

Agen Pendegradasi Mikroplastik Dari Mikroba Endofit *Mangrove Avicennia marina*

**Muhammad Bagus Michael Nursyahid¹, Andre Vanbudi¹, Serra Meilawati²,
Ismawan Adjie Prasetyo¹, Oktora Susanti^{1*}**

¹Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145 Lampung

*Corresponding author e-mail: oktora.susanti@fp.unila.ac.id

ABSTRAK: Akumulasi mikroplastik di lingkungan menimbulkan ancaman ekologis dan telah menjadi masalah serius di dunia. Plastik terdistribusikan secara global di lautan dunia tersebar di kolom air, permukaan air, sepanjang garis pantai dan pada sedimen. Salah satu strategi untuk menghadapi pencemaran mikroplastik yaitu mencari agen pendegradasi mikroplastik berupa mikroba. Mikroba yang memiliki aktivitas pendegradasi terhadap polimer biasanya dapat diuji untuk mendegradasi plastik. Sumber alami untuk mendapatkan mikroba potensial yang memiliki aktivitas pendegradasi bisa didapat dari organisme yang memiliki banyak bakteri endosimbion untuk hidup seperti Mangrove. Sehingga perlu kajian mengenai potensi bakteri simbiosis mangrove dalam mendegradasi plastik. Uji degradasi mikroplastik *polyethylene* menggunakan mangrove *Avicennia marina* telah mendapatkan beberapa isolat agen biodegradator mikroplastik yaitu isolat WB-12, PJ-01 dan PJ-02 yang telah diketahui memiliki aktivitas biodegradasi pada *mineral salt media polyethylene*.

Kata kunci: Mikroplastik; *Avicennia marina*; Biodegradator

Microplastic Degrading Agent From Microbial Endophytic Mangrove Avicennia marina

ABSTRACT: The accumulation of microplastics in the environment poses an ecological threat and has become a serious problem worldwide. Plastics are distributed globally in the world's oceans scattered in the water column, water surfaces, along coastlines and in sediments. One strategy to deal with microplastic pollution is to look for microplastic degrading agents in the form of microbes. Microbes that have polymer-degrading activity can usually be tested for plastic degradation. Natural sources to obtain potential microbes that have degrading activity can be obtained from organisms that have many endosymbiont bacteria to live such as mangroves. So it is necessary to study the potential of mangrove symbiont bacteria in degrading plastic. Polyethylene microplastic degradation test using *Avicennia marina* mangrove has obtained some of the microplastic biodegradator agents, namely isolate WB-12, PJ-01 and PJ-02 which is known to have biodegradation activity in mineral salt media polyethylene.

Keywords: Mikroplastik; Bakteri endofit; *Avicennia marina*; Biodegradator

PENDAHULUAN

Mikroplastik dikonsumsi oleh berbagai-macam organisme laut, seperti organisme filter feeder, invertebrata, ikan, mamalia, dan burung, sehingga berpotensi mengganggu rantai makanan (Wright *et al.*, 2013; Guzzetti *et al.*, 2018). Mikroplastik berisiko untuk organisme laut dapat menyebabkan kekenyangan palsu, stres patologis, kelainan reproduksi (Green, 2016), tingkat pertumbuhan berkurang (Lonnstedt dan Eklov 2016), stres oksidatif, inflamasi hati, dan akumulasi lemak di dalam hati (Lu *et al.*, 2016). Mikroplastik juga menyerap dan mengakumulasi logam dan polutan organik yang persisten dari lingkungan sekitarnya, sehingga berfungsi sebagai vektor untuk kontaminasi logam berat di lingkungan laut (Brennecke *et al.*, 2016). Bahan kimia ini

dapat larut dalam jaringan hewan atau lingkungan murni lain dan dapat menyebabkan gangguan endokrin, kematian, tertunda ovulasi, dan stres (Ogunola dan Palanisami 2016).

Meskipun mikroplastik tahan terhadap degradasi dan terus berada di lingkungan, tetapi tetap dapat diurai oleh beberapa mikroba (Paco *et al.*, 2017; Othman *et al.*, 2021). Salah satu contohnya yaitu mikroorganisme yang oportunistik dan memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan hampir setiap lingkungan menunjukkan potensi untuk mengubah berbagai senyawa, termasuk polimer plastik (Nauendorf *et al.*, 2016). Fitur adaptif ini membantu mikroba untuk melakukan metabolisme terhadap kehadiran polutan, meningkatkan degradasi dan biotransformasi (Auta *et al.*, 2017a; Devi *et al.*, 2019).

