

IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI POLIPROPILEN PADA LIMBAH MASKER DARI TPA PIYUNGAN

IDENTIFICATION OF POLYPROPYLENE DEGRADING BACTERIA IN FACE MASK WASTE FROM PIYUNGAN LANDFILL

Lutfiah Nur Hidayah dan Bernadetta Octavia*

Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

*email korespondensi: b_octavia@uny.ac.id

Submitted: 23 Agustus 2023, Accepted: 22 September 2023

Abstrak

Perilaku menggunakan masker menjadi salah satu perubahan perilaku dampak dari pandemi COVID-19. Hal tersebut berdampak pula pada peningkatan timbunan limbah masker, terutama masker sekali pakai. Timbunan limbah tersebut dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, mengganggu organisme hidup, maupun menyebabkan masalah kesehatan. Masker sekali pakai umumnya menggunakan bahan utama yaitu polipropilen yang memiliki sifat sulit terurai. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya degradasi yang efisien yaitu dengan biodegradasi yang memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen degradasi, salah satunya yaitu bakteri. Penelitian ini menggunakan sampel berupa isolat bakteri limbah masker dari TPA Piyungan. Tahapan yang dilakukan diantaranya yaitu skrining bakteri pendegradasi polipropilen dan identifikasi bakteri yang terseleksi dengan melakukan karakterisasi (morfologi, biokimia, dan uji pertumbuhan). Data karakterisasi digunakan untuk identifikasi bakteri pada tingkat genus menggunakan metode *profile matching* berdasarkan karakter kunci dengan mengacu pada *Bergey's Manual Determinative Bacteriology* serta jurnal ilmiah yang relevan dengan topik penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bakteri yang terdapat pada limbah masker dari TPA Piyungan yang berpotensi dalam mendegradasi polipropilen diantaranya yaitu bakteri *Micrococcus* sp. dan *Streptococcus* sp.. Kemudian, bakteri *Micrococcus* sp. memiliki kemampuan paling baik dalam mendegradasi polipropilen dengan zona bening yang terbentuk sebesar 1,73 mm.

Kata kunci: Identifikasi Bakteri, Limbah Masker, Polipropilen, TPA Piyungan

Abstract

The behavior of wearing a face mask is one of the changes in behavior due to the COVID-19 pandemic. This also has an impact on increasing the accumulation of face mask waste, especially disposable face mask. These waste can cause environmental pollution, disrupt living organisms, and cause health problems. Disposable face mask generally use the main ingredient, namely polypropylene, which has the property of being difficult to degrade. Therefore, an efficient degradation is needed, namely biodegradation which utilizes microorganisms as degradation agents, one of which is bacteria. This study used a sample of bacterial isolates from face mask waste from Piyungan landfill. The steps taken included screening polypropylene degrading bacteria and identification of the selected bacteria by carrying out characterization (morphology, biochemistry, and growth tests). Characterization data was used to identify bacteria at genus level using the profile matching method based on key characters with reference to Bergey's Manual of Determinative Bacteriology and scientific journals relevant to this research topic. The results showed that the types of bacteria found in the face mask waste from Piyungan landfill had the potential to degrade polypropylene including Micrococcus sp. and Streptococcus sp.. Then, Micrococcus sp. has the best ability to degrade polypropylene with a clear zone formed of 1.73 mm.

Keywords: Bacterial Identification, Face Mask Waste, Piyungan Landfill, Polypropylene

Pendahuluan

Pandemi COVID-19 memiliki dampak terhadap perubahan perilaku masyarakat hampir pada semua aspek kehidupan. Salah satu perubahan yang hingga saat ini masih diterapkan oleh masyarakat yaitu menggunakan masker dalam

kegiatan sehari-hari. Masker yang beredar di masyarakat diantaranya yaitu masker kain (*non medis*), masker N95, masker medis (*surgical mask*), dll [1].

Masker medis atau masker sekali pakai dapat diproduksi dari bahan polimer yang berbeda, seperti polipropilen, polyurethane, polyacrylonitrile, polystyrene, polycarbonate, polyethylene, atau polyester [2]. Masker sekali pakai umumnya terdiri dari 3 lapisan kain dengan kerapatan yang berbeda. Masker umumnya berbahan dasar polipropilen yang merupakan kain *non woven* (non-tenun) dari bahan polimer yang bersifat termoplastik, terutama polipropilen [3]. Bahan tersebut relatif murah dan memiliki viskositas leleh yang rendah sehingga mudah diproses. Lapisan dalam dan luar masker terbuat dari polipropilen *spunbond*, sedangkan lapisan tengah dari polipropilena yang meleleh [4].

