

**PENGARUH
PERBEDAAN SUHU
PADA PROSES
BIODEGRADASI LIMBAH
PLASTIK LDPE
DENGAN
MENGUNAKAN LARVA
NGENGAT LILIN
(*GALLERIA
MELLONELLA*)**

Anita Oktari¹⁾ dan Silvika Yuliana²⁾

¹⁾ Program Studi Analisis Kesehatan,
Sekolah Tinggi Analisis Bakti Asih, Jl.
Padasuka Atas No.233 Pasirlayung
Bandung, email:
nio80zahra@gmail.com

²⁾ Program Studi Analisis Kesehatan,
Sekolah Tinggi Analisis Bakti Asih, Jl.
Padasuka Atas No.233 Pasirlayung
Bandung, email: silvika.y99@gmail.com

Article history

Received : 1 April 2021

Revised: 26 April 2021

Accepted : 30 Juni 2021

*Corresponding author

Anita Oktari

Email : nio80zahra@gmail.com

Abstrak

Sampah plastik merupakan salah satu faktor penyebab dari pencemaran lingkungan khususnya tanah, persoalan ini tidak hanya dihadapi oleh Negara Indonesia tetapi seluruh dunia. Pemakaian plastik yang tidak bijak membuat produksi sampah plastik nasional menunjukkan peningkatan setiap tahunnya (khususnya plastik jenis LDPE). Mengingat konsumsi plastik yang terus meningkat serta bahan penyusun plastik yang sulit terurai di tanah, menjadikan limbah yang dihasilkannya akan mengalami penumpukan dan terus menerus akan mencemari lingkungan. Maka dalam hal ini banyak peneliti yang berusaha mencari alternatif lain dalam pengolahan limbah sampah plastik agar pencemaran akibat limbah sampah plastik dapat berkurang. Salah satunya dengan melakukan biodegradasi. Biodegradasi dalam penelitian ini menggunakan larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) dengan variasi suhu 16°C (ruang dingin ber-AC), 23,4°C (suhu ruang), 37°C (inkubator) pada sampel plastik LDPE. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui suhu inkubasi optimum larva ngengat lilin dalam proses biodegradasi limbah plastik LDPE menggunakan larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengulangan sebanyak 7 kali setiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva *Galleria mellonella* mampu mendegradasi plastik jenis LDPE dengan rata – rata persentase kehilangan berat plastik pada suhu 16°C, 23,4°C dan 37°C sebesar 0%, 0,5417% dan 0,3613%. Data hasil penelitian diuji secara statistik dengan menggunakan *One Way ANOVA* dan didapati hasil nilai sigfikansi $0,000 < 0,05$, kemudian di analisis lebih lanjut menggunakan uji *Post Hoc Duncan* dan didapati hasil yang berbeda secara signifikan antar perlakuan, maka dari ini dapat ditarik kesimpulan bahwa suhu ruang 23,4°C menjadi suhu inkubasi optimum bagi larva *Galleria mellonella* untuk mendegradasi limbah sampah plastik LDPE.

Kata Kunci : Biodegradasi, LDPE, *Galleria mellonella*

Abstract

*Plastic waste is one of the factors causing environmental pollution, especially soil, this problem is not only faced by the State of Indonesia but the whole world. The unwise use of plastic makes the national plastic waste production show an increase every year (especially LDPE type plastic). Considering the ever-increasing plastic consumption as well as the plastic making up materials that are difficult to decompose in the soil, the waste they produce will accumulate and will continuously pollute the environment. So in this case many researchers are trying to find other alternatives in processing plastic waste so that pollution due to plastic waste can be reduced. One of them by doing biodegradation. Biodegradation in this study used wax moth larvae (*Galleria mellonella*) with temperature variations of 16°C (cold room air-conditioned), 23.4°C (room temperature), 37°C (incubator) on LDPE plastic samples. The purpose of this study was to determine the optimum incubation temperature of wax moth larvae in the biodegradation process of*

LDPE plastic waste using wax moth (*Galleria mellonella*) larvae. This study used a quantitative method with 7 repetitions for each treatment. The results showed that the larvae of *Galleria mellonella* were able to degrade LDPE type plastics with an average percentage of plastic weight loss at 16 ° C, 23.4 ° C and 37 ° C of 0%, 0.5417% and 0.3613%. The research data was statistically tested using One Way ANOVA and it was found that the significant value was 0.000 <0.05, then further analyzed using the Post Hoc Duncan test and the results were significantly different between treatments, so from this it can be concluded that the temperature 23.4^o C room becomes the optimum incubation temperature for *Galleria mellonella* larvae to degrade LDPE plastic waste.