Penggunaan mikroba untuk mendegradasi mikroplastik akan meningkatkan biodegradasi tanpa menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan (Taghavi *et al.*, 2021). Oleh karena itu, mengidentifikasi mikroba yang dapat menurunkan konsentrasi mikroplastik merupakan strategi yang menjanjikan dan aman untuk memfasilitasi bioremediasi alam dan pengaruh pembersihan ekosistem lingkungan dengan sedikit dampak yang merugikan.

Ekosistem mangrove memiliki mikroba dengan keragaman tinggi (Djamaludin, 2018). Ekosistem mangrove memiliki suhu, salinitas, pH, kadar bahan organik dan aerasi, kondisi substrat yang baik untuk pengembangan populasi mikroba (Trianto *et al.*, 2019). Selain itu, hutan bakau pesisir secara tradisional disukai sebagai tempat pembuangan sampah untuk pembuangan limbah yang sebagian besar terbuat dari plastik (Kahar *et al.*, 2020). Perubahan kondisi lingkungan yang memburuk memaksa mikroorganisme untuk dapat beradaptasi dan bertahan di lingkungan ekstrim (Acuña-Rodríguez *et al.*, 2020). Sehingga perlu dilakukan kajian untuk mengetahui potensi mikroba yang dapat bertahan hidup pada kondisi tercemar mikroplastik sehingga berpotensi mendapatkan mikroba yang dapat mendegradasi mikroplastik.

MATERI DAN METODE

Sampel bagian akar, batang, dan daun mangrove *Avicennia* sp. diambil dari perairan Lampung, dengan menggunakan *cutter*. Sampel mangrove dimasukan kedalam plastik pembungkus kemudian diletakan di dalam *coolbox*. Sampel selanjutnya disemprot dengan air laut steril untuk membersihkan bakteri perairan yang menempel pada permukaannya. Selanjutnya dilakukan isolasi mikroba endofit mangrove. Inokulasi dan isolasi mikroba endofit mangrove dilakukan dengan cara meletakkan bagian dalam sampel akar, batang, dan daun mangrove *Avicennia* sp. yang sudah disayat pada media Zobell 2216E. Media Zobell adalah media yang umum digunakan untuk menumbuhkan bakteri laut. Media ini mengandung komposisi Pepton, Yeast dan, Agar (Sa'adah, 2020).

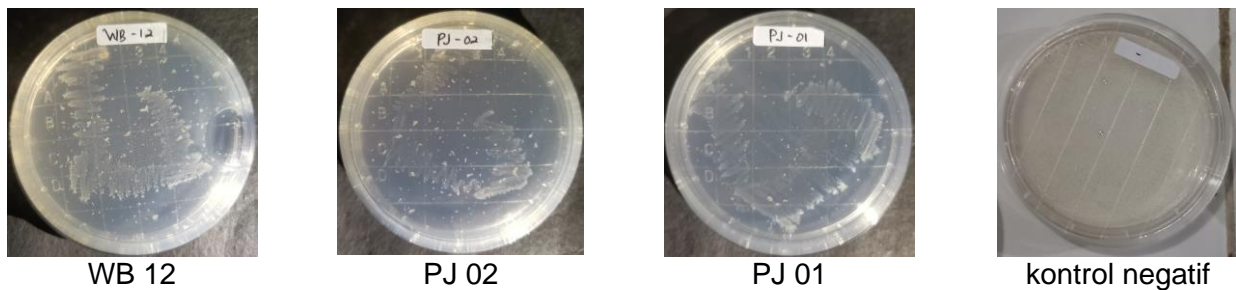
Mineral salt media (MSM) digunakan untuk mencari pendegradasi mikroplastik menggunakan metode yang dijelaskan oleh (Divyalakshmi dan Subhasini, 2016; Auta *et al.*, 2017b) dengan sedikit modifikasi. Media MSM dibuat dengan komposisi K_2HPO_4 , 1.73g; KH_2PO_4 , 0.68g; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.1g; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.03g; NH_4NO_3 , 1g; $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, 0.02g (Helen *et al.*, 2017). MSM berisi semua nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri, kecuali untuk sumber karbon. Isolat bakteri diuji kemampuannya untuk memanfaatkan polimer plastik *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), *polyethylene terephthalate* (PET), dan *polypropylene* (PP) polimer sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan (Chaudhary dan Vijayakumar, 2020; Akerele *et al.*, 2021; Shimpi *et al.*, 2018; Delacuvellerie *et al.*, 2019). Setiap isolat di tumbuhkan pada MSM yang masing-masing ditambahkan 1% v/v spesifik polimer plastik dan diinkubasi selama 4 minggu pada suhu kamar. Secara bersamaan satu dari masing masing polimer dibuatkan kontrol yang diinokulasi pada media tanpa polimer. Diamati pertumbuhan secara berkala, jika bakteri mampu tumbuh pada media maka menunjukkan adanya aktivitas degradasi mikroplastik. Pengamatan dilakukan secara langsung untuk melihat apakah ada pertumbuhan dari bakteri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