Polipropilen (PP) merupakan salah satu jenis plastik yang sering digunakan dalam berbagai industri [5]. Polipropilen bersifat tahan terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat makanan, botol minum, peralatan makan, dll [6]. Jenis plastik ini termasuk ke dalam bahan yang sulit untuk terurai karena memiliki stabilitas struktural yang tinggi [7].

Salah satu hal yang tidak dapat dihindari sebagai dampak banyaknya orang yang memakai masker adalah adanya peningkatan timbunan limbah masker, terutama masker sekali pakai. Timbunan limbah masker sekali pakai sama saja dengan timbunan plastik PP sehingga limbah tersebut sulit untuk terurai secara alami. Limbah masker secara perlahan dapat terpecah menjadi partikel yang lebih kecil (<5 mm) dan dapat membentuk sumber mikroplastik baru yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan serta mengancam organisme hidup, khususnya biota laut [8]. Selain itu, limbah tersebut juga dapat berdampak negatif bagi kesehatan masyarakat karena dimungkinkan terdapat patogen seperti virus, bakteri, maupun fungi [9]. Limbah masker perlu dipilah terlebih dahulu sebelum limbah masuk atau dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Indonesia memiliki TPA yang tersebar di berbagai wilayah, salah satunya yaitu TPA wilayah DIY, TPA Piyungan, yang terletak di Kelurahan Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, DIY.

Dua metode paling umum untuk menangani sampah adalah dengan cara membuangnya ke tempat pembuangan sampah atau membakarnya. Namun, hal tersebut dapat menimbulkan emisi berbagai senyawa beracun ke udara sehingga pembakaran dan pembuangan secara luas dianggap sebagai metode pengolahan limbah yang merusak lingkungan [10]. Metode pengolahan limbah yang

efisien sangat penting untuk menghadapi peningkatan konsumsi masker dan polusi mikroplastik setiap tahunnya. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu biodegradasi yang memanfaatkan organisme hidup, khususnya mikroorganisme sebagai agen pendegradasi [11].

Degradasi masker sekali pakai sama dengan degradasi plastik PP karena bahan utama dari masker yaitu polipropilen. Upaya degradasi limbah tersebut dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme, yaitu bakteri. Berdasarkan penelitian Jeon dkk [7], bakteri *Lysinibacillus* sp. dapat mengurangi berat polipropilen sekitar 4% selama 26 hari. Sedangkan bakteri *Bacillus cereus* dan *Sporosarcina globispora* dapat mendegradasi plastik PP sebesar 12% dan 11% selama 40 hari [12]. Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Putri (2022) dengan sampel berupa tanah yang diambil dari TPA Piyungan, ditemukan beberapa bakteri tanah dengan genus *Staphylococcus*, *Sarcina*, *Bifidobacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, dan *Enterococcus*. Berbagai jenis bakteri tersebut memiliki peran masing-masing. Bakteri tersebut dapat berperan dalam proses degradasi sampah di TPA.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri yang terdapat pada limbah masker dari TPA Piyungan yang berpotensi dalam mendegradasi polipropilen serta mengetahui jenis bakteri limbah masker dari TPA Piyungan yang memiliki kemampuan paling baik dalam mendegradasi polipropilen.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Yogyakarta pada bulan Januari 2023 hingga Juni 2023. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu isolat bakteri yang dipilih dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan besarnya OD sebanyak 10 isolat dari total populasi bakteri limbah masker dari TPA Piyungan. Sampel isolat didapatkan dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNY.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu cawan petri (*petri dish*), tabung reaksi, *Laminar Air Flow* (LAF), autoklaf, jarum ose, *beaker glass*, inkubator, vorteks, mikroskop, erlenmeyer, hot plate, magnetic stirrer, kaca preparat, mikropipet, bunsen, pH meter, tabung durham, dan botol sampel. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu isolat murni bakteri limbah masker yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi

FMIPA UNY, aquades, etanol, spiritus, media *nutrient agar* (NA), NaCl, pewarna gram bakteri, H₂O₂, iodium, media SIM, KOH 40%, alpha naphthol 5%, media *sulfide indole motility* (SIM), media gelatin agar, media *nutrient broth* (NB), metil red, glukosa, sukrosa, fruktosa, mannitol, maltosa, galaktosa, laktosa, phenol red, media *lysine iron agar* (LIA), media *simmon citrate*, starch, malachite green, dan larutan kovac. Pelaksanaan penelitian terdiri dari persiapan alat, peremajaan isolat bakteri limbah masker, persiapan bubuk polipropilen (PP), skrining isolat bakteri pendegradasi polipropilen, uji degradasi polipropilen, serta karakterisasi dan identifikasi isolat bakteri terpilih.

