

## Efektivitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L.) untuk Mendegradasi Sampah Plastik Oriented Polypropylene

Estin Nofiyanti<sup>1\*</sup>, Rubiansyah Dio Lazuardi<sup>1</sup>, Melly Mellyanawaty<sup>1</sup>, Gatut Ari Wardani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

Jl. Tamansari No.KM 2,5, Mulyasari, Kec. Tamansari, Kab.Tasikmalaya, Jawa Barat 46196

<sup>2</sup>Program Studi Farmasi Universitas Bakti Tunas Husada

Jalan Cilolohan No. 36, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat 46115

\*[estin.nofi@umtas.ac.id](mailto:estin.nofi@umtas.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i2.19321>

### Abstrak

Plastik *Oriented Polypropylene* (OPP) merupakan polimer termoplastik yang banyak digunakan untuk kepentingan plastik kemasan produk pada industri farmasi, rokok, shampoo, detergen, tekstil, makanan dan minuman. Plastik OPP memiliki koefisien ekspansi termal tinggi, rentan terhadap degradasi UV, memiliki ketahanan yang buruk terhadap pelarut, sulit untuk dicat karena memiliki sifat ikatan yang buruk, sangat mudah terbakar, rentan terhadap oksidasi dan sulit terurai secara alami apabila sudah menjadi limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ulat hongkong dalam mendegradasi sampah plastik OPP. Metode penelitian ini menggunakan rancangan Acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Variasi perlakuan yang diberikan yaitu OPP 0,23 g untuk 120 ekor ulat (V0); OPP 0,17 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat (V1); OPP 0,11 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat (V2); dan OPP 0,06 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat (V3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan OPP dan dedak berpengaruh terhadap laju degradasi plastik OPP. Nilai persen degradasi tertinggi di peroleh pada perlakuan V3 sebesar 50 % dan laju biodegradasi yang paling optimal terjadi pada perlakuan V1 sebesar 0,02 mg/hari.

**Kata Kunci** : plastik, ulat hongkong, dedak, biodegradasi, rancangan acak lengkap

### Abstract

*Oriented Polypropylene (OPP) plastic is a thermoplastic polymer that is widely used for the benefit of plastic product packaging in the pharmaceutical, cigarette, shampoo, detergent, textile, food, and beverage industries. OPP plastic has a high coefficient of thermal expansion, is susceptible to UV degradation, has poor resistance to solvents, is difficult to paint due to poor bonding properties, is highly flammable, susceptible to oxidation, and difficult to decompose naturally when it becomes waste. This study aimed to determine the ability of the Hong Kong caterpillar to degrade OPP plastic waste. This research method used a completely randomized design consisting of 4 treatments and 3 replications. The various treatments given were OPP 0.23 g for 120 caterpillars (V0); OPP 0.17 g: Bran 0.23 g for 120 caterpillars (V1); OPP 0.11 g: Bran 0.23 g for 120 caterpillars (V2); and OPP 0.06 g: Bran 0.23 g for 120 caterpillars (V3). The results showed that the feeding of OPP and rice bran affected the degradation rate of OPP plastic. The highest percent degradation value was obtained in the V3 treatment at 50% and the most optimal biodegradation rate occurred in the V1 treatment of 0.02 mg/day.*

**Key words** : plastic, hongkong caterpillar, bran, biodegradation, complete random design

### PENDAHULUAN

Plastik adalah material yang terbuat dari bahan sintesis dan memiliki sifat yang ringan, kuat, dan tahan lama. Namun, plastik juga memiliki resistensi terhadap lingkungan yang buruk. Plastik sulit untuk terurai secara alami dan membutuhkan

#### Article History:

**Received:** March, 30<sup>th</sup> 2023; **Accepted:** July, 13<sup>th</sup> 2023

#### Cite this as :

Nofiyanti, E., Lazuardi, R.D., Mellyanawaty, M & Wardani, G.A. 2023. Efektivitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L) untuk Mendegradasi Sampah Plastik *Oriented Polypropylene*. *Rekayasa*. Vol 16(2). 189-194.

waktu ratusan tahun untuk terdekomposisi. Akibatnya, plastik yang dibuang sembarangan akan menumpuk di lingkungan, terutama di lautan, dan dapat mengancam keseimbangan ekosistem dan kehidupan hewan laut. Selain itu, beberapa jenis plastik mengandung bahan kimia berbahaya seperti bisphenol A (BPA) yang dapat terlepas dan mencemari air dan tanah (Hayati *et al.*, 2020). Oleh karena itu, penting untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai dan memilih bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan seperti kertas, kain, atau bahan daur ulang. Selain itu, perlu juga dilakukan pengolahan dan daur ulang plastik agar

tidak menimbulkan dampak buruk yang lebih buruk pada lingkungan.

