

## Uji Degradasi Plastik Polietilen Menggunakan Metode Kolom *Winogradsky* dengan Penambahan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*

### *Polyethylene Plastic Degradation Test Using the Winogradsky Column Method with Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus*

Muhammad Iqbal Filayani

Jurusan Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

IAIN Tulungagung

\* e-mail: muhammadiqbalfilayani16@gmail.com

**Abstrak.** Plastik jenis polietilen selama ini paling banyak digunakan sebagai kantong untuk membawa berbagai hal, sehingga kantong plastik tersebut jika tidak terpakai akan menimbulkan penumpukan sampah plastik. Pengolahan sampah plastik perlu dilakukan supaya tidak menumpuk di lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mendegradasi plastik polietilen dengan cara degradasi menggunakan metode kolom *Winogradsky* yang ditambah dengan tanah tempat pembuangan sampah (TPS) dan Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang terkandung dalam produk X. Proses degradasi dalam penelitian ini dihasilkan persentase degradasi tertinggi mencapai 19,47% dalam 20 hari waktu inkubasi. Sedangkan di dalam media yang hanya menggunakan tanah TPS persentase degradasi tertinggi yang dihasilkan sebesar 7,84% dalam 20 hari waktu inkubasi. Penambahan BAL yang di dalam produk tersebut terdapat bakteri asam laktat memiliki pengaruh tersendiri terhadap hasil degradasi.

**Kata kunci:** BAL; degradasi; kolom *Winogradsky*; persentase degradasi; tanah TPS

**Abstract.** Polyethylene is the most widely used as a bag to carry various things, so that the plastic bag if it is not used will cause a buildup of garbage. Plastic waste processing needs to be done so that it does not accumulate in the environment. This research was conducted to reduce the amount of waste by way of the degradation process using the Winogradsky column method which was added to the landfill and lactic acid bacteria (BAL) *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in X product. The degradation process in this study produced the highest percentage of degradation reaching 19.47% within 20 days of incubation time. While in the media that only uses the highest percentage of degradation TPS generated by 7.84% in 20 days incubation time. The addition of BAL which contains lactic acid bacteria has its own effect on the degradation results.

**Key words:** BAL; degradation; percentage of degradation; landfill; winogradsky column

## PENDAHULUAN

Penggunaan plastik sebagai kantong (*kresek*) menjadi hal yang efektif dan simple, disamping biaya produksi yang rendah, kantong plastik juga kuat dan tahan lama (Syranidou *et al.*, 2019). Masyarakat Indonesia pada umumnya memakai kantong plastik untuk digunakan sebagai kantong belanja yang sekali pakai. Penggunaan kantong plastik sekali pakai ini menimbulkan timbunan sampah plastik di lingkungan. Berbagai kota di Indonesia khususnya di ibu kota Jakarta, penumpukan sampah plastik menjadi masalah utama. Akibat penumpukan sampah ini, Jakarta mengalami musibah banjir. Tidak adanya cara atau manajemen tentang pengelolaan sampah plastik yang baik membuat sampah plastik terus bertambah setiap tahunnya (Patrick, 2020).

Polimer sintetik yang paling banyak digunakan sebagai kantong kresek ialah polietilen dengan produksi global mencapai 140 juta ton per tahun. Polietilen dikenal sebagai polimer yang sangat tahan degradasi. Kelambanan kimiawi dan biologisnya telah membantu perkembangannya aplikasi polietilen ke berbagai produk dari kantong plastik dan pipa hingga pembangunan tangki penyimpanan bahan

bakar. Metode tepat dan efisien yang belum tersedia untuk penanganan limbah plastik polietilen menimbulkan ancaman ekologis yang semakin meningkat untuk kehidupan darat dan laut (Sivan, 2011).

Degradasi polietilen dapat diklasifikasikan sebagai degradasi secara abiotik dan biotik, degradasi abiotik ialah sebagai kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan seperti suhu, iradiasi UV, sedangkan degradasi biotik adalah biodegradasi yang disebabkan oleh aksi mikroorganisme yang memodifikasi dan mengonsumsi polimer yang menyebabkan perubahan pada bentuk plastik (Restrepo-Flórez *et al*, 2014).

