



Potensi Mikroorganisme Indigen Perairan Teluk Lampung sebagai Pendegradasi Masker Sekali Pakai (*Disposable Face Mask*)

Deviany Deviany¹, Feerzet Achmad¹, Millennia Rischa Purwanti¹, Tri Febri Yudhanti¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Lampung 35365 Indonesia

*E-mail: deviany@tk.itera.ac.id

Abstract

To prevent the transmission of COVID-19, the World Health Organization recommends the implementation of health protocols including using disposable masks. The use of disposable face masks has an impact on the emergence of mask waste in aquatic environments which results in pollution of water sources by microfibers. Degradation by indigenous microorganisms can be one of the solutions for handling waste that is environmentally friendly and cost effective. In this study, bacteria were isolated from the coast of Lampung Bay which was polluted with plastic waste and masks. Bacterial isolates were characterized by morphological and biochemical tests before the selected one being used for degradation. After seven days of incubation, gravimetric analysis showed that the mask pieces increased in weight when compared to the control. However, the degradation process can be shown by the results of Scanning Electron Microscope (SEM) analysis which shows damage in the form of holes on the surface of the mask when compared to the new mask and the control. SEM images also showed the presence of bacterial biomass remnants attached to the surface of the mask. Based on the results of this study, Lampung Bay indigenous microorganism isolate showed potential as a degrader of disposable face masks.

Keywords: Degradation; Disposable Face Mask; Lampung Bay; Microfiber

Pendahuluan

Pada Maret 2020, Pemerintah Indonesia untuk pertama kalinya mendeklarasikan bahwa COVID-19 telah memasuki Kota Depok, Indonesia. Namun, tak hanya di Indonesia, COVID-19 telah menyebar luas sebagai pandemi yang menyerang Negara Eropa termasuk Amerika Serikat, Spanyol, Italia, Perancis, dan Jerman (Kumar dkk., 2020). Setelah dinyatakan sebagai pandemi oleh *World Health Organization* (WHO), pemerintah Indonesia menerapkan sistem *social distancing*, *lockdown*, menggunakan *hand sanitizer* dan menggunakan masker sekali pakai.

Selain memberikan dampak pada kesehatan, COVID-19 memberikan dampak yang cukup serius pada lingkungan sekitar. Hal tersebut disebabkan oleh adanya penumpukan material sekali pakai, seperti plastik sekali pakai, alat medis sekali pakai, dan masker sekali pakai. Salah satu jenis sampah yang sering dijumpai di lingkungan ialah masker sekali pakai (*disposable face mask*). Sampah masker sekali pakai seringkali dijumpai pada lingkungan perairan sehingga menyebabkan kerusakan pada ekosistem perairan.

Semakin banyak jumlah sampah yang dihasilkan menyebabkan kerusakan lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia. Pada umumnya masyarakat awam akan membakar sampah masker tersebut untuk mengurangi penumpukan sampah. Namun hasil pembakaran tersebut akan kembali menimbulkan pencemaran udara berupa gas-gas hasil pembakaran yaitu CO₂ dan CO (D'ambrières, 2019). Upaya lain dalam mengurangi jumlah sampah tersebut dengan daur ulang sampah menjadi barang baru yang dapat digunakan kembali. Namun, proses daur ulang tersebut hanya akan merubah sampah menjadi bentuk baru, bukan menanggulangi banyaknya jumlah sampah plastik karena ketika produk daur ulang tersebut sudah kehilangan fungsinya, maka akan kembali menjadi sampah. Maka dari itu diperlukan pengolahan sampah yang efektif dan tidak merusak lingkungan, salah satunya dengan degradasi secara biologi.

Pada penelitian ini akan dilakukan degradasi biologi menggunakan mikroorganisme berupa bakteri indigen yang berasal dari perairan Teluk Lampung. Penggunaan bakteri indigen dikarenakan tempat tersebut mengalami pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh limbah material plastik. Bakteri indigen telah beradaptasi pada lingkungan yang tercemar sehingga diharapkan mampu mendegradasi masker sekali pakai. Analisis yang dilakukan pada masker yang telah terdegradasi adalah gravimetri dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bakteri indigen dalam mendegradasi, serta mengetahui kondisi fisik masker saat sebelum dan setelah terdegradasi oleh bakteri indigen.





Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Metode penelitian yang digunakan pada degradasi masker sekali pakai merupakan metode eksperimental yang terdiri dari beberapa tahapan yang berkesinambungan agar tercapainya tujuan penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi bakteri indigen dalam mendegradasi masker sekali pakai. Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu neraca analitik yang digunakan untuk menghitung berat masker sebelum degradasi dan setelah degradasi, mikroskop yang digunakan untuk melihat lapisan masker 3 lapis, dan *rotary shaker* yang digunakan sebagai alat untuk inkubasi degradasi masker selama 7×24 jam, sedangkan bahan yang digunakan antara lain masker sekali pakai 3 lapis yang akan dijadikan sebagai sampel degradasi, air laut Teluk Lampung yang dijadikan sebagai sampel air tercemar yang dapat menghasilkan bakteri indigen pendegradasi, dan media tumbuh bakteri berupa *Nutrient Broth* (NB) dan *Nutrient Agar* (NA). Selain alat dan bahan, akan dilakukan analisis gravimetri dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) terhadap masker sekali pakai yang baru dan setelah degradasi. Prosedur penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian, seperti dari isolasi dan penapisan mikroorganisme pendegradasi, karakterisasi isolat terpilih, biodegradasi masker sekali pakai, analisis gravimetri dan analisis SEM.

Isolasi dan Penapisan Mikroorganisme Pendegradasi

Tahap isolasi dan penapisan ini dilakukan untuk mendapatkan dan menyeleksi mikroorganisme indigen terpilih yang dapat digunakan untuk mendegradasi masker sekali pakai. Tahap isolasi dan penapisan mikroorganisme laut dilakukan dengan cara mengambil sampel air laut yang berasal dari perairan Teluk Lampung. Sampel tersebut akan dilakukan pengenceran bertingkat sebanyak 10^5 , dan kemudian dicampur dalam pembuatan media padat (*Nutrient Agar*) dan media cair (*Nutrient Broth*). Setelah sampel air laut dan masing-masing media bercampur secara homogen, maka dilakukan sterilisasi menggunakan *autoclave* pada temperatur 121°C selama 15 menit. Lalu, media cair NB akan diinkubasi dalam *rotary shaker* selama 3×24 jam. Setelah 3×24 jam, media cair NB akan dipindahkan ke dalam cawan petri yang berisi media padat NA dan potongan masker sekali pakai 1×1 cm menggunakan metode *pour plate* lalu inkubasi menggunakan inkubator selama 3×24 jam.

Karakterisasi Isolat

Karakterisasi isolat akan terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu uji karakterisasi secara morfologi, uji pewarnaan gram, dan uji karakterisasi secara biokimia pada isolat terpilih. Uji karakterisasi secara morfologi dilakukan setelah bakteri pada media NA diinkubasi selama 3×24 jam. Pengamatan ini dilakukan secara makroskopis dengan melihat beberapa aspek, seperti bentuk, tepi, dan warna pada bakteri.

Setelah didapatkan hasil uji karakterisasi morfologi, maka dapat dilakukan uji pewarnaan gram bakteri. Uji ini dilakukan agar dapat mengidentifikasi bakteri secara struktur luar untuk mengetahui *genus* dari hasil isolasi bakteri. Gram bakteri dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu gram bakteri positif yang ditandai dengan warna ungu dan bakteri gram negatif yang ditandai dengan warna merah. Pewarnaan gram bakteri dilakukan dengan sterilisasi alat dan bahan sebelum digunakan, lalu ambil 1 *ose* inokulum yang berasal dari hasil isolasi dan letakan di atas kaca objek. Setelah diletakan di atas kaca objek, panaskan menggunakan bunsen dan tambahkan cairan pewarna kristal violet di atas kaca objek lalu bilas dengan aquades. Kemudian, sterilkan di atas api bunsen dan tambahkan pewarna *lugol's iodine* di atas kaca objek dan bilas kembali dengan aquades lalu sterilkan dengan api bunsen. Terakhir tambahkan alkohol pada kaca objek dan bilas kembali dengan aquades, lalu lakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop.