Sampah plastik merupakan masalah yang semakin mengkhawatirkan di seluruh dunia. Menurut data dari Pusat Penelitian Kelautan, sekitar 0,8 – 2,7 juta ton sampah plastik masuk ke laut setiap tahunnya (Meijer *et al.*, 2021). Bahkan, jika tren saat ini berlanjut, pada tahun 2050 akan lebih banyak plastik di laut daripada ikan (Pratama & Carrollina, 2020). Selain itu, di darat, jumlah sampah plastik juga semakin meningkat dengan meningkatnya penggunaan produk plastik sekali pakai. Menurut *United Nations Environment Programme* (UNEP, produksi plastik global telah mencapai 368 juta ton pada tahun 2019 (Juniarti & Nina, 2022) dan diperkirakan akan meningkat hingga 500 juta ton pada tahun 2030. Hal ini mengakibatkan penumpukan sampah plastik yang berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya bersama untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, meningkatkan pengolahan dan daur ulang sampah plastik.

Plastik *Oriented Polypropylene* (OPP) terbuat dari *resin polypropylene* dan bahan kimia sintesis lainnya sehingga menjadi salah satu bahan yang tidak mudah diurai secara alami. Jenis plastik ini paling banyak digunakan untuk bahan plastik kemasan pada industri farmasi, rokok, detergen, shampoo, kosmetik, makanan dan minuman (Santosa & Widyamurti, 2019). Plastik OPP di industri pada umumnya digunakan untuk pembungkus baju konveksi, undangan, CD dan roti, plastik ini memiliki lem sehingga tidak memerlukan karet atau perekat lainnya sebagai pengikat plastik (Rachmadi & Bendatu, 2015). Plastik OPP ini bersifat lentur, bening, kualitas kilap tinggi, tahan tarikan, memanjang, sirkulasi uap air terbatas sehingga baik untuk menjaga kualitas produk selama penyimpanan, tahan terhadap suhu tinggi, tahan terhadap asam, basa dan minyak. Ketebalan plastik jenis ini bervariasi, diantaranya: 0,3 banci (ketebalan kurang lebih 0,16 micron), 0,4 banci (ketebalan 0,18 – 0,19 micron), 0,27 (ketebalan 0,27 micron), 0,32 (ketebalan 0,32 micron), 0,7 banci (ketebalan 0,4 micron).

Berbagai cara pengelolaan sampah plastik sudah banyak dilaksanakan seperti dengan cara dibakar. Namun, pengelolaan sampah plastik dengan cara dibakar menghasilkan dampak lain seperti pencemaran udara. Asap toksik yang dihasilkan ketika membakar sampah plastik dapat

mengakibatkan atmosfer bumi terkontaminasi, gas beracun, perubahan iklim yang sangat cepat dan menurunkan jumlah oksigen di udara. Selain berdampak pada lingkungan, asap pembakaran sampah juga berdampak pada kesehatan karena gas yang dihasilkan berupa karbon monoksida dan karbon dioksida yang dapat menjalar ke paru-paru sehingga akan menyebabkan ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), iritasi mata, kerusakan saraf, gangguan kesuburan, cacat lahir, kanker (karsinogenik) dan diare (Faridawati & Sudarti, 2021).

Ulat hongkong merupakan salah satu pakan ternak yang paling banyak diminati bahkan dijadikan makanan utama untuk hewan peliharaan baik dalam bentuk hidup ataupun sudah diolah. Kandungan nutrisi ulat hongkong terdiri dari kadar air 57%, protein kasar 48%, lemak kasar 40%, kadar abu 3% dan kandungan ekstra non nitrogen 8% (Hartiningih & Sari, 2014). Hal ini disebabkan oleh kandungan nutrisi pada ulat hongkong bagus untuk dijadikan bahan makanan ternak dan harga ulat yang sangat ekonomis (Sari *et al.*, 2019).

