



Analisis Sifat Mekanik dan Permukaan pada Degradasi Plastik Konvensional

Ristika Oktavia Asriza^{*)}, Nurhadini, Qothrunnada Nur Azizah, Amelia Narulita

Jurusan Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Bangka 33172, Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia

*E-mail korespondensi: ristika@ubb.ac.id

Info Artikel:

Dikirim:
23 November
2023

Revisi:
23 Desember
2023

Diterima:
30 Desember
2023

Kata Kunci:

Plastik
konvensional;
degradasi; sifat
mekanik; sifat
permukaan

Abstract

Currently, plastic waste that decomposes for a long time can damage the environment and natural ecosystems. therefore, an innovation was made to create an environmentally friendly plastic that decomposes faster in nature. The purpose of this research is to determine the degradation ability of environmentally friendly conventional biodegradable plastics. This research uses environmentally friendly conventional plastic materials. This plastic is degraded in 3 (three) ways, namely photodegradation (irradiation with UV C light), irradiation with sunlight, and biodegradation. Each degradation process lasts for 30 days. The research results showed that there was a decrease in the elongation at break value of plastic that had been degraded. This is caused by the breaking of bonds in the polymer chain. Apart from that, the plastic also experiences damage to its surface. This damage is characterized by cracks, the appearance of stains, and the appearance of mold or microorganisms on the plastic surface.

PENDAHULUAN

Limbah plastik konvensional menyebabkan sejumlah permasalahan serius terhadap lingkungan, seperti Plastik yang terurai menjadi fragmen kecil, dikenal sebagai mikroplastik, mencemari laut dan sungai. Mikroplastik dapat berdampak negatif pada organisme laut dan ekosistem perairan. Pemahaman akan dampak negatif limbah plastik konvensional ini telah mendorong upaya global untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, meningkatkan daur ulang, dan mengembangkan alternatif plastik ramah lingkungan [1,2]. Plastik ramah lingkungan, merujuk pada jenis plastik yang didesain untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan [3]. Beberapa plastik ramah lingkungan dirancang agar dapat terurai secara alami dalam kondisi tertentu, seperti kompos atau lingkungan laut. Ini membantu mengatasi masalah limbah plastik di lingkungan [4]. Plastik ramah lingkungan dapat membantu mengurangi dampak lingkungan, tidak semua plastik ramah lingkungan ini setara [5]. Beberapa tetap memerlukan kondisi khusus atau instalasi daur ulang yang spesifik untuk terurai secara efektif [6]. Oleh karena itu, diperlukan proses degradasi lanjutan terhadap plastik konvensional tersebut untuk mempercepat proses penguraiannya.

Proses degradasi pada plastik konvensional dapat mengakibatkan pengurangan beberapa sifat mekanik dan kerusakan dipermukaannya [7]. Degradasi plastik dapat terjadi karena pengaruh berbagai faktor, termasuk paparan radiasi, panas, oksigen, atau bahan kimia tertentu [8]. Fotodegradasi pada plastik konvensional adalah proses degradasi yang disebabkan oleh paparan sinar matahari atau radiasi ultraviolet (UV) pada plastik [9]. Plastik konvensional, seperti polietilena (PE) dan polipropilena (PP), cenderung sulit terdegradasi secara alami karena sifat inert dan tahan lama mereka [10]. Oleh karena itu, biodegradasi pada plastik konvensional umumnya tidak terjadi dengan cepat atau efisien dalam lingkungan alami. Beberapa plastik konvensional dapat dimodifikasi untuk meningkatkan biodegradabilitasnya [11]. Hal ini masih menjadi area penelitian aktif dan tidak semua metode modifikasi plastik konvensional berhasil menghasilkan plastik yang dapat terurai dengan cepat dalam lingkungan alami. Dalam beberapa kasus, plastik biodegradable yang lebih khusus dirancang dapat menjadi pilihan lebih baik untuk mengurangi dampak lingkungan plastik. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan degradasi dari plastik konvensional yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan plastik konvensional yang ramah lingkungan. Plastik ini didegradasi dengan 3 (tiga) cara, yaitu fotodegradasi (penyinaran dengan sinar UV tipe C), penyinaran dengan sinar matahari, dan biodegradasi. Proses masing-masing degradasi ini berlangsung selama 30 hari. Setelah proses degradasi selesai, masing-masing plastik dianalisis uji tarik dan SEM untuk mengetahui nilai elongasi patah (*elongation at break*) dan kerusakan pada permukaannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

