

Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Mikroplastik dari Estuari Baturusa Pulau Bangka

Muhammad Rafi Akbar[✉], Mu'alimah Hudatwi, & Umroh
Ilmu Kelautan, Universitas Bangka Belitung

ABSTRAK

Biodegradasi menjadi salah satu metode biologis yang digunakan untuk mengurangi pencemaran plastik. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi genus, jumlah, dan kemampuan degradasi bakteri terhadap plastik. Penelitian dilakukan pada Februari–Mei 2023 dengan pengambilan sampel air, sedimen, dan plastik di tiga stasiun berbeda secara purposive sampling. Isolasi dan uji degradasi dilakukan dengan metode Winogradsky Column, dilanjutkan dengan karakterisasi bakteri. Ditemukan 16 isolat dari tujuh genus: Neisseria, Enterobacter, Bacillus, Acinetobacter, Actinobacillus, Alcaligenes, dan Halomonas. Stasiun 3 memiliki jumlah bakteri tertinggi, sedangkan terendah terdapat di stasiun 1. Degradasi mikroplastik tertinggi juga terjadi di stasiun, dan terendah di stasiun 1. Diperlukan studi molekuler dan karakterisasi enzim untuk mengungkap spesies serta mekanisme bakteri pendegradasi mikroplastik di estuari Baturusa.

Kata kunci: Bakteri, Degradasi, Mikroplastik, Baturusa, Winogradsky Coloumn

Isolation and Identification of Microplastic Degrading Bacteria from the Baturusa Estuary, Bangka Island

ABSTRACT

Biodegradation is one of the biological methods used to reduce plastic pollution. This study aims to identify the genus, number, and degradation ability of bacteria against plastic. The study was conducted from February to May 2023 by collecting water, sediment, and plastic samples at three different stations using purposive sampling. Isolation and degradation tests were carried out using the Winogradsky Column method, followed by bacterial characterization. Sixteen isolates from seven genera were found: Neisseria, Enterobacter, Bacillus, Acinetobacter, Actinobacillus, Alcaligenes, and Halomonas. Station 3 had the highest number of bacteria, while the lowest was found at station 1. The highest microplastic degradation also occurred at station 3, and the lowest at station 1. Molecular studies and enzyme characterization are needed to reveal the species and mechanisms of microplastic-degrading bacteria in the Baturusa estuary.

Keywords: Degradation, Microplastics, Baturusa, Winogradsky Coloumn

PENDAHULUAN

Perairan pesisir merupakan muara dari beberapa sungai yang mengakumulasi zat-zat pencemaran (Setiawan & Subiandono, 2015). Sumber pencemaran ini biasanya berasal dari limbah industri, limbah pertanian dan limbah rumah tangga yang bermukim di sekitar daerah aliran sungai (DAS). Pencemaran yang dianggap sebagai ancaman terbesar di-

dominasi oleh sampah plastik. Plastik merupakan benda yang terdiri dari polimer sintesis kompleks yang sulit terurai (Riandi et al. 2017). Berdasarkan data dari Jambeck et al. (2015) negara yang menjadi penghasil sampah plastik terbesar di dunia setelah Tiongkok adalah Indonesia. Jumlah sampah plastik yang dihasilkan Indonesia terbilang cukup

[✉] Corresponding author
Address : Bangka, Kepulauan Bangka Belitung
Email : muhammadrafiakbar04@gmail.com

besar jika melihat data yang dirilis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2021, di mana Indonesia dapat menghasilkan sampah plastik sebanyak 8,38 juta ton per tahun.

Menurut Haward (2018), ada empat klasifikasi ukuran plastik, yaitu nanoplastik, mikroplastik, mesoplastik, dan makroplastik yang berasal dari aktivitas manusia. Zhang *et al.* (2017) menjelaskan bahwa mikroplastik adalah jenis sampah plastik dengan ukuran lebih kecil dari 5 μm ($<5 \mu\text{m}$). Mikroplastik yang berada di perairan laut dapat menjadi masalah besar, dengan implikasi yang sangat luas, termasuk kesehatan manusia, ekonomi, pariwisata, dan estetika pantai. Selain itu, mikroplastik bersifat resisten (tidak mudah terurai), mengandung bahan kimia toksik (beracun) dan karsinogenik (merusak). Mikroplastik jika tertelan oleh organisme dapat merusak fungsi organ saluran pencernaan, menurunkan laju pertumbuhan, menghambat produksi enzim, menghambat proses reproduksi, mempengaruhi karakteristik fisiologis organisme perairan, dan berdampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem laut (Fachrul & Rinanti, 2018).