Keywords : Biodegradation, LDPE, *Galleria mellonella*

PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu faktor penyebab dari pencemaran lingkungan khususnya tanah, persoalan ini tidak hanya dihadapi oleh Negara Indonesia tetapi seluruh dunia. Pemakaian plastik yang tidak bijak membuat produksi sampah plastik nasional menunjukkan peningkatan setiap tahunnya (khususnya plastik jenis LDPE). Peningkatan jumlah sampah plastik nasional mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,7% per tahun dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik (Kholidah *et al.*, 2018). Sampah plastik rumah tangga dihasilkan terkait dengan aktivitas manusia sehari-hari misalnya plastik kemasan, plastik tempat makanan atau minuman (Syamsiro dkk, 2013).

Sifat plastik yang sulit terdaur ulang dengan alami (*non-biodegradable*), sering menimbulkan masalah. Hal ini dikarenakan pengelolaan limbah plastik tidak sesuai untuk dilakukan, contohnya pengelolaan limbah dengan cara *landfill* (penimbunan) maupun *open dumping* (pembuangan limbah begitu saja tanpa adanya perlakuan terlebih dahulu), kedua cara tersebut dianggap dapat menimbulkan pencemaran tanah serta kerusakan lingkungan. Salah satu pengelolaan

limbah plastik yang dapat mencemari udara yaitu dengan cara pembakaran karena adanya emisi dioksin yang berifat karsinogen (Thorat *et al.*, 2013). Mengingat konsumsi plastik yang terus meningkat serta bahan penyusun plastik yang sulit terurai di tanah, menjadikan limbah yang dihasilkannya akan mengalami penumpukan dan terus menerus akan mencemari lingkungan. Maka dalam hal ini banyak peneliti yang berusaha mencari alternatif lain dalam pengolahan limbah sampah plastik agar pencemaran akibat limbah sampah plastik dapat berkurang. Salah satunya dengan melakukan biodegradasi. Biodegradasi merupakan penguraian bahan organik dengan memanfaatkan enzim yang dihasilkan makhluk hidup menjadi senyawa yang lebih sederhana. Salah satu senyawa yang dapat terbiodegradasi yaitu senyawa polietilen. Organisme tersebut mendegradasi polimer polietilen dengan memanfaatkannya sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan (Turista, 2017).

Proses biodegradasi dapat mengubah gugus rantai utama dengan adanya gugus karbonil (C=O) yang diawali dengan degradasi secara abiotik yaitu fotodegradasi, sehingga terjadi oksidasi karbon pada rantai polimer polietilen (Das & Kumar, 2013). Salah satu makhluk hidup yang sedang ramai di perbincangkan karena kemampuannya dalam

mendegradasi jenis polimer polietilen yaitu larva ngengat lilin atau *Galleria mellonella* atau *Waxworm*. Larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) merupakan salah satu jenis makhluk hidup yang di kenal sebagai hama pada sarang lebah madu. Hal ini jelas sangat merugikan para peternak lebah. Namun, belakangan ini hama tersebut kian banyak dicari ilmuwan guna perannya dalam mendegradasi limbah sampah plastik. Hal ini bermula ketika seorang peneliti sekaligus peternak lebah dari Spanyol, Bombelli Paolo, menemukan potensi yang dimiliki oleh larva tersebut. Berdasarkan hasil penelitiannya yang terpublikasi dalam *Current Biology*, ia membuktikan bahwa larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) mampu mendegradasi limbah plastik dalam waktu singkat yaitu seberat 92 mg/12 jam untuk 100 larva (Bombelli *et al.*, 2017).

Larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) adalah salah satu organisme yang dapat menguraikan polietilen menjadi etilena glikol atau alkohol dengan enzimnya. Larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) banyak ditemukan di daerah dengan iklim tropis dari pada daerah dengan iklim dingin. Ngengat lilin aktif antara 18°C-38°C, dengan suhu optimal 28°C-30°C. Temperatur berpengaruh besar pada perkembangan larva tersebut, mereka merupakan masalah khusus di daerah tropis dan subtropis. Metode yang dilakukan metode kuantitatif karena lebih efisien, perlakuan metode ini dengan cara menghitung berat dari plastik hasil biodegradasi. Kecepatan biodegradasi tergantung pada beberapa faktor yakni kelembaban, jenis mikroorganisme atau makhluk hidup yang digunakan, suhu, pH, jenis polimer, dan ketebalan polimer.

