
EFEKTIFITAS BAKTERI UNTUK DEGRADASI SAMPAH PLASTIK YANG DIISOLASI DARI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) AIR DINGIN PADANG

Nessa Satya Wati¹, Armaini², Tedy Alfajri³, Indriani Sahira⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Kimia, Universitas Andalas
Email : armaini59@gmail.com

Abstract : *The problem of waste in Indonesia, which has not been handled properly, is plastic waste, where the high total consumption of plastic causes the amount of plastic waste produced to continue to increase every year. This study aims to determine the bacteria that can degrade plastic isolated from the Padang Cold Water Final Disposal Site (TPA). The method used in this study is that the sample was taken from the Padang Air Cold TPA at several points and then diluted. The bacteria were isolated in a petri dish that already contained NA (nutrient agar) media with the streak method, then incubated for 48 hours, the bacteria that have been grown are purified to get more specific bacteria, after being purified, degradation tests are carried out by inserting sterilized and weighed plastic pieces into a petri dish containing bacteria and NA media, the plastic samples used are LDPE (Low-Density Polyethylene) and Biodegradable. In the study 2 types of bacteria were purified, the weight reduction results in LDPE plastic samples were 10.61% on bacteria 1 and Biodegradable by 10.3% on bacteria 1. The SEM (Scanning Electron Microscope) test showed that the surface of the test sample was wavy, and there were wrinkles. In this study, it can be concluded that the isolated bacteria 1 can degrade plastic.*

Keywords : *bacteria, isolation, plastic, biodegradation.*

Abstrak : *Permasalahan limbah di Indonesia yang sampai saat ini belum tertangani dengan baik adalah permasalahan limbah plastik, dimana tingginya total konsumsi plastik mengakibatkan jumlah limbah plastik yang dihasilkan terus meningkat setiap tahunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bakteri yang dapat mendegradasi plastik yang diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin Padang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel di ambil dari TPA Air dingin Padang pada beberapa titik kemudian dilakukan pengenceran, lalu bakteri di isolasi dalam cawan petri yang telah berisi media NA (nutrien agar) dengan metoda streak, kemudian di inkubasi selama 48 jam, bakteri yang telah ditumbuhkan dimurnikan untuk mendapatkan bakteri yang lebih spesifik, setelah dimurnikan dilakukan pengujian degradasi dengan memasukkan potongan plastik yang telah disterilkan dan yang telah ditimbang kedalam cawan petri yang bersisi bakteri dan media NA, sampel plastik yang digunakan adalah LDPE (Low Density Polyethylene) dan Biodegradable. Pada penelitian didapatkan 2 jenis bakteri yang dimurnikan, hasil pengurangan berat pada sampel plastik LDPE sebesar 10,61% pada bakteri 1 dan Biodegradable sebesar 10,3% pada bakteri 1. Hasil dari uji SEM (Scanning Electron Microscope) didapatkan bentuk permukaan sampel uji yang bergelombang dan terdapat kerutan. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri 1 yang diisolasi dapat mendegradasi plastik.*

Kata Kunci : *bakteri, isolasi, plastik, biodegradasi.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan limbah di Indonesia yang sampai saat ini belum tertangani dengan baik adalah permasalahan limbah plastik. Tingginya total konsumsi plastik mengakibatkan jumlah limbah plastik yang dihasilkan terus meningkat. Jutaan ton polimer sintetik (plastik) yang diproduksi di seluruh dunia setiap tahun. Plastik memiliki sifat yang lebih tahan terhadap serangan mikroba dalam waktu yang singkat (Widiyatmoko, Purwaningrum, and Putri Arum P 2016). Plastik merupakan bahan organik yang terbuat dari senyawa polimer sintesis yang terdiri dari karbon, hidrogen, silikon, oksigen, klorida, dan nitrogen serta memiliki nilai yang lebih ekonomis, fleksibel, dan ringan (Purwaningrum 2016). Di Indonesia, penggunaan plastik semakin meningkat, hal ini terlihat dari produksinya pada tahun 2008 yakni sebesar 425 ribu ton dan diperkirakan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Penggunaan plastik yang semakin meningkat ini akan memberikan dampak negatif yaitu meningkatnya sampah plastik yang dihasilkan, sebagaimana yang dinyatakan oleh (Jambeck et al. 2015) bahwa Indonesia merupakan negara kedua yang menghasilkan sampah plastik terbesar di laut setelah China dengan total sebesar 187,2 juta ton/tahun.

