

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

Mardalisa^{1*}, Eza Buana Fatwa¹, Dessy Yoswaty¹,
Feliatra¹, Irwan Effendi¹, Bintal Amin¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
email:mardalisa@lecturer.unri.ac.id

(Received: 1 Maret 2021; Accepted: 30 Maret 2021)

ABSTRAK

Salah satu strategi dan pendekatan untuk mengendalikan dampak mikroplastik adalah dengan teknologi bioremediasi yang memanfaatkan potensi mikroba atau bakteri indigenous. Perairan laut Dumai saat ini menunjukkan kondisi pencemaran mikroplastik yang cukup tinggi, kondisi ini memungkinkan terdapatnya potensi bakteri indigenous yang adaptif terhadap lingkungan plastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi potensi bakteri indigenous untuk mendegradasi plastik dari perairan laut Dumai serta mengetahui perbedaan jumlah bakteri yang terdapat diantara stasiun penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2020 dengan metode eksperimen di Laboratorium Mikrobiologi Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Uji degradasi plastik menggunakan PET berukuran 1 x 1 cm yang dimasukkan ke dalam media TSB kontrol dan media TSB yang terdapat isolat bakteri. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan 12 isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari stasiun penelitian. Isolat bakteri tersebut memiliki diameter yang berkisar antara 0,2-1,1 cm. Hasil uji degradasi plastik oleh bakteri didapati bahwa ISL 10 merupakan isolat yang menunjukkan aktivitas degradasi PET tertinggi, yaitu sebesar 17,27% dengan diameter pembentukan biofilm sebesar 0,8 cm. Berdasarkan uji biokimia dan morfologi mikroba diketahui bahwa bakteri ISL 10 merupakan bakteri dari genus *Bacillus*. Koloni bakteri terbanyak terdapat pada stasiun IV (TPI) dengan jumlah rata-rata bakteri $214,9 \times 10^4$ CFU/ml.

Kata Kunci: Bakteri Indigenous, Biofilm, Mikroplastik, Plastik PET, Perairan Laut Dumai

ABSTRACT

One of the interesting and environmentally friendly microbiology strategies and approaches to control the impact of microplastics is to approach bioremediation technology by harnessing the potential of microbes or indigenous bacteria (local bacteria). Dumai sea waters currently show a high enough of microplastic pollution which allows the potential of indigenous bacteria to adapt to a plastic environment. The purpose of this study is to isolate and identify indigenous bacteria to degrade plastics from the sea waters of Dumai and to know whether or not there is a difference in the number of bacteria found between stations in this study. This research was conducted in October-December 2020 with experimental methods at the Marine Microbiology Laboratory Faculty of Fisheries and Marine Science Universitas Riau. Based on the results of the study, 12 bacterial isolates were isolated from the research stations. Isolates of these bacteria have diameters ranging from 0.2-1.1 cm. Microplastic degradation test results by bacteria found that ISL 10 is an isolate that shows the highest PET degradation activity, which is 17.27% and the diameter of biofilm formation 0.8 cm. Based on biochemical and morphological tests, similar results were obtained that ISL 10 bacteria are a bacterium of the genus *Bacillus*. The most bacterial colonies were seen in station IV (TPI) with an average number of bacteria of 214.9×10^4 CFU/ml.

Keyword: Microplastics, Indigenous, Isolate, Identification, Degradation, Biofilm.

1. Pendahuluan

Dumai merupakan salah satu daerah industri dan padat penduduk di Provinsi Riau. Perairan laut Dumai sendiri merupakan kawasan pesisir Provinsi Riau yang berhadapan dengan perairan internasional Selat Malaka (RJIPM, 2017). Kondisi geografis yang strategis ini menjadikan perairan Dumai rentan mengalami pencemaran baik itu dari hasil limbah industri maupun limbah rumah tangga hasil aktivitas antropogenik masyarakat setempat. Salah satu bahan pencemar yang kerap ditemukan ialah sampah plastik.

Plastik merupakan salah satu bahan yang pada saat ini paling banyak digunakan dan terintegrasi secara luas kedalam gaya hidup masyarakat serta memberikan kontribusi besar pada hampir semua bidang produk dan jasa. Salah satu ancaman serius akibat keberadaan limbah plastik adalah mikroplastik. Mikroplastik sendiri merupakan potongan plastik yang berukuran sangat kecil (<5 mm) dan berbahaya bagi lingkungan. (Dwiyotno et al., 2018).

Keberadaan mikroplastik yang masuk ke perairan laut dapat menjadi zat pencemar yang membahayakan kelangsungan hidup biota laut karena mikroplastik itu berpotensi termakan oleh biota laut yang berada dalam ekosistem tersebut. Selain itu mikroplastik juga dapat menjadi pembawa kontaminan berbahaya baik yang bersifat anorganik maupun organik.