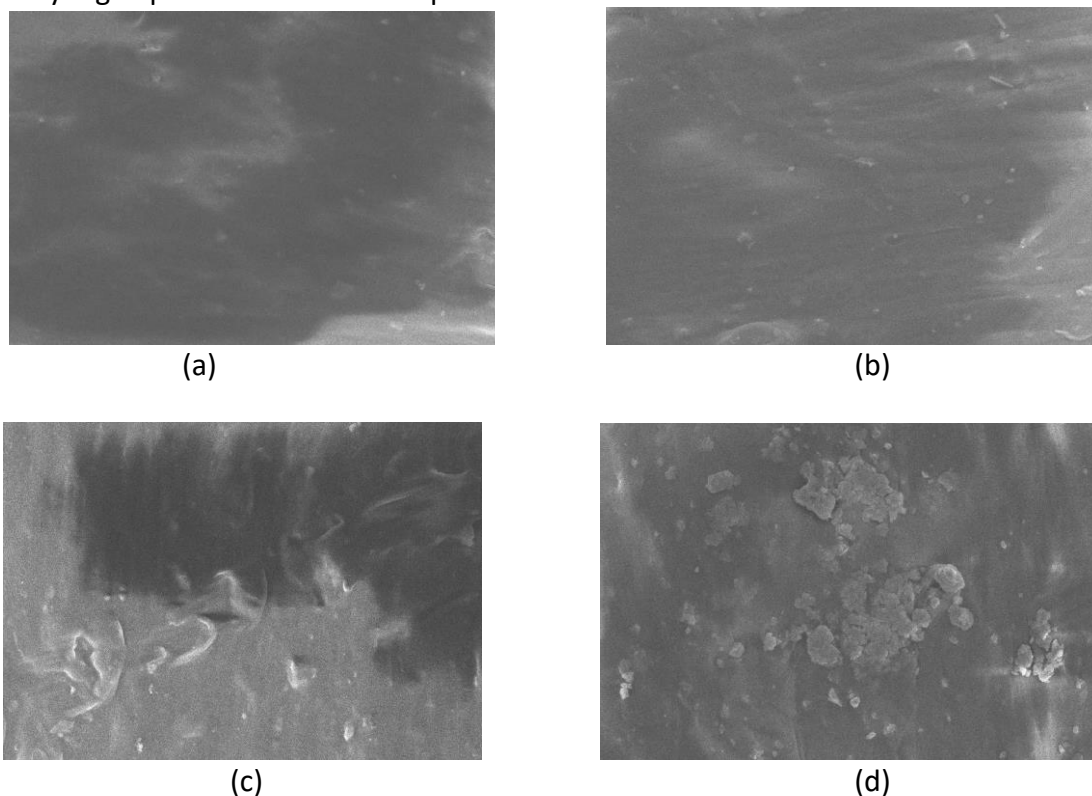
Pengaruh degradasi pada sifat mekanik plastik dapat bervariasi tergantung pada jenis plastik, lingkungan degradasi, dan kondisi spesifik lainnya [12]. Plastik yang telah mengalami degradasi mungkin tidak lagi memenuhi persyaratan kinerja awalnya. Kerusakan yang terjadi pada plastik setelah mengalami proses degradasi dapat mencakup berbagai aspek, termasuk perubahan fisik, kimia, dan mekanik [13].