Metode penanganan sampah plastik yang biasa dilakukan oleh masyarakat yaitu dengan cara membakar atau mendaur ulang. Namun, tidak semua masyarakat memiliki kemampuan untuk mendaur ulang sampah plastik sehingga kebanyakan dilakukan dengan cara pembakaran. Penanganan sampah plastik dengan cara pembakaran bukanlah suatu solusi yang tepat karena akan menimbulkan dampak negatif lainnya yaitu udara akan tercemar oleh CO dan CO₂ yang berbahaya bagi pernafasan (Syam 2017). Selain dengan cara pembakaran, biasanya sampah plastik hanya dibiarkan tertimbun di TPA yang mana semakin lama penumpukan sampah plastik ini akan

semakin meningkat. Oleh sebab itu perlu dilakukan penanganan khusus untuk meminimalisir penumpukan dan permasalahan plastik di lingkungan yaitu dengan cara biodegradasi.

Degradasi mikroba plastik disebabkan oleh aktivitas enzimatik yang mengarah kepemutusan rantai polimer menjadi oligomer dan monomer, setelah itu dimetabolisme lebih lanjut oleh sel mikroba. Metabolisme aerobik menghasilkan karbon dioksida dan air (Starnecker, A; Menner 1996), sedangkan metabolisme anaerob menghasilkan karbon dioksida, air, dan metana sebagai produk akhir, masing-masing. Hasil deposimerisasi karena berbagai kekuatan fisik atau biologis (Syam 2017). Kekuatan fisik seperti suhu, kelembaban, tekanan, dll. Menyebabkan kerusakan mekanis pada polimer sehingga kekuatan biologis seperti enzim dan metabolit mikroba lainnya mengkatalisasi proses tersebut.

Mikroorganisme memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda antar satu jenis dengan jenis lainnya sehingga kemampuan yang dimiliki juga berbeda-beda antar mikroorganisme. Karakteristik yang berbeda ini terutama pada enzim yang dihasilkan oleh mikroba tersebut, salah satu jenis mikroba yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi plastik yaitu bakteri (Artham and Doble 2008). Beberapa bakteri yang aktif dalam proses biodegradasi plastik meliputi *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Klebsiella*, *Actinomycetes*, *Nocardia*, *Thermoactinomycetes*, *Micromonospora*, *Flavobacterium*, *Mycrobacterium*, *Azotobacter*, dan *Rhodococcus*, (Leja and Lewandowicz 2010). Selain itu, bakteri yang telah diketahui mempunyai kemampuan dalam mendegradasi plastik polietilena yaitu *Aspergillus niger*, *A. glaucus*, dan *Pseudomonas* sp., (Kathiresan 2003); *Acinetobacter* sp. (Zusfahair et al. 2007); *Bacillus* sp. (Fadlilah and Shovitri 2014); (Zahidah

and Shovitri 2013) ; (Sungkar, Khanza, and Pangestu 2018). *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus thuringiensis* (Syam 2017).

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang isolasi bakteri yang diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin Padang untu mendegrasi sampah plastik.

2 METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan antara lain, alat-alat gelas, neraca analitis, autoclave, laminar air flow, spiritus, jarum ose, petri dish, penangas, botol kaca, inkubator, oven, labu ukur, batang pengaduk, magnetic bar. Alat instrumentasi yang digunakan adalah Mikroskop dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Sedangkan bahan yang digunakan sebagai berikut: sampel tanah dari TPA Air Dingin, sampel plastik, media NA (Nutrient Agar), dan aquades (Amaliya, 2019), bahan lainnya alkohol, aluminium foil.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dilakukan di beberapa titik dimana pemilihan titik Uji Biodegradasi pemurnian karakterisasi bakteri berdasarkan adanya timbunan sampah plastik yang mulai terdegradasi yaitu ditandai dengan adanya plastik yang berlubang-lubang. Tanah dari kelima titik diambil secukupnya dengan menggunakan sendok steril dan dihomogenkan secara merata kemudian dimasukkan kedalam plastik steril.