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastik* dan *thermosetting*. *Thermoplastik* adalah bahan plastik yang jika dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik tersebut maka thermoplastik

adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya (Surono, 2013; Purwaningrum, 2016).

Dalam penelitian ini digunakan 3 variasi suhu yakni 16°C (ruang dingin ber-AC), 23,4°C (suhu ruang), dan 37°C (inkubator), sehingga akhir dari penelitian ini dapat diketahui suhu manakah yang paling optimal bagi larva ngengat lilin mendegradasi limbah plastik LDPE. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui suhu inkubasi optimum larva ngengat lilin dalam proses biodegradasi limbah plastik LDPE menggunakan larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*).

METODE

Tahap di Lapangan

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan larva (**Gambar 1**) dari peternak lebah Jl. Lintung Kecamatan Cimaung Kabupaten Bandung.



Gambar 1. Larva *Galleria mellonella*

Tahap di Laboratorium

Tahap ini meliputi beberapa proses:

- a. *Tahap Persiapan*. Langkah awal penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan. Adapun untuk limbah plastik yang akan diuji dipotong dengan ukuran 5x5 cm (**Gambar 2**) menggunakan penggaris dan gunting.

Jenis limbah plastik yang digunakan yaitu LDPE atau *Low Density Polyethylene* (kantong plastik belanja). Disiapkan juga cawan petri ukuran besar.



Gambar 2. Sampel plastik LDPE berukuran 5x5cm

- b. *Tahap Sterilisasi.* Sterilisasi dilakukan pada limbah plastik LDPE menggunakan alkohol 70% dan dibilas menggunakan amidis (**Gambar 3**), kemudian di angin-anginkan. Setelah itu, plastik tersebut di letakkan kedalam cawan petri dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 80°C selama 1 jam. Proses sterilisasi ini bertujuan agar bahan uji terbebas dari segala macam zat dan bakteri, yang dapat mengganggu proses akhir penelitian. Hingga pada akhirnya, plastik tersebut kemudian ditimbang dengan menggunakan neraca analitik untuk pengukuran berat kering awal plastik.



Gambar 3. Sampel plastik LDPE dibilas menggunakan alkohol 70% dan amidis

- c. *Proses Biodegradasi.* Pada tahap ini larva yang dibutuhkan untuk 1 wadah (gelas kimia kecil) ± 5 ekor larva yang nantinya akan diletakkan dalam 3 suhu yang berbeda yakni 16°C (ruang dingin ber-AC), 23,4°C (suhu ruang), 37°C (inkubator) dan akan dilakukan tujuh kali pengulangan untuk setiap perlakuan. Setelah disimpan dalam gelas kimia yang terdapat plastik LDPE, dan telah diberi label, maka selanjutnya larva dibiarkan selama 24 jam penuh. Proses biodegradasi ditunjukkan dengan kondisi plastik LDPE yang berlubang karena gigitan larva *Galleria mellonella* (**Gambar 4**).



Gambar 4. Plastik yang di makan larva *Galleria mellonella*

- d. *Tahap Akhir.* Setelah diberi perlakuan selama 24 jam, plastik polietilen tersebut kembali disterilkan dan di timbang berat akhirnya.
- e. *Tahap analisis data.* Setelah semua tahap selesai kemudian lanjut ke analisis data dengan menghitung presentase kehilangan berat limbah plastik. Data uji pengaruh larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) dalam proses biodegradasi limbah plastik LDPE diolah dengan menggunakan *One Way ANOVA* dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh suhu selama proses biodegradasi menggunakan larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penimbangan Berat Kering Awal dan Berat Kering Akhir Plastik

Pada penelitian ini, pengukuran berat kering awal merupakan pengukuran berat kering plastik setelah dilakukan tahapan sterilisasi dan sebelum perlakuan. Sedangkan pengukuran berat kering akhir plastik merupakan pengukuran berat kering plastik setelah dilakukannya perlakuan. Data berat kering awal plastik untuk setiap perlakuan suhu dapat dilihat di **Tabel 1** dengan berbagai variasi penimbangan. Sedangkan data berat kering akhir plastik untuk setiap perlakuan suhu dapat dilihat di **Tabel 2** dengan berbagai variasi penimbangan.