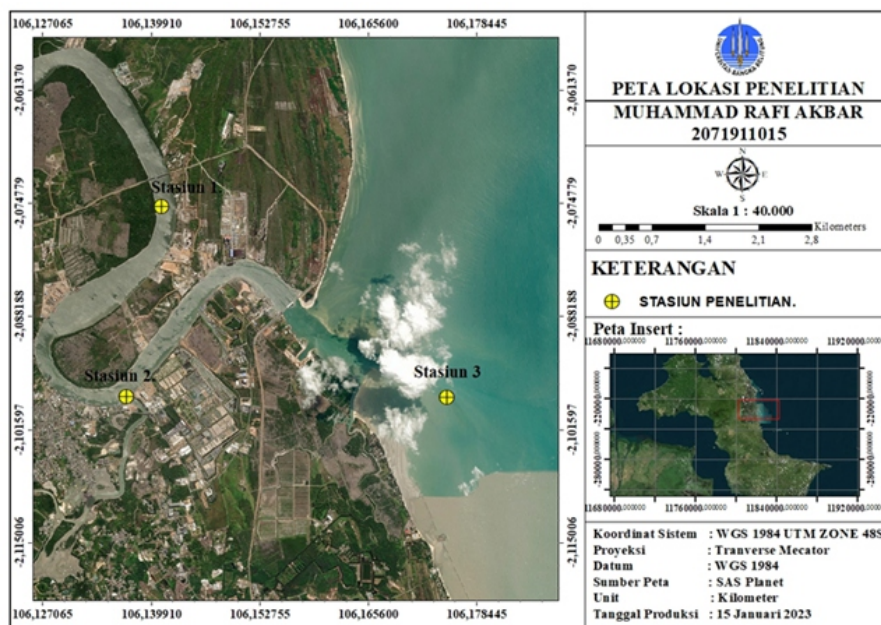
Upaya penanganan pengurangan limbah mikroplastik di suatu perairan telah banyak dipelajari secara fisika dan kimia, namun langkah pengolahan secara biologis menggunakan mikroorganisme masih jarang dilakukan. Aplikasi mikrobiologi dapat dianggap efektif karena tidak menimbulkan efek samping lingkungan, menghasilkan racun atau *blooming*. Menurut Chee *et al.* (2010) mencatat dalam penelitiannya bahwa beberapa bakteri memiliki kemampuan untuk mendegradasi mikroplastik, antara lain *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Ralstonia eutropha*, dan *Halomonas*.

Sumber isolat bakteri pendegradasi mikroplastik yang akan dikaji keberadaannya dalam penelitian ini adalah dari perairan estuari Baturusa. Sungai Baturusa merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Bangka

yang bermuara di Pangkalbalam, Kota Pangkalpinang dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan rumah tangga, industri, perikanan, pelabuhan dan sumber bahan baku air bersih. Selain itu, sungai Baturusa juga dimanfaatkan sebagai perairan, untuk menampung limbah dari berbagai aktivitas industri dan rumah tangga penduduk yang bermukim di sekitar aliran Sungai Baturusa. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Susanti (2021), menemukan pencemaran mikroplastik yang cukup tinggi di akibatkan oleh adanya aktivitas manusia di sekitar perairan Baturusa, namun penelitian mengenai isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi mikroplastik belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini lebih difokuskan pada penelitian mengenai isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi mikroplastik dari estuari Baturusa.

METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air, sedimen dan sampah plastik yang diambil di perairan estuari Baturusa Pulau Bangka. Terdapat dua tahapan pada penelitian ini, yaitu pengambilan sampel di perairan dan penelitian di laboratorium. Penelitian dilaksanakan pada Februari hingga Mei 2023. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* yaitu metode penentuan tempat tertentu yang dianggap mewakili serta menggambarkan keadaan perairan secara keseluruhan didasarkan oleh adanya tujuan tertentu, bukan didasarkan strata, acak maupun daerah (Sugiyono 2017). Penelitian ini memiliki tiga (3) stasiun yang dijadikan lokasi pengambilan sampel (Gambar 1). Pengukuran parameter fisika dan kimia perairan seperti pH, suhu, salinitas, arus, kecerahan dan kedalaman dilakukan di perairan secara langsung. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil air sebanyak 50 L di setiap stasiun, kemudian disaring menggunakan alat *plankton net* hingga didapatkan sampel air sebanyak 250 ml