Setelah diketahui *genus* dari bakteri yang didapatkan, maka akan dilakukan uji karakterisasi secara biokimia. Pengujian biokimia pada isolat berkaitan dengan proses metabolisme pada bakteri dan bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisiologis koloni dari hasil isolasi. Karakterisasi uji biokimia dilakukan dengan menggunakan *reagen test* yang meliputi beberapa uji antara lain uji fermentasi karbohidrat, uji katalase, uji motilitas, dan uji oksigen.

Biodegradasi Masker Sekali Pakai

Tahap biodegradasi dilakukan untuk melihat kemampuan bakteri indigen terpilih yang digunakan untuk mendegradasi masker sekali pakai (*disposable face mask*). Proses biodegradasi dilakukan dengan menambahkan potongan masker 1×1 cm sebanyak 1 gram pada masing-masing erlenmeyer yang berisi media cair NB yang telah ditambahkan oleh bakteri indigen terpilih di dalamnya. Lalu inkubasi media cair NB yang berisi masker selama 7×24 jam menggunakan *rotary shaker*.

Analisis Gravimetri

Analisis gravimetri merupakan proses pengukuran berat suatu unsur atau senyawa tertentu yang didasarkan pada kehilangan berat pada sebelum dan sesudah dipaparkan dengan mikroorganisme. Analisis ini dilakukan untuk menghitung *massa* masker sekali pakai pada saat sebelum degradasi dan sesudah degradasi masker menggunakan neraca analitik. Masker yang akan digunakan untuk degradasi berukuran 1×1 cm dengan berat masker 1 gram pada masing-masing erlenmeyer. Menghitung *massa* masker bertujuan untuk mengamati dan menganalisis mengenai penurunan ataupun kenaikan *massa* yang dihasilkan oleh proses degradasi masker selama 7 hari.

Analisis SEM

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan jenis mikroskop elektron yang digunakan untuk melihat permukaan sampel berupa hasil gambar permukaan dengan perbesaran skala tertentu. Analisis SEM akan dilakukan pada sampel masker sebelum terdegradasi dan setelah terdegradasi oleh bakteri indigen untuk melihat perbedaan

morfologi masker tersebut pada skala perbesaran 1.000×. Perbedaan yang akan dihasilkan oleh masing-masing masker tersebut akan diamati oleh SEM untuk mengetahui kerusakan permukaan masker terdegradasi yang disebabkan oleh adanya aktivitas dari bakteri indigen.

Hasil dan Pembahasan

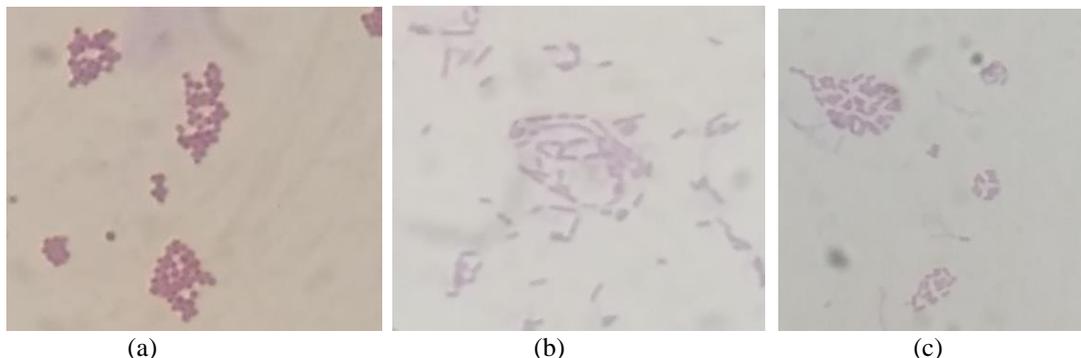
Isolasi, Penapisan, dan Karakterisasi Bakteri Indigen Teluk Lampung

Bakteri indigen yang ditemukan berasal dari hasil isolasi oleh sampel air laut dari perairan Teluk Lampung. Sampel tersebut diinkubasi selama 3×24 jam, kemudian didapatkan 3 bakteri indigen. Setelah masa inkubasi selesai, maka dapat dilihat bentuk makroskopis bakteri, hal ini dinamakan uji karakteristik secara morfologi. Adapun karakteristik yang dicek pada bakteri berupa bentuk, tepi, dan warna koloni. Berikut karakterisasi secara morfologi yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Morfologi Bakteri