Persiapan bubuk polipropilen (PP) dilakukan dengan cara menyiapkan 5 gram biji PP dan dilarutkan ke dalam 150 mL xylene. Campuran dibiarkan selama \pm 2 hari dengan sesekali dipanaskan untuk mempercepat pelarutan biji PP. Pasta PP kemudian ditambahkan dengan etanol 96% untuk menghilangkan xylene. Campuran tersebut diuapkan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga kering. Serbuk kasar yang terbentuk kemudian dihaluskan menggunakan alu dan mortar serta disaring menggunakan ayakan 40 mesh untuk mendapatkan serbuk terbaik.

Skrining isolat bakteri pendegradasi polipropilen dilakukan dengan menginokulasi isolat bakteri uji ke dalam media *Mineral Salt Medium Agar* (MSMA) yang ditambahkan dengan 0,2% bubuk PP dan diletakkan pada cawan petri. Komposisi media tersebut yaitu 1,8 gram K₂HPO₄; 4 gram NH₄Cl; 0,2 gram MgSO₄.7H₂O; 0,01 gram FeSO₄.7H₂O; 0,1 gram NaCl; 0,2 % bubuk PP; dan 15 gram agar yang kemudian dilarutkan ke dalam 1 Liter akuades serta disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, 1 atm selama 15 menit. Inokulasi dilakukan menggunakan metode titik dan diinkubasi selama 3 minggu pada suhu ruang.

Isolat yang berhasil tumbuh pada media MSMA + 0,2% PP dilanjutkan ke uji pembentukan zona bening untuk melihat kemampuannya dalam mendegradasi PP. Uji degradasi dilakukan dengan menambahkan larutan Coomassie blue 0,1% dan larutan *destaining* pada media. Larutan Coomassie blue 0,1% dibuat dengan komposisi yaitu 0,1% Coomassie blue R-250 ditambahkan ke dalam 40% metanol, 10% asam asetat, dan 50% akuades. Sedangkan larutan *destaining* dibuat dengan komposisi 40% metanol, 10% asam asetat, dan 50% akuades. Setelah masa inkubasi selesai, tiap cawan petri ditambahkan dengan larutan Coomassie blue 0,1% dan dibiarkan selama 20 menit. Kemudian, larutan tersebut dibuang dan cawan petri diberi

larutan *destaining* selama 20 menit [13]. Zona bening yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong. Bakteri terlipih diambil berdasarkan besarnya diameter zona bening yang terbentuk (paling besar).

Bakteri yang terpilih kemudian dikarakterisasi untuk mendapatkan karakter yang nantinya digunakan dalam mengidentifikasi jenisnya. Karakter yang diuji diantaranya yaitu karakter makroskopis (morfologi koloni, kebutuhan oksigen bagi bakteri), mikroskopis (bentuk sel, jenis gram bakteri, kemampuan membentuk endospora), biokimia (uji motilitas, katalase, hidrolisis pati, indol, uji MR, sitrat, uji H₂S, dekarboksilasi lisin, hidrolisis gelatin, fermentasi karbohidrat), serta kemampuan pertumbuhan bakteri pada berbagai kondisi (NaCl, suhu, pH).

Data karakter tiap isolat bakteri uji kemudian digunakan untuk melakukan identifikasi dengan menggunakan metode *profile matching* dengan mengacu pada buku pedoman *Bergey's Manual Determinative Bacteriology* dan jurnal ilmiah yang relevan dengan topik penelitian untuk menemukan bakteri acuan. Data hasil pengujian dimasukkan ke dalam tabel pada program MS Excel dan dilakukan pengkodean menggunakan sistem biner, yaitu notasi 1 untuk hasil positif dan 0 untuk hasil negatif. Konstruksi dendrogram dilakukan menggunakan *Multivariate Statistical Package* (MVSP) 3.1 dengan uji *Cluster Analysis*. Indeks similaritas masing-masing isolat bakteri diperoleh dengan menggunakan koefisien *Simple Matching Coefficient* (SMC). Sedangkan pengelompokan dilakukan menggunakan algoritma *Unweight Pair Group Method* (UPGMA).

