

## Effectiveness of Length and Weight Growth of *Tenebrio molitor* L. Larvae with Plastic Waste Feeding

Fathimah Nurfithri Hashifah<sup>1\*</sup>, Niken Istikhari Muslihah<sup>2</sup>, Wilda Khafida<sup>1</sup>, Trisno Haryanto<sup>1</sup>, Trisnowati Budi Ambarningrum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia;

<sup>2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia;

### Article History

Received : September 28<sup>th</sup>, 2024

Revised : October 16<sup>th</sup>, 2024

Accepted : October 20<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Fathimah Nurfithri Hashifah,**

Fakultas Biologi, Universitas

Jenderal Soedirman,

Purwokerto, Indonesia;

Email:

[fathimah.nurfithri@unsoed.ac.id](mailto:fathimah.nurfithri@unsoed.ac.id)

**Abstract:** Inorganic waste accumulating in plastic waste, including styrofoam, which has accumulated in large quantities in waste disposal sites (TPS), is challenging to decompose into the environment. Black beetles (*Tenebrio molitor*) are insects that decompose inorganic waste and can decompose polystyrene waste. The presence of bacteria in the digestion of insects contributes to the decomposition of plastic waste in the form of styrofoam. This study aimed to determine how effective the larvae of *T. molitor* are in degrading polystyrene waste (styrofoam) through larval development from the process of nine instar stages. In order to develop more prospective larvae, the research was conducted in multiple stages, including initial maintenance and treatment as well as data gathering to test the growth of larval length. The results are known from the length of the larval body, and it is hoped that the larvae can later be used to help decompose small to large-scale styrofoam waste discharged into the environment. Larvae of *T. molitor* can eat inorganic materials like styrofoam and organic ones like bran. The ability to do this is demonstrated by the growth of the larvae's weight and length, with the rise in larval length in each treatment having the most beneficial result.

**Keywords:** Effectiveness, larval growth, styrofoam, *T. molitor*, temperature.

### Pendahuluan

Meningkatnya penggunaan plastik yang tidak bisa diurai secara cepat membuat lingkungan semakin banyak yang tercemar. Plastik jenis *polystyrene* yang banyak digunakan tidak mengalami proses degradasi di lingkungan. Sebagian besar sampah plastik dibuang (72%) ke tempat pembuangan akhir (TPA), sisanya dibakar dan di daur ulang (P Bulak *et al.*, 2021). Akibatnya banyak lingkungan yang tercemar sampah plastik dan tidak dapat terurai secara alami, membutuhkan waktu lama hingga puluhan tahun untuk bisa menguraikan sampah plastik. Hal ini juga dibenarkan melalui penelitian I.V. Maha (2022) jika plastik tidak terdegradasi dan di daur ulang maka berpotensi mencemari lingkungan dan berdampak pada penurunan

kualitas lingkungan.

Meskipun plastik *polystyrene* diyakini tidak dapat terurai secara alami dan hayati, baru-baru ini telah dibuktikan bahwa larva *T. molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) dapat memakan dan mencerna styrofoam, produk *polystyrene* yang umum (Yang *et al.*, 2015).

Larva *T. molitor* atau dikenal ulat Hong Kong mudah dipelihara dan memiliki nilai ekonomis, saat ini sering dimanfaatkan sebagai pakan burung, ikan, dan landak (Vidya *et al.*, 2017). Larva ini dapat menguraikan sampah organik dan anorganik (Christos *et al.*, 2021). Hasil penelitian (Ica *et al.*, 2022), larva Tenebrionidae memiliki beberapa bakteri di usus tengahnya, yang memungkinkan mereka untuk menguraikan sampah styrofoam (polistirena). Belum ada percobaan melalui efektivitas pakan larva ini dalam menguraikan

limbah plastik dengan waktu yang cepat. Diketahui bahwa larva mampu memakan dan mencerna plastik seberat 1 gram dalam waktu yang lama yaitu 3-5 hari. Akibatnya, penelitian ini diperlukan untuk mengetahui seberapa cepat larva *T. molitor* mengonsumsi polistiren (PS) dengan perlakuan tekanan abiotik. Larva dapat memakan plastik secara berlebihan untuk memenuhi kebutuhannya yang meningkat di lingkungan yang dingin dan bersuhu rendah (Matyja *et al.*, 2020). Dalam percobaan yang diberikan, rekayasa suhu diperlukan karena larva dapat mengonsumsi sampah plastik lebih cepat. Selain itu, mengawasi pertumbuhan dan perkembangan larva setelah memakan polistirena (PS) untuk mengamati perilaku dan kelangsungan hidupnya.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian bertempat di Laboratorium Entomologi dan Parasitologi dari bulan April sampai September 2023. Tahapan penelitian terdiri dari pemeliharaan awal, dan pemberian perlakuan. Data yang diperoleh untuk diuji pertumbuhan panjang dan bobot larva sehingga dihasilkan larva yang paling efektif dalam mendegradasi sampah plastik.