Tabel 1. Berat kering awal plastik

Sampel	Suhu		
	16°C (gram)	23,4°C (gram)	37°C (gram)
1	0,0850	0,1012	0,0881
2	0,0998	0,0902	0,0902
3	0,0982	0,0889	0,0904
4	0,0919	0,1107	0,0912
5	0,0865	0,0988	0,0998
6	0,0885	0,0975	0,0908
7	0,0895	0,0995	0,1177

Tabel 2. Berat kering akhir plastik

Sampel	Suhu		
	16°C (gram)	23,4°C (gram)	37°C (gram)
1	0,0850	0,1004	0,0877
2	0,0998	0,0897	0,0899
3	0,0982	0,0884	0,0900
4	0,0919	0,1103	0,0909
5	0,0865	0,0983	0,0995
6	0,0885	0,0969	0,0905
7	0,0895	0,0991	0,1173

2. Hasil Analisis Data Pengaruh Suhu Dalam Proses Biodegradasi Menggunakan *Galleria mellonella*

Ngengat lilin (*Galleria mellonella*) merupakan hama lebah madu, *Apis mellifera* dan *Apis cerana*. Larva ngengat lilin yang lebih besar bersembunyi di tepi sel yang tidak tertutup dengan serbuk sari, induk lebah,

dan madu hingga ke pelepah sisir lebah madu. Larva yang menggali meninggalkan banyak jaring yang menyebabkan galleriasis. Kerusakan yang disebabkan oleh larva *Galleria mellonella* sangat parah di daerah tropis dan sub-tropis, dan diyakini sebagai salah satu faktor yang berkontribusi terhadap penurunan populasi lebah madu liar (Kwadha,dkk., 2017).

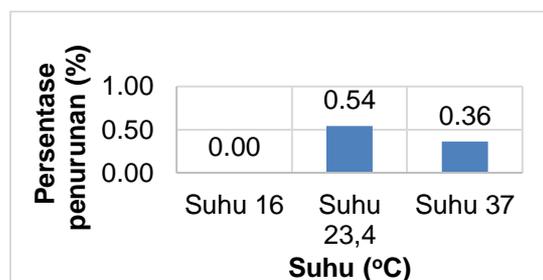
Larva ngengat lilin *Galleria mellonella* dapat mengubah polimer polietilen menjadi etilen glikol. Biodegradasi PE bergantung pada aktivitas mikroorganisme yang ada di usus larva ngengat lilin (dua strain bakteri, *Bacillus sp. YP1* dan *Enterobacter asburiae YT1*) (Yoshida, 2016). Untuk mengesampingkan kemungkinan bahwa tindakan mekanis dari sistem pengunyahan hanya bertanggung jawab atas kerusakan PE yang diamati, cacing homogenat dioleskan dan dibiarkan bersentuhan dengan film PE.

a. Analisis data menggunakan rumus presentase kehilangan berat.

Pengukuran terjadinya degradasi suatu polimer adalah dengan menentukan kehilangan berat polimer yang dihitung menggunakan rumus :

$$\% \text{ Persentase} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Adapun hasil yang didapat pada **Tabel 3** yang memperlihatkan persentase kehilangan berat dalam satuan prosentase (%).



Gambar 5. Grafik presentase kehilangan berat plastik

Berdasarkan **Gambar 5** diketahui bahwa suhu 23,4°C memberikan persentase

penurunan yang paling tinggi dengan 0,54%. Untuk menganalisis apakah perbedaannya signifikan maka dilakukan uji beda signifikan

ANOVA dengan memenuhi persyaratan data terdistribusi normal dan homogen.

Tabel 3. Presentase kehilangan berat (%)

Sampel	Suhu 16°C			Suhu 23,4°C			Suhu 37°C		
	Berat awal	Berat akhir	%	Berat awal	Berat akhir	%	Berat awal	Berat akhir	%
	(g)	(g)		(g)	(g)		(g)	(g)	
1	0,0805	0,0805	0	0,1012	0,1004	0,7905	0,0881	0,0877	0,454
2	0,0998	0,0998	0	0,0902	0,0897	0,5543	0,0902	0,0899	0,3326
3	0,0982	0,0982	0	0,0889	0,0884	0,5624	0,0904	0,09	0,4425
4	0,0919	0,0919	0	0,1107	0,1103	0,3613	0,0912	0,0909	0,3289
5	0,0865	0,0865	0	0,0988	0,0983	0,5061	0,0998	0,0995	0,3006
6	0,0885	0,0885	0	0,0975	0,0969	0,6154	0,0908	0,0905	0,3304
7	0,0895	0,0895	0	0,0995	0,0991	0,402	0,1177	0,1173	0,3398

b. Analisis data menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas

Tabel 4. Uji Normalitas

Perlakuan	Shapiro-Wilk			
	Statistic	Df	Sig.	
% penurunan	Suhu 16°C	.	7	.
	Suhu 23,4°C	0,954	7	0,763
	Suhu 37°C	0,778	7	0,250

