

PROSES DEGRADASI PLASTIK JENIS POLIETILEN MENGGUNAKAN TANAH TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH (TPS) IAIN TULUNGAGUNG DAN YAKULT MENGGUNAKAN KOLOM WINOGRADSKY

Muhammad Iqbal Filayani

Institut Islam Negeri Tulungagung, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Jurusan Tadris Biologi
Email: muhammadiqbalfilayani16@gmail.com

Abstrak

Plastik yang berjenis polietilen selama ini paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Pengolahan sampah plastik perlu dilakukan supaya tidak menumpuk di lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk upaya mengurangi jumlah sampah dengan cara sederhana dan dapat dilakukan oleh masyarakat umum yaitu dengan proses degradasi menggunakan media kolom *Winogradskyi* yang ditambah dengan tanah pembuangan sampah (TPS) dan Yakult. Proses degradasi dalam penelitian ini dihasilkan persentase degradasi tertinggi mencapai 11.47 % dalam 30 hari waktu inkubasi. Sedangkan di dalam media yang hanya menggunakan TPS persentase degradasi tertinggi yang dihasilkan sebesar 6.74 % dalam waktu 20 hari waktu inkubasi. Penambahan Yakult memiliki pengaruh tersendiri pada hasil degradasi.

Kata Kunci:

Degradasi
Tanah tempat pembuangan sampah (TPS)
Yakult
Persentase degradasi

PENDAHULUAN

Plastik telah banyak menggantikan produk alami karena memiliki karakteristik seperti daya tahan dan biaya produksi rendah (Syranidou *et al.*, 2019). Indonesia menjadi negara dengan penyumbang plastik terbesar ke dua di dunia yang di buang ke laut. berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/ tahun dimana sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Kantong plastik yang terbuang ke lingkungan sebanyak 10 milyar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik (Puspita, 2018). Sedangkan produksi plastik tahunan telah mencapai 60 juta ton pada tahun 2016 di Eropa. Mayoritas dari mereka (60%) digunakan dalam industri pengemasan diikuti oleh sektor bangunan dan konstruksi sedangkan hanya 27,3% dari sampah plastik yang dikumpulkan berakhir di tempat pembuangan sampah (Syranidou *et al.*, 2019).

Penemuan proses kimia untuk pembuatan polimer sintetis (plastik) dari minyak mentah adalah terobosan, dalam Kimia dan dalam Ilmu Material, dan membuka jalan ke produksi salah satu bahan serbaguna yang pernah diproduksi secara besar-besaran (Sivan, 2011). Namun, plastik merupakan bahan sintetis yang sangat tahan lama dan dianggap sebagai yang paling tidak biodegradabel (Sivan, 2011).

Polimer sintetik yang paling banyak dikonsumsi adalah polietilen dengan produksi global saat ini mencapai 140 juta ton per tahun. Dengan tidak adanya metode yang efisien untuk pembuangan limbah plastik yang aman, polimer sintesis ini menumpuk di lingkungan yang menimbulkan ancaman ekologis yang semakin meningkat untuk kehidupan darat dan laut (Sivan, 2011).

Berbagai upaya penelitian telah dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat menumpuknya plastik. Cara yang paling aman untuk mengurangi sampah plastik ialah dengan menggunakan cara biodegradasi (Shimao, 2001). Namun cara ini jika diterapkan langsung kepada masyarakat umum di Indonesia akan mengalami kesulitan yaitu terkait dengan sarana prasarana dan metode yang digunakan, karena tidak semua masyarakat pernah mengenyam pendidikan tinggi. Oleh karena dilakukan sebuah penelitian dengan menggunakan bahan-bahan alam yang tersedia di masyarakat dan didapat dengan mudah, serta menggunakan metode yang semua masyarakat dapat melakukan untuk mengurangi sampah plastik.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah botol ukuran 1,5 l, gunting atau cutter, termometer, pH indikator, timbangan analitik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah Yakult, tanah tempat pembuangan sampah (TPS) di IAIN Tulungagung, pupuk organik cair Alkohol 70% dan plastik kresek warna putih (plastik Indomaret) yang berjenis polietilen.

Pembuatan sediaan plastik uji

Plasti yang digunakan untuk uji biodegradasi ialah plastik Indomaret yang berjenis polietilen. Plastik tersebut merupakan plastik yang masih baru dan belum pernah digunakan. Kantong plastik dipotong 6 cm² dan di timbang berat awalnya, kemudian disterilkan menggunakan alkohol 70% selama 30 menit (Fadlilah and Shovitri, 2014).

Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan menggunakan kolom Winogradsky dengan botol ukuran 1,5 l berisi 250 g tanah TPS dan ditambah 130 ml Yakult dan 20 ml pupuk organik cair. Plastik Indomaret yang telah ditimbang berat awalnya di masukkan ke dalam botol. Setelah itu dalam botol tersebut diukur pH dan suhu awal. Uji biodegradasi ini dilakukan selama 30 hari 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. Berikut rumus perhitungan persentase 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 DAN PEMBAHASAN

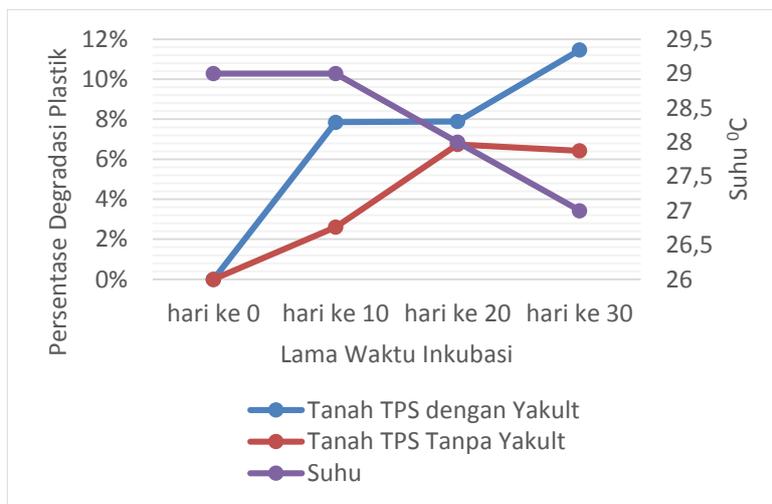
Uji biodegradasi menggunakan metode kolom *Winogradsky* dengan menggunakan tanah TPS di lingkungan IAIN Tulungagung dan juga Yakult yang mana di dalam produk Yakult mengandung bakteri *Lactobacillus casei* Shirota mendapatkan hasil degradasi sebagai berikut:

Tanah	Perlakuan	Persentase Degradasi Plastik		
		Hari ke 10	Hari ke 20	Hari ke 30
TPS	Yakult	7.85%	7.89%	11.47%
	Tanpa Yakult	2.61%	6.74%	6.42%

Tabel 1. Persentase Degradasi.

Proses biodegradasi yang dilakukan dengan menggunakan metode kolom *Winogradsky* dengan tanah TPS dan penambahan yakult dalam waktu 1 bulan inkubasi menstimulus mikroorganismenya yang ada pada media mengonsumsi plastik karena tidak adanya sumber karbon selain plastik yang ada di media. Sehingga plastik yang ada di media dapat terdegradasi seperti tabel 1. Bakteri atau mikroorganismenya lain yang ada dalam media beradaptasi untuk dapat menguraikan plastik. Plastik tersebut digunakan sebagai sumber karbon (Sivan, 2011).

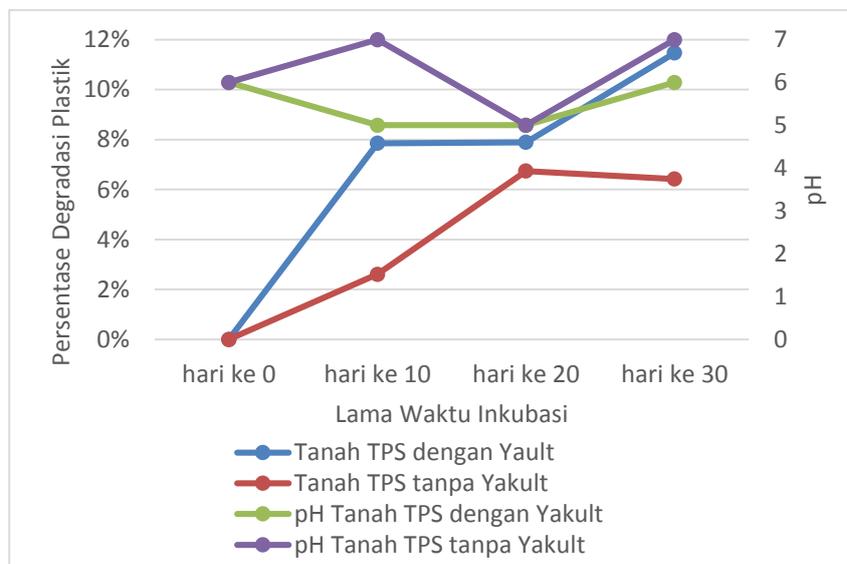
Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa biodegradasi plastik merupakan satu atau lebih kultur mikroorganismenya untuk memanfaatkan plastik sebagai satu satunya sumber karbon (Sivan, 2011). Kultur mikroorganismenya dalam penelitian ini ialah kandungan bakteri dalam yakult dan mikroba indigenus yang berasal dari TPS di IAIN Tulungagung. Hasil pemanfaatan plastik dalam media sebagai satu satunya sumber karbon dapat diamati dari adanya selesih antara berat kering awal dan akhir plastik ketika proses inkubasi. Berikut grafik hubungan hasil persentase degradasi dengan suhu.