Tabel 1. Nilai elongasi pecah (*elongation at break*)

Sampel	Nilai elongasi Pecah (%)
Sebelum degradasi	16
Fotodegradasi	6
Penyinaran dengan sinar matahari	15,9
Biodegradasi	14

Nilai elongasi pecah (*elongation at break*) merupakan nilai elongasi pada saat material mengalami kegagalan atau pecah selama uji tarik. Nilai ini memberikan gambaran tentang seberapa elastis material tersebut dan sejauh mana kemampuannya untuk meregang sebelum pecah. Semakin kecil nilai Elongasi Pecah (*Elongation at Break*), semakin rapuh atau kurang elastis material tersebut [14]. Nilai Elongasi Pecah mencerminkan sejauh mana material dapat meregang sebelum mengalami kegagalan atau pecah selama uji tarik. pada tabel 1 diatas, dapat dilihat bahwa semua plastik konvensional yang telah mengalami degradasi memiliki nialia elongasi pecah (*Elongation at Break*) lebih kecil dari nilai elongasi pecah (*Elongation at Break*) plastik konvensional yang belum didegradasi. Plastik konvensional yang telah mengalami fotodegradasi memiliki nilai modulus patah yang paling kecil. Hal ini disebabkan karena

terjadinya pemutusan ikatan dalam rantai polimer. Beberapa struktur polimer memiliki kemampuan untuk menyerap sinar UV langsung, terutama jika terdapat gugus fungsional tertentu dalam struktur molekularnya. Sinar UV dapat menyebabkan pembentukan radikal bebas dalam molekul polimer [9]. Radikal bebas ini dapat menginisiasi reaksi rantai dan mengakibatkan pemutusan ikatan. Reaksi radikal bebas dapat menciptakan gugus seperti hidroksil (OH^-) atau radikal alkil yang dapat merusak struktur polimer.



Gambar 1. Hasil SEM sampel : (a) sebelum degradasi, (b) fotodegradasi, (c) penyinaran dengan matahari, dan (d) biodegradasi.

Kerusakan permukaan pada plastik yang telah terdegradasi dapat melibatkan sejumlah tanda dan perubahan yang dapat mempengaruhi sifat fisik. Kerusakan permukaan pada plastik yang telah terdegradasi dapat bervariasi tergantung pada jenis plastik, kondisi lingkungan, dan mekanisme degradasi yang terlibat [15]. Beberapa gejala kerusakan permukaan pada plastik yang telah mengalami degradasi seperti munculnya retakan atau pecah mikro, pembentukan noda, pertumbuhan awan pada permukaan, dan pertumbuhan jamur atau mikroorganisme [16].

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa semua permukaan dari plastik konvensional yang telah terdegradasi mengalami kerusakan. Pada plastik konvensional yang telah dilakukan fotodegradasi dan penyinaran dengan matahari, terdapat noda dan adanya awan pada permukaan plastik. Hal ini diakibatkan karena paparan sinar UV dapat menyebabkan pemecahan ikatan kimia dalam rantai polimer. Pemecahan ini dapat menghasilkan fragmen-fragmen molekul dengan struktur yang berbeda dari molekul asli. Fragmen-fragmen ini kemudian dalam mengalami reaksi kimia tambahan sebagai respon terhadap paparan UV. Reaksi kimia ini dapat menghasilkan senyawa-senyawa baru yang memiliki sifat pigmen atau bewarna. Senyawa-senyawa bewarna yang terbentuk ini dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Penyerapan ini menyebabkan perubahan warna pada permukaan polimer, yang sering kali terlihat sebagai noda atau bercak.

Sedangkan pada plastik yang telah mengalami biodegradasi terdapat pertumbuhan jamur atau mikroorganisme di permukaannya. Pertumbuhan jamur atau mikroorganisme ini terjadi akibat adanya aktivitas mikroorganisme yang menggunakan plastik sebagai sumber nutrisi.