Sumber : Data Primer Diolah, (2023)

Gambar 1
Titik Sampling Lokasi Penelitian

lalu dimasukkan ke dalam botol sampel. Selanjutnya melakukan pengambilan limbah plastik yang berada di stasiun penelitian serta mengambil sedimen seberat 250 gram menggunakan ekman grab yang kemudian dimasukkan kedalam plastik *ziplock*. Setelah selesai melakukan pengambilan sampel, seluruh sampel disimpan di dalam *cool box* pada suhu 40°C kemudian dibawa ke laboratorium mikrobiologi yang nantinya akan digunakan sebagai media isolasi menggunakan *Winogradsky Column*.

Isolasi dan uji kemampuan bakteri pendegradasi dilakukan di laboratorium mikrobiologi Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung. Isolasi bakteri pendegradasi mikroplastik dilakukan dengan menggunakan metode *Winogradsky Column* (Ainiyah & Shovitri, 2014). Langkah pertama yaitu menyiapkan toples kaca yang telah disterilkan. Selanjutnya, dimasukkan sampel air dan sedimen kedalam toples dengan perbandingan 1:1. Sampel sedimen dimasukkan sebagai lapisan pertama, sampel air sebagai lapisan kedua dan diberikan NB (*Nutrient Broth*) sebagai nutrisi tambahan. Potongan plastik dimasukkan sebanyak 2 lembar yang

sebelumnya sudah diberi tanda titik putih dan tidak diberi tanda putih sebagai pembeda dengan menggunakan pinset steril hingga terendam sepenuhnya pada air. Kemudian toples ditutup dengan aluminium foil dan direkatkan dengan menggunakan plastik wrap dan diinkubasi selama 30 hari. Selama masa inkubasi berjalan proses uji kemampuan bakteri pendegradasi dilakukan. Pada hari ke 15 dan 30, lembar plastik tidak bertanda titik putih yang artinya (Uji) diambil dengan menggunakan pinset steril selanjutnya plastik disterilisasi dengan menyemprot alkohol 70 % dan dikering anginkan serta ditimbang untuk mengetahui persentase kehilangan berat akhir dari sampel plastik dengan menggunakan rumus perhitungan yang mengacu pada penelitian Mardalisa et al. (2021) yaitu :

$$\% \text{ degradasi} = 1 - \frac{W_i}{W_f} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana W_i adalah Berat akhir sampel plastik (gram) dan W_f Berat awal sampel plastik (gram).

Setelah masa inkubasi selesai, potongan plastik yang diberi tanda titik putih (biofilm) diambil dengan pinset steril dan ditaruh dalam toples kaca. Biofilm pada plastik dipisahkan dengan cara meletakkan potongan plastik dalam

tabung reaksi yang berisi 13 ml air steril, kemudian plastik divorteks sebanyak 5 kali dengan waktu pengulangan masing-masing 30 detik (Madigan *et al.* 2012). Plastik diekstraksi menggunakan pinset steril dan biofilm yang telah dipisahkan dari plastik kemudian divorteks selama dua menit. Selain itu, biofilm diencerkan dengan cara mengambil 1000 μ l menggunakan mikropipet dan meletakkannya ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril, lalu homogenkan. Pengenceran selesai apabila diperoleh seri pengenceran 10^{-9} (Mardalisa *et al.* 2021). Setiap sampel diambil sebanyak 100 μ l untuk dilakukan pengenceran dan diinokulasikan pada cawan petri steril yang berisi media isolasi selektif diferensial untuk bakteri laut, yaitu *Zobell Marine Agar* kemudian diratakan dengan spreader. Untuk menghasilkan koloni bakteri, inokulum diinkubasi selama 24 hingga 48 jam pada suhu 37°C . Perhitungan bakteri pendegradasi dilakukan dengan metode total plate count, atau TPC, yaitu perhitungan yang ditunjukkan dengan rumus yang digunakan dalam penelitian Sukmawati (2018) sebagai berikut:

$$\sum \text{bakteri (CFU)} = A \times (0,1/B) \quad (2)$$

Dimana A adalah Jumlah Koloni (CFU's) dan B merupakan Faktor Pengenceran dengan satuan ml.