Gambar 1. Grafik hubungan persentase degradasi plastik dengan suhu.

Pemberian Yakult pada media memberikan dampak positif terhadap hasil biodegradasi. Mikroorganisme indigenus yang terdapat dalam tanah TPS mempunyai kemampuan dalam menggunakan plastik sebagai sumber karbon, karena di TPS juga terdapat sampah plastik dalam jumlah banyak. Penambahan Yakult menjadikan hasil degradasi lebih tinggi daripada media yang tidak diberi Yakult. Bakteri asam laktat dalam penelitian ini juga berpengaruh dalam usaha mendegradasi plastik. Mikroba tanah yang tumbuh secara alami seperti bakteri dan jamur menunjukkan keefektifan dalam mendegradasi polietilen. Umumnya jamur memiliki efektivitas degradasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri. Namun baik jamur dan bakteri menunjukkan kapasitas untuk dapat mendegradasi polietilen dalam kondisi laboratorium (Muhonja et al., 2018). Mengenai bakteri asam laktat yang memiliki peran dalam proses degradasi plastik belum diteliti.

Grafik 1 di atas menunjukkan seiring lama waktu inkubasi terjadi penurunan suhu, pada suhu 27^o C hasil degradasi yang diperoleh merupakan hasil degradasi tertinggi sebesar 11,47% pada tanah TPS dengan penambahan Yakult, sedangkan pada tanah TPS tanpa penambahan yakult hasil degradasi tertinggi sebesar 6,74% terjadi pada suhu 28^o C. Pengaruh faktor abiotik selain suhu seperti pH media juga mempengaruhi hasil degradasi. Berikut grafik hubungan pH media dengan hasil degradasi.



Gambar 2. Grafik hubungan persentase degradasi plastik dengan pH.

Media yang diberi Yakult memiliki pH yang cenderung asam. Derajat keasaman optimum dalam proses inkubasi ini ialah pH 6, terjadi pada waktu inkubasi 30 hari, sedangkan untuk media tanpa yakult pH optimum untuk degradasi optimum ialah pH 7. Hasil tersebut menunjukkan pH mempengaruhi proses degradasi, dikarenakan mikroba pendegradasi palstik memiliki pH optimum sendiri dan kerja enzim tersebut dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti pH (Sivan, 2011). Grafik di atas juga menunjukkan pemberian Yakult pada media memiliki peranan besar dalam proses degradasi.

Mikroba tidak mampu mengangkut dan memasukkan polimer secara langsung dari membran luar kedalam sel sehingga dibutuhkan proses biokimia yang berperan dalam

memecah molekul polimer yang panjang dan sulit larut dalam air sehingga dapat masuk ke dalam sel. Proses ini dinamakan depolimerisasi dimana polimer mengalami depolimerisasi atau pemecahan terlebih dahulu menjadi monomer yang lebih kecil sebelum dapat diserap dan didegradasi dalam sel mikroba. Terdapat dua enzim aktif yang terlibat dalam biodegradasi polimer yaitu enzim ekstraseluler dan enzim intraseluler depolymerase. Enzim ekstraseluler dan intraseluler yang berperan dalam depolimerisasi secara aktif memicu proses degradasi polimer secara biologis (Fadlilah and Shovitri, 2014).