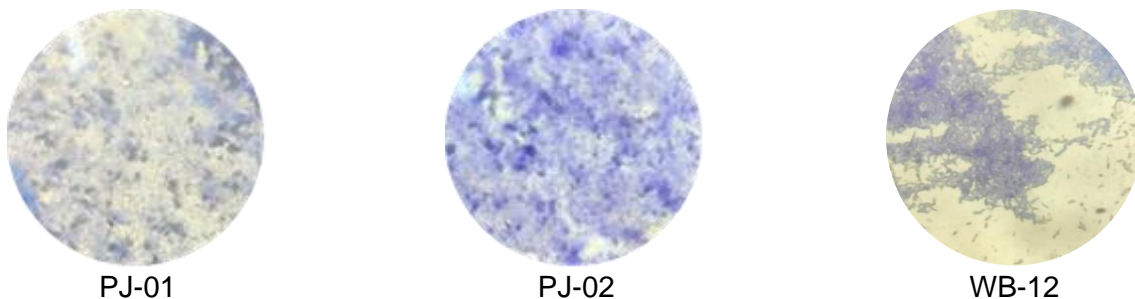
Telah ditemukan isolat bakteri endofit mangrove *Avicennia marina*. yang dapat tumbuh dan mendegradasi media plastik MSM polyethylene. Dari total 39 isolat bakteri endofit mangrove *Avicennia marina* yang telah diisolasi kemudian ditumbuhkan pada media uji degradasi, berikut ini adalah isolat bakteri yang berhasil tumbuh di *Mineral Salt Media* yang menggunakan mikroplastik PE sebagai nutrisinya.

Tiga isolat bakteri endofit mangrove dapat tumbuh dan menghasilkan aktivitas degradasi, hal ini diperkuat melalui uji kontrol negatif yang dilakukan dengan menumbuhkan bakteri patogen *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada media uji degradasi *mineral salt media polyethylene* dan tidak mendapatkan bakteri patogen yang dapat tumbuh pada media. Media kontrol negatif kemudian diamati selama 40 hari dan tidak menemukan tanda-tanda bakteri patogen yang tumbuh atau bakteri tersebut tidak mampu menggunakan mikroplastik polyethylene sebagai sumber nutrisinya. Berikut ini adalah gambar aktivitas pendegradasian media MSM *polyethylene*.

Tiga isolat bakteri endofit mangrove yang memiliki potensi mendegradasi media MSM plastik *polyethylene* kemudian diamati menggunakan mikroskop untuk melihat strukturnya. Pewarnaan Gram juga dilakukan untuk mengetahui jenis bakteri termasuk dalam gram positif atau gram negatif. Selain diamati secara mikroskopis, bakteri juga diamati secara makroskopis untuk melihat bagaimana struktur morfologi bakteri mulai dari elevasi koloni, tepian koloni dan warna koloni (Gambar 2, Tabel 2).



Gambar 1. Aktivitas biodegradasi (bakteri endofit mangrove dapat tumbuh pada media MSM) dari isolat WB 12, PJ 02, PJ 01 dan kontrol negatif (bakteri lingkungan/kontaminan tidak tumbuh pada media MSM).