Identifikasi dilakukan melalui pemeriksaan makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia. Pengamatan makroskopik isolat bakteri dilakukan dengan cara mengamati permukaan atas (*top verse*) dan permukaan bawah (*reverse*) koloni bakteri yang terletak di media *Zobell Marine Agar* pada cawan petri meliputi warna, bentuk, tepi koloni, dan sudut elevasi (Wulandari *et al.* 2019). Sedangkan untuk pengamatan mikroskopis dan uji biokimia terdiri dari pewarnaan Gram, motilitas, katalase, MR-PV, indol, TSIA, H_2S dan sitrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapatkan isolat bakteri yang hidup pada perairan estuari

Baturusa dan memiliki kemampuan mendegradasi mikroplastik didapati 16 isolat bakteri yang terdiri dari 7 genus. Isolat bakteri yang teridentifikasi secara uji biokimia dan morfologi bakteri memiliki karakteristik berbeda, yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Ketiga stasiun menunjukkan tingkat kelimpahan bakteri yang berbeda. Stasiun 3 menunjukkan tingkat kelimpahan bakteri tertinggi dengan $8,8 \times 10^7$ CFU/mL, stasiun 2 menunjukkan tingkat kelimpahan bakteri tertinggi kedua dengan $2,5 \times 10^7$ CFU/mL, dan stasiun 1 menunjukkan tingkat kelimpahan bakteri terendah dengan $8,4 \times 10^5$ CFU/mL. Tingginya jumlah kelimpahan bakteri pada stasiun 3 ini diduga karena tingginya bahan organik yang terakumulasi di lokasi tersebut. Stasiun 3 berada di perairan laut terbuka yang berhadapan langsung dengan muara sungai, terdapat aktivitas pelelangan ikan dan ekosistem mangrove di sekitar muara sungai yang dapat menyumbangkan bahan organik, terlebih perairan muara merupakan akhiran aliran sungai yang membawa segala zat bahan organik dan sampah dari segala aktivitas di darat maupun di daerah aliran sungai menuju laut. Kecepatan arus laut memiliki peran penting dalam menentukan pola distribusi kelimpahan bakteri di wilayah perairan, karena arus tersebut berpotensi membawa mikroorganisme dari berbagai lokasi. Tingginya kelimpahan bakteri yang terdeteksi di Stasiun 3 diduga berkaitan erat dengan aktivitas arus permukaan laut yang berfungsi sebagai jalur akumulasi bahan organik. Arus ini memungkinkan masuknya material organik dalam jumlah besar ke dalam perairan, sehingga mendukung peningkatan populasi bakteri di lokasi tersebut. Stasiun 3 sendiri berada di wilayah yang berdekatan langsung dengan muara Sungai Baturusa, yang berperan sebagai sumber utama masukan bahan organik. Penelitian Kristiawan *et al.* (2014), menyatakan bahwa kelimpahan bakteri berkorelasi positif dengan

Tabel 1
Uji Biokimia Isolat Bakteri

Isolat	Uji Biokimia								Genus/Spesies
	Katalase	Motilitas	MR	VP	Indol	TSIA	H ₂ S	Sitrat	
S1.ISL1	+	-	-	-	-	+	+	+	<i>Neisseria sp.</i>
S1.ISL2	+	-	-	+	-	++	-	-	<i>Actinobacillus lignieresii</i>
S1.ISL3	+	+	-	+	-	+	-	+	<i>Enterobacter aerogene s</i>
S2.ISL1	+	+	-	+	-	+	-	+	<i>Enterobacter cloacae</i>
S2.ISL2	+	+	+	-	-	+	-	-	<i>Bacillussp. sp.</i>
S2.ISL3	+	+	-	-	-	+	-	-	<i>Bacillussp. sp.</i>
S2.ISL4	+	-	-	+	-	+	-	-	<i>Actinobacillus rossii</i>
S2.ISL5	+	+	-	+	-	++	-	-	<i>Bacillussp. sp.</i>
S2.ISL6	+	+	-	+	-	+	-	-	<i>Bacillussp. sp.</i>
S3.ISL1	+	-	-	+	-	+	+	+	<i>Acinetobacter</i>
S3.ISL2	+	+	+	-	-	+	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
S3.ISL3	+	-	+	+	-	+	+	-	<i>Actinobacillus lignieresii</i>
S3.ISL4	+	+	-	-	-	+	-	-	<i>Alcaligenes sp.</i>
S3.ISL5	+	+	-	-	-	+	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
S3.ISL6	+	-	-	-	-	+	-	+	<i>Enterobacter asburiae</i>
S3.ISL7	+	-	-	-	-	++	-	-	<i>Halomonas sp.</i>