Kode Koloni	Karakteristik		
	Bentuk	Tepi	Warna
IMY 1	Circular	Undulate dan entire	Putih susu
IMY 2	Rhizoid dan Circular	Lobate dan entire	Putih kekuningan
IMY 3	Circular	Entire	Putih gading

Setelah didapatkan hasil morfologi bakteri, selanjutnya akan dilakukan uji pewarnaan gram bakteri yang bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri gram positif dan negatif serta mampu mengetahui *genus* dari masing-masing bakteri tersebut (Hiaranya, 2017). Isolat yang akan diuji pewarnaan gram bakteri ialah isolat yang mampu tumbuh pada sekitar masker saat tahap isolasi dan penapisan. Hal ini didasarkan pada kemampuan bakteri yang mampu beradaptasi untuk tumbuh dan berkembang pada area masker sekali pakai. Bakteri yang teridentifikasi sebagai bakteri gram positif akan ditandai dengan warna ungu, sedangkan gram negatif akan ditandai dengan warna merah. Berikut hasil uji pewarnaan gram bakteri dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri (a) Bakteri IMY 1, (b) Bakteri IMY 2, (c) Bakteri IMY 3

Berdasarkan hasil pewarnaan gram bakteri, bakteri indigen pada Gambar 1 teridentifikasi sebagai bakteri gram positif yang ditandai dengan adanya warna ungu. Adapun warna ungu pada bakteri gram positif disebabkan oleh kompleks zat warna kristal violet iodium yang tetap dipertahankan meskipun diberi larutan alkohol (Nurhidayati dkk., 2015). Selain pengamatan warna, uji pewarnaan gram bakteri ditinjau dari bentuk sel bakteri tersebut berupa bentuk bulat (*coccus*), batang (*basil*), atau gelombang (*spiral*) (Panjaitan dkk., 2020) Ketiga isolat tersebut menghasilkan pewarnaan gram positif, namun menghasilkan bentuk yang berbeda. Bakteri IMY 1 dan IMY 3 menghasilkan bentuk berupa *coccus* dengan tipe bentuk *Staphylococcus* yang merupakan formasi bakteri berbentuk bulat yang tersusun seperti untaian, sedangkan bakteri IMY 2, menghasilkan bentuk *bacillus* dengan tipe bentuk *Single bacillus* yang merupakan formasi bakteri batang sel tunggal (Hiaranya, 2017). Berdasarkan hasil uji pewarnaan gram bakteri, dapat dipilih 1 isolat unggul yang berpotensi mendegradasi masker sekali pakai, maka dipilih bakteri IMY 2 sebagai bakteri pendegradasi.

Setelah didapatkan bakteri pendegradasi, maka akan dilakukan karakterisasi uji biokimia dengan menggunakan *reagen test* yang meliputi uji fermentasi karbohidrat, uji katalase, uji motilitas, dan uji oksien. Uji fermentasi karbohidrat bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri yang mampu memfermentasikan karbohidrat, pengujian ini menggunakan 5 macam gula, yaitu glukosa, sukrosa, fruktosa, laktosa, dan galaktosa. Hasil pengujian ini akan bernilai positif atau berhasil yang ditandai dengan adanya perubahan warna merah menjadi warna kuning dan akan terlihat gelembung gas di dalam tabung reaksi. Perubahan warna yang terjadi menandakan bahwa bakteri tersebut membentuk asam dari fermentasi dan pembentukan gelembung terjadi disebabkan oleh adanya reaksi fermentasi karbohidrat

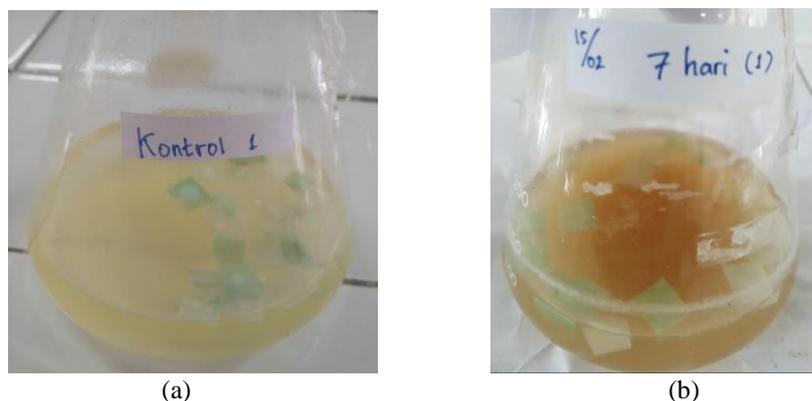
(Panjaitan dkk., 2020). Maka didapatkan hasil pengujian bahwa bakteri indigen IMY 2 mampu memfermentasi karbohidrat pada masing-masing gula yang diujikan.