Pada dasarnya penanganan limbah mikroplastik di suatu perairan sudah banyak dikaji dari segi fisika dan kimia, namun langkah penanganan pencemaran perairan dalam bidang mikrobiologi masih sangat minim dilakukan, padahal sebenarnya penanganan secara mikrobiologi dapat dinilai efektif karena tidak menimbulkan efek samping pada lingkungan dan tidak menghasilkan racun atau blooming.

Menurut Chee (2010) beberapa penelitian telah menyebutkan bahwa terdapat beberapa bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi polimer mikroplastik, diantaranya; *Azotobacter*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* sp., *Ralstonia eutropha*, *Halomonas* sp. Bakteri-bakteri tersebut menggunakan enzim dalam proses degradasi mikroplastik.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang isolasi dan identifikasi bakteri indigenous dari perairan laut Dumai untuk mengendalikan permasalahan terkait dengan degradasi mikroplastik di perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri indigenous dari perairan laut Dumai sebagai pengurai atau pendegradasi limbah mikroplastik serta mengetahui ada tidaknya perbedaan jumlah bakteri yang terdapat antar stasiun dalam penelitian ini.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini terbagi atas beberapa tahapan yaitu pengambilan sampel di lapangan dan analisis sampel di laboratorium yang telah dilaksanakan mulai dari bulan Oktober hingga bulan Desember 2020. Pengambilan sampel dilakukan di perairan laut Kota Dumai. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Uji Molekuler dan *sekuensing* dilakukan di PT. Genetika Science Indonesia Jakarta Barat.

2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana air dari perairan laut Dumai digunakan sebagai sampel penelitian dan dilakukan isolasi bakteri potensial. Isolat terpilih dilakukan proses identifikasi melalui uji biokimia, uji biodegradasi dan uji biofilm bakteri pada media TSB selama 30 hari.

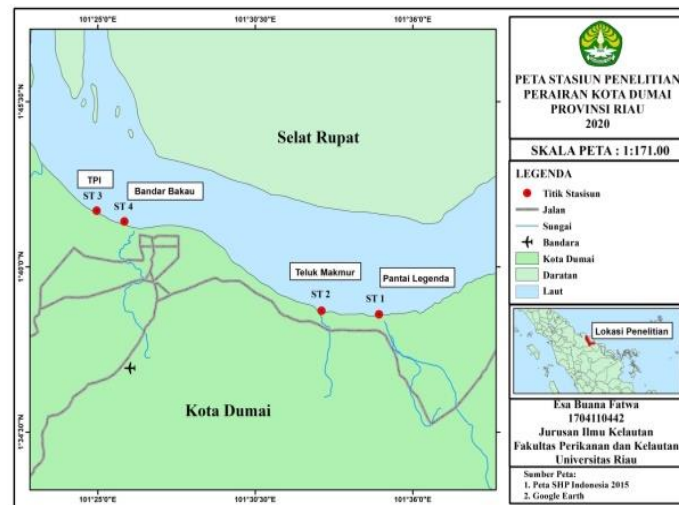
2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Penentuan Titik Sampling

Penentuan lokasi dan titik sampling penelitian ini ditentukan dengan cara *purposive sampling*. Lokasi Pengambilan sampel dibagi atas 4 (empat) stasiun, 2 stasiun terletak di Kecamatan Dumai Timur dan 2 stasiun lainnya terletak di Kecamatan Dumai Barat yang diduga mengalami pencemaran sampah plastik, yaitu Pantai Legenda Pelintung (kawasan industri), Teluk Makmur (kawasan wisata), Muara Bandar Bakau Kota Dumai (kawasan konservasi dan ekowisata) dan Pelabuhan Tempat Pelelangan Ikan (TPI)

Kota Dumai (kawasan dekat pemukiman warga) Setiap stasiun dibagi atas 3 (tiga) titik

sampling dengan jarak antar titik sampling adalah 50 meter (Gambar 1)



Gambar 1. Peta Lokasi Stasiun Penelitian

2.3.2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil air laut sebanyak 20 L, kemudian disaring beberapa kali menggunakan alat plankton net hingga didapatkan sampel air laut sebanyak 1 L. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam botol sampel lalu disimpan di dalam cool box pada suhu sekitar 40.

2.3.3. Pengukuran Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur, yaitu:

- Suhu.** Pengukuran suhu permukaan perairan dilakukan menggunakan *therometer*.
- Salinitas.** Pengukuran Salinitas dengan menggunakan *hand refractometer*.
- Derajat Keasaman (pH).** Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH indikator
- Kecerahan.** Kecerahan diukur dengan cara menurunkan *secchi disk* ke dalam perairan hingga *secchi disk* tidak terlihat lagi oleh pandangan mata, kemudian kedalamannya dicatat tepat pada saat *secchi disk* menghilang.
- Kecepatan Arus.** Kecepatan arus diukur dengan menggunakan *current drouge* bersamaan dengan stopwatch yang diaktifkan.