Sumber : Data Primer Diolah, 2023

konsentrasi bahan organik, di mana semakin tinggi kadar bahan organik maka semakin besar pula jumlah bakteri yang ditemukan. Didukung oleh penelitian Kurniawan et al. (2018) dimana sampah organik dapat menjadi media yang optimal untuk proses pertumbuhan mikroorganisme, termasuk bakteri. Nilai kelimpahan bakteri ditunjukkan pada Tabel 3.

Potensi biodegradasi mikroplastik menggunakan isolat bakteri pada *Winogradsky Column* yang terdapat sampel plastik *low density polyethylene* (LDPE) selama 30 hari berpengaruh terhadap berat plastik LDPE dengan menghitung persentase penurunan berat (%). Setelah 30 hari, persentase penurunan berat plastik terbesar terdapat pada *Winogradsky Column* stasiun 3 sebesar 0,2 %. Penelitian ini menunjukkan bahwa isolat bakteri mengeluarkan enzim spesifik yang mampu menurunkan berat plastik LDPE.

Penelitian yang dilakukan Sriningsih A (2015), biodegradasi plastik polietilena putih dipelajari menggunakan jenis mikroorganisme yang berbeda, yaitu *Bacillus sp.* Hasil yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan penelitian ini, di mana persentase kehilangan berat plastik selama masa inkubasi 6 minggu (± 42 hari) adalah 4% dan meningkat menjadi 5% selama masa inkubasi 12 minggu (3 bulan). Nilai persentase degradasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Pengukuran kualitas perairan estuari Baturusa pada Tabel 5. Dapat diketahui kondisi perairan pada ketiga stasiun memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dan masih dalam kategori baik untuk mendukung pertumbuhan bakteri. Suhu pada perairan estuari Baturusa berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Tabel 2
Morfologi Isolat Bakteri

Isolat	Morfologi koloni				Morfologi sel	
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Gram	Bentuk sel
S1.ISL1	Circular	Entire	Raised	Krem	-	Kokus
S1.ISL2	Circular	Entire	Raised	Krem	-	Basil pendek
S1.ISL3	Circular	Entire	Flat	Krem	-	Basil pendek
S2.ISL1	Circular	Entire	Flat	Putih Kusam	-	Basil pendek
S2.ISL2	Circular	Entire	Raised	Krem	+	Basil pendek
S2.ISL3	Circular	Entire	Raised	Krem	+	Basil pendek
S2.ISL4	Circular	Entire	Raised	Putih Kusam	-	Basil pendek
S2.ISL5	Circular	Entire	Raised	Putih Kusam	+	Basil pendek
S2.ISL6	Circular	Entire	Raised	Krem	+	Basil pendek
S3.ISL1	Circular	Entire	Raised	Krem	-	Basil pendek
S3.ISL2	Circular	Entire	Raised	Krem	+	Basil pendek
S3.ISL3	Circular	Entire	Raised	Krem	-	Basil pendek
S3.ISL4	Circular	Entire	Flat	Transparan	-	Basil panjang
S3.ISL5	Circular	Entire	Raised	Krem	+	Basil pendek
S3.ISL6	Circular	Entire	Convex	Krem	-	Basil pendek
S3.ISL7	Circular	Entire	Flat	Putih Kusam	-	Basil pendek

Sumber : Data Primer Diolah, 2023

Tabel 3
Kelimpahan Bakteri Pendegradasi

Stasiun	Jumlah Bakteri Pendegradasi (CFU/ml)
1	$8,4 \times 10^5$
2	$2,5 \times 10^7$
3	$8,8 \times 10^7$

Sumber : Data Primer Diolah, 2023

Tabel 4
Nilai Pesentase Degradasi Mikroplastik

Stasiun	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Hasil Pengurangan	% degradasi
1	0,0128	0,0122	0,0006	0,047 %
2	0,0115	0,0105	0,0010	0,087 %
3	0,0160	0,0128	0,0032	0,2 %