Hasil dan Diskusi

Skrining Bakteri Pendegradasi PP

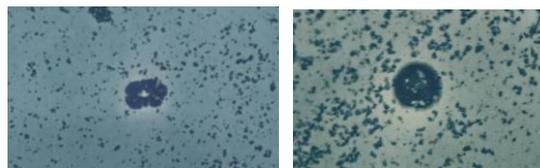
Isolat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan isolat yang diisolasi dari limbah masker yang ditemukan di TPA Piyungan. Isolat tersebut diseleksi berdasarkan kemampuannya dalam mendegradasi polipropilen. Polipropilen (PP) merupakan bahan utama yang umumnya dipakai dalam pembuatan masker, khususnya masker sekali pakai [3]. Oleh karena itu, jika isolat bakteri dapat mendegradasi polipropilen, maka isolat tersebut juga berpotensi dalam mendegradasi masker. Skrining bakteri pendegradasi polipropilen dilakukan dengan menginokulasi isolat ke dalam media MSM agar yang telah ditambahkan dengan 0,2% bubuk PP dengan masa inkubasi selama 21 hari.

Media MSM merupakan media minimum sumber karbon dan mengandung garam-garam mineral yang esensial bagi pertumbuhan bakteri. Komposisi MSM yang tidak mengandung sumber karbon diharapkan akan mendorong bakteri uji untuk memanfaatkan sumber karbon lain yang sengaja ditambahkan [14].

Kemampuan isolat bakteri uji dalam mendegradasi polimer PP dilihat dari terbentuknya zona bening di sekitar isolat. Timbulnya zona bening tersebut karena bakteri memanfaatkan polimer PP sebagai sumber karbon untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam proses metabolisme [15].

Berdasarkan hasil uji pada 10 isolat bakteri, diperoleh hasil ukuran zona bening yang tidak terlalu berbeda antara isolat satu dengan isolat lainnya (Tabel 1). Zona bening yang terbentuk berkisar antara 0,35 mm hingga 1,73 mm. Zona bening paling lebar terlihat pada isolat 166, sedangkan paling kecil yaitu pada isolat 25. Kemudian, terdapat 2 isolat bakteri yang tidak membentuk zona bening, yaitu isolat 23B dan 24. Kedua isolat tersebut kemungkinan masih memiliki potensi dalam mendegradasi PP dengan kemampuan yang sangat lemah. Hal tersebut karena kedua isolat dapat tumbuh pada media yang sumber karbon utamanya berasal dari polimer polipropilen. Ukuran zona bening yang terbentuk menjadi tolak ukur kemampuan isolat bakteri uji dalam memanfaatkan polipropilen sebagai sumber karbon. Menurut Nathania & Kuswytasari [16], semakin besar zona bening yang terbentuk maka semakin banyak pula enzim yang disekresikan oleh bakteri sehingga kemampuan dalam mendegradasi polipropilen juga semakin besar.

Laju pembentukan zona bening atau penguraian polimer PP dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sekresi enzim, aktivitas enzim, laju pertumbuhan, dan difusi enzim ke media agar. Uji zona bening dilakukan dengan cara menggenangi media seleksi dengan larutan coomassie blue 0,1%, dilanjutkan dengan larutan destaining. Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri uji diamati dan diukur dengan bantuan jangka sorong. Pengujian zona bening tersebut berdasarkan pada sekresi enzim ekstraseluler oleh bakteri yang mengubah polimer menjadi bahan yang larut dalam air pada media agar sehingga menghasilkan zona bening di sekitar koloni bakteri [13].



Gambar 1. Zona bening pada beberapa isolat uji

Biodegradasi plastik melibatkan sekresi enzim oleh bakteri seperti dehidrogenase atau lipase pada permukaan plastik sehingga terjadi proses hidrolisis polimer menjadi molekul yang lebih kecil, misalnya monomer, dimer, dan oligomer, kemudian pada akhirnya diubah menjadi karbon dioksida dan air melalui metabolisme bakteri [17]. Enzim yang secara spesifik berperan dalam degradasi PP belum diketahui hingga saat ini [18].

Berdasarkan hasil skrining yang diperoleh, isolat 166 dan 19 menghasilkan zona bening yang paling besar dibandingkan dengan isolat lainnya. Oleh karena itu, isolat tersebut dipilih sebagai isolat yang diidentifikasi lebih lanjut untuk diketahui jenis dan karakteristiknya.

Karakterisasi Isolat Bakteri Pendegradasi PP

Karakterisasi bakteri bertujuan untuk mendapatkan karakter atau ciri-ciri dari suatu bakteri yang kemudian dapat digunakan dalam mengidentifikasi spesies bakteri yang diuji. Beberapa karakter bakteri yang diuji pada penelitian ini yaitu karakter morfologi (mikroskopi dan makroskopi), biokimia, serta kemampuan pertumbuhan isolat uji pada berbagai kondisi yang telah ditentukan.

