

Analysis of Indigenous Bacteria as Microplastic Degradation of Sediment in the Sea Waters of Dumai, Riau Province

Deni Pakpahan^{1*}, Dessy Yoswaty¹, Nursyirwani¹

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau
Corresponding Author: deni.pakpahan3590@student.unri.ac.id

Diterima/Received: 24 Agustus 2021; Disetujui/Accepted: 10 September 2021

ABSTRACT

Nowdays Marine pollution resulted by microplastics is a global concern. Microplastic particles have the potential to cause damage to biota. One of solution to overcome the problem of marine pollution by microplastics by applying indigenous bacteria as microplastic degradation. This study was conducted to determine the type and ability of indigenous bacteria in sediments that are able to degrade microplastics. The research was conducted from October to December 2020. Sediment sampling was conducted in Dumai Sea Waters and sample analysis was conducted at the Marine Microbiology Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine, Riau University. Indigenous bacteria from sediments were isolated in bacterial breeding media and then tested degradation capabilities on PET plastic samples. The result of the degradation test obtained ISL8 was able to degrade the mycoplastic with a percent degradation about 7%. Molecular test of ISL8 using PCR (Polymer chain reaction) 16S rRNA method and GenBank analysis is known that ISL8 is *Bacillus* sp.

Keywords: Microplastic, sediment, indigenous bacteria, degradation.

1. PENDAHULUAN

Perairan laut Dumai merupakan salah satu kawasan pesisir yang berhadapan dengan perairan Internasional Selat Malaka. Perkembangan yang terjadi di Kota Dumai menjadi pemicu peningkatan pencemaran perairan laut setiap tahunnya, seperti pencemaran minyak, logam berat, dan sampah plastik. Sampah plastik yang terurai menjadi partikel mikroplastik berpotensi menyebabkan kerusakan bagi biota. Mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh biota dapat merusak fungsi organ-organ seperti: saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, mempengaruhi reproduksi, menghambat produksi enzim, dan dapat menyebabkan paparan aditif karena sifat toksiknya (Wright *et al.*, 2013).

Masuknya mikroplastik dalam perairan laut Dumai terkhusus pada sedimen akan sangat mempengaruhi siklus rantai makanan biota yang ada. Mikroplastik tertinggi ditemukan pada sedimen dibandingkan pada bagian permukaan air (Chubarenko *et al.*, 2016). Gaya gravitasi dan besaran densitas plastik yang lebih tinggi dibandingkan densitas air menyebabkan plastik tenggelam dan terakumulasi di sedimen (Woodall *et al.*, 2018).

Lusher dan Peter (2017) menyatakan

bahwa mikroplastik berdasarkan bentuknya terdiri atas fragmen (seperti partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan); serat (seperti filamen, mikrofiber, helaian, benang); manik-manik (seperti biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro; busa (seperti polistiren); dan butiran (seperti butiran resinat, nurdles, nib). Jenis mikroplastik yang umum masuk ke dalam perairan di antaranya, yaitu fragmen, fiber, dan film (Sari *et al.*, 2015).

Bakteri merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang memiliki kelimpahan sangat tinggi di alam, baik dari segi jumlah maupun jenisnya. Bakteri tersebar dalam berbagai lingkungan baik di darat, laut, gunung api, samudera antartika bahkan di kawah gunung api. Di alam bakteri berperan sebagai konsumen, pengurai dan pemelihara siklus biogeokimia (Afianti, 2018). Kemampuan bakteri dalam mengurai berbagai pencemar organik menjadi senyawa yang tidak berbahaya mulai banyak diperhatikan serta dikembangkan sebagai alat untuk mengolah lingkungan tercemar. Bakteri dapat dimanfaatkan untuk mengatasi pencemaran sampah plastik, tumpahan minyak, cemaran logam berat, pestisida, dan berbagai polutan organik lainnya yang masuk ke perairan laut.