2.3.4. Isoasi Bakteri Indigenous

Pada tahap isolasi, sampel air laut yang telah dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi

Laut kemudian dihomogenkan terlebih dahulu menggunakan *vortex* lalu dimasukkan ke dalam larutan fisiologis (NaCl 0,9%). Selanjutnya dilakukan pengenceran dengan menggunakan metode seri pengenceran yang dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 ml sampel kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama yang berisi 9 ml larutan fisiologis sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} dan selanjutnya diambil lagi 1 ml dari tabung pengenceran 10^{-1} kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua yang berisi 9 ml larutan fisiologis untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , demikian seterusnya sampai pengenceran 10^{-6} (Effendi, 2020).

Perhitungan bakteri *indigenous* menggunakan metode TPC (*total plate count*) yaitu perhitungan yang dinyatakan dengan rumus yaitu:

$$\text{Jumlah Bakteri} \left(\frac{\text{Cfu}}{\text{ml}} \right) = A \times \frac{0,1}{B}$$

Keterangan :

A = Jumlah Koloni

B = Faktor Pengenceran

2.3.5. Uji Morfologi dan Biokimia Bakteri

Pengamatan morfologi koloni dilakukan dengan cara mengukur diameter koloni, mengamati warna, bentuk, pinggiran dan permukaan koloni (Yoswaty, 2014). Sedangkan untuk uji biokimia terdiri dari pewarnaan Gram, katalase, oksidase, motilitas, indol, MR-VP dan uji H₂S.

2.3.6. Uji Degradasi dan Pembentukan Biofilm

Uji biodegradasi limbah mikroplastik dilakukan untuk melihat persentase pengurangan sampel plastik PET oleh bakteri pendegradasi yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

1. Sampel limbah plastik ukuran 1cm x 1cm ditimbang berat awalnya, dicuci dengan akuades steril dan disemprot dengan alkohol 70% (Fachrul dan Astri, 2018).
2. Selanjutnya sampel plastik dimasukkan kedalam botol sampel kaca secara aseptik yang berisi media TSB sebanyak 50 ml.
3. Kemudian diinokulasi sebanyak 2 lup isolat bakteri indigeous ke media tersebut, di shaker pada suhu ruang dengan agitasi 130 rpm selama 30 hari.
4. Setelah 30 hari diletakkan di shaker, sampel sampah plastik dicuci dengan akuades steril dan disemprot dengan alkohol 70%.
5. Sampel sampah plastik dikering udarakan kemudian ditimbang berat akhirnya.
6. Potongan plastik PET ditimbang menggunakan neraca *analytical balance*.
7. Penentuan persentase degradasi sampel limbah plastik oleh bakteri indigenous dihitung menggunakan rumus:

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

Sedangkan untuk uji pembentukan biofilm dilakukan selama 30 hari bersamaan dengan tahapan pada uji degradasi. Pembentukan film oleh bakteri ditandai dengan tidak terbentuknya zona hambatan selama pengamatan berlangsung dan mampu tumbuh pada kondisi senyawa toksik, menyisihkan senyawa pencemar mikroplastik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Parameter Kualitas Perairan

pengukuran kualitas perairan laut Dumai pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa kondisi perairan pada keempat stasiun masih dalam kategori baik dan mendukung untuk pertumbuhan bakteri indigenous. Nilai rata-rata suhu berkisar antara 29,7-31,7°C. Menurut Tanjung (2017) bahwa kisaran suhu yang umum bagi kehidupan mikroba adalah 0-90°C.

Pada pengukuran pH (derajat keasaman) didapatkan nilai rata-rata antara 5-6. Hal ini

menunjukkan bahwa nilai pH pada lokasi penelitian bersifat asam. Tinggi rendahnya pH perairan tergantung pada beberapa faktor seperti konsentrasi gas-gas dalam perairan salah satunya adalah CO₂, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, serta proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan.