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui bakteri yang mampu menghasilkan enzim katalase, enzim tersebut berfungsi mengurai H_2O_2 menjadi air dan oksigen. Uji katalase yang bernilai positif atau mampu menghasilkan enzim akan menghasilkan gelembung udara sehingga menghasilkan enzim katalase, sedangkan jika bernilai negatif maka tidak akan menghasilkan gelembung dan tidak mampu menghasilkan enzim katalase (Panjaitan dkk., 2020). Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa pengujian bernilai negatif karena tidak terdapat gelembung yang dihasilkan di atas kaca objek. Gelembung yang tidak terbentuk disebabkan oleh kandungan senyawa H_2O_2 yang terdapat di dalam bakteri tersebut tidak terurai menjadi air dan oksigen sehingga tidak dapat menghasilkan enzim. Uji motilitas yang bertujuan untuk melihat pergerakan bakteri di mana bakteri yang memiliki alat gerak akan ditandai dengan hasil pertumbuhan penyebaran yang berwarna keruh. Bakteri yang memiliki alat gerak akan tumbuh menyebar dari garis tusukan dan meninggalkan jejak seperti bentuk akar, sedangkan bakteri yang tumbuh tidak menyebar atau tetap berada pada garis tusukan maka diindikasikan merupakan bakteri motil (Simatupang dkk., 2019). Hasil uji motilitas yang didapatkan adalah bersifat motil karena terdapat persebaran dari tusukan yang ditanamkan. Uji oksigen dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan enzim oksidase pada bakteri. Pengecekan uji kebutuhan oksigen ditunjukkan dengan adanya kekeruhan pada tabung media pada area permukaan, di tengah tabung di bagian dasar, maupun tersebar di dalam media. Kekeruhan pada bagian permukaan maka akan menghasilkan perkembangbiakan bakteri secara aerob, jika didasar terlihat kekeruhan maka akan menghasilkan perkembangbiakan secara anaerob dan jika kekeruhan terlihat pada bagian permukaan dan dasar tabung maka perkembangbiakan terjadi secara anaerob fakultatif (Damayanti dkk., 2018). Uji kebutuhan oksigen menghasilkan sifat anaerob fakultatif yang ditandai dengan perkembangan yang tampak pada permukaan dan dasar tabung. Anaerob fakultatif mampu tumbuh dan berkembang di dalam lingkungan yang mengandung oksigen tetapi juga dapat terus tumbuh jika tidak ada (Panjaitan dkk., 2020).

Maka dapat disimpulkan bahwa bakteri indigen IMY 2 berpotensi untuk mendegradasi masker sekali pakai selama 7 hari secara *continue*. Pemilihan ini didasarkan pada penelitian terdahulu oleh Autta (2018), di mana penelitian tersebut mengenai biodegradasi yang menggunakan isolat *Bacillus* sp dengan pewarnaan bakteri gram positif. Penelitian tersebut mampu mendegradasi polipropilen dengan % *reduction* sebesar 3-4% dan kehilangan berat per hari sebesar 0,003 gr dengan masa inkubasi selama 40 hari (Helen dkk., 2017).

Degradasi Masker Sekali Pakai oleh Isolat Terpilih Teluk Lampung

Proses degradasi masker sekali pakai dilakukan di dalam erlenmeyer berisi media cair, bakteri indigen, dan potongan masker 1×1 cm sebanyak 1 gram. Degradasi masker akan berlangsung selama 7 hari secara *continue* menggunakan *rotary shaker*. Perbedaan waktu dalam proses degradasi bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri pendegradasi dalam jangka waktu tertentu. Berikut hasil proses degradasi dapat dilihat pada Gambar 2.