Pembuatan Media

Pembuatan media diawali dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Media yang dibuat pada penelitian ini yaitu media NA dan

beberapa media untuk uji biokimia. Masing-masing media ditimbang sesuai kebutuhan dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer selanjutnya ditambahkan aquades sesuai perhitungan. Media dipanaskan diatas string hot plate sambil dihomogenkan hingga mendidih. Kemudian pada bagian mulut erlemneyer ditutup menggunakan kapas dan dilapisi dengan aluminium foil untuk selanjutnya dilakukan sterilisasi.

Isolasi Bakteri

Sebanyak 1 mL tiap sampel dilarutkan menggunakan aquades steril dan diencerkan dengan pengenceran tinggi kemudian ditanam pada media NA (Nutrien agar) dengan metode tuang untuk menguji kemampuan isolat tumbuh pada lingkungan yang mengandung sumber dasar sebagian plastik. Setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam.

Pemurnian Bakteri

Pemurnian dilakukan pada media NA. Mengisolasi bakteri yang ditumbuhkan dalam media NA dengan metode *streak plate*. Perlakuan akan dilakukan sampai diperoleh isolat murni kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam.

Karakteristik Bakteri

Karakteristik bakteri yang dilakukan secara makroskopis yaitu bakteri dilihat berdasarkan karakteristik pertumbuhan koloni bakteri pada media padat yaitu meliputi (Dwijoseputro 2005):

1. Pigmentasi atau warna koloni
2. Bentuk : bulat (circular), tak teratur (irregular), seperti akar (rhizoid).
3. Ukuran : titik sangat kecil (pinpoint), kecil (small), sedang (moderate), lebar (large).
4. Tepi koloni : utuh (entire), bergerigi (serrate), berombak (lobate), bergelombang (undulate), berbenang (filamentous).
5. Sudut elevasi : rata (flat), sedikit menonjol

(raised), melengkung (convex), seperti bukit (umbonate).

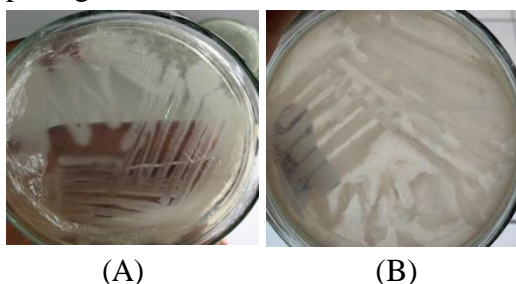
Uji Kemampuan Biodegradasi

Uji kemampuan biodegradasi dilakukan dengan memasukkan satu buah potongan plastik yang telah disterilisasi kedalam cawan petri media Nutrien Agar . Selanjutnya masing-masing suspensi bakteri diinokulasikan kedalam cawan petri, kemudian dirapatkan dengan plastik wrap untuk selanjutnya diinkubasi selama 30 hari (Sari, 2014) . Setelah masa inkubasi potongan plastik selanjutnya disterilisasi dengan menyemprot alkohol 70% dan dikering anginkan. Plastik yang telah kering selanjutnya ditimbang berat akhirnya dan dilakukan pengukuran panjang akhir, kemudian dihitung presentase kehilangan berat plastic dengan rumus berikut:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dalam media NA sebagai media tumbuh dan di inkubasi didalam inkubator selama 48 jam, pemurnian bakteri dilakukan agar bakteri yang didapatkan lebih murni. Isolat bakteri yang didapatkan setelah dilakukan pemurnian yaitu sebanyak 2 jenis bakteri yang di pisahkan berdasarkan warnanya yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Isolat bakteri 1 (A) Isolat bakteri 2 (B)