Tabel 1. Pengukuran Kualitas Perairan

| Stasiun | Ulangan | Parameter Kualitas Perairan | | | | | |
|--|------------------|-----------------------------|----------|-----------------|----------------|-------------|---------------|
| | | Suhu (°C) | pH | Salinitas (ppt) | Kecerahan (cm) | Arus (m/dt) | Kedalaman (m) |
| I (Pantai Legenda Peiluntung) | 1 | 32 | 5 | 30 | 50 | 0,2 | 1,67 |
| | 2 | 31 | 5 | 30 | 40 | 0,06 | 1,78 |
| | 3 | 32 | 5 | 31 | 45 | 0,12 | 1,10 |
| | Rata-rata | 31,7 | 5 | 30,3 | 46,7 | 0,13 | 1,52 |
| II (Teluk Makmur) | 1 | 31 | 6 | 30 | 50 | 0,08 | 0,48 |
| | 2 | 29 | 6 | 33 | 80 | 0,15 | 1,18 |
| | 3 | 29 | 6 | 32 | 73 | 0,12 | 0,97 |
| | Rata-rata | 29,7 | 6 | 31,7 | 67,7 | 0,12 | 0,88 |
| III (Bandar Bakau) | 1 | 30 | 5 | 30 | 65 | 0,17 | 0,93 |
| | 2 | 32 | 5 | 30 | 45,5 | 0,11 | 0,91 |
| | 3 | 32 | 5 | 30 | 68 | 0,15 | 0,88 |
| | Rata-rata | 31,3 | 5 | 30 | 59,5 | 0,14 | 0,91 |
| IV (TPI) | 1 | 30 | 5 | 30 | 62,5 | 0,15 | 1,19 |
| | 2 | 32 | 5 | 30 | 65 | 0,18 | 1,41 |
| | 3 | 32 | 5 | 30 | 47,5 | 0,11 | 1,03 |
| | Rata-rata | 31,3 | 5 | 30 | 58,3 | 0,14 | 1,21 |

Pengukuran salinitas didapatkan rata-rata 30-31,7 ppt. Perubahan salinitas atau kadar garam dapat mempengaruhi kadar air dalam tubuh mikroba (Agustono dan Muhajir, 2012). Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmotik yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Pengukuran tingkat kecerahan nilai rata-rata yang cukup bervariasi antar stasiun yaitu berkisar antara 46,7-67,7 cm. Berdasarkan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup (2004) nilai kecerahan ini termasuk rendah karena berada pada angka < 1 meter. Namun menurut Kordi dan Tancung (2013) nilai ambang batas kecerahan antar 30-50 cm yang diukur menggunakan *secchi disk* masih dapat mendukung kehidupan biota tertentu. Dengan demikian rata-rata nilai kecerahan di perairan laut Dumai masih dikategorikan mampu mendukung kehidupan biota.

Nilai kecepatan arus didapatkan rata-rata 0,12-0,14 m/dt. Kecepatan arus juga menentukan alur distribusi dari mikroplastik di perairan laut, dikarenakan arus tersebut dapat memungkinkan hadirnya mikoplastik dari berbagai tempat.

Kedalaman didapati hasil rata-rata yang cukup berbeda disetiap stasiunnya yaitu berkisar antara 0,88-1,52 m. Menurut Kordi dan Tancung (2013) ketersediaan oksigen di dalam air erat kaitannya dengan kedalaman, semakin dangkal perairan maka oksigen akan banyak dan semakin sedikit saat berada di perairan dalam. Hal ini berkaitan dengan sifat bakteri yakni aerob dan anaerob.

3.2. Jumlah Bakteri Indigenous

Bakteri indigenous yang diidolasi dari perairan laut Dumai dihitung koloninya yang seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Bakteri Indigenous

| Stasiun | Titik Sampling | Jumlah Bakteri Indigenous (CFU/ml) |
|---------|----------------|------------------------------------|
| I | 1 | $11,4 \times 10^4$ |
| | 2 | $12,2 \times 10^4$ |
| | 3 | $1,2 \times 10^4$ |
| | Rata-rata | $8,3 \times 10^4$ |
| II | 1 | 15×10^4 |
| | 2 | $28,1 \times 10^4$ |
| | 3 | $46,1 \times 10^4$ |
| | Rata-rata | $29,7 \times 10^4$ |
| III | 1 | $70,6 \times 10^4$ |
| | 2 | $256,3 \times 10^4$ |
| | 3 | 125×10^4 |
| | Rata-rata | $150,6 \times 10^4$ |
| IV | 1 | $179,4 \times 10^4$ |
| | 2 | $229,5 \times 10^4$ |
| | 3 | 236×10^4 |
| | Rata-rata | $214,9 \times 10^4$ |

Keterangan: CFU : Colony Forming Unit

Sementara itu untuk menguji perbandingan rata-rata jumlah bakteri indigenous antar ke-4 stasiun dalam penelitian ini, maka dilakukan uji ANOVA-One Way yang didahului oleh uji Normalitas terlebih dahulu. Hasil dari Uji Normalitas dan ANOVA-One Way. Berdasarkan uji Normalitas. angka signifikan setiap stasiun lebih dari 0,05 ($> 0,05$), hal ini menandakan bahwa data terdistribusi normal dan dapat dilakukan uji lanjut berupa uji ANOVA-One Way. Hasil dari uji ANOVA-One Way menunjukkan angka signifikan sebesar 0,003 atau kurang dari 0,05 ($0,003 < 0,05$), yang artinya rata-rata jumlah bakteri pada keempat stasiun “berbeda” nyata