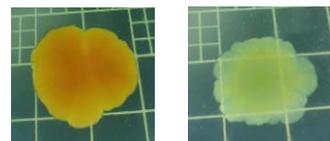
Isolat 166 dan 19 termasuk ke dalam kelompok bakteri gram negatif dengan bentuk sel kokus. Hal tersebut diketahui dari hasil pengecatan gram bakteri yang menunjukkan bahwa kedua isolat uji memiliki sel berwarna merah (Gambar 2). Bakteri gram negatif memiliki dinding dengan lapisan peptidoglikan yang tipis (10% dinding) yang dikelilingi oleh membran luar yang mengandung lipopolisakarida yang tinggi dan hasil pewarnaan gram akan nampak sel berwarna merah hingga pink, sedangkan bakteri gram positif memiliki dinding sel yang mengandung lapisan peptidoglikan yang tebal (90% dinding sel), hasil pewarnaan gram akan nampak sel berwarna ungu [19].



Gambar 2. Hasil pengecatan gram isolat 166 (kiri) dan 19 (kanan)

Selanjutnya, berdasarkan hasil pengecatan endospora, kedua isolat bakteri tidak memiliki kemampuan untuk menghasilkan endospora. Pembentukan endospora biasanya disebabkan oleh kekurangan nutrisi dan biasanya terjadi pada bakteri gram positif [20]. Keberadaan sel vegetatif akan terlihat berwarna merah kecoklatan atau merah muda, sedangkan spora akan berwarna hijau atau kebiruan.

Karakter morfologi suatu bakteri penting untuk diketahui karena dapat memberi pemahaman yang lebih baik tentang fisiologinya, mekanisme patogenik, fitur antigenik, dan dapat digunakan dalam identifikasi bakteri [21]. Karakter morfologi isolat 166 dan 19 memiliki banyak kesamaan, diantaranya yaitu koloni berbentuk round, margin undulate, dan tekstur permukaan smooth. Isolat 19 memiliki elevasi koloni yaitu umbonate, warna koloni kuning agak putih kecoklatan, dan translucent. Kemudian, isolat 166 memiliki elevasi convex, warna koloni kuning opaque.



Gambar 3. Morfologi isolat 166 (kiri) dan 19 (kanan)

Karakter lain yang penting untuk diketahui dari suatu bakteri yaitu kebutuhan oksigen. Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dibedakan menjadi bakteri obligat aerob, obligat anaerob, fakultatif anaerob, aerotoleran anaerob, dan mikroaerofilik [22]. Hasil uji kebutuhan oksigen menunjukkan bahwa kedua isolat bakteri termasuk ke dalam jenis bakteri fakultatif anaerob. Bakteri fakultatif anaerob merupakan bakteri yang dapat tumbuh pada lingkungan aerob maupun anaerob. Ketika terdapat oksigen, bakteri akan memanfaatkannya untuk melakukan metabolisme aerob. Namun, ketika oksigen tidak tersedia bakteri akan beralih ke metabolisme anaerob [23].

Tabel 1. Hasil karakterisasi isolat bakteri pendegradasi PP

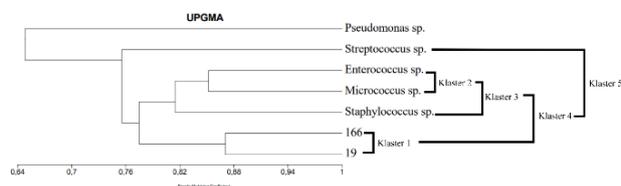
No	Karakter	Kode Isolat	
		166	19
1	Gram bakteri	-	-
2	Bentuk sel	Coccus	Coccus
3	Endospora	-	-
4	Motilitas	-	-
5	Katalase	+	+
6	Hidrolisis pati	-	-
7	Indol	-	-
8	MR	-	-
9	Sitrat	-	+
10	H ₂ S	-	-
11	Dekarboksilase lisin	+	-
12	Hidrolisis gelatin	-	-
13	Kebutuhan Oksigen	Fakultatif anaerob	Fakultatif anaerob
	Pertumbuhan:		
14	NaCl	0,5% - 5%	0,5%
15	pH	7	7
16	Suhu	27°C - 37 °C	27°C - 37 °C
	Fermentasi Karbohidrat:		
17	Glukosa	+	-
18	Laktosa	-	-
19	Sukrosa	-	-
20	Maltosa	-	-
21	Mannitol	-	-
22	Galaktosa	-	-
23	Fruktosa	-	-
	Morfologi Koloni:		
24	Bentuk koloni	Round	Round
25	Margin	Undulate	Undulate
26	Elevasi	Convex	Umbonate
27	Opasitas	Opaque	Translucent
28	Warna koloni	Kuning	Kuning-putih kecoklatan
29	Tekstur	Smooth	Smooth