Uji Kemampuan Biodegradasi

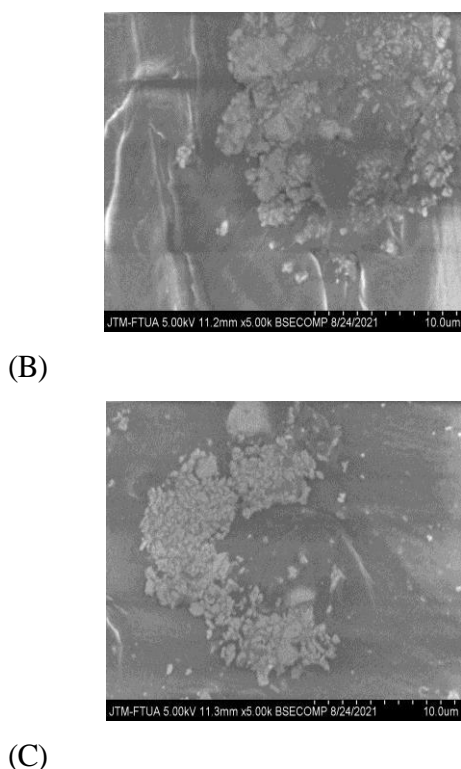
Tabel 1. Perbandingan berat sampel plastik yang didegradasi

| No | Sampel | Berat Awal | Berat Akhir | % |
|----|------------------|------------|-------------|-------|
| 1 | LDPE 1 | 0,0669 | 0,0598 | 10,61 |
| 2 | LDPE 2 | 0,0663 | 0,0663 | 0 |
| 3. | Biodegradab le 1 | 0,0662 | 0,0594 | 10,3 |
| 4. | Biodegradab le 2 | 0,0597 | 0,0597 | 0 |

Pada proses biodegradasi digunakan 2 jenis sampel yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan Plastik *Biodegradable* hal tersebut bertujuan untuk melihat perbandingan proses biodegradasi, pada kedua sampel plastik diujikan pada 2 jenis bakteri. Sampel uji yang diujikan pada media yang terdapat bakteri yang telah diisolasi diinkubasi selama 30 hari tersebut bertujuan agar proses degradasi berjalan baik. Sesuai pada tabel diatas bahwa pada sampel LDPE mengalami penurunan sebesar 10,61% pada bakteri 1 dan pada plastik biodegradable mengalami pengurangan sebesar 10,3 % pada bakteri 1 sedangkan pada bakteri 2 kedua sampel plastik tidak mengalami pengurangan berat. Hal tersebut menunjukkan bakteri 1 dapat mendegrasi plastik dengan baik yang dibuktikan dengan adanya pengurangan berat sampel uji pada plastic.



(A)



Gambar 2. Hasil uji SEM sampel uji perbesaran 5000x (A) Sampel yang tidak didegradasi (B) Sampel LDPE (C) Sampel Biodegradable

Dari gambar 2 dapat terlihat perbedaan bentuk permukaan pada plastik, dimana pada gambar A sebagai control awal atau pembandingan terlihat permukaannya yang halus tanpa adanya kerutan, sedangkan pada gambar B dan C permukaannya tidak halus dan terdapat kerutan. Hal ini menunjukkan adanya terjadi biodegradasi yang diakibatkan oleh isolat bakteri 1.

Biodegradasi plastik merupakan proses erosi permukaan plastik yang disebabkan oleh sulitnya penetrasi enzim ekstraseluler ke dalam polimer yang hanya bekerja pada permukaan polimer saja. Degradasi plastik terjadi ketika pro-oksidan mengkatalisis pembentukan radikal bebas dalam polietilen, yang bereaksi dengan molekul oksigen untuk merusak matriks polietilen.

Analisis SEM digunakan untuk menganalisis lembaran LDPE setelah periode degradasi. Mikroorganisme memanfaatkan lembaran LDPE sebagai sumber karbon dengan membentuk biofilm pada permukaan lembaran

polietilen (Usha et al. 2011). Kemampuan bakteri dalam menggunakan substrat tergantung pada pertumbuhan dan pelekatan bakteri tersebut terhadap substrat. (Gu et al. 2000). Melekatnya bakteri pada substrat yang bersifat hidrofilik atau hidropobik ditentukan oleh banyak faktor, termasuk dorongan yang menyebabkan bakteri melekat ke permukaan serta kandungan dari substrat dan mikroorganisme (Usha et al. 2011).