Menurut Tyas *et al.* (2018) perbedaan jumlah bakteri di suatu kawasan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kondisi lingkungan seperti (salinitas, ph, suhu, kedalaman, kecepatan arus) maupun keberadaan bahan organik yang ada di daerah tersebut. Dari hasil pengamatan rata-rata

jumlah bakteri tertinggi ditemukan pada stasiun IV, yaitu tempat pelelangan ikan yang padat akan serangkaian aktivitas antropogenik sehingga turut menyumbang nutrient tambahan bagi biota perairan disana, selain itu di stasiun IV ini juga masih banyak dijumpai beberapa jenis mangrove yang turut menyumbang bahan organik sebagai nutrient

3.3. Morfologi dan Uji Biokimia

Berdasarkan hasil kultur dan pemurnian secara berulang-ulang maka didapati 12 isolat bakteri yang berbeda berdasarkan identifikasi morfologi koloni. Isolat bakteri yang ditemukan diberi kode ISL (isolat). Pengamatan terhadap morfologi koloni bakteri menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok antara ke-12 isolat bakteri tersebut. Isolat bakteri tersebut memiliki diameter berkisar antara 0,2-1,1 cm.

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui bahwa 2 isolat bakteri memiliki warna putih, 3 isolat bakteri berwarna kuning, 2 isolat bakteri berwarna kuning pekat, 2 isolat bakteri berwarna putih susu, 1 isolat bakteri berwarna kuning terang, dan 2 isolat bakteri lainnya berwarna kuning pucat. Bentuk koloni yang diperoleh diketahui 6 isolat bakteri berbentuk bundar dengan tepian timbul, 3 isolat bakteri berbentuk konsentris, 2 isolat bakteri berbentuk bundar, dan 1 isolat bakteri berbentuk tak beraturan dan menyebar.

Pada pengamatan pinggiran koloni, 4 isolat bakteri memiliki pinggiran licin, 3 isolat bakteri memiliki pinggiran berombak, 3 isolat bakteri memiliki pinggiran tidak beraturan, dan 2 isolat bakteri lainnya memiliki pinggiran berlekuk. Sedangkan pada pengamatan permukaan koloni bakteri 8 isolat bakteri memiliki permukaan timbul, 1 isolat bakteri memiliki permukaan datar, 2 isolat bakteri memiliki permukaan cembung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada prinsipnya uji biokimia dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mereaksikan senyawa kimia sehingga menghasilkan senyawa kimia lain yang dikaitkan dengan sifat bakteri itu sendiri (Reimena, 2016). Pada umumnya, untuk mengetahui adanya reaksi tertentu diperlukan suatu senyawa indikator atau reagen yang berbeda beda tergantung bahan kimia yang ditambahkan.

Dari 12 isolat yang diuji biokimia terdapat perbedaan yang cukup mencolok antar setiap isolat. Terdapat 8 isolat bakteri Gram positif dan 4 isolat Gram negatif katalase 11 positif dan 1 negatif. Berdasarkan pewarnaan Gram juga dapat diketahui bentuk bakteri (Bacil dan Coccus). Sedangkan untuk

uji oksidase 7 positif dan 4 negatif, motilitas positif, indole negatif. Pada uji *Methyl Red* 6 isolat menunjukkan hasil positif dan 6 isolat lainnya menunjukkan hasil negatif, sementara pada uji sulfida semua isolat menunjukkan hasil negatif.

Tabel 3. Morfologi Koloni Bakteri

| No | Nama Isolat | Diameter (cm) | Warna | Bentuk Koloni | Pinggiran | Permukaan |
|----|-------------|---------------|---------------|------------------------|---------------|-----------|
| 1 | ISL1 | 1,1 | Putih | Tak beraturan Menyebar | Tak beraturan | Timbul |
| 2 | ISL2 | 0,2 | Kuning | Bundar | Berombak | Timbul |
| 3 | ISL3 | 0,4 | Kuning pekat | Tepian timbul | Berlekuk | Cembung |
| 4 | ISL4 | 0,3 | Putih susu | Konsentris | Licin | berbukit |
| 5 | ISL5 | 0,2 | Putih | Bundar tepian timbul | Berombak | Timbul |
| 6 | ISL6 | 0,7 | Kuning pucat | Bundar tepian timbul | Licin | Timbul |
| 7 | ISL7 | 0,2 | Kuning Pekat | Tepian timbul | Berlekuk | Timbul |
| 8 | ISL8 | 0,6 | Putih susu | Konsentris | Licin | Timbul |
| 9 | ISL9 | 0,2 | Kuning | Konsentris | Berombak | Cembung |
| 10 | ISL10 | 0,5 | Kuning pucat | Bundar tepian timbul | Tak beraturan | Datar |
| 11 | ISL11 | 0,3 | Kuning | Bundar tepian timbul | Licin | Timbul |
| 12 | ISL12 | 0,8 | Kuning terang | Bundar | Tak beraturan | Timbul |