Umumnya, plastik terdiri dari polimer yang kompleks. Ketika plastik terbiodegradasi, mikroorganisme, termasuk jamur, menggunakan komponen-komponen organik dari plastik sebagai sumber nutrisi. Ini mencakup molekul-molekul organik yang dilepaskan selama proses degradasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa plastik konvensional yang ramah lingkungan mengalami perubahan sifat mekanik dan permukaan setelah dilakukan proses degradasi. Perubahan sifat mekanik yang diamati adalah terjadinya penurunan nilai *elongation at break* sedangkan permukaan plastik mengalami kerusakan setelah dilakukan proses degradasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu (LP3M) Universitas Bangka Belitung melalui skema kegiatan *Team Based Project* tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. N. B. S. Dewi, "Studi Literature Dampak Mikroplastik Terhadap lingkungan," Jurnal Sosial Sains dan Teknologi, vol. 2, pp. 239-250, Nov. 2022
- [2] P. Bhatt et al., "Microplastic contaminants in the aqueous environment, fate, toxicity consequences, and remediation strategies," Environmental Research, vol. 200, 2021, doi.org/10.1016/j.envres.2021.111762
- [3] R. A. A. Gunadi, D. P. Parlindungan, A. U. P. Santi, "Bahaya plastik bagi kesehatan dan lingkungan," presentasi di Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ, 7 Oktober 2020.
- [4] M. R. Havstad, "Biodegradable plastics," Plastic Waste and Recycling, pp. 97-129, 2020, doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00005-0.
- [5] T. D. Moshood et al., "Biodegradable plastic applications towards sustainability: A recent innovations in the green product," Cleaner Engineering and Technology, vol. 6, 2022, doi.org/10.1016/j.clet.2022.100404.
- [6] X. Zhao et al., "Plastic waste upcycling toward a circular economy," Chemical Engineering Journal, vol. 428, 2022, doi.org/10.1016/j.cej.2021.131928.
- [7] Z. Wu et al., "Biodegradation of conventional plastics: Candidate organisms and potential mechanisms," Science of The Total Environment, vol. 886, 2023, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163908
- [8] A. Sa'diyah, Y. Trihadiningrum, "Kajian Fragmentasi Low Density Polyethylene Akibat Radiasi Sinar Ultraviolet dan Kecepatan Aliran Air," Jurnal Teknik ITS, vol. 9, pp. 34-40, 2020
- [9] S. S. Susanto, Y. Trihadiningrum, "Kajian fragmentasi *polypropylene* akibat radiasi sinar ultraviolet dan kecepatan aliran air," Jurnal Teknik ITS, vol. 9, pp. 28-33, 2020.
- [10] A. K. Rana et al., "Recent developments in microbial degradation of polypropylene: Integrated approaches towards a sustainable environment," Science of The Total Environment, vol. 826, 2022, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154056.
- [11] K. Hayati et al., "Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik plastik biodegradable dari limbah nata de coco dengan metode inversi fasa," Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan, vol. 4, pp. 9-14, 2020
- [12] A. Chamas et al., "Degradation rates of plastics in the environment," ACS Sustainable Chem. Eng, vol. 8, pp. 3494-3511, 2020, doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635

- [13] K. Zhang et al, "Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review," *Environmental Pollution*, vol 274, 2021, doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116554.
- [14] B. Rahadi et al, "Karakteristik bioplastik berbahan dasar limbah cair tahu (whey) dengan penambahan kitosan dan gliserol," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 7, pp. 81-89, 2020, doi:10.21776/ub.jsal.2020.007.02.5
- [15] A. A. Shah et al, "Biological degradation of plastics: A comprehensive review," *Biotechnology Advances*, vol. 26, pp. 246-265, 2008, doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.12.005
- [16] N. Atanasova et al, "Degradasi plastik oleh bakteri ekstrofilik," *Int. J. Mol Sci.* vol 22, 2021,