Untuk mengatasi masalah pencemaran laut oleh mikroplastik terutama di perairan laut Dumai perlu dikembangkan suatu terobosan yang efektif, salah satunya dengan cara mengaplikasikan bakteri indigenous pendegradasi mikroplastik. Sebelum diaplikasikan, bakteri indigenous pendegradasi mikroplastik perlu dianalisis dan diidentifikasi untuk mengetahui jenis dan kemampuan dari sel bakteri tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengisolasi, mengidentifikasi serta menguji kemampuan bakteri indigenous untuk mendegradasi mikroplastik pada sedimen perairan laut Dumai.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai bulan Desember 2020. Pengambilan sampel sedimen dilakukan di Perairan Laut Dumai dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei. Metode survei dilakukan dengan mengumpulkan dua bentuk data yaitu data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung di lapangan.

Prosedur Penelitian

Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Perairan laut Dumai dijadikan sebagai wilayah untuk penelitian dan yang berkaitan dengan objek penelitian terdiri atas 4 (empat) stasiun penelitian, yaitu Pantai Legenda Pelintung dan Teluk Makmur di Kecamatan Dumai Barat, Bandar Bakau dan Pelabuhan TPI di Kecamatan Dumai Timur. Hal ini ditentukan berdasarkan keempat stasiun penelitian merupakan kawasan yang diduga mengalami pencemaran sampah plastik seperti pelabuhan, areal pemukiman, dan kawasan pabrik.

Sampel sedimen diambil sebanyak 500 g menggunakan pipa paralon ukuran 4 inc dari sekitar zona intertidal perairan laut Dumai. Sedimen diambil dari kedalaman 10–20 cm dari permukaan. Sampel dibawa langsung ke Laboratorium Mikrobiologi Laut FPK Universitas Riau. Sampel sedimen diambil dari 4 kawasan di perairan laut Dumai dengan

masing-masing 3 titik sampling berjarak 50 meter.

Pengukuran Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan yang diamati pada penelitian ini ada lima parameter meliputi suhu, pH, kecepatan arus, salinitas dan kecerahan. Waktu pengamatan dilakukan sesuai kondisi alam di lapangan pada saat pengambilan data parameter kualitas air di masing-masing stasiun.

Pengambilan Sampel Bakteri

Bakteri indigenous dari sedimen diisolasi dengan cara sebanyak 1 gram sampel sedimen dihomogenkan dengan 9 ml larutan fisiologis. Lalu dilakukan pengenceran hingga seri 10^{-6} . Pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} dan 10^{-6} diambil sebanyak 0,1 ml untuk dikultur/diisolasi ke media NA menggunakan metode sebar (spread plate). Isolat diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 – 48 jam. Koloni yang tumbuh, dimurnikan ke media agar miring NA dan TSA untuk uji lanjut. Koloni yang tumbuh pada media NA diamati morfologinya meliputi warna, bentuk koloni, ukuran, pinggir, dan elevasi koloni. Dihitung juga jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media NA.

Identifikasi Bakteri

Uji biokimia dilakukan dengan cara menginokulasikan koloni bakteri dari media NA ke media uji lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C , kemudian diamati hasilnya. Media uji yang digunakan pada uji biokimia penelitian ini antara lain : pewarnaan Gram, uji katalase, oksidase, motilitas, indol, *methyl red*, dan uji sulfida.

Uji degradasi mikroplastik oleh bakteri dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :

- a. Sampel plastik dipotong ukuran 1 x 1 cm, ditimbang berat awalnya, dicuci dengan akuades steril dan disemprot alkohol 70% (Fachrul dan Astri, 2018).
- b. Kemudian sampel plastik dimasukkan kedalam erlemeyer 100 ml yang berisi media TSB sebanyak 50 ml secara aseptik.
- c. Lalu diinokulasi sebanyak 2 lup isolat bakteri indigenous ke media tersebut, diinkubasikan di dalam shaker pada suhu ruang dengan agitasi 130 rpm selama 30 hari.
- d. Setelah 30 hari inkubasi, pada potongan plastik diamati apakah terbentuk lapisan