### Rearing Larva *T. molitor*

Pemeliharaan larva *T. molitor* sebanyak lima perlakuan dengan pemberian variasi pakan dedak dan styrofoam serta variasi suhu normal (28°C), suhu minimum (23°C) dan suhu maksimum (32°C). Setiap perlakuan diberi sebanyak 400 larva *Tenebrio molitor*. Selama proses perlakuan dan pengamatan dilakukan pengukuran panjang awal dan bobot awal dari larva *T. molitor*. Maka Kelompok perlakuan seperti: (A), pakan dedak (suhu normal), (B), pakan dedak + suhu minimum, (C), pakan dedak + suhu maksimum, (D), pakan Styrofoam + suhu minimum, dan (E), pakan Styrofoam + suhu maksimum.

### Perlakuan Rekayasa Suhu

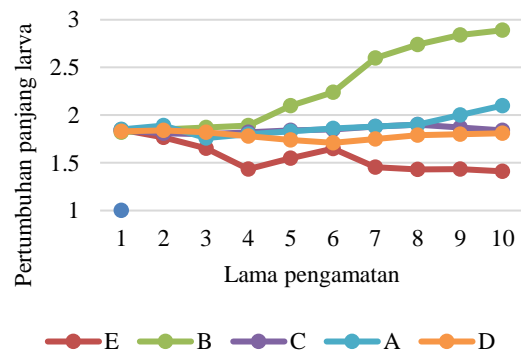
Larva dalam wadah diberikan pakan dedak sebanyak 100 gr dan pakan styrofoam 100 gr. Selanjutnya, dipelihara dengan suhu pada tiap perlakuan. Mengamati larva tiap 3 hari sekali selama 100 hari sampai terjadi molting setiap

instarnya. Selanjutnya, menimbang bobot larva *T. molitor* dengan cara dihitung selisih antara bobot akhir dengan bobot awal. Kemudian, mengukur menggunakan mistar panjang larva *T. molitor* setiap pengamatan 10 hari sekali selama 10 kali.

## Hasil dan Pembahasan

### Pertumbuhan panjang larva

Hasil penelitian ditemukan adanya perbedaan panjang tubuh (Grafik 1) dan bobot larva (Grafik 2) akibat dari pemberian perlakuan variasi pakan yang berbeda dan perbedaan suhu yang berbeda A, B, C, D, dan E, setiap perlakuannya. Penyebabnya karena pakan dedak lebih disukai larva dibandingkan styrofoam, akan tetapi adanya pemberian suhu yang minimum memberikan pengaruh terhadap larva. Suhu minimum (23°C) membuat larva lebih cepat makan dan pakan cepat habis dibandingkan dengan pemberian suhu normal (28°C) dan suhu maksimum (32°C).



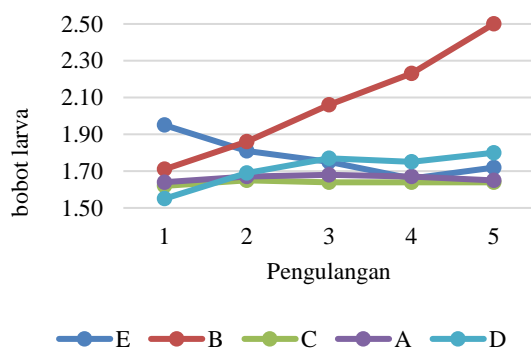
**Grafik 1.** Grafik pertumbuhan panjang larva *T. molitor* selama 10 hari pengamatan