Tabel 4. Uji Biokimia dari masing masing Isolat

| Kode Isolat | Uji Biokimia | | | | | | |
|-------------|--------------|----------|----------|-----------|-------|------------|------------------|
| | Gram | Katalase | Oksidase | Motilitas | Indol | Methyl red | H ₂ S |
| ISL1 | - (bacil) | + | + | + | - | + | - |
| ISL2 | - (bacil) | + | + | + | - | + | - |
| ISL3 | + (coccus) | + | - | + | - | + | - |
| ISL4 | + (coccus) | + | - | + | - | + | - |
| ISL5 | + (bacil) | + | - | + | - | - | - |
| ISL6 | + (bacil) | + | - | + | - | - | - |
| ISL7 | - (bacil) | + | + | + | - | - | - |
| ISL8 | - (coccus) | + | + | + | - | - | - |
| ISL9 | + (bacil) | + | + | + | - | + | - |
| ISL10 | + (bacil) | + | - | + | - | + | - |
| ISL11 | + (coccus) | + | + | + | - | - | - |
| ISL12 | + (coccus) | + | + | + | - | + | - |

Keterangan : ISL : Isolat, H₂S : Uji sulfida, - : Uji bersifat Negatif, + : Uji bersifat Positif

3.4. Kemampuan Degradasi dan Pembentukan Biofilm

Kemampuan degradasi bakteri indigenous sebagai pendegradasi mikroplastik dalam penelitian ini diperkuat dengan alasan bahwa bakteri yang digunakan sebagai pendegradasi merupakan bakteri yang diisolasi langsung dari kawasan yang terdapat mikroplastik. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yoswati *et al.* (2021) bahwa ditemukan mikroplastik jenis fiber, film dan fragment dari beberapa lokasi di perairan laut Dumai.

Pengamatan terhadap uji biodegradasi dilakukan dengan menghitung persentase

selisih berat awal dan berat akhir sampel plastik setelah diinokulasikan inokulat bakteri. Berdasarkan uji yang telah dilakukan selama 30 hari, didapati beberapa sampel plastik mengalami pengurangan berat dari berat awal. Terdapat 3 isolat bakteri yang mampu melakukan aktivitas degradasi, yaitu ISL 1 sebesar 0,42%, ISL 4 sebesar 0,49% dan ISL 10 sebesar 17,27%. Sementara itu beberapa isolat lainnya tidak menunjukkan hasil degradasi karena tidak menunjukkan pengurangan dari berat awal (Tabel 5.).

Menurut hasil yang didapat tersebut dapat diketahui bahwa ISL 10 merupakan isolat yang menunjukkan aktivitas degradasi

tertinggi, yaitu sebesar 17,27%. Persentase ini termasuk persentase yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan penelitian-penelitian terkait sebelumnya, diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Sriningsih dan

Shovitri (2015) bahwa selama 1 bulan masa inkubasi bakteri *Pseudomonas* sp telah mendegradasi plastik dengan persentase 2,7-4,5%.

Tabel 5. Kemampuan Degradasi Bakteri Indigenous Perairan Laut Dumai

| No | Nama Isolat | Berat awal | Berat Akhir | Hasil Pengurangan | % degradasi |
|----|-------------|------------|-------------|-------------------|-------------|
| 1 | ISL1 | 0,0240 | 0,0239 | 0,0001 | 0,42 |
| 2 | ISL2 | 0,1057 | 0,1057 | 0 | 0 |
| 3 | ISL3 | 0,1097 | 0,1097 | 0 | 0 |
| 4 | ISL4 | 0,0204 | 0,0203 | 0,0001 | 0,49 |
| 5 | ISL5 | 0,1095 | 0,1095 | 0 | 0 |
| 6 | ISL6 | 0,1017 | 0,1017 | 0 | 0 |
| 7 | ISL7 | 0,0221 | 0,0221 | 0 | 0 |
| 8 | ISL8 | 0,0951 | 0,0951 | 0 | 0 |
| 9 | ISL9 | 0,1055 | 0,1055 | 0 | 0 |
| 10 | ISL10 | 0,0278 | 0,0230 | 0,0048 | 17,27 |
| 11 | ISL11 | 0,1085 | 0,1085 | 0 | 0 |
| 12 | ISL12 | 0,0169 | 0,0169 | 0 | 0 |
| 13 | Kontrol | 0,0351 | 0,0351 | 0 | 0 |

Perbedaan kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi polimer plastik juga dipengaruhi oleh beberapa faktor tertentu, seperti kondisi lingkungan dan jenis plastik uji. Hal ini dibenarkan oleh Islami (2018) kemampuan biodegradasi oleh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis substrat, pH, suhu, serta kelembapan yang disesuaikan dengan jenis mikroorganisme yang digunakan. Substrat yang terdiri dari komponen dan ukuran senyawa penyusun merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi degradasi. Degradasi akan berlangsung cepat bila ukuran substrat lebih kecil dan senyawa penyusunnya lebih sederhana.