- biofilm oleh bakteri
- Sampel potongan plastik dicuci dengan akuades steril dan disemprot dengan alkohol 70%.
 - Potongan plastik dikeringkan kemudian ditimbang menggunakan neraca *analytical balance*.
 - Penentuan persentase degradasi sampel limbah plastik oleh bakteri indigenous dengan cara:

$$\% \text{ degradasi} = 1 - \frac{\text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100$$

Untuk mengidentifikasi jenis bakteri indigenous yang mampu mendegradasi mikroplastik, inokulat bakteri diinokulasi pada media TSA dalam *test tube with straw* dan dikirim ke PT Genetika Science Indonesia Jakarta Barat untuk dilakukan uji molekular dengan menggunakan metode PCR (*Polimer*

chain reaction) 16S rRNA dan di sekuensing di *First Base*. Data hasil sekuensing dianalisis lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kualitas Perairan

Berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, suhu dan salinitas perairan laut Dumai masih berada dalam batas normal dan sesuai dengan kebutuhan untuk metabolisme biota laut. pH dan tingkat kecerahan perairan laut Dumai lebih rendah dari baku mutu yang dianjurkan untuk biota laut. Kecepatan arus perairan Dumai tergolong rendah

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Perairan Laut Dumai

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)	Kecerahan (cm)	Kecepatan Arus (m/dt)
I	31,7	5	30,3	46,7	0,13
II	29,7	5	31,7	67,7	0,12
III	31,3	5	30	59,5	0,14
IV	31,3	5	30	58,3	0,14

Morfologi Isolat Bakteri Indigenous

Hasil isolasi bakteri sampel sedimen dari 4 stasiun didapatkan sebanyak 8 isolat yang

mewakili setiap stasiun, yaitu ISL1, ISL2, ISL3, ISL4, ISL5, ISL6, ISL7, ISL8 Morfologi dapat dilihat pada Tabel 2.

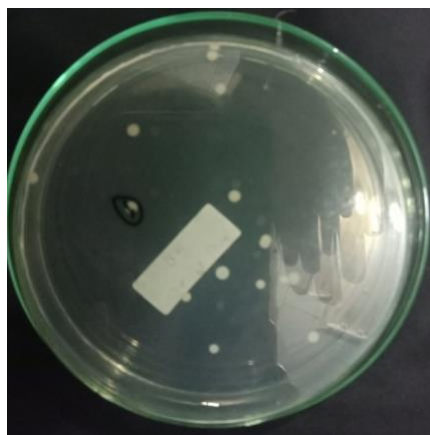
Tabel 2. Morfologi Isolat Bakteri Indigenous Pendegradasi Mikroplastik

Kode Isolat	Diameter (mm)	Bentuk Koloni	Warna	Tepian	Permukaan	Jumlah Koloni
ISL1	2	Bundar	Putih kekuningan	Licin	Cembung	239
ISL2	6	Bundar	Kuning	Licin	Cembung	2
ISL3	10	Bundar tepian kerang	Putih	Berombak	Timbul	15
ISL4	6	Menyebar tak beraturan	Putih susu	Tak Beraturan	Cembung	63
ISL5	9	Bundar	Putih	Berombak	Timbul	18
ISL6	9	Berbenang-benang	Putih	Berlekuk	Timbul	28
ISL7	7	Bundar	Putih kecoklatan	Licin	Cembung	21
ISL8	4	Bundar	Putih Susu	Licin	Timbul	15

Koloni bakteri merupakan kumpulan bakteri sejenis hasil reproduksi yang mengumpul pada satu tempat di medium kultur atau kumpulan bakteri pada medium kultur

yang berasal dari hasil pertumbuhan atau keturunan dari sel bakteri (Gambar 1). Beberapa kelompok bakteri menunjukkan ciri-ciri koloni yang saling berbeda, baik dilihat dari

bentuknya, elevasi, maupun bentuk tepi koloni. Ukuran, bentuk, dan penataan sel merupakan ciri morfologi kasar sel bakteri (Kurniati *et al.*, 2018).