Berbeda dengan perlakuan pakan yang menggunakan polistirena, hampir semua larva yang menerima terapi pakan bekatul menunjukkan pertumbuhan panjang tubuh yang baik dan signifikan. Panjang tubuh larva bervariasi antara 1,56 dan 2,28 mm/ekor. Data ini secara statistik menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang larva pada perlakuan A, B, C, D, dan E (styrofoam, suhu minimum/23°C, suhu maksimum/32°C, dan suhu normal/28°C) berbeda secara signifikan ( $P < 0,05$ ), dengan perlakuan B dan D memiliki nilai pertumbuhan panjang larva tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Artinya larva *T. molitor* mampu hidup dengan makan styrofoam dan pada suhu

minimum karena kemampuan mencerna secara kimiawi sama dengan polimer alam dibantu dengan adanya bakteri baik yang membantu proses penguraian serta suhu minimum diduga mampu merangsang perkembangan tahapan instar larva sehingga mampu memakan lebih banyak makanan yang diberikan dibandingkan pada suhu maksimum (Wang & Xia, 2020). Larva Tenebrionidae mampu memecah polistirena (PS) menggunakan enzim esterase dan selulase melalui proses anaerobik dan diazotropik. Bakteri Pseudomonadaceae dan Enterbacteriaceae diyakini sebagai mikroorganisme utama dalam proses degradasi polistirena (Eleodoro *et al.*, 2014).

### Pertambahan Bobot Larva

Pertambahan bobot larva memiliki kisaran 1,66-2,07 gr/ekor pada umur 55 hari, secara statistik menunjukkan pertambahan bobot larva perlakuan A, pakan dedak (suhu normal/28°C); B, pakan dedak (suhu min/ 23°C); C, pakan dedak (suhu maks/ 32°C); D, styrofoam (suhu min/ 23°C); dan E, styrofoam (suhu maks / 32°C) berbeda secara signifikan. ( $P < 0,05$ ), bobot larva tertinggi dimiliki perlakuan B dibandingkan perlakuan lainnya (Grafik 2). Pertambahan bobot larva tertinggi pada perlakuan suhu minimum (B) secara signifikan seiring dengan tingginya pertumbuhan panjang larva.



Grafik 2. Grafik bobot larva *T. molitor*

Berdasarkan penelitian Bulak *et al.*, (2021) sampah styrofoam (polystyrene) dapat diuraikan melalui beberapa bakteri di dalam midgut (saluran pencernaan) kumbang hitam ini yang dapat menghancurkan Styrofoam. Hal ini menunjukkan bahwa, ketika larva masih hidup dan berkembang, pakan styrofoam akan memberikan hasil yang baik. Data (Grafik 1) menunjukkan bahwa grafik merah untuk setiap

penambahan pemberian pakan styrofoam terus meningkat setiap peningkatannya selama seratus hari perlakuan. Namun perlakuan pemberian pakan dedak yang lebih organik tidak mengalami peningkatan yang sama.

Beberapa bakteri dalam sistem pencernaan menjadi simbiosis selama pencernaan serangga dan diasumsikan menyediakan fungsi metabolisme yang memungkinkan *T. molitor* mengonsumsi plastik (Wang dan Zhang, 2015). Serangga dapat bertahan hidup dengan plastik karena pencernaan kimianya yang sebanding dengan polimer alami (Yang *et al.*, 2020). Dedak atau pollard menjadi sumber pakan yang umum digunakan peternak untuk kumbang *T. molitor*. Dalam hal ini, larva lebih tertarik pada pakan dedak yang mengandung banyak nutrisi sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Dengan demikian larva akan beradaptasi dan cenderung memilih pakan yang lebih baik untuk melanjutkan proses perkembangannya yang memasuki tahapan pupa.

Styrofoam jenis plastik yang dijadikan pakan percobaan untuk larva menjadi hal yang menarik untuk proses perkembangan larva. Butuh adaptasi yang cukup lama sehingga larva benar-benar ingin memulai memakan styrofoam. Walaupun kebutuhan nutrisi tidak mencukupi tetapi pencernaan larva masih bisa untuk mengurai pakan tersebut hingga terurai menjadi feses. Hal ini yang membuat pertumbuhan panjang dan bobot larva menjadi lebih lama, sehingga berdampak pada proses perkembangannya. Akan tetapi hal inilah yang digunakan dan dimanfaatkan dalam proses penguraian limbah anorganik secara biologi dengan bantuan larva *T. molitor*.