Biodegradasi polietilen sanga rumit dan tidak sepenuhnya dipahami. Untuk menjelaskan mekanisme degradasi, ada dua strategi yang berbeda yang telah dilakukan. Yang pertama studi degradasi telah dilakukan dengan menggunakan strain murni yang mampu menguraikan polietilen (Koutny, Lemaire and Delort, 2006). Cara ini memiliki keuntungan menggunakan strain murni, yang merupakan cara mudah untuk menyelidiki jalur metabolisme atau untuk mengevaluasi efek yang berbeda dari kondisi lingkungan pada degradasi polietilen. Kerugian dari cara ini adalah bahwa ia mengabaikan kemungkinan biodegradasi polietilen dapat terjadi akibat hasil dari koperasi proses antara spesies yang berbeda (Orhan and Büyükgüngör, 2000). Biofilm mikroba yang diisolasi dari permukaan polietilen selama percobaan biodegradasi juga dapat dipengaruhi oleh jenis polimer yang digunakan sebagai substrat. Di beberapa studi telah membuktikan bahwa sifat fisikokimia dari sebuah permukaan menentukan kemampuan mikroorganisme untuk membentuk struktur biofilm (Restrepo-Flórez, Bassi and Thompson, 2014). Koloni mikroba yang berada di permukaan polietilen memiliki beragam efek pada sifatnya; tujuh karakteristik yang berbeda biasanya teramati dalam biodegradasi polimer: gugus fungsional pada permukaan, hidrofobik/hidrofilisitas, kristalinitas, permukaan topografi, sifat mekanik, distribusi berat molekul dan keseimbangan massa (Orhan and Büyükgüngör, 2000). Sedangkan penggunaan bakteri asam laktat untuk digunakan sebagai agensi hayati dalam mendegradasi plastik (polietilen) belum diteliti lebih lanjut, namun hasil penelitian ini ada hubungan peranan bakteri asam laktat dalam mempercepat proses degradasi.

SIMPULAN

Penelitian degradasi plastik menggunakan kolom *Winogradsky* yang berisikan tanah TPS dengan penambahan Yakult mendapatkan hasil persentase degradasi yang lebih tinggi sebesar 11.47% waktu inkubasi selama 30 hari daripada proses degradasi tanpa penambahan Yakult yaitu sebesar 6.42% selama 30 hari waktu inkubasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dan diterapkan di masyarakat Indonesia supaya sampah plastik jenis polietilen dapat dikurangi jumlahnya di lingkungan. Penelitian lebih lanjut juga perlu diperlakukan untuk mengetahui interaksi dan peranannya lebih lanjut bakteri asam laktat dalam proses mendegradasi plastik.

DAFTAR RUJUKAN

- Fadlilah, FR. and Shovitri, M. 2014. Potensi Isolat Bakteri *Bacillus* dalam Mendegradasi Plastik dengan Metode Kolom *Winogradsky*. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 3(2), pp. 2337–3539.
- Koutny, M., Lemaire, J. and Delort, A. M. 2006. Biodegradation of polyethylene films with prooxidant additives. *Chemosphere*, 64(8), pp. 1243–1252. doi: 10.1016/j.chemosphere.2005.12.060.
- Muhonja, CN. *et al.* 2018. Biodegradability of polyethylene by bacteria and fungi from Dandora

- dumpsite Nairobi-Kenya', *PLoS ONE*, 13(7), pp. 1–17. doi: 10.1371/journal.pone.0198446.
- Orhan, Y. and Büyükgüngör, H. 2000. Enhancement of biodegradability of disposable polyethylene in controlled biological soil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 45(1–2), pp. 49–55. doi: 10.1016/S0964-8305(00)00048-2.
- Puspita, S. 2018. *Indonesia Penyumbang Sampah Plastik Terbesar Kedua di Dunia*, *kompas.com*. Available at:
<https://megapolitan.kompas.com/read/2018/08/19/21151811/indonesia-penyumbang-sampah-plastik-terbesar-kedua-di-dunia>.
- Restrepo-Flórez, JM., Bassi, A. and Thompson, MR. 2014. Microbial degradation and deterioration of polyethylene - A review. *International Biodeterioration and Biodegradation*. Elsevier Ltd, 88, pp. 83–90. doi: 10.1016/j.ibiod.2013.12.014.
- Shimao, M. 2001. Biodegradation of plastics Masayuki Shimao. *Current Opinion in Biotechnology*, 12(3), pp. 242–247.
- Sivan, A. 2011. New perspectives in plastic biodegradation. *Current Opinion in Biotechnology*. Elsevier Ltd, 22(3), pp. 422–426. doi: 10.1016/j.copbio.2011.01.013.
- Syranidou, E. *et al.* 2019. Biodegradation of mixture of plastic films by tailored marine consortia. *Journal of Hazardous Materials*. Elsevier, 375(January), pp. 33–42. doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.04.078.