Sumber : Data Primer Diolah, 2023

Tabel 5
Kualitas Perairan

Parameter Kualitas Perairan						
Stasiun	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	Kecerahan (cm)	Arus (m/s)	Kedalaman (m)
1	29	6,5	17	95	0,29	1,5
2	28	6	10	32,5	0,41	2,4
3	28	7	27	55	0,29	2,5

Sumber : Data Primer Diolah, 2023

masih dalam kategori normal dan masih dalam teloransi bagi kehidupan biota air yang berkisar antara 28-32 °C. Suhu suatu perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan biota di perairan (Daroini & Arisandi, 2020). Suhu perairan dapat memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bakteri. Suhu perairan yang berfluktuasi dapat secara signifikan mempengaruhi laju pertumbuhan dan aktivitas metabolisme bakteri. Suhu lebih tinggi cenderung akan meningkatkan laju pertumbuhan bakteri karena meningkatkan kecepatan reaksi kimia dan aktivitas enzim dalam tubuh bakteri, namun suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan stres termal dan mengganggu struktur seluler bakteri. Di sisi lain, suhu yang terlalu rendah dapat menghambat aktivitas enzim yaitu reaksi kimia penting dalam tubuh bakteri, dan juga dapat mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan (Suriani, 2013). Hasil pengukuran suhu di dapati nilai berkisar 28-29°C yang mendukung pertumbuhan bakteri dengan golongan mesofilik. Menurut Mardalisa et al. (2021) suhu pertumbuhan mikroba dibedakan atas tiga kelompok yaitu : psikrofilik dengan kisaran suhu pertumbuhan 0-20°C, mesofilik dengan kisaran suhu 20-45°C dan termofilik dengan kisaran suhu pertumbuhan 45°C keatas.

Pengukuran pH pada saat pengambilan sampel diperoleh nilai salinitas pada ke tiga stasiun yang dilakukan pada bulan Maret dengan kisaran antara 6-7. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup nilai pH perairan estuari Baturusa masih dalam kategori normal yang ditetapkan yaitu 6,5-8,5. pH perairan mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Bakteri memerlukan kisaran pH tertentu untuk tumbuh dan bereproduksi. Menurut Mayasari (2020) pertumbuhan bakteri memiliki batas minimum dan maksimum pada rentang pH tertentu, yaitu antara pH 4 hingga 9,

dengan pH optimum berkisar 6,5-7,5. Pada kondisi pH yang rendah, membran sel bakteri mengalami kejenuhan akibat akumulasi ion hidrogen, yang berdampak pada terganggunya proses transportasi melalui membran. Asidosis intraseluler dapat terjadi karena senyawa asam yang tidak terdisosiasi menembus membran sel, kemudian terionisasi di dalam sitoplasma, sehingga menyebabkan perubahan pH internal sel. Perubahan ini dapat menghambat pengangkutan asam amino oleh RNA, yang pada akhirnya menghambat sintesis protein dan mengganggu pertumbuhan bakteri, bahkan berpotensi menyebabkan kematian sel bakteri (Haryati et al. 2015).

Pengukuran salinitas pada saat pengambilan sampel diperoleh nilai salinitas yang berbeda pada ke tiga stasiun yang dilakukan pada bulan Maret dengan kisaran antara 10-27 ‰. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22/2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup nilai salinitas pada Perairan Baturusa masih cenderung alami. Perbedaan nilai salinitas ini disebabkan oleh lokasi pengukuran salinitas yang berbeda, dimana stasiun 1 dengan nilai 10‰ berada di perairan yang sangat jauh dari muara sungai, stasiun 2 dengan nilai 17‰ berada cukup dekat dari muara sungai dan stasiun 3 dengan nilai 27‰ berada di perairan laut terbuka yang berhadapan langsung dengan muara sungai. Salinitas perairan dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, nilai salinitas terlalu tinggi dapat memberikan tekanan osmosis yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan kadar air dan garam dalam sel bakteri (Agustono et al., 2012). Nilai salinitas yang di peroleh dari ketiga stasiun dinilai masih dapat mendukung pertumbuhan bakteri. Menurut Daroini, T. A., & Arisandi, (2020) bakteri dapat tumbuh dengan normal pada nilai salinitas 20-60 ‰. Bakteri laut membutuhkan garam (NaCl) untuk pertumbuhannya, sehingga bakteri laut

digolongkan ke dalam kelompok bakteri halofilik. Bakteri yang dapat tumbuh pada salinitas 10-27 ‰ termasuk ke dalam bakteri halofilik moderat yaitu bakteri yang untuk pertumbuhannya memerlukan 5-30 ‰ NaCl (Sabdaningsih & Lunggani, 2020).