Degradasi secara biotik biasanya dilakukan menggunakan strain murni mikroba yang diisolasi dari berbagai tempat. Beberapa mikroba yang mampu mendegradasi polietilen sejauh ini telah diisolasi dari tanah, air laut, kompos, lumpur aktif, tempat pembuangan sampah. Isolat mikroba tersebut diantaranya ialah *Penicillium simplicissimum*, *Brevibacillus borstelensis*, *Rhodococcus*, *Rh. rhodochrous*, *Rh. erythropolis*, *Bacillus circulans*, *B. brevis*, *B. sphaericus*, *B. pumilus*, *B. halodenitrificans*, *B. cereus*, *Delftia acidovorans*, *Flavobacterium sp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Arthrobacter koreensis*, *A. paraffineus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shewanella putrefaciens*, *Ralstonia basilensis* dan *Nocardia asteroid* (Yoon *et al*, 2012). Mikroba pendegradasi polietilen juga dapat diisolasi dari lumpur *sludge* seperti yang dilakukan Filayani (2015) dan mikroba yang didapat berupa bakteri *Moraxella sp.* yang memiliki kemampuan degradasi sebesar 4.25% selama 25 hari waktu inkubasi.

Penggunaan bakteri asam laktat dipilih dalam penelitian ini karena mudah didapatkan, selain itu penggunaan bakteri asam laktat untuk proses degradasi polietilen selama ini belum dilakukan, karena bakteri asam laktat biasanya digunakan sebagai probiotik. Penelitian degradasi polietilen menggunakan bakteri asam laktat perlu untuk dilakukan. Salah satu metode degradasi yang dapat digunakan ialah dengan menggunakan metode kolom *Winogradsky* yaitu suatu metode untuk melihat proses degradasi plastik.

## BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah botol ukuran 1,5 l, gunting atau cutter, plastik kresek warna putih yang berjenis polietilen, termometer, pH indikator, timbangan analitik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah Bakteri Asam Laktat (BAL) *Lactobacillus bugaricus* dan *Streptococcus thermophilus* tanah tempat pembuangan sampah (TPS) di IAIN Tulungagung, pupuk organik cair, alkohol 70%.

Plastik yang digunakan untuk uji biodegradasi ialah plastik kresek putih yang berjenis polietilen. Plastik tersebut merupakan plastik yang masih baru dan belum pernah digunakan. Kantong plastik dipotong 6 cm<sup>2</sup> dan di timbang berat awalnya, kemudian disterilkan menggunakan alkohol 70% selama 30 menit (Fadlilah and Shovitri, 2014).

Uji biodegradasi pada penelitian ini menggunakan kolom *Winogradsky* dengan botol ukuran 1,5 l berisi 250 g tanah TPS dan ditambah 125 ml Bakteri Asam Laktat (BAL) dari produk X yang berisikan *Lactobacillus bugaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan 25 ml pupuk organik cair (C organik: 4.48%, P2O5: 1,03%, K2O: 4,75%, Fe: 0,01%, Mn: 11,38 ppm, Cu: 1,19 ppm, Zn: 6,84 ppm). Plastik kresek putih yang telah ditimbang berat awalnya dimasukkan ke dalam botol. Setelah itu dalam botol tersebut diukur pH dan suhu awal. Uji biodegradasi ini dilakukan selama 1 bulan dengan tiap 10 hari sekali dilakukan pengukuran pH, suhu dan berat kering plastik. Pengukuran kehilangan berat plastik dilakukan dengan menghitung selisih berat plastik setelah uji biodegradasi dan sebelum uji biodegradasi. Adapun cara mendapatkan selisih berat plastik yaitu pertama berat kering awal plastik sebelum dimasukkan ke dalam botol ditimbang dahulu beratnya, kemudian berat akhir plastik didapatkan dengan cara menimbang berat kering plastik yang sebelumnya sudah dipisahkan dari media dengan cara dicuci menggunakan alkohol 90% dan dikeringkinkan. Berikut rumus perhitungan prosentase kehilangan berat plastik, dengan  $W_i$  adalah berat kering awal sebelum degradasi (gram) dan  $W_f$  adalah berat kering akhir setelah degradasi (gram).