Selain karakteristik morfologi, karakter biokimia suatu bakteri juga penting untuk diketahui. Beberapa karakter yang diuji yaitu uji motilitas, katalase, hidrolisis pati, indol, metil red (MR), sitrat, H₂S, lisin, hidrolisis gelatin, dan fermentasi karbohidrat. Secara umum, kedua isolat bakteri memiliki kesamaan hasil uji, yaitu katalase positif; sedangkan hidrolisis pati, indol, MR, H₂S, hidrolisis gelatin, serta uji fermentasi pada karbohidrat laktosa, sukrosa, maltosa, mannitol, galaktosa, dan fruktosa menunjukkan hasil negatif.

Kedua isolat bakteri uji dapat tumbuh optimal pada media lingkungan dengan salinitas sebesar 0,5% - 5% (isolat 166) dan 0,5% (isolat 19); pH 7; dan suhu 27°C - 37 °C. Berdasarkan data tersebut, maka secara berturut-turut isolat bakteri uji termasuk ke dalam kelompok bakteri halofil sedang (isolat 166), sedangkan isolat 19 termasuk bakteri non halofil; bakteri mesofilik (isolat 166 & 19); serta bakteri neutrofil (isolat 166 & 19).

Identifikasi Isolat Bakteri Pendegradasi Polipropilen

Hasil karakter isolat bakteri uji yang didapatkan dari berbagai macam pengujian digunakan sebagai dasar dalam melakukan identifikasi fenetik. Data yang diperoleh diubah ke dalam notasi biner dengan angka 1 untuk hasil positif dan angka 0 untuk hasil negatif. Selain itu, ditambahkan pula karakter fenetik dari bakteri acuan yaitu *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Micrococcus* sp., *Enterococcus* sp., dan *Pseudomonas* sp.. Data tersebut selanjutnya dikonstruksikan menjadi bentuk dendogram menggunakan aplikasi MVSP 3.1. Hasil konstruksi dendogram dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Dendogram keanekaragaman fenetik

Dendogram merupakan diagram bercabang-cabang yang dipakai untuk menggambarkan derajat kekerabatan atau kesamaan [24]. Semakin tinggi tingkat kemiripan antar isolat bakteri maka semakin dekat pula kekerabatannya. Berdasarkan dendogram yang pada Gambar 32, terlihat adanya 5 klaster bakteri yang terbentuk dan menunjukkan karakter fenetik yang berbeda-beda. Klaster 1 terdiri atas

isolat 19 dan 166 dengan nilai similaritas 87%. Klaster 2 terdiri dari bakteri *Micrococcus* sp. dan *Enterococcus* sp. dengan nilai similaritas 85%. Klaster 3 terdiri dari bakteri *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp., dan *Enterococcus* sp. dengan nilai similaritas 82%. Klaster 4 terdiri dari isolat bakteri 19, isolat 166, *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp., dan *Enterococcus* sp. dengan nilai similaritas 78%. Sedangkan klaster 5 terdiri dari isolat bakteri 19, isolat 166, *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp., *Enterococcus* sp., dan *Streptococcus* sp. dengan nilai similaritas 76%. Klaster dihasilkan karena adanya hubungan kekerabatan antar isolat dengan nilai similaritas >75% [24].

Tingkat similaritas (kemiripan) antara isolat bakteri uji dengan masing-masing bakteri acuan ditunjukkan dengan indeks similaritas (*Simple Matching Coefficient*). Semakin tinggi indeks similaritasnya maka semakin dekat pula tingkat kemiripan pada isolat bakteri tersebut. Hasil analisis menggunakan aplikasi MVSP 3.1 menunjukkan bahwa isolat 166 memiliki indeks similaritas tertinggi sebesar 85% terhadap bakteri acuan *Micrococcus* sp.. Sedangkan isolat 19 memiliki indeks similaritas paling tinggi sebesar 76% terhadap bakteri acuan *Streptococcus* sp..