Pada penelitian ini substrat yang digunakan berupa plastik dari jenis PET, dimana plastik jenis ini memiliki karakteristik yang kuat dan ukurannya pun lebih tebal serta senyawa penyusunnya juga lebih kompleks, hal ini juga diduga menjadi alasan mengapa beberapa isolat bakteri tidak mampu melakukan aktivitas degradasi secara optimum.

Tahapan dalam proses degradasi diawali dengan polimer yang diubah menjadi monomer selanjutnya monomer akan dimineralisasi. Menurut Sriningsih dan Shovitri (2015) polimer harus melalui proses mineralisasi menjadi monomer yang lebih kecil sebelum dapat diserap dan didegradasi dalam sel mikroba, hal ini dikarenakan

sebagian besar polimer terlalu besar untuk memalui membran sel.

Pada umumnya hasil proses degradasi menyebabkan perubahan sifat polimer seperti menghasilkan potongan ikatan polimer, transformasi atau terbentuknya ikatan struktur kimia yang baru. Pemecahan polimer kompleks plastik menjadi senyawa yang lebih sederhana monomer, dimer dan oligomer dengan bantuan enzim ekstraseluler dan intraseluler depolimerase sehingga senyawa tersebut dapat dengan mudah diangkut ke dalam sel bakteri sebagai sumber energi dan karbon (Mohan dan Srivastava, 2014).

Dalam uji degradasi dan pembentukan biofilm digunakan plastik uji ukuran 1 cm x 1 cm. Penggunaan plastik uji ukuran 1 cm x 1 cm dalam penelitian ini merujuk kepada beberapa penelitian terstandarisasi berkaitan dengan uji kemampuan bakteri pendegradasi mikroplastik dengan salah satu indikasi terdapat pambentukan biofilm di atas permukaan plastik uji. Nantinya, ketikan proses degradasi berlangsung plastik tersebut akan dipecah menjadi ukuran-ukuran yang lebih kecil hingga menjadi mikroplastik. Diantara ke-8 isolat yang membentuk biofilm, terdapat sebuah isolat yang memiliki diameter yang lebih tinggi nilainya dibandingkan isolat lainnya. Isolat tersebut adalah ISL 10 dengan diameter 0,8 cm, atau hampir menyelimuti seluruh permukaan plastik yang berukuran 1 cm x 1 cm tersebut (Tabel 6.).

Biofilm dapat mempengaruhi mikroplastik, menyebabkan mikroplastik tenggelam, melayang, atau memecahnya menjadi ukuran yang lebih kecil lagi, biofilm bahkan dapat membuat bau plastik dan rasanya seperti makanan untuk beberapa organisme laut (Amaral *et al.*, 2019). Menurut

Ferguso *et al.* (2010) pembentukan biofilm pada permukaan plastik adalah mode pertumbuhan yang paling disukai oleh para peneliti terkait degradasi mikroplastik, hal ini dikarenakan pembentukan biofilm berperan atas perubahan sifat fisikokimia dari plastik.

Tabel 6. Pembentukan Biofilm oleh Bakteri Indigenous

| No | Nama Isolat | Biofilm | Diameter (cm) |
|----|-------------|---------|---------------|
| 1 | ISL1 | + | 0,4 |
| 2 | ISL2 | + | 0,2 |
| 3 | ISL3 | - | - |
| 4 | ISL4 | + | 0,1 |
| 5 | ISL5 | - | - |
| 6 | ISL6 | - | - |
| 7 | ISL7 | + | 0,3 |
| 8 | ISL8 | - | - |
| 9 | ISL9 | + | 0,2 |
| 10 | ISL10 | + | 0,8 |
| 11 | ISL11 | + | 0,5 |
| 12 | ISL12 | + | 0,2 |
| 13 | Kontrol | - | - |

Beberapa penelitian menyatakan bahwa sifat hidrofobik ini dapat meningkat ketika bakteri dalam keadaan sangat butuh asupan karbon sebagai sumber nutrisinya, sehingga apabila ketersediaan karbon tersebut rendah maka akan mendorong interaksi hidrofobik dan pembentukan biofilm (Yokota *et al.*, 2017).