$$\text{Kehilangan Berat} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\% \text{ (Fadlilah and Shovitri, 2014).}$$

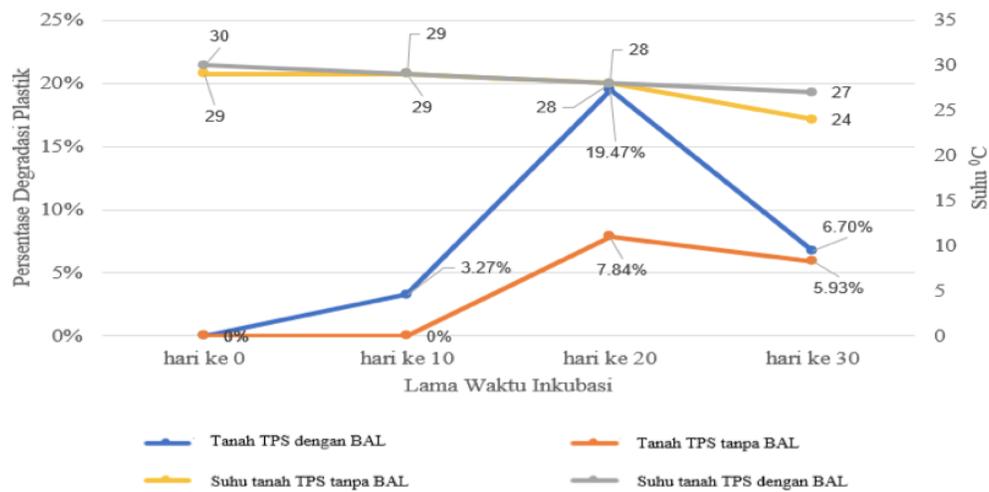
## HASIL

Uji biodegradasi menggunakan metode kolom Winogradsky, metode ini merupakan kolom miniatur yang berisikan tanah TPS dan juga BAL (Bakteri Asam Laktat) mendapatkan hasil degradasi seperti pada Tabel 1, Gambar 1 dan Gambar 2.

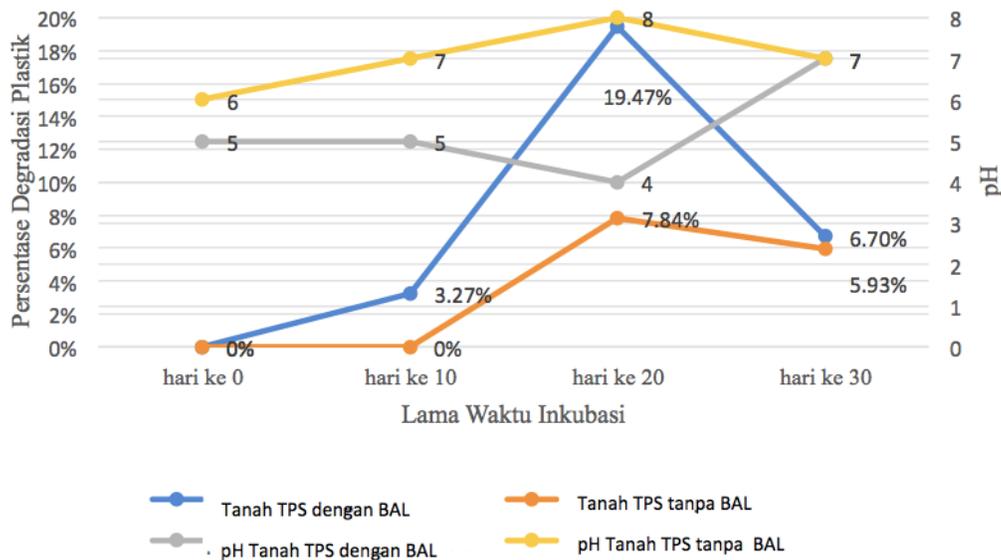
Hasil degradasi dilihat dengan persentase degradasi plastik polietilen, pada uji degradasi menggunakan bakteri asam laktat produk BAL didapatkan hasil persentase degradasi sebesar 19,47% dalam 20 hari waktu inkubasi dengan pH optimum 4 dan suhu 28 °C, sedangkan pada uji degradasi yang tidak ada penambahan BAL didapatkan hasil persentase degradasi sebesar 7,84% dalam kurun waktu yang sama dengan pH optimum 8 dan suhu 28 °C, oleh karena itu data tersebut ada pengaruh pemberian BAL dalam proses degradasi plastik polietilen.