4. KESIMPULAN

Pada penelitian uji degradasi sampel plastik oleh bakteri yang diisolasi dan inkubasi selama 30 hari didapatkan hasil pengurangan berat pada sampel plastik LDPE sebesar 10,61% pada bakteri 1 dan Biodegradabel sebesar 10,3% pada bakteri. Hasil dari uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) didapatkan bentuk permukaan sampel uji yang bergelombang dan terdapat kerutan yang dibandingkan dengan sampel pembandingan. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri 1 yang diisolasi dapat mendegradasi plastik dan dimana bakteri menggunakan LDPE dan biodegradable sebagai sumber nutrisinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Artham, Trishul, and Mukesh Doble. 2008. "Biodegradation of Aliphatic and Aromatic Polycarbonates." *Macromolecular Bioscience*.
- Dwijoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*.
- Fadlilah, Fiki Rahmah, and Maya Shovitri. 2014. "Potensi Isolat Bakteri Bacillus Dalam Mendegradasi Plastik Dengan Metode Kolom Winogradsky." *Jurnal Teknik Pomits*.
- Gu, J. D., Ford, T. E., Mitton, D. B. and Mitchell, R. 2000. *Microbial Corrosion of Metals. The Uhlig Corrosion Handbook*. 2nd ed. New York, USA: Wiley.
- Jambeck, Jenna R., Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam

- Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, and Kara Lavender Law. 2015. "Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean." *Science*. doi: 10.1126/science.1260352.
- Kathiresan, K. 2003. "Polythene and Plastics-Degrading Microbes from the Mangrove Soil." *International Journal*.
- Leja, Katarzyna, and Grazyna Lewandowicz. 2010. "Polymer Biodegradation and Biodegradable Polymers - A Review." *Polish Journal of Environmental Studies*.
- Purwaningrum, Pramianti. 2016. "UPAYA MENGURANGI TIMBULAN SAMPAH PLASTIK DI LINGKUNGAN." *INDONESIAN JOURNAL OF URBAN AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY*.doi: 10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421
- Sari, Resti Nanda, and Afdal Afdal. 2017. "Karakteristik Air Lindi (Leachate) Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang." *Jurnal Fisika Unand*. doi: 10.25077/jfu.6.1.93-99.2017.
- Starnecker, A; Menner, M. 1996. "Penilaian Biodegradabilitas Plastik Di Bawah Kondisi Pengomposan Terstimulasi Dalam Sistem Pengujian Laboratorium. Int. Biodeterior."
- Sungkar, Omnia Farahna, Safira Khanza, and Rizki Aji Pangestu. 2018. "Aktivitas Antibakteri Bedak Yang Diperkaya Dengan Konsentrasi Ekstrak Buah (Rhizophora Mucronata)." *Jurnal Teknologi Pangan*.
- Syam, F. 2017. "Upaya Biodegradasi Limbah Plastik Berwarna (Gelombang Pendek) Dengan Penambahan Bakteri Pseudomonas Aeruginosa Dan Bacillus Thuringiensis."
- Usha, R., T. Sangeetha, and M. Palaniswamy. 2011. "Screening of Polyethylene Degrading Microorganisms from Garbage Soil." *Libyan Agriculture Research Center Journal International* 2(4):200–204.
- Widiyatmoko, H., Pramianti Purwaningrum, and Febrina Putri Arum P. 2016. "ANALISIS KARAKTERISTIK SAMPAH PLASTIK DI PERMUKIMAN KECAMATAN TEBET DAN ALTERNATIF PENGOLAHANNYA." *INDONESIAN JOURNAL OF URBAN AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY*. doi: 10.25105/urbanenvirotech.v7i1.713.
- Zahidah, Dinda, and Maya Shovitri. 2013. "Isolasi , Karakterisasi Dan Potensi Bakteri Aerob Sebagai Pendegradasi Limbah Organik." *JURNAL SAINS DAN SENI POMITS Vol. 2, No.1*.
- Zusfahair, Zusfahair, Puji Lestari, Dian Riana Ningsih, and Senny Widyaningsih. 2007. "BIODEGRADASI POLIETILENA MENGGUNAKAN BAKTERI DARI TPA (TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR) GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS." *Molekul*. doi: 10.20884/1.jm.2007.2.2.39.