Pembentukan biofilm pada permukaan plastik dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa tidak terbentuk zona hambatan selama pengamatan, hal ini membuktikan bahwa terdapat 8 isolat bakteri indigenous yang berasal dari laut Dumai yang cukup resisten dan mampu tumbuh pada media yang terpapar mikroplastik, dan terdapat satu isolat bakteri (ISL 10) yang diduga paling potensial untuk menyisihkan senyawa pencemar plastik, hal ini dapat terlihat pada diameter yang terbentuk.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan 12 isolat bakteri indigenous yang berhasil diisolasi dari perairan laut Dumai. Isolat 10 merupakan isolat terbaik yang mampu untuk mendegradasi mikroplastik sebesar 17,27% dan juga merupakan isolat dengan diameter pembentukan biofilm terluas yaitu 0,8 cm yang berasal dari stasiun TPI Kota Dumai.

Hasil identifikasi diketahui bahwa ISL 10 memiliki kemiripan dengan dengan genus *Bacillus*. Rata-rata jumlah bakteri yang ditemukan antar keempat stasiun berdasarkan uji ANOVA-*One Way* adalah berbeda nyata, dengan rata-rata jumlah bakteri tertinggi terdapat pada stasiun IV (TPI Kota Dumai) dengan jumlah $214,9 \times 10^4$ CFU/ml dan jumlah terendah terdapat pada stasiun I dengan jumlah rata-rata bakteri $8,3 \times 10^4$ CFU/ml.

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan berupa identifikasi secara molekuler (16S rRNA), analisis IFTR dan SEM

Daftar Pustaka

- Agustono, S. H. dan Muhajir. (2012). Strategi Bakteri untuk Menekan Pertumbuhan Bakteri Patogen di dalam pengenceran Kerapu *choromileptes altivelis*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 199-205.
- Amaral, L.A., E.R. Zetler dan T J. Mincer. (2019). Life In The "Plastisphere": Microbial Communities on Plastic Marine Debris. *Environ Sci Technol*. 47(13): 7137-7146
- Chee, J.Y. (2010). Bacterially Produced Polyhydroxyalkanoate (PHA) from Triglycerides, Fatty Acids and

- Glycerols. *Journal of Polymer and the Environment*.
- Dwiyotno, J., A. Ambika., D. Mukesh., B. Sumit dan V.U. Parasu. (2018). Biodegradation of Polyethylene and Polypropylene. *Indian Journal of Biotechnology*. 7: 9 – 22.
- Effendi, I. (2020). *Metode Identifikasi dan Klasifikasi Bakteri*. Pekanbaru: Oceanum Press.
- Ferguso, S., K.L. Proskurowski, G. Murphy, E.K. Peacock dan C.M. Reddy. (2010). Ukuran, massa, dan komposisi puing-puing plastik di Samudera Atlantik Utara bagian barat. *Buletin Polusi Laut*. 60: 1873-1878
- Islami, A. N. 2018. Biodegradasi Plastik oleh Mikroorganisme. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(6): 56-57.
- Kordi, M.G. dan B.A. Tancung. (2013). *Pengelolaan kualitas air*. Rhineka cipta. Jakarta, 208 hlm
- Mohan S. K. dan T. Srivastava. (2014). Microbial Deterioration and Degradation of Polymeric Materials. *J.Biochem Tech*, 2(4): 210-215.
- Reimena, R. (2016). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat genus *Pediococcus* sp dari Feses Orang Sumatra (*Pongo abelii*). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Syiah Kuala.
- Rencana Terpadu dan Program Infrastruktur Jangka Menengah. [RJIPM]. (2017). Profil Kota Dumai Tahun 2017-2021.
- Sriningsih, A. dan M. Shovitri. (2015). Potensi Isolat Bakteri *Pseudomonas* sebagai Pendegradasi Plastik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4: 67-69.
- Tanjung, I. (2017). Analisis Komponen Bioaktif dan Antioksidan dari Bulu Babi (*Diedema savignyi*) secara Invitro di Perairan Pulau. *Skripsi*. FKP, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang.
- Tyas, D.E., N. Widyorini dan A. Solohin. (2018). Perbedaan Jumlah Bakteri dalam Sedimen pada Kawasan Bermangrove dan Tidak Bermangrove di Perairan Bernodo, Demak. *Journal of Maqueres*. 7(2): 189-196.
- Yokota, K., H. Waterfield, C. Hastings, E. Davidson, E. Kwietniewski, dan B. Wells. (2017). Finding the Missing Piece of the Aquatic Plastic Pollution Puzzle: Interaction Between Primary Producers and Microplastic. *Limnology and Oceanography Letters*, 2(4): 91-104
- Yoswaty, D., Feliatra, B. Amin, Nursyirwani., Mardalisa, Zientika, E.B. Fatwa dan D. Pakpahan. (2021). Identification of Microplastic Waste in Sea Water, Sediment in the Sea Waters of Dumai City, Riau Province. *Earth and Enviromental Science*. 674: 1755-1315
- Yoswaty, D. (2014). Analisis Bakteri Fecal *Streptococcus* di Perairan Pantai Selat Rupert, Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 19(1): 67-77.