Permasalahan sampah plastik yang masih tinggi ini perlu dilakukan penanganan pengelolaan secara khusus salah satunya degradasi sampah plastik dengan ulat hongkong. Penelitian lain telah menguji ulat hongkong ini mampu mendegradasi beberapa jenis polimer diantaranya *Polystyrene* (PS), *Polypropylene* (PP), *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE) (Putra & Ma'rufah, 2022; Gesriantuti *et al.*, 2022; Maha *et al.*, 2022). Cara ini dapat mengurangi sampah plastik, meningkatkan pengelolaan sampah plastik dan memberikan keuntungan bagi para peternak ulat hongkong dalam mengurangi biaya pakan. Limbah plastik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis plastik *oriented polypropylene* (OPP). Plastik *oriented polypropylene* (OPP) merupakan salah satu jenis pelastik kemasan, umumnya digunakan sebagai pembungkus baju konveksi, undangan, rokok. Plastik *oriented polypropylene* (OPP) ini terbuat dari resin polypropylene dan bahan kimia sintesis lainnya, sehingga pelastik ini merupakan salah satu bahan yang sulit terurai. Kebaruan dari penelitian ini adalah penggunaan ulat hongkong dalam mendegradasi sampah plastik *oriented polypropylene* (OPP). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ulat hongkong sebagai biodegradator dalam mendegradasi sampah plastik OPP melalui proses pengujian

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di tempat uji coba yang terletak di jalan Ir. H. Djuanda, Kota Tasikmalaya pada bulan September-November 2022.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah/nampan berupa tempat penyimpanan yang terbuat dari plastik sebanyak 12 buah dengan ukuran 7,7cm x 7,7cm x 3,5cm, timbangan analitik, kain benang goni untuk penutup wadah berfungsi untuk sirkulasi udara. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: plastik OPP 1,71 g, dedak padi 2,07 g dan ulat hongkong sebanyak 1.440 ekor. Sebelum dilakukan uji coba, plastik OPP dibersihkan dan dipotong terlebih dahulu untuk mempermudah proses degradasi.



Gambar 1. Penebaran Ulat Dengan Dedak dan Plastik OPP

### Desain percobaan

Desain perlakuan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Simbol dan Keterangan pada penelitian (RAL)

No.	Keterangan Perlakuan			
	Simbol	OPP (gram)	Dedak (gram)	Ulat (ekor)
1	V0	0,23	0,00	120
2	V1	0,17	0,23	120
3	V2	0,11	0,23	120
4	V3	0,06	0,23	120

### Pengambilan Sampel Ulat

Pengambilan sampel ulat dilakukan di lapangan dengan mengumpulkan 1.440 ekor ulat hongkong di peternak ketika sudah usia 39 hari.

### Prosedur Penelitian

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

- Tahap persiapan : menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, seperti wadah/nampan, tutup jaring, plastik OPP, ulat dan dedak.
- Tahap aklimatisasi : proses penyesuaian dan adaptasi ulat terhadap lingkungan baru sebelum memasuki tahap pengujian. Proses ini berlangsung selama 9 hari sampai menunggu tahap pengujian.

- Tahap biodegradasi plastik

Saat ulat berumur 39-67 hari, dilakukan 4 kali perlakuan dengan 3 kali pengulangan masing-masing berisi 120 ekor/wadah. Biodegradasi plastik dilakukan selama 28 hari menggunakan metode standar. Selisih bobot badan pasca perlakuan kemudian ditimbang setiap 4 hari sekali.

### Teknis Analisis Data

Hipotesis:

- H0 = Tidak ada pengaruh terhadap penambahan bobot akhir ulat hongkong.
- H1 = Terdapat pengaruh terhadap penambahan bobot akhir ulat hongkong.

Keputusan yang diambil berdasarkan perbandingan nilai probabilitas (sig.):

- Jika probabilitas (sig.) > 0,05 maka H0 diterima.
- Jika probabilitas (sig.) < 0,05 maka H0 ditolak.