Bakteri *Micrococcus* sp. merupakan bakteri yang memiliki bentuk sel coccus, tidak dapat membentuk endospora, dan bersifat non motil. Bakteri tersebut dapat membentuk enzim katalase dan memiliki hasil positif pada uji metil red. Kemudian, *Micrococcus* sp. memiliki koloni berwarna kuning dengan bentuk koloni round, elevasi convex, serta permukaan yang smooth. Bakteri tersebut umumnya dapat ditemukan pada kulit mamalia, tanah, maupun udara [25]. Oleh karena itu, bakteri *Micrococcus* sp. yang diisolasi dari limbah masker situs TPA Piyungan kemungkinan berasal dari kontaminasi pemakaian masker, tanah TPA atau berasal dari udara. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Putri [26] yang menemukan bakteri *Micrococcus* sp. hasil isolasi tanah TPA Piyungan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, *Micrococcus* sp. merupakan salah satu bakteri yang dapat mendegradasi plastik [27]. *Micrococcus* sp. dapat mendegradasi plastik polyethylene (PE) (*untreated*) [28]. Beberapa kemungkinan spesies bakteri *Micrococcus* yang terbukti dalam mendegradasi plastik yaitu *Micrococcus rubidaea*, *Micrococcus marcescens*, dan *Micrococcus luteus*. Vianti dkk [29] menyatakan bahwa *Micrococcus rubidaea* dapat mendegradasi plastik (mikroplastik)

sebesar 98% dan *Micrococcus marcescens* sebesar 96%. Sedangkan *Micrococcus luteus* memiliki kemampuan dalam mendegradasi plastik polyethylene [28].

Selanjutnya, bakteri *Streptococcus* sp. merupakan bakteri dengan bentuk sel coccus, non endospora, non motil, dan fakultatif anaerob. *Streptococcus* sp. positif pada uji metil red dan negatif pada uji katalase. Warna koloni dari bakteri tersebut yaitu abu-abu keputihan dengan bentuk koloni round, margin entire, dan permukaan smooth. Bakteri *Streptococcus* sp. dapat ditemukan di mulut, usus manusia dan hewan [30], sehingga kemungkinan bakteri limbah masker tersebut (isolat 19) berasal dari kontaminasi pemakaian masker. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Delanghe dkk [31] yang menyatakan bahwa bakteri *Streptococcus* sp. merupakan bakteri paling dominan yang diisolasi dari pada masker sekali pakai setelah 4 jam pemakaian. Bakteri tersebut menurut penelitian Putri [26] juga ditemukan pada sampel tanah TPA Piyungan. Kemungkinan bakteri *Streptococcus* sp. yang diisolasi dari tanah tersebut berasal dari berbagai jenis sampah yang ada di TPA Piyungan. Selain itu, berdasarkan penelitian Filayani [32] bakteri *Streptococcus* dengan jenis *Streptococcus thermophilus* memiliki kemampuan dalam mendegradasi plastik (PE) sebesar 19,5%.

Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa jenis bakteri yang terdapat pada limbah masker dari TPA Piyungan yang berpotensi dalam mendegradasi polipropilen diantaranya yaitu bakteri *Micrococcus* sp. dan *Streptococcus* sp.. Kemudian, jenis bakteri yang memiliki kemampuan paling baik dalam mendegradasi polipropilen adalah bakteri *Micrococcus* sp. dengan zona bening yang terbentuk sebesar 1,73 mm.

Pustaka

- [1] Rokom. (2021). Kemenkes Sarankan 3 Jenis Masker untuk Dipakai. URL: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/um/um/20200921/2434977/kemenkes-sarankan-3-jenis-masker-dipakai/>. Diakses pada 15 Desember 2022.
- [2] Aragaw, T. A. (2020). Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. *Marine Pollution Bulletin*, 159.
- [3] Chua, M. H., Cheng, W., Goh, S. S., dkk. (2020). Face masks in the new COVID-19 normal: Materials, testing, and perspectives. *Research*.
- [4] Spennemann, D. H. R. (2022). COVID-19 Face Masks as a Long-Term Source of Microplastics in Recycled Urban Green Waste. *Sustainability*, 14(207).
- [5] Rebia, R. A., Budiman, A. S., Hidayah, F. N., dkk. (2022). Preparasi dan Karakteristik Lembaran Plastik Limbah Masker Berdasarkan Variasi Lapisan Luar, Tengah, dan Dalam. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4).
- [6] Ramadhani, S. Q. (2023). Potensi Limbah Masker Medis Dalam Pembuatan Material Interior dan Eksterior. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(1).
- [7] Jeon, J. M., Park, S. J., Choi, T. R., dkk. (2021). Biodegradation of polyethylene and polypropylene by *Lysinibacillus* species JJY0216 isolated from soil grove. *Polymer Degradation and Stability*, 191.
- [8] Fadare, O. O. & Okoffo, E. D. (2020). Covid-19 face masks: A potential source of microplastic fibers in the environment. *Sci Total Environ*.
- [9] Pieper, U., Hayter, A. & Montgomery, M. (2017). *Safe management of wastes from health - care activities : A summary*. Switzerland: World Health Organization.
- [10] Asiandu, A.P., Wahyudi, A., & Sari, S.W. (2021). A review: plastics waste biodegradation using plastics-degrading bacteria. *J. Environ. Treat. Tech.*, 9(1).
- [11] Oliveira, A. M., Silva, A. L. P., Soares, A. M. V. M., dkk. (2023). Current knowledge on the presence, biodegradation, and toxicity of discarded face masks in the environment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2).
- [12] 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(4).
- [13] Gupta, K. & Devi, D. (2017). Isolation and Characterization of Low Density Polyethylene Degrading *Bacillus* spp. from