### Kesimpulan

Penelitian pertumbuhan panjang dan bobot larva yang diberi perlakuan melalui pemberian pakan yang berbeda dan suhu yang berbeda, dapat disimpulkan bahwa terdapat pertambahan panjang dan bobot larva yang berbeda sangat nyata terjadi pada perlakuan B yaitu pakan dedak dengan suhu minimum 23°C. Pemberian pakan terendah secara signifikan terjadi pada dedak dan styrofoam dengan suhu maksimum 32°C seperti pada perlakuan E yaitu pakan styrofoam dengan suhu maksimum 32°C. Dalam hal ini kemampuan hidup larva dipengaruhi oleh

pemberian pakan dan kondisi suhu lingkungan yang diberikan. Kondisi suhu maksimum akan membuat larva berkembang secara lambat tetapi tetap hidup. Sehingga proses perkembangan tahapan instar akan menjadi efektif jika dimanfaatkan dalam program penguraian sampah atau limbah anorganik.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan dana penelitian melalui LPPM DIPA BLU Unsoed.

### Referensi

- Christos I. R., Dmitrios B., Marina G., Vasillios M., and Christos G. A., (2021). Rearing *Tenebrio molitor* and *Alphitobius diaperinus* Larvae on Seed Cleaning Process Byproducts. *Insects*. <https://doi.org/10.3390/insects12040293>
- I. V. Maha. (2022). Efektivitas *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) Sebagai Agen Pendeградasi Styrofoam Untuk Mengatasi Permasalahan Sampah. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, Vol. 14, no. 1. doi: 10.20885/jstl.vol14.iss1.art7
- Ica V.M., Nora S., Nurul H., dan Adi B.S., (2022). Efektivitas *Tenebrio molitor* L (Coleoptera: Tenebrionidae) Sebagai Agen Pendeградasi Styrofoam untuk Mengatasi Permasalahan Sampah. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol 14(1): 40-49
- Ichsan Luqman I.P., dan Alfi N., 2021. Degradation of Some Polystyrene Using Beetle Larvae (*Tenebrio molitor* L.). *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri dan Kesehatan*, Vol 8 (1): 2597-5269
- J. A. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas, S. Kay, D. I. Shapiro-Ilan, and W. Louis Tedders. (2012). Impact of adult weight, density, and age on reproduction of *tenebrio molitor* (coleoptera: Tenebrionidae). *J. Entomol. Sci.*, Vol. 47, no. 3, pp. 208–220, doi: 10.18474/0749-8004-47.3.208
- K. Matyja., J. Rybak., B.H. Lorenz., M. Wrobel., and R. Rutkowski. (2020). Effects of Polystyrene Diet on *Tenebrio molitor* Larval Growth, Development and Survival: Dynamic Energy Budget (DEB) Model Analysis. *Elsevier: Environmental Pollution*, 264: 114740.
- M. Wang, J., & Xia. (2020). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating superworms *Zophobas atratus*. *Sci. Total Environ.*, vol. 708, no. 135233.
- Manullang, D. V. C. (2017). Kemampuan berbagai tingkatan stadium larva kumbang *Tenebrio molitor* L.(Coleoptera: Tenebrionidae) dalam mengkonsumsi styrofoam (polystyrene).
- N. Nukmal, S. Umar, S. P. Amanda, and M. Kanedi. (2018). “Effect of styrofoam waste feeds on the growth, development and fecundity of mealworms (*Tenebrio molitor*),” *Online J. Biol. Sci.*, vol. 18, no. 1, pp. 24–28, doi: 10.3844/ojbsci.2018.24.28
- Nunu Anugrah. (2022). Peringatan Hari Peduli Sampah Nasional Kelola Sampah Turunkan Emisi Bangun Proklam. <http://ppid.menlhk.go.id/berita/siaranpers/6415/peringatan-hari-peduli-sampah-nasional-kelola-sampah-turunkan-emisi-bangun-proklam>
- P. Bulak, K. Proc, A. Pytlak, A. Puszka, B. Gawdzik, and A. Bieganowski. (2021). Biodegradation of different types of plastics by *tenebrio molitor* insect, *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 20, Oct., doi: 10.3390/polym13203508.
- P. L. & M. E. D. Eleodoro E. Del Valle, Laureano S. Frizzo, Melisa Malmierca, María V. Zbrun. (2014). Biological control of *Alphitobius diaperinus* with *Steinernema rarum* CUL and *Heterorhabditis bacteriophora* SMC and feasibility of application in rice hull. *J. Pest Sci.* vol. 89, pp. 161–170. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-015-0669-8>
- Yang, Y.; Wang, J.; Xia, M. (2020). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating superworms *Zophobas atratus*. *Sci. Total Environ.*, 708, 135233