Hasil pengukuran tingkat kecerahan di perairan estuari Baturusa menunjukkan variasi antar stasiun, dengan kisaran antara 32,5 hingga 95 cm. Merujuk pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, tingkat kecerahan tersebut tergolong rendah karena berada di bawah 1 meter. Namun demikian, menurut Kordi dan Tancung (2013), nilai kecerahan sebesar 30-50 cm yang diperoleh melalui pengukuran menggunakan cakram secchi masih memungkinkan untuk mendukung kehidupan beberapa jenis biota akuatik. Oleh karena itu, tingkat kecerahan di estuari Baturusa dapat dikategorikan layak untuk menopang eksistensi biota tertentu.

Hasil pengukuran arus di tiga stasiun menunjukkan kisaran kecepatan antara 0,29 hingga 0,41 m/s. Kecepatan arus berperan penting dalam memengaruhi distribusi bakteri dan polutan di lingkungan perairan, termasuk mikroplastik. Arus laut diketahui dapat mempercepat proses fragmentasi plastik menjadi mikroplastik melalui mekanisme fisik. Menurut Layn et al. (2020) dalam penelitiannya melaporkan adanya korelasi yang sangat kuat antara kecepatan arus dengan kelimpahan mikroplastik di perairan. Kecepatan arus merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pendegradasian plastik melalui proses mekanik. Selain itu menurut (Ayuningtyas et al., 2019) mengatakan kecepatan arus yang kuat dapat memudahkan terjadinya perpindahan mikroplastik dari kolom air berpindah ke tempat lainnya. Selain itu, menurut Susanti (2021) arus dengan kecepatan tinggi dapat meningkatkan proses adveksi dan difusi, sehingga mempercepat penyebaran massa air yang

mengandung polutan menuju perairan lepas. Dengan demikian, arus laut berperan signifikan sebagai agen penyebaran dan pengenceran bahan pencemar serta zat organik di laut.

Pengukuran kedalaman dari ketiga stasiun didapati nilai yang cukup bervariasi antar stasiun yaitu berkisar 1,5 – 2,5 meter. Berdasarkan kajian Mardalisa et al. (2021), tingkat kedalaman suatu perairan memengaruhi ketersediaan oksigen terlarut, di mana perairan dangkal cenderung memiliki konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dibandingkan perairan yang lebih dalam. Kondisi ini berimplikasi terhadap dominasi jenis bakteri di lingkungan tersebut, baik yang bersifat aerob maupun anaerob.

SIMPULAN

Bakteri pendegradasi mikroplastik yang terisolasi dari estuari Baturusa pulau Bangka didapatkan sebanyak 16 isolat yang termasuk dalam 7 genus meliputi *Neisseria*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Acinetobacter*, *Actinobacillus*, *Alcaligenes* dan *Halomonas*. Jumlah total bakteri tertinggi ditemukan di stasiun 3, total bakteri tertinggi kedua terdapat pada stasiun 2, dan total bakteri terendah terpadat pada stasiun 1. Nilai persentase degradasi mikroplastik secara konsorsium tertinggi terjadi pada *Winogradsky Column* stasiun 3. Penelitian lanjutan dengan pendekatan molekuler menggunakan penanda gen 16S rRNA perlu dilakukan guna mengidentifikasi isolat bakteri pendegradasi mikroplastik dari ekosistem estuari Baturusa, Pulau Bangka, hingga tingkat spesies. Selain itu, diperlukan kajian lebih mendalam terkait dengan karakterisasi enzim-enzim yang berperan dalam mekanisme biodegradasi plastik.