Analisis data menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan taraf kepercayaan 5% apabila hasil analisis varian keragaman (ANOVA) menunjukkan hasil yang signifikan maka untuk mengetahui perlakuan mana yang signifikan dilanjutkan dengan melakukan uji Duncan menggunakan aplikasi statistika. Pengukuran berat merupakan salah satu cara untuk mengukur terjadinya proses biodegradasi. Persentase pengukuran berat dapat diketahui melalui Persamaan 1 (Sari et al., 2019).

$$\text{Degradasi (\%)} = \left( \frac{w_1 - w_{fn}}{w_1} \right) \times 100$$

Keterangan:

W<sub>i</sub> = massa awal (mg)

$W_{fn}$  = massa akhir hari ke 4, 8, 12, 16, 20, 24 dan 28 (mg).

Untuk menghitung penentuan laju degradasi menggunakan persamaan

$$V = \left( \frac{W_1 - W_f}{\Delta t} \right)$$

Keterangan:

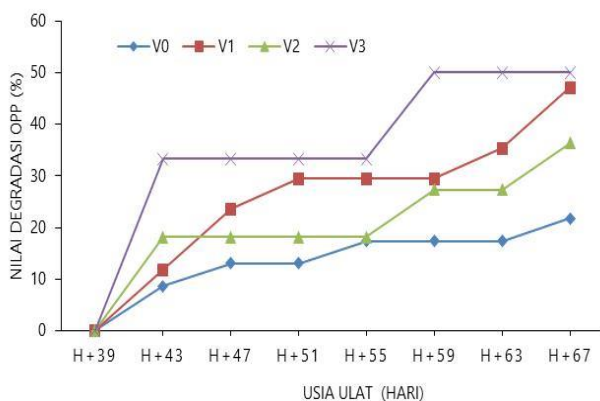
$V$  = Laju biodegradasi (mg/hari).

$\Delta t$  = Waktu yang dibutuhkan untuk biodegradasi.

## HASIL PEMBAHASAN

### Persen Degradasi

Nilai persen degradasi (Gambar 2) menunjukkan banyaknya jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ulat hongkong selama masa penelitian berlangsung. Berdasarkan Gambar 2, nilai persen degradasi yang dihasilkan dari sampah plastik OPP sebagai pakan dengan perlakuan V0 OPP 0,23 g untuk 120 ekor ulat, V1 OPP 0,17 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat, V2 OPP 0,11 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat dan V3 OPP 0,06 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat tiap 4 hari selama 28 hari memiliki nilai antara 8,70% - 50%. Nilai persen degradasi tertinggi didapat pada perlakuan V3 OPP 0,06 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat tiap 4 hari selama 28 hari sebesar 50% dan nilai terendah didapat pada perlakuan V0 OPP 0,23 g untuk 120 ekor ulat tiap 4 hari selama 28 hari sebesar 8,70%.



Gambar 2. Nilai degradasi OPP terhadap usia ulat

Berdasarkan hasil uji statistika untuk semua perlakuan dan selama pengamatan 28 hari yaitu hasil uji anova menunjukkan  $P < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yang artinya masing-masing perlakuan yang didapatkan menunjukkan perbedaannya nyata dalam mendegradasi sampah plastik OPP. Hasil uji lanjut Duncan yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan mana menghasilkan hasil yang terbaik.

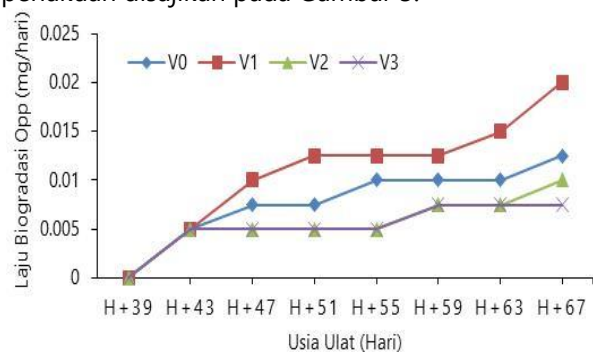
Hasil uji Duncan menyatakan bahwa dari setiap perlakuan memiliki kehilangan berat yang berbeda dan hanya pada perlakuan V3 hasil yang terbaik.