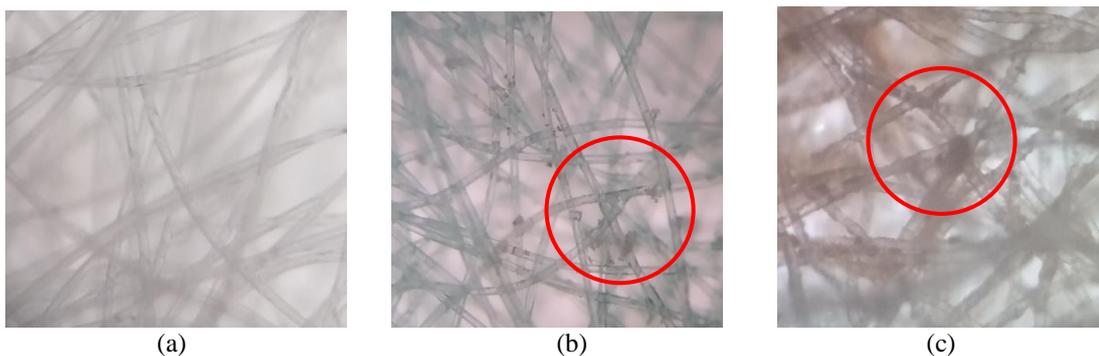
Gambar 2. Hasil *Rotary Shaker* (a) Kontrol degradasi, (b) Degradasi 7 hari

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa terdapat perbedaan warna pada kontrol degradasi dan hasil degradasi. Kontrol degradasi berisi media cair NB dengan masker sekali pakai sebanyak 1 gram, tanpa diberikan penambahan bakteri. Secara makroskopis perbedaan hasil degradasi masker sekali pakai terlihat pada kekeruhan warna yang dihasilkan, namun demikian tidak dapat dijadikan parameter keberhasilan dari proses degradasi. Maka setelah dilakukan inkubasi selama 7 hari akan dilakukan analisa lebih lanjut untuk melihat hasilnya berupa analisis gravimetri dan mikroskop. Berikut hasil analisis gravimetri tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Gravimetri

No.	Sampel	Massa Sebelum Degradasi (gr)	Massa Setelah Degradasi (gr)
1	Masker baru		-
2	Kontrol masker	0,100	0,123
3	Degradasi selama 7 hari		0,125

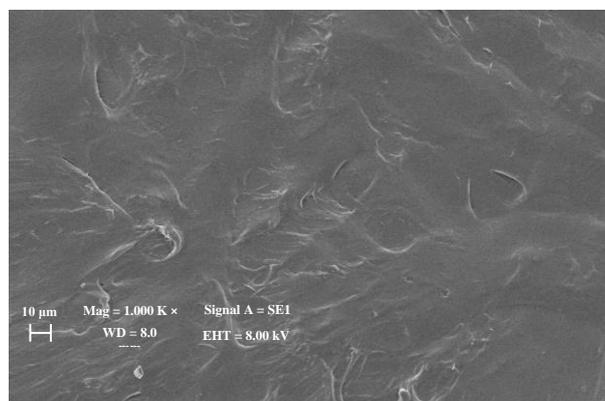
Hasil analisis gravimetri yang ditunjukkan pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan berat massa dari masker pada saat sebelum dan sesudah proses degradasi. Masker baru merupakan masker steril sebelum digunakan untuk proses degradasi, sedangkan masker kontrol merupakan masker yang tidak diberikan penambahan bakteri IMY 2 namun direndam di dalam media cair NB. Masker kontrol akan digunakan sebagai pembandingan dari hasil uji degradasi masker selama 7 hari. Jika dilihat dari Tabel 2, setelah proses degradasi berlangsung terjadi kenaikan berat masker. Kenaikan berat masker disebabkan oleh beberapa faktor seperti sisa biomassa dan media yang menempel pada masker tersebut sehingga hasil uji gravimetri tidak dapat dijadikan sebagai parameter utama keberhasilan biodegradasi. Maka, dilakukan percobaan pengamatan menggunakan mikroskop untuk membuktikan bahwa terdapat sisa biomassa dan media yang menempel pada masker tersebut. Berikut hasil mikroskop pada masker sekali pakai yang tersaji pada Gambar 3.