Gambar 1. Koloni Bakteri Indigenous pada Media NA

Uji Biokimia Isolat Bakteri Indigenous

Uji biokimia dilakukan untuk mengidentifikasi jenis/spesies bakteri secara manual. Setiap bakteri memiliki sifat biokimia yang berbeda. Bakteri diidentifikasi dengan mengamati reaksi biokimia dari bakteri tersebut terhadap beberapa medium uji. Hasil uji biokimia 8 isolat bakteri dapat dilihat pada Tabel 3.

Uji biokimia bakteri merupakan suatu cara atau perlakuan yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan mendeterminasi suatu biakan murni bakteri hasil isolasi melalui sifat-sifat fisiologinya. Reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel bakteri dipengaruhi oleh enzim di mana enzim itulah yang berperan dalam mempercepat reaksi kimia dan menunjukkan adanya suatu perubahan setelah reaksi tersebut terjadi (Hakiki, 2016).

Tabel 3. Karakteristik Biokimia Isolat Bakteri Indigenous

Kode Isolat	Uji Biokimia						
	Pewarnaan Gram	Katalase	Oksidase	Motilitas	Indole	Methyl Red	Uji Sulfida
ISL1	- (Coccus)	+	-	+	-	-	-
ISL2	- (Coccus)	+	-	+	-	-	-
ISL3	- (Bacil)	+	+	+	-	-	-
ISL4	+	+	+	+	-	-	-
ISL5	- (Bacil)	+	+	+	-	-	+
ISL6	+	+	-	+	-	-	-
ISL7	- (Bacil)	+	+	+	-	-	-
ISL8	+	-	-	+	-	-	-

Kelimpahan Mikroplastik antar Stasiun

Uji degradasi merupakan uji yang digunakan untuk menentukan apakah spesies bakteri yang ditemukan berpotensi dalam mendegradasi limbah mikroplastik. Kemampuan bakteri dalam mendegradasi mikroplastik dapat diketahui dengan melihat terbentuknya lapisan biofilm pada permukaan plastik dan terjadinya pengurangan pada massa plastik. Hasil pengamatan lapisan biofilm pada permukaan plastik dapat dilihat pada Gambar. Hasil uji degradasi limbah mikroplastik jenis PET setelah inkubasi selama 30 hari oleh bakteri indigenous dapat dilihat Tabel 4.

ISL8 mampu mendegradasi limbah mikroplastik dengan baik karena mampu mengurangi berat limbah plastik sekitar 7% setelah satu bulan waktu inkubasi. Hasil uji degradasi ISL8 pada permukaan sampel plastik ditemukan lapisan biofilm.

Putri *et al.* (2017), menyatakan bahwa

ciri pertumbuhan mikroba pada media cair yaitu mengalami kekeruhan, terbentuk cincin, pelikel, ataupun endapan. Sedangkan, pertumbuhan isolat bakteri di area potongan plastik ditandai dengan adanya pembentukan biofilm. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Alex (2011) bahwa salah satu ciri pertumbuhan bakteri pendegradasi plastik jika terjadi pembentukan biofilm di permukaan plastik.

Bakteri yang mampu mendegradasi mikroplastik dapat menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi plastik, yaitu serinehidrolase, esterase, dan lipase. Proses degradasi sampah plastik oleh bakteri berlangsung dengan memanfaatkan plastik sebagai sumber karbon untuk proses metabolisme bakteri. Bakteri tersebut aktif melekat dan membentuk biofilm di permukaan sampah plastik selama proses degradasi (Sriningsih dan Shovitri, 2015).