Persentase degradasi paling tinggi diperoleh pada perlakuan V3 dimana pemberian OPP yang paling sedikit yaitu 0,06 gram. OPP dengan berat 0,06 gram lebih mudah didegradasi oleh ulat hongkong daripada OPP dengan berat yang lebih besar. Persen degradasi terendah ditunjukkan pada perlakuan V0 dengan persen degradasi sebesar 21,74%. Perlakuan V0 tanpa adanya penambahan nutrisi dedak.

Penelitian sejenis menunjukkan persen degradasi plastik XPS disertai pemberian dedak sebesar 42,41 % (Sari et al., 2019). Tidak seperti nutrisi lainnya, OPP kering tidak memiliki kandungan air dan tambahan nutrisi lain yang diperlukan dalam pertumbuhan ulat hongkong. Selama pertumbuhannya, ulat hongkong membutuhkan protein, fosfor, vitamin dan mineral. Dedak memiliki nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan ulat hongkong (Hapsari et al., 2018). Ketersediaan nutrisi yang tepat dapat mengoptimalkan hasil mikroba dalam produksi enzim pendegradasi sehingga meningkatkan jumlah plastik yang terdegradasi. Nutrisi yang kurang mengakibatkan kemampuan biodegradasi relative rendah karena sumber energi yang digunakan untuk mensintesa biomassa dan pertumbuhan ulat tidak mencukupi (Yang et al., 2015).

### Laju Biodegradasi

Perhitungan laju degradasi pada ulat hongkong dari keempat perlakuan (V0, V1, V2, V3) mendapatkan hasil yang sangat bervariasi mulai dari yang tertinggi hingga terendah. Hasil perhitungan laju biodegradasi pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju biodegradasi OPP terhadap usia ulat

Urutan laju biodegradasi dari yang paling cepat yaitu  $V1 > V0 > V2 > V3$ . Laju biodegradasi  $V1$  sebesar (0,02 mg/hari),  $V0$  (0,0125 mg/hari),  $V2$  (0,01 mg/hari) dan  $V3$  (0,0075 mg/hari). perlakuan  $V1$  memiliki nilai tertinggi karena pengaruh proses pertumbuhan ulat (*molting*) dan rata-rata berat ulat hongkong. Rata-rata penambahan berat dan panjang ulat hongkong sejalan dengan peningkatan tahapan instar dan peningkatan jumlah pakan yang dikonsumsi. Hal ini menyebabkan kenaikan nilai laju degradasi perlakuan  $V1$  dari hari ke-1 sampai dengan hari ke-7. Plastik OPP menjadi salah satu jenis plastik yang mudah dicerna oleh ulat hongkong karena nilai densitas plastik OPP kecil dan sangat berpengaruh terhadap peningkatan jumlah laju degradasi.

Dedak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju degradasi OPP karena dedak mengandung energi metabolik, antioksidan, vitamin B kompleks dan mineral yang diperlukan untuk metabolisme ulat hongkong. Usus ulat hongkong dapat dianggap sebagai bioreaktor yang efisien yang mengekstrak metabolit inang, yang penting untuk keberhasilan degradasi sampah plastik yang cepat, karena pemrosesan fisik dan biokimia, degradasi plastik dan styrofoam oleh konsorsium mikroba usus (S. Sari et al., 2019).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan pakan dedak berpengaruh terhadap bobot akhir ulat dan laju degradasi OPP. Penambahan pakan dedak yang efektif memengaruhi kenaikan bobot ditunjukkan pada perlakuan  $V2$  dengan OPP 0,11 g : Dedak 0,23 g untuk 120 ekor ulat. Perlakuan  $V2$  menghasilkan rata-rata bobot akhir ulat di hari ke 67 sebesar 129 gram. Nilai persen degradasi tertinggi di peroleh pada perlakuan  $V3$  sebesar 50% dan laju biodegradasi yang paling optimal terjadi pada perlakuan  $V1$  sebesar 0,02 mg/hari.

Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan untuk jenis sampah plastik lainnya seperti plastik kemasan makanan, plastik *foam net* dan lain-lain sehingga bisa menjadi solusi untuk mengatasi banyaknya sampah plastik yang sulit diuraikan tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

Astuti, F. K., Iskandar, A., & Fitasari, E. (2017). Peningkatan produksi ulat Hongkong di

peternak rakyat desa Patihan, Blitar melalui exhaust dan termometer digital otomatis. *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia*, 1(2), 39–48.

Faridawati, D., & Sudarti. (2021). Pengetahuan masyarakat tentang dampak pembakaran terhadap terhadap lingkungan kabupaten Jember. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.31857/s013116462104007x>

Gesriantuti, N., Badrun, Y., & Yolanda, E. (2022). Pengaruh kombinasi pakan terhadap kemampuan larva *Tenebrio molitor* dalam mendegradasi limbah masker medis surgical. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 12(2), 141–147. <https://doi.org/10.37859/jp.v12i2.3958>

Hapsari, D. G. P. L., Fuah, A. M., & Endrawati, Y. C. (2018). Produktifitas ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*) pada media pakan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 6(2), 53–59. <https://doi.org/10.29244/jipthp.6.2.53-59>

Hartiningih, & Sari EF. (2014). Peningkatan bobot panen ulat hongkong akibat aplikasi limbah sayur dan buah pada media pakan berbeda. *Buana Sains*, 14(1), 55–64.

Hayati, M., Hamzah, Z., & Wanodoyo H., A. T. (2020). Hubungan kadar insulin pankreas dan kadar glukosa darah pada model tikus wistar jantan setelah diinduksi bisphenol-A. *Stomatognatic (J.K.G Unej)*, 17(1), 4–7.

Juniarti, S. W., & Nina. (2022). Pengetahuan, ketersediaan fasilitas, penyuluhan dan petugas kebersihan terhadap perilaku pemilahan sampah rumah tangga. *Journal of Public Health Education*, 1(3), 154–161. <https://doi.org/10.53801/jphe.v1i3.40>

Maha, I. V., Safitri, N., Husna, N., & Suwardi, A. B. (2022). Efektivitas *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) sebagai agen pendegradasi styrofoam untuk mengatasi permasalahan sampah. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 14(1), 40–49.

Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), 1–14. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5803>

- Pratama, E. B., & Carollina, D. (2020). Perancangan motion graphic dampak plastik di laut. AKSA: *Jurnal Desain Komunikasi Visual*, 4(1), 525–540. <https://doi.org/10.37505/aksa.v4i1.44>
- Putra, I. L. I., & Ma'rufah, N. (2022). Laju degradasi beberapa jenis plastik menggunakan ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L.) dan ulat Jerman (*Zophobas atratus* F.). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(1), 001–008. <https://doi.org/10.29122/jtl.v23i1.4735>
- Rachmadi, E. L., & Bendatu, L. Y. (2015). Studi kelayakan pendirian perusahaan OPP di kota Sidoarjo. *Jurnal Titra*, 3(2), 123–128.
- Santosa, R. E., & Widyamurti, N. (n.d.). Model pengolahan limbah plastik OPP laminasi menjadi produk aksesoris fesyen. *National Conference PKM Center Center Sebelas Maret University*, 440–444.
- Sari, S. A., Yenie, E., & Muria, S. R. (2019). Pengaruh Komposisi Nutrisi terhadap Laju Biodegradasi Styrofoam Menggunakan Ulat Hongkong (Larva *Tenebrio molitor*). *JOM FTEKNIK*, 6(2), 1–6.
- Sari, S., Yenie, E., & Muria, S. (2019). Pengaruh komposisi nutrisi terhadap laju biodegradasi styrofoam menggunakan ulat Hongkong (Larva *Tenebrio Molitor*). *Jurnal Online Mahasiswa*, 6, 1–6.
- Sopialena, Sopian, & Allita, L. D. (2019). Diversitas jamur endofit pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dan potensinya sebagai pengendali hama. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(1), 44–49. <https://doi.org/10.35941/jatl.2.2.2020.2804.105-110>
- Yang, Y., Yang, J., Wu, W. M., Zhao, J., Song, Y., Gao, L., Yang, R., & Jiang, L. (2015). Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic-Eating Mealworms: Part 1. Chemical and Physical Characterization and Isotopic Tests. *Environmental Science and Technology*, 49(20), 12080–12086. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02661>