- Garbage Dump Sites. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6(11).
- [14] Fitria, A. N. & Zulaika, E. (2018). Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada Medium MSM Modifikasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2).
- [15] Riandi, M. I., Kawuri, R., & Sudirga, S. K. (2017). Potensi bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Ochrobactrum* sp. yang diisolasi dari berbagai sampel tanah dalam mendegradasi limbah polimer plastik berbahan dasar *high density polyethylene* (LDPE) dan *low density polyethylene* (LDPE). *Symbiosis Journal of Biological Sciences*, 5(2).
- [16] Nathania, T. R. & Kuswyasari, N. D. (2013). Studi Potensi Isolat Kapang Wonorejo Surabaya dalam Mendegradasi Polimer Bioplastik Poly Hydroxy Butyrate (PHB). *Jurnal Sains & Seni ITS*, 2(2).
- [17] Mohanan, N., Montazer, Z., Sharma, P. K., & Levin, D. B. (2020). Microbial and Enzymatic Degradation of Synthetic Plastics. *Frontiers in Microbiology*, 11.
- [18] Viljakainen, V.R. & Hug, L.A. (2021). New approaches for the characterization of plastic-associated microbial communities and the discovery of plastic-degrading microorganisms and enzymes. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 19.
- [19] Smith, A. N. & Hussey, M. A. (2016). *Gram Stain Protocols*. USA: American Society for Microbiology.
- [20] Basta, M. & Annamaraju, P. (2023). Bacterial Spores. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556071/>. Diakses pada 8 Juli 2023.
- [21] Zhou, X. & Li, Y. (2015). *Atlas of Oral Microbiology*. USA: Academic Press.
- [22] Muliani, Y. & Srimurni, R. R. (2022). *Agensia Pengendali Hayati*. Sukabumi: Jejak Publisher.
- [23] Schleiss, M. (2022). Bacterial Growth Requirements in Different Environments. *Clinical Microbiology*, 10(11).
- [24] Adi, D. A. & Ardiansyah. (2020). *Eksplorasi dan Pemanfaatan Biodiversitas dalam Menunjang Pembangunan Nasional Berkelanjutan*. Kendari: Universitas Halu Oleo Press.
- [25] Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A. dkk. (2000). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- [26] Putri, A. S. (2022). Keragaman Bakteri yang Berpotensi dalam Mendegradasi Mikroplastik di TPA Piyungan, Bantul, DIY. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [27] Prabhat, S., Bhattacharya, S., Vishal, V., dkk. (2013). Studies on Isolation and Identification of Active Microorganisms during Degradation of Polyethylene/Starch Film. *Int. Res. J. Environ. Sci.*, 2(9).
- [28] Montazer, Z., Najafi, B. H., & Levin, M. D. B. (2018). Microbial degradation of low-density polyethylene and synthesis of polyhydroxyalkanoate polymers. *Can. J. Microbiol.*, 65.
- [29] Vianti, R. O., Melki, Rozirwan, & Purwiyanto, A. I. S. (2020). Purifikasi Dan Uji Degradasi Bakteri Mikroplastik Dari Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 12(2).
- [30] Baron, S. (1996). *Medical Microbiology 4th edition*. Galveston: University of Texas Medical Branch at Galveston.
- [31] Delanghe, L., Cauwenberghs, E., Spacova, I., dkk. (2021). Cotton and Surgical Face Masks in Community Settings: Bacterial Contamination and Face Mask Hygiene. *Frontiers in Medicine*, 8.
- [32] Filayani, M. I. (2020). Uji Degradasi Plastik Polietilen Menggunakan Metode Kolom Winogradsky dengan Penambahan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *LenteraBio*, 9(2).