**Tabel 1.** Hasil persentase degradasi

Tanah	Perlakuan	Persentase Degradasi Plastik		
		Hari ke-10	Hari ke-20	Hari ke-30
TPS	BAL	3,27%	19,47%	6,70%
	Tanpa BAL	0,0%	7,84%	5,93%



**Gambar 1.** Grafik hubungan antara persentase degradasi dengan suhu



**Gambar 2.** Grafik hubungan persentase degradasi plastik dengan pH

## PEMBAHASAN

Polietilen merupakan polimer yang sangat hidrofobik dan memiliki ikatan yang kuat secara kimia, dan mikroba di permukaan bumi belum sepenuhnya berevolusi untuk mencerna plastik buatan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengurangi beban lingkungan dengan meningkatkan degradabilitas dari limbah polietilen. Tanah yang di dalamnya terkubur banyak polietilen seperti Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan salah satu sumber didapati mikroorganisme yang memiliki kemampuan mendegradasi polietilen. Biodegradasi dari polietilen merupakan proses yang kompleks dan belum sepenuhnya dipahami. Untuk menjelaskan mekanisme dalam biodegradasi polietilen ada dua strategi yang selama ini ada di literatur. Pertama degradasi yang melibatkan strain murni yang mampu mendegradasi polietilen (Yamada-Onodera *et al.*, 2001). Penggunaan strain murni ini bertujuan untuk mengungkap jalur metabolisme (*metabolic pathways*) dan mengevaluasi efek dari kondisi lingkungan yang berbeda dari proses degradasi polietilen (Chiellini *et al.*, 2003). Kedua, degradasi menggunakan kompleksitas lingkungan serta komunitas mikroba. Struktur komunitas atau biofilm dari isolat yang berada di permukaan polietilen selama proses biodegradasi juga dapat dipengaruhi dari jenis-jenis polietilen.

Metode degradasi (penguraian) dengan kolom *Winogradsky* merupakan proses degradasi menggunakan kompleksitas lingkungan dengan komunitas mikroba, dalam hal ini lingkungannya merupakan tanah TPS, di dalam tanah tersebut mengandung berbagai macam mikroba. Pada penelitian ini memang belum diidentifikasi mikroba apa saja yang ada dalam media tersebut selain bakteri asam laktat yang digunakan.

Keanekaragaman hayati dan terjadinya proses penguraian polimer plastik oleh mikroorganisme bervariasi tergantung pada lingkungan, seperti tanah, laut, kompos, *sludge*. Perlu diselidiki distribusi dan populasi mikroorganisme pengurai polimer plastik di berbagai ekosistem. Secara umum, penempelan atau kemampuan mikroorganisme melekat pada permukaan plastik diikuti oleh kolonisasi pada permukaan plastik adalah mekanisme utama yang terlibat dalam proses degradasi plastik oleh mikroba. Reaksi enzimatik dalam degradasi plastik oleh enzim hidrolisis merupakan proses dua langkah: pertama, enzim berikatan dengan polimer substrat kemudian mengkatalisis pembelahan hidrolitik. Polimer terdegradasi menjadi molekul yang lebih sederhana seperti oligomer, dimer dan monomer dan akhirnya termineralisasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Tokiwa *et al.*, 2009).

Kehilangan berat pada plastik merupakan hasil dari proses degradasi. Adanya penambahan BAL yang di dalamnya terkandung bakteri asam laktat memiliki pengaruh tersendiri. Hasil persentase degradasi dengan penambahan BAL memiliki hasil lebih tinggi dari pada proses degradasi tanpa penambahan BAL. Namun pada penelitian ini belum dicari bagaimana pengaruh bakteri asam laktat pada BAL terhadap hasil degradasi, apakah bakteri dalam BAL ikut serta dalam mendegradasi plastik polietilen ini atau tidak. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai peranan bakteri dalam BAL ini. Dengan berkurangnya berat plastik yang dalam penelitian ini direpresentasikan dengan persentase degradasi plastik mengindikasikan bahwa degradasi plastik memang terjadi.