Analisis Sekuen DNA Bakteri Indigenous

Hasil BLAST ISL8 memiliki persentase homologi yang tinggi dengan bakteri *Bacillus* sp. (Gambar 2). Untuk mengetahui kekerabatan terdekat data BLAST dikonversi dalam bentuk pohon filogenetik menggunakan *software* MEGA-X dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan analisis BLAST dan filogenetik, diketahui bahwa ISL8 memiliki kekerabatan terdekat dengan *Bacillus* sp. Spesies bakteri dikatakan sama apabila

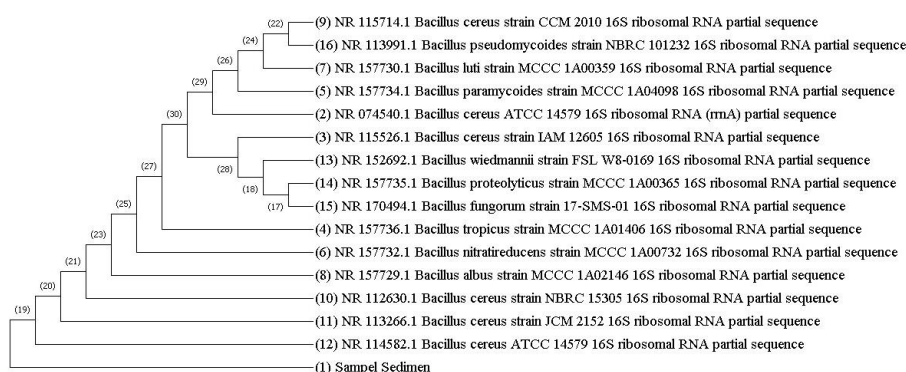
memiliki homologi lebih dari atau sama dengan 97%. Persamaan homologi antara 93 – 97% dapat mewakili identitas di tingkat genus namun berbeda pada tingkat spesies, sedangkan jika di bawah 93% kemungkinan merupakan spesies baru yang urutan basa nitrogennya belum terdaftar dalam data *GenBank* (Hagstrom *et al.* dalam Seprianto *et al.*, 2018). Sesuai dengan pernyataan tersebut ISL8 merupakan bakteri *Bacillus* sp. yang mampu mendegradasi mikroplastik.

Tabel 4. Hasil Uji Degradasi Limbah Mikroplastik oleh Bakteri Indigenous

No	Nama Isolat	Lapisan Biofilm	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	% Degradasi (%)
1	ISL1	-	0,0301	0,0301	0
2	ISL2	-	0,0209	0,0209	0
3	ISL3	-	0,0223	0,0223	0
4	ISL 4	+	0,0269	0,0267	0,7435
5	ISL 5	-	0,0280	0,0280	0
6	ISL 6	-	0,0279	0,0279	0
7	ISL 7	+	0,0272	0,0271	0,3676
8	ISL 8	+	0,0267	0,0248	7,1161
9	Kontrol	-	0,0260	0,0260	0

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒ Bacillus cereus ATCC 14579 16S ribosomal RNA (rRNA) partial sequence	Bacillus cereus ATCC 14579	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1512	NR_074540.1
☒ Bacillus cereus strain IAM 12605 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus cereus	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1486	NR_115526.1
☒ Bacillus tropicus strain MCCC 1A01406 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus tropicus	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1509	NR_157736.1
☒ Bacillus paramycoides strain MCCC 1A04098 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus paramycoides	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1509	NR_157734.1
☒ Bacillus nitratireducens strain MCCC 1A00732 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus nitratireducens	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1509	NR_157732.1
☒ Bacillus luti strain MCCC 1A00359 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus luti	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1509	NR_157730.1
☒ Bacillus albus strain MCCC 1A02146 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus albus	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1509	NR_157729.1
☒ Bacillus cereus strain CCM 2010 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus cereus	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1535	NR_115714.1
☒ Bacillus cereus strain NBRC 15305 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus cereus	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1476	NR_112630.1
☒ Bacillus cereus strain JCM 2152 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus cereus	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1474	NR_113266.1
☒ Bacillus cereus ATCC 14579 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus cereus ATCC 14579	1541	1541	80%	0.0	95.08%	1482	NR_114582.1
☒ Bacillus wiedmannii strain FSL W8-0169 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus wiedmannii	1535	1535	80%	0.0	94.97%	1540	NR_152692.1
☒ Bacillus proteolyticus strain MCCC 1A00365 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus proteolyticus	1535	1535	80%	0.0	94.97%	1509	NR_157735.1
☒ Bacillus fungorum strain 17-SMS-01 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus fungorum	1535	1535	80%	0.0	94.97%	1576	NR_170494.1
☒ Bacillus pseudomycoides strain NBRC 101232 16S ribosomal RNA partial sequence	Bacillus pseudomycoides	1524	1524	80%	0.0	94.76%	1477	NR_113991.1

Gambar 2. Persentase Homologi Bakteri Indigenous ISL8



Gambar 3. Pohon Filogenetik Bakteri Indigenous ISL8

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Bakteri pendegradasi plastik yang terisolasi dari 4 stasiun pengambilan sampel

Sedimen di perairan laut Dumai didapatkan sebanyak 8 isolat, yaitu ISL1, ISL2, ISL3, ISL4, ISL5, ISL6, ISL7, dan ISL8. Isolat

bakteri yang mempunyai kemampuan mendegradasi tertinggi yaitu isolat ISL8 dengan persentase kehilangan berat plastik sebesar 7%. ISL4 dan ISL7 memiliki laju degradasi sebesar <1%. Sedangkan ISL1, ISL2, ISL3, ISL5, dan ISL6 tidak mampu mendegradasi mikroplastik. ISL 8 merupakan bakteri *Bacillus* sp. yang merupakan bakteri anaerob fakultatif, gram positif, berbentuk batang yang membentuk koloni melingkar

dengan pinggiran licin dan elevasi timbul, warna koloni putih.

Kondisi optimum pertumbuhan dan aktivitas degradasi mikroplastik oleh bakteri belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai kondisi optimum dan peningkatan aktivasi bakteri sebagai agen bioremediasi mikroplastik secara konvensional maupun molekuler dengan teknik rekayasa genetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Afianti, N.F. (2018). Potensi bakteri laut untuk bioremediasi. *Jurnal Kelautan. Oseana*-XLIII (4) : 18–27.
- Alex, S. (2011). New perspectives in plastic biodegradation. *Journal of Current Opinion Biotechnology* 22 (1) : 422 – 426.
- Chubarenko, I., A. Bagaev, M. Zobkov, and E. Esiukova. (2016). On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment. *Marine Pollutan Bulletin* 108(1):1–2.
- Hakiki, R.N. (2016). Identifikasi Bakteri pada Tempat-Tempat Penampungan Air Habitat Nyamuk *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Kurniati, T.H., R. Indrayanti, Muzajjanah, Y. Rustam, dan D. Sukmawati. (2018). *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.
- Lusher, A. L., H. Peter and M. Jeremy. (2017). *Microplastics in Fisheries and Aquaculture*. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Putri, M.H., Sukini dan Yodong. (2017). *Mikrobiologi*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Sari, I.D., A.B. Aditya, dan I.R. Ramadhan. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Journal Research Gate Indonesia*, 4 (2) : 115 – 122.
- Seprianto, Feliatra, dan T.T. Nugroho. (2017). Isolasi dan identifikasi bakteri probiotik dari usus udang windu (*Penaeus monodon*) berdasarkan sekuens gen 16S rDNA. *Jurnal Ilmiah Biologi* 5(2) : 83 – 92.
- Sriningsih, A., dan M. Shovitri. (2015). Potensi isolat bakteri *Pseudomonas* sebagai Pendegradasi Plastik. *Jurnal Sains dan Seni*, 4(2) : 67–70.
- Woodall, L.C., A. Sanchez-Vidal, M. Canals, G.L.J. Paterson, R. Coppock, V. Sleight, and R.C. Thompson. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science* 1(4):1–8.
- Wright, S.L., R.C. Thompson, and T.S. Galloway. (2013). The physical impacts of microplastic on marine organism: a review. *Environmental Pollutan*, 178(1): 483–492