Gambar 2. Pengamatan Mikroskop bakteri PJ-01, PJ-02 dan WB-12

Tabel 1. Isolat mangrove yang berhasil tumbuh di media MSM plastik PE

Kode Isolat	Aktifitas Terhadap Media Plastik	Warna Isolat	Tekstur Isolat	Pertumbuhan Koloni
WB 12	+	Putih-Kekuningan	Halus	Tipis
PJ 01	+	Putih-Susu	Halus	Tipis
PJ 02	+	Putih	Bergerigi	Tipis

Tabel 2. Data morfologi bakteri potensial pendegradasi MSM *polyethylene*

Kode Isolat	Morfologi		
	Elevasi	Tepian Koloni	Warna Koloni
WB-12	Cembung	Bergerigi	Putih Kekuningan
PJ-01	Cembung	Bergelombang	Putih
PJ-02	Cembung	Bergerigi	Putih

Tabel 3. Data pengamatan mikroskopis bakteri potensial pendegradasi MSM *polyethylene*

Kode Isolat	Gram	Bentuk sel	Bagian Tanaman
WB-12	-	Basil	Buah
PJ-01	+	Kokus	Daun
PJ-02	+	Kokus	Daun

KESIMPULAN

Mangrove *Avicennia marina* memiliki bakteri endofit yang dapat diisolasi di media Zobell dan mampu mendegradasi mikroplastik *polyethylene*. Hasil penelitian didapatkan isolat bakteri endofit mangrove WB-12, PJ-01 dan PJ-02 memiliki aktivitas degradasi terhadap media MSM mikroplastik *polyethylene*. Dapat disimpulkan bahwa ketiga isolat bakteri endofit tersebut merupakan agen pendegradasi mikroplastik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan segenap rasa bangga, Kami para penulis mengucapkan terimakasih terhadap Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian melalui kegiatan PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) tahun 2021 .

DAFTAR PUSTAKA

- Acuña-Rodríguez, I.S., Newsham, K.K., Gundel, P.E., Torres-Díaz, C., & Molina-Montenegro, M.A. 2020. Functional roles of microbial symbionts in plant cold tolerance. *Ecology Letters*, 23(6): 1034-1048. DOI: 10.1111/ele.13502.
- Akerele, O.S., Buraimoh, O.M., Humphrey, I., & Ilori, M.O. 2021. Degradation of polystyrene by tropical bacterial and fungal isolates. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 25(9):1721-1727. DOI: 10.4314/jasem.v25i9.26.
- Auta, H.S., Emenike, C.U. & Fauziah, S.H. 2017a. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects and potential solutions. *Environment international*, 102(2017):165–176. DOI: 10.1016/j.envint.2017.02.013.

- Auta, H.S., Emenike, C.U. & Fauziah, S.H. 2017b. Screening of *Bacillus* strains isolated from mangrove ecosystems in Peninsular Malaysia for microplastic degradation. *Environmental Pollution*, 231: 1552-1559. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.09.043.
- Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I. & Canning-Clode, J. 2016. Microplastics as vectors for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178:1-7. DOI: 10.1016/j.ecss.2015.12.003.
- Chaudhary, A.K. & Vijayakumar, R.P. 2020. Effect of chemical treatment on biological degradation of high-density polyethylene (HDPE). *Environment, Development and Sustainability*, 22(2): 1093-1104. DOI: 10.1007/s10668-018-0236-6.
- Delacuvellerie, A., Cyriaque, V., Gobert, S., Benali, S., & Wattiez, R. 2019. The plastisphere in marine ecosystem hosts potential specific microbial degraders including *Alcanivorax borkumensis* as a key player for the low-density polyethylene degradation. *Journal of hazardous materials*, 380:p120899. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.120899.
- Devi, R.S., Ramya, R., Kannan, K., Antony, A. R., & Kannan, V. R. 2019. Investigation of biodegradation potentials of high density polyethylene degrading marine bacteria isolated from the coastal regions of Tamil Nadu, India. *Marine pollution bulletin*, 138:549-560. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.12.001.
- Divyalakshmi, S., & Subhashini, A. 2016. Screening and isolation of polyethylene degrading bacteria from various soil environments. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 10(12): 01-07. DOI: 10.9790/2402-1012040107.
- Djamaluddin, R. 2018. Mangrove-Biologi, Ekologi, Rehabilitasi, dan Konservasi. Repository Unsrat Press. Manado.
- Green, D.S. 2016. Effects of microplastics on European flat oysters, *Ostrea edulis* and their associated benthic communities. *Environmental Pollution*, 216:95-10. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.05.043.
- Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S., & Faggio, C. 2018. Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environmental toxicology and pharmacology*, 64:164-171. DOI: 10.1016/j.etap.2018.10.009.
- Helen, A. S., Uche, E. C., & Hamid, F. S. 2017. Screening for polypropylene degradation potential of bacteria isolated from mangrove ecosystems in Peninsular Malaysia. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 7:245-251. DOI:10.17706/ijbbb.2017.7.4.245-251.
- Kahar, M.G., Schadu, J.N., Rumampuk, N.D., Pelle, W.E., Sondakh, C., & Pangemanan, J.F. 2020. Identifikasi sampah anorganik pada ekosistem mangrove desa talawaan bajo kecamatan wori kabupaten minahasa utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(1):1-6. DOI: 10.35800/jplt.8.1.2020.27200.
- Lonnstedt, O.M., dan P. Eklov. 2016. Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. *Science*. 352(6290):1213-1216. DOI: 10.1126/science.aad8828.
- Lu, Y., Zhang, Y., Deng, Y., Jiang, W., Zhao, Y., Geng, J., Ding, L. & Ren, H. 2016. Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebra fish (*Danio rerio*) and toxic effects in liver. *Environmental Science dan Technology*. 50(7):4054-4060. DOI: 10.1021/acs.est.6b00183.
- Nauendorf, A., Krause, S., Bigalke, N.K., Gorb, E.V., Gorb, S.N., Haeckel, M., & Treude, T. 2016. Microbial colonization and degradation of polyethylene and biodegradable plastic bags in temperate fine-grained organic-rich marine sediments. *Marine pollution bulletin*, 103(1-2):168-178. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.12.024.
- Ogunola, O.S. & Palanisami, T. 2016. Microplastics in the marine environment: current status, assessment methodologies, impacts and solutions. *Journal of Pollution Effects and Control*. 4:161. DOI:10.4172/2375-4397.1000161.
- Othman, A.R., Hasan, H.A., Muhamad, M H., Ismail, N.I., & Abdullah, S.R.S. 2021. Microbial degradation of microplastics by enzymatic processes: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 19(4):3057-3073. DOI: 10.1007/s10311-021-01197-9.

- Paço, A., Duarte, K., da Costa, J.P., Santos, P.S., Pereira, R., Pereira, M.E., Freitas, A.C., Duarte, A.C. & Rocha-Santos, T.A. 2017. Biodegradation of polyethylene microplastics by the marine fungus *Zalerion maritimum*. *Science of the Total Environment*. 586:10-15. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.017.
- Sa'adah, N. 2020. Bakteri Symbion Akar Mangrove *Avicennia* Sp. Sebagai Pendegradasi Pewarna Tekstil. *Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 2(2):50-55. DOI: 10.47685/barakuda45.v2i2.91.
- Shimpi, N., Borane, M., Mishra, S., Kadam, M., & Sonawane, S.S. 2018. Biodegradation of isotactic polypropylene (iPP)/poly (lactic acid)(PLA) and iPP/PLA/nano calcium carbonates using phanerochaete chrysosporium. *Advances in Polymer Technology*, 37(2):522-530. DOI: 10.1002/adv.21691.
- Taghavi, N., Singhal, N., Zhuang, W.Q., & Baroutian, S. 2021. Degradation of plastic waste using stimulated and naturally occurring microbial strains. *Chemosphere*, 263:p.127975. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127975.
- Trianto, A., Nirwani, N., Susanti, O., Maesaroh, D.S., & Radjasa, O.K. 2019. The bioactivity of bacterium and fungi living associate with the sponge *Reniera* sp. against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 20(8):2302-2307. DOI: 10.13057/biodiv/d200827.
- Wright, S.L., Thompson, R.C., & Galloway, T.S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental pollution*, 178: 483-492. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.02.031.