Tabel 5. Uji Homogenitas

%	Based on Mean	Levene	Sig.
		Statistic	
penurunan		6,050	0,172

Hasil uji normalitas (tersedia pada Tabel 4) menunjukkan nilai Sig 0,763 > 0,05 pada perlakuan suhu 23,4°C dan nilai Sig 0,25 > 0,05 pada perlakuan Suhu 37°C dan uji homogenitas (tersedia pada Tabel 5) memberikan nilai Sig 0,172 > 0,05. Sehingga data yang akan diuji ANOVA terdistribusi normal dan homogen. Rumusan hipotesis penelitian ini adalah :

- 1) H0 diterima dan H1 ditolak jika nilai Sig > 0,05 maknanya persentase penurunan berat plastik LDPE yang terjadi pada setiap perlakuan suhu tidak berbeda signifikan;
- 2) H1 diterima dan H0 ditolak jika nilai Sig < 0,05 maknanya persentase penurunan berat plastik LDPE yang terjadi pada setiap perlakuan berbeda signifikan.

c. Analisis data menggunakan uji One Way ANOVA dan uji Post Hoc Duncan

Tabel 6. ANOVA satu arah Persentase penurunan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,065	2	0,533	66,85	0,001
Within Groups	0,143	18	0,008		
Total	1,209	20			

Hasil uji ANOVA pada Tabel 6 menunjukkan nilai Sig 0,000 < 0,05 maknanya terdapat perlakuan yang memberikan perbedaan yang signifikan. Sehingga untuk menganalisis lebih lanjut perlakuan yang memberikan perbedaan

signifikan maka dilakukan uji Post Hoc Duncan (Tabel 7).

Tabel 7. Uji Post Hoc Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Suhu 16°C	7	0,0000		
Suhu 37°C	7		0,3613	
Suhu 23,4°C	7			0,5417

Berdasarkan uji Post Hoc Duncan pada Tabel 7 diketahui bahwa masing-masing perlakuan berada pada subset yang berbeda, maknanya rata-rata penurunan berat plastik LDPE dengan perlakuan suhu inkubasi memberikan perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu maka dapat disimpulkan bahwa suhu ruang 23,4°C menjadi suhu inkubasi optimum yang menurunkan berat plastik LDPE dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva ngengat lilin (*Galleria mellonella*) dapat mendegradasi limbah plastik LDPE dengan baik (optimal) pada suhu ruang (23,4°C).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih Kami sampaikan kepada seluruh sivitas akademika Sekolah Tinggi analis Bakti Asih Bandung yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bombelli P, dkk. (2017). *Polyethylene Biodegradation Caterpillars of the Wax Moth Galleria Mellonella*. Current Biology Journals.

Das MP and Kumar S. (2013). *Influence of Cell Surface Hydrophobicity in Colonization and Biofilm Formation on LDPE Biodegradation*.

Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.

Kholidah, N., Faizal, M., & Said, M. (2018). *Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al₂O₃ as Catalyst*. Science & Technology Indonesia, 3, 1- 6.

Kwadha,dkk,. 2017. *The biology and control of the greater waxmoth, Galleria mellonella*. Journal of Insecta, 8, 61.

Purwaningrum, P. (2016). *Upaya Mengurangi Timbunan Sampah Plastik Di Lingkungan*. Jurnal Teknologi Laboratorium Vol. 8 No.2 Desember 2016, 141-147.

Surono, U. B. (2013). *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurnal Teknik, 3(1), 32-40.

Syamsiro, M., Saptoadi, H., Norsujianto, T., Noviasri, P., Cheng, S., Alimuddin, Z., Yoshikawaa, K. (2013). *Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors*. Energy Procedia, 47, 180 – 188.

Thorat, P.V. Warulkara, S & Sathone, H. (2013). *Thermofuel – “ Pyrolysis of waste plastic to produce Liquid Hydrocarbons”*. *Advances in Polymer Science and Technology: An International Journal*, 3(1), 14-18.

Turista,R,D,D,. (2017). *Biodegradasi limbah cair organik menggunakan konsorsium bakteri sebagai bahan penyusunan buku ajar matakuliah pencemaran lingkungan*.Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia 3(2), 95-102.

Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y., Toyohara, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., and Oda, K. (2016). *A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate)*. Science 351, 1196–1199.