Kondisi faktor abiotik juga dapat mempengaruhi proses degradasi seperti suhu dan pH, dikarenakan enzim hidrolisis bekerja pada suhu dan pH spesifik (Sivan, 2011). Hasil degradasi penelitian ini dapat dibuktikan dengan pH media yang menjadi asam yaitu pH 4 dan pada pH ini degradasi plastik mendapatkan hasil yang tertinggi yaitu 19,47%, dengan pH media menjadi asam mengindikasikan bahwa bakteri asam laktat hidup. Hal ini mengindikasikan secara tidak langsung bahwa pemberian BAL mempengaruhi proses degradasi plastik polietilen ini.

## SIMPULAN

Penambahan BAL pada penelitian degradasi plastik polietilen menggunakan metode kolom *Winogradsky* mendapatkan persentase degradasi sebesar 19,47%, sedangkan degradasi plastik tanpa penambahan BAL mendapatkan hasil persentase degradasi plastik sebesar 7,84%. Penambahan BAL mendapatkan hasil yang lebih besar dari pada degradasi tanpa BAL. Degradasi menggunakan BAL yang di dalamnya terkandung bakteri asam laktat dapat digunakan untuk degradasi plastik polietilen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chiellini E, Corti A, and Swift G, 2003. Biodegradation of Thermally-oxidized Fragmented Low-density Polyethylene. *Polymer Degradation and Stability* Vol 81:341-351.
- Fadlilah FR and Shovitri M, 2014. Potensi Isolat Bakteri *Bacillus* dalam Mendegradasi Plastik dengan Metode Kolom *Winogradsky*. *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol 3(2):2337-3539.
- Filayani MI, 2015. Eksplorasi Bakteri Indigenus *Oil Sludge* Kalimantan Timur Dan Kemampuannya Dalam Mendegradasi Plastik Jenis Polietilen *Tesis*. Dipublikasikan diakses melalui <http://repository.unair.ac.id/29101/> pada tanggal 10 Januari 2020
- Patrick J, 2020. Larangan Anies Pakai Katong Plastik Dinilai Tak Cegah Banjir. Diakses melalui <https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20200107182147-199-463234/larangan-anies-pakaikantong-plastik-dinilai-tak-cegah-banjir> pada tanggal 11 Januari 2020
- Restrepo-Flórez JM, Bassi A and Thompson MR, 2014. Microbial degradation and deterioration of polyethylene, A review. *International Biodeterioration and Biodegradation* Vol 88: 83-90.
- Sivan A, 2011. New perspectives in plastic biodegradation. *Current Opinion in Biotechnology* Vol 22 (3):422-426.
- Syranidou E, Katerina K, Filippo A, Apostolos A, Boris K, Ning Y, 2019. Biodegradation of Mixture of Plastic Films by Tailored Marine Consortia. *Journal of Hazardous Materials* Vol 375:33-42.
- Tokiwa Y, Buenaventurada PC, Charles UU, and Seiichi A, 2009. Biodegradability of Plastics. *International Journal of Molecular Sciences* Vol 10 (9):3722-3742.
- Yamada-Onodera K, Mukumoto H, Katsuyaya Y, Saiganji A, Tani Y, 2001. Degradation of Polyethylene by A Fungus, *Penicillium simplicissimum* YK. *Polymer Degradation and Stability* Vol 72:323-327.
- Yoon MG, Jeon JH, Kim MN, 2012. Biodegradation of polyethylene by a soil bacterium and AlkB cloned recombinant cell. *J. Bioremed Biodegr* Vol 3:145.

**Published:** 31 Mei 2020

### Authors:

Muhammad Iqbal Filayani, Jurusan Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Tulungagung, Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 46 Tulungagung Jawa Timur 66211, Indonesia, e-mail: muhammadiqbalfilayani16@gmail.com

### How to cite this article:

Filayani MI, 2020. Uji Degradasi Plastik Polietilen Menggunakan Metode Kolom Winogradsky dengan Penambahan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *LenteraBio*; 9(2): 153-157