DAFTAR PUSTAKA

Agustono, A., Suprpto, H., & Muhajir, M. (2012). Strategi Bakteri Probiotik untuk Menekan Pertumbuhan Bakteri Patogen di dalam Pencernaan Kerapu *Chromileptes altivelis* dengan Memproduksi Beberapa Bakterial Substansi. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan*

- Kelautan*, 4(2), 199–205. <https://ejournal.unair.ac.id/JIPK/article/view/11572>
- Ainiyah, D. N., & Shovitri, M. (2014). Bakteri Tanah Sampah Pendegradasi Plastik dalam Kolom Winogradsky. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2), E63–E66.
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Hikmah Julinda, S., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 41–45. <https://jfmr.ub.ac.id/index.php/jfmr/article/view/188>
- Chee, J., Yoga, S., Lau, N., Ling, S., Abed, R. M. M., & Sudesh, K. (2010). Bacterially Produced Polyhydroxyalkanoate (PHA): Converting Renewable Resources into Bioplastics. In *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology* (pp. 1395–1404). Spanyol: Formatex Research Center.
- Daroini, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(4), 558–566. <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil/article/view/9037>
- Fachrul, M. F., & Rinanti, A. (2018). Bioremediasi Pencemar Mikroplastik di Ekosistem Perairan Menggunakan Bakteri Indigenous. *Prosiding Seminar Nasional Kota Berkelanjutan*, 302–312. <https://doi.org/10.25105/psnkb.v1i1.2910>
- Haryati, S., Hamzah, F., & Restuhadi, F. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Riau*, 2(1), 1–10.
- Haward, M. (2018). Plastic Pollution of the World 's Seas and Oceans as a Contemporary Challenge in Ocean Governance. *Nature Communications*, 9(667). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03104-3>
- Jambeck, J. R., Roland, G., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://jambeck.engr.uga.edu/wp-content/uploads/2022/02/science.1260352-Jambeck-et-al-2015.pdf>
- Kristiawan, D., Widyorini, N., & Haeruddin. (2014). Hubungan Total Bakteri dengan Kandungan Bahan Organik dengan Total Bakteri di Muara Kali Wiso, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(4), 24–33. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares/article/view/7028>
- Kurniawan, A., Wirasembada, Y. C., Razaad, I. M. N., Novriansyah, A., Rafi, M., & Effendi, A. J. (2018). Hidrokarbon Aromatik Polisiklik pada Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi: Tinjauan Pertumbuhan Mikro-Organisme, Proses Metabolisme dan Biodegradasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 9–24. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.9-24>
- Layn, A. A., Emiyarti, & Ira. (2020). Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen Di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 5(2), 115. <https://doi.org/10.33772/js1.v5i2.12165>
- Mardalisa, Fatwa, E. B., Yoswaty, D., Feliatra, Effendi, I., & Amin, B. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Indigenous Pendegradasi Plastik dari Perairan Laut Dumai Provinsi Riau Isolation and Identification of Indigenous Plastic-Degrading Bacteria from Dumai 's Ocean Water of Riau Province. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(1), 77–85.
- Mayasari, U. (2020). *Mikrobiologi*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Peraturan Pemerintah. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

- Riandi MI, Kawuri R, S. S. (2017). Potential of *Pseudomonas* sp. and *Ochrobactrum* sp. Isolated from Various Soil Sample as Degrading Bacteria of High Density Polyethylene (HDPE) and Low Density Polyethylene (LDPE) Plastic. *Jurnal Simbiosis*, 5(2), 58–63.
- Sabdaningsih, A., & Lunggani, A. T. (2020). Isolasi dan Karakterisasi Morfologi Bakteri Halofilik dari Bledug Kuwu, Kabupaten Grobogan. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 22(1), 46–52. <https://doi.org/10.14710/bioma.22.1.46-52>
- Setiawan, H., & Subiandono, E. (2015). Concentration of Heavy Metals in Water and Sediment in Coastal Waters of South Sulawesi Province. *Forest Rehabilitation Journal*, 3(1), 67–69.
- Sriningsih A, S. M. (2015). Potensi isolat bakteri *Pseudomonas* sebagai pendegradasi plastik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 67–70.
- Sukmawati. (2018). Total Microbial Plates on Beef and Beef Offal. *Bioscience*, 2(1), 22–28. <https://doi.org/10.24036/02018219825-0-00>
- Suriani, S., Soemarno, & Suharjono. (2013). Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju Pertumbuhan 5 Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang Diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *J Pal*, 3(2), 58–62.
- Susanti, S. (2021). Analisis Pencemaran Mikroplastik Dan Logam Berat Pb Pada Perairan Baturusa Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6 (1), 104–114.
- Wulandari, N., Irfan, M., & Saragih, R. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria dari Rizosfer Kebun Karet Rakyat. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 35(3), 57–64. <https://journal.uir.ac.id/index.php/dinamikapertanian/article/view/4565>