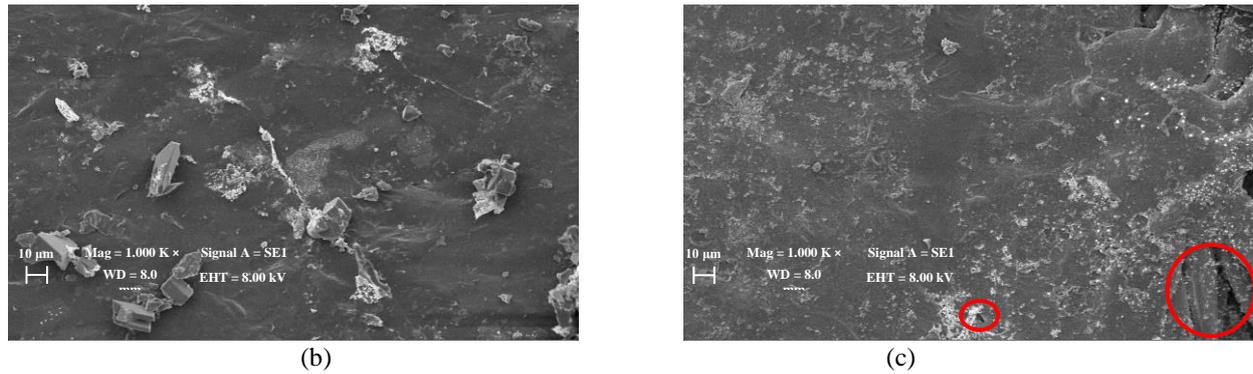
Gambar 3. Hasil Analisis Mikroskop (a) Masker baru steril, (b) Masker kontrol, (c) Masker degradasi hari ke-7

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop pada Gambar 3, maka dapat dibuktikan bahwa terdapat residu pada masing-masing sampel degradasi. Residu yang dihasilkan berupa sisa dari media yang mengendap dan menempel pada jaringan-jaringan masker serta sisa biomassa mikroorganisme yang masih menempel setelah degradasi. Hal ini menjadi penyebab kenaikan berat masker setelah mengalami proses degradasi. Sisa residu yang menempel pada masker tersebut dipengaruhi oleh waktu inkubasi selama proses degradasi, hal ini dapat dilihat bahwa semakin lama waktu degradasi maka semakin banyak sisa residu yang menempel pada jaringan masker.

Hasil degradasi masker sekali pakai berpengaruh pada berat dan kondisi fisik masker, hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil analisis gravimetri dan mikroskop. Pengaruh degradasi terhadap kondisi fisik masker dapat dilihat dengan jelas melalui analisis SEM. Pengamatan SEM akan dilakukan pada perbesaran 1.000 \times , berikut hasil SEM yang tersaji pada Gambar 4.



(a)



Gambar 4. Hasil Analisis SEM (a) Analisis SEM pada masker baru, (b) Analisis SEM pada masker kontrol degradasi, (c) Analisis SEM pada masker degradasi selama 7 hari

Analisis SEM yang tersaji pada Gambar 4, menunjukkan bahwa terjadi perubahan fisik yang dipengaruhi oleh proses degradasi. Pada masker kontrol yang tidak diberikan bakteri IMY 2 di dalam erlenmeyer tersebut tetap terjadi perubahan fisik yang disebabkan oleh adanya sisa tumpukan residu yang menempel sehingga masker tersebut terlihat berbeda jika dibandingkan dengan masker baru steril pada Gambar 4(a), sedangkan pada masker yang telah terdegradasi selama 7 hari terjadi perubahan fisik yang signifikan, terlihat bahwa terjadi perubahan fisik berupa keretakan pada area masker yang disebabkan oleh bakteri IMY 2 dan terdapat sisa residu yang lebih banyak dibandingkan dengan masker kontrol. Perubahan fisik masker degradasi tersebut dapat dipengaruhi oleh proses degradasi dan waktu inkubasi selama proses degradasi berlangsung.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa bakteri indigen terpilih dengan kode IMY 2 mampu mendegradasi masker sekali pakai selama 7 hari. Keberhasilan bakteri indigen IMY 2 untuk mendegradasi masker sekali pakai dapat ditinