui perubahan massa larva selama 20 hari pengamatan. Berdasarkan hasil pengamatan, massa larva pada seluruh perlakuan cenderung mengalami peningkatan dari awal hingga akhir penelitian. Peningkatan massa tersebut menunjukkan bahwa larva masih mampu tumbuh dan mempertahankan aktivitas biologisnya meskipun dipelihara pada media yang mengandung styrofoam. Hasil pengukuran massa larva pada masing-masing perlakuan disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pertumbuhan Larva *Tenebrio molitor*

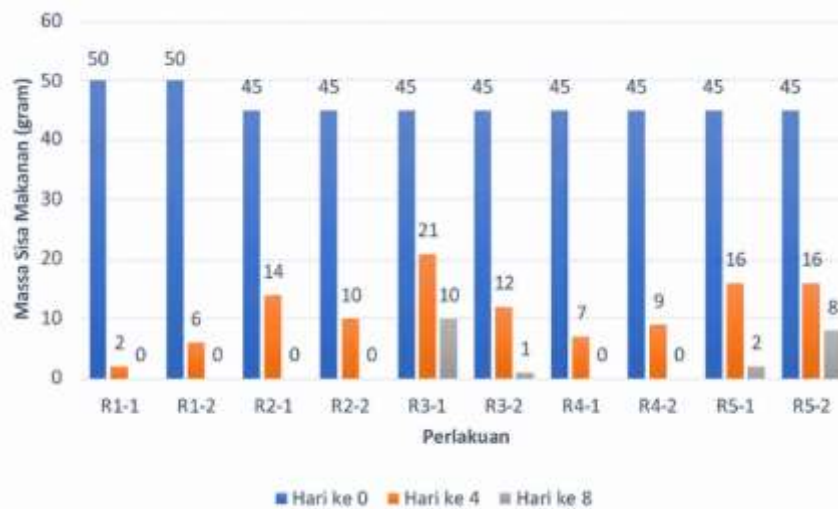
Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan **Gambar 2**, massa larva mengalami peningkatan pada seluruh perlakuan selama periode penelitian. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa larva mampu beradaptasi pada media yang mengandung styrofoam serta tetap mempertahankan aktivitas biologisnya. Pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan *soybean lecithin* (R4) dengan massa akhir sebesar 129,5 g, diikuti oleh asam amino (R2) sebesar 127 g, kontrol (R1) sebesar 118 g, probiotik (R3) sebesar 115 g, dan tanpa nutrisi (R5) sebesar 111,5 g.

Perbedaan pertumbuhan yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis nutrisi memberikan respons yang berbeda terhadap perkembangan larva. Soybean lecithin diduga mampu mendukung pertumbuhan yang lebih baik karena mengandung fosfolipid yang berperan dalam pembentukan membran sel dan berbagai proses metabolisme[6]. Sementara itu, asam amino berperan sebagai komponen penyusun protein yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan larva bahwa kualitas dan komposisi nutrisi pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan serta pembentukan biomassa *Tenebrio molitor*[8]. Pertumbuhan yang lebih rendah pada perlakuan tanpa nutrisi menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi tambahan berperan penting dalam mendukung perkembangan larva selama pemeliharaan.

3.3 Konsumsi Sampah Sisa Makanan sebagai *Co-feed*

Konsumsi sampah sisa makanan diamati berdasarkan perubahan massa sampah organik selama periode penelitian. Hasil pengamatan konsumsi sampah sisa makanan pada masing-masing perlakuan disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Penurunan Massa sampah Sisa Makanan
 Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan **Gambar 3** jumlah sampah sisa makanan mengalami penurunan pada seluruh perlakuan selama penelitian berlangsung. Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar sampah sisa makanan telah habis pada hari ke-8. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sampah organik lebih mudah dimanfaatkan sebagai sumber energi dibandingkan styrofoam.

Sampah sisa makanan yang digunakan dalam penelitian berperan sebagai *co-feed* yang menyediakan nutrisi tambahan bagi larva. Dibandingkan styrofoam, sampah organik lebih mudah dicerna sehingga dapat dimanfaatkan secara langsung untuk memenuhi kebutuhan energi dan metabolisme [9]. Ketersediaan sumber nutrisi tambahan tersebut diduga membantu larva mempertahankan aktivitas biologisnya selama berada pada media yang mengandung styrofoam. Keberadaan *co-feed* juga memungkinkan larva memperoleh nutrisi yang tidak tersedia pada styrofoam [1]. Selain itu, nutrisi tambahan dapat membantu larva memenuhi kebutuhan energinya sehingga kondisi fisiologis tetap terjaga selama mengonsumsi substrat yang sulit dicerna seperti polistirena. Oleh karena itu, keberadaan sampah sisa makanan diduga turut mendukung peningkatan massa larva yang terjadi selama penelitian.

3.4 Pengaruh Jenis Nutrisi terhadap Aktivitas Biologis Larva

Perbedaan pertumbuhan larva pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa jenis nutrisi yang diberikan memberikan respons yang berbeda terhadap aktivitas biologis *Tenebrio molitor*. Perlakuan soybean lecithin menghasilkan massa larva tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi pada soybean lecithin mampu mendukung pertumbuhan larva secara lebih optimal selama periode pengamatan dan tidak semua nutrisi memberikan dukungan yang sama terhadap kondisi biologis larva.

Soybean lecithin mengandung fosfolipid yang berperan dalam berbagai proses metabolisme dan pembentukan membran sel [10]. Ketersediaan komponen tersebut diduga membantu larva memanfaatkan nutrisi secara lebih efisien sehingga pertumbuhan yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Sementara itu, asam amino berfungsi sebagai bahan penyusun protein yang dibutuhkan

dalam proses pertumbuhan dan perkembangan larva [11]. Perlakuan probiotik menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan soybean lecithin dan asam amino. Kondisi ini diduga berkaitan dengan perbedaan mekanisme kerja probiotik yang lebih berperan dalam menjaga keseimbangan mikroorganisme saluran pencernaan dibandingkan menyediakan nutrisi secara langsung [12]. Adapun perlakuan tanpa nutrisi menghasilkan pertumbuhan terendah yang menunjukkan bahwa keterbatasan nutrisi dapat memengaruhi kemampuan larva dalam mempertahankan aktivitas biologisnya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis nutrisi menjadi faktor penting dalam mendukung aktivitas biologis *Tenebrio molitor* pada media yang mengandung styrofoam. Oleh karena itu, pemberian nutrisi dapat dipertimbangkan sebagai salah satu strategi untuk mempertahankan kondisi biologis larva yang mendukung pemanfaatannya sebagai agen biodegradasi. Larva yang memperoleh nutrisi tambahan cenderung memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan larva yang tidak memperoleh nutrisi tambahan.

3.5 Potensi Pemanfaatan *Tenebrio molitor* sebagai Agen Biodegradasi

Kemampuan larva *Tenebrio molitor* untuk tetap tumbuh pada media yang mengandung styrofoam menunjukkan bahwa larva mampu beradaptasi dan mempertahankan aktivitas biologisnya selama masa pengamatan. Kondisi tersebut menjadi indikator bahwa larva masih dapat beradaptasi pada lingkungan yang mengandung substrat plastik berbasis polistirena [13].

Beberapa penelitian melaporkan bahwa kemampuan *Tenebrio molitor* dalam mengonsumsi polistirena berkaitan dengan aktivitas metabolisme larva serta peran mikroorganisme dalam saluran pencernaannya [14], [15]. Oleh karena itu, kondisi biologis larva perlu tetap terjaga agar aktivitas konsumsi dapat berlangsung dengan baik. Larva yang masih mengalami pertumbuhan menunjukkan bahwa kebutuhan energinya tetap terpenuhi selama masa pemeliharaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa larva masih mampu beradaptasi pada media yang mengandung styrofoam, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agen biodegradasi.

Dalam penelitian ini, penambahan nutrisi terbukti mendukung pertumbuhan larva pada media yang mengandung styrofoam, yang mengindikasikan bahwa nutrisi berperan dalam menjaga kondisi biologis larva selama proses pengamatan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Tenebrio molitor* memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai agen biodegradasi sampah styrofoam. Selain itu, penambahan nutrisi dapat menjadi salah satu faktor pendukung dalam mempertahankan aktivitas biologis larva sehingga berpotensi meningkatkan keberhasilan pemanfaatannya dalam pengelolaan sampah plastik berbasis polistirena.

4. Kesimpulan

Penambahan nutrisi berperan dalam mendukung aktivitas biologis larva *Tenebrio molitor* pada media yang mengandung styrofoam. Seluruh perlakuan menunjukkan peningkatan massa larva selama periode penelitian, yang mengindikasikan bahwa larva mampu beradaptasi dan mempertahankan aktivitas fisiologisnya pada media tersebut. Pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan soybean lecithin, sedangkan perlakuan tanpa nutrisi menghasilkan pertumbuhan terendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi mendukung pertumbuhan larva dan membantu menjaga kondisi biologisnya selama pengamatan. Kemampuan larva untuk tetap tumbuh pada media yang mengandung styrofoam menunjukkan potensi pemanfaatan *Tenebrio molitor* sebagai agen biodegradasi dalam pengelolaan sampah plastik berbasis polistirena.

5. Daftar Pustaka

- [1] P. Septiani and A. Fibriani, "Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy (APJSafe) Eco-bioremediation potential of mealworm gut microbiome for polystyrene degradation in nutrient-based media", doi: 10.36782/apjsafe.v13i2.535.
- [2] B. Octavia, A. Rakhmawati, Suhartini, L. D. Rachmani, and T. D. Putra, "Low-density polyethylene sheet biodegradation by *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* larvae and metagenome studies on their gut bacteria," *Biodiversitas*, vol. 24, no. 2, pp. 878–886, 2023, doi: 10.13057/biodiv/d240225.
- [3] H.-H. Liu, "Polystyrene Biodegradation World Journal of Agriculture and Soil Science Short Communication," 2023, doi: 10.33552/WJASS.2023.08.000698.
- [4] Y. Yang *et al.*, "Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic-Eating Mealworms: Part 2. Role of Gut Microorganisms," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 49, no. 20, pp. 12087–12093, Oct. 2015, doi: 10.1021/acs.est.5b02663.

- [5] E. A. Di Liberto, G. Battaglia, R. Pellerito, G. Curcuruto, and N. T. Dintcheva, "Biodegradation of Polystyrene by Plastic-Eating Tenebrionidae Larvae," *Polymers (Basel)*, vol. 16, no. 10, May 2024, doi: 10.3390/polym16101404.
- [6] H. Nakatani, Y. Yamaura, Y. Mizuno, S. Motokucho, A. T. N. Dao, and H. Nakahara, "Biodegradation Mechanism of Polystyrene by Mealworms (*Tenebrio molitor*) and Nutrients Influencing Their Growth," *Polymers (Basel)*, vol. 16, no. 12, Jun. 2024, doi: 10.3390/polym16121632.
- [7] L. Syahrulawal, M. O. Torske, R. Sapkota, G. Næss, and P. Khanal, "Improving the nutritional values of yellow mealworm *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae as an animal feed ingredient: a review," Dec. 01, 2023, *BioMed Central Ltd.* doi: 10.1186/s40104-023-00945-x.
- [8] N. Kröncke and R. Benning, "Influence of Dietary Protein Content on the Nutritional Composition of Mealworm Larvae (*Tenebrio molitor* L.)," *Insects*, vol. 14, no. 3, Mar. 2023, doi: 10.3390/insects14030261.
- [9] T. Mamtimin *et al.*, "Gut microbiome of mealworms (*Tenebrio molitor* Larvae) show similar responses to polystyrene and corn straw diets," *Microbiome*, vol. 11, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/s40168-023-01550-w.
- [10] L. Sanz, T. Tran, and D. Kainer, "Potential of *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* in Plastic Degradation: Mechanisms, Microorganisms, and Enzymes," 2024, doi: 10.5281/zenodo.13621718.
- [11] X. Wang *et al.*, "Enhancing Plastic Decomposition in Mealworms (*Tenebrio molitor*): The Role of Nutritional Amino Acids and Water," *Advanced Energy and Sustainability Research*, vol. 6, no. 6, Jun. 2025, doi: 10.1002/aesr.202400378.
- [12] S. Dahal, A. B. Jensen, and A. Lecocq, "Effect of Probiotics on *Tenebrio molitor* Larval Development and Resistance against the Fungal Pathogen *Metarhizium brunneum*," *Insects*, vol. 13, no. 12, Dec. 2022, doi: 10.3390/insects13121114.
- [13] W. Subchan *et al.*, "Degradation and Digestion of Polypropylene, Polyethylene, and Styrofoam by *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) Larvae," *Makara J. Sci.*, vol. 28, no. 4, pp. 296–307, Dec. 2024, doi: 10.7454/mss.v28i4.2296.
- [14] L. Sanz, T. Tran, and D. Kainer, "Potential of *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* in Plastic Degradation: Mechanisms, Microorganisms, and Enzymes," 2024, doi: 10.5281/zenodo.13621718.
- [15] J. W. Park, M. Kim, S. Y. Kim, J. Bae, and T. J. Kim, "Biodegradation of polystyrene by intestinal symbiotic bacteria isolated from mealworms, the larvae of *Tenebrio molitor*," *Heliyon*, vol. 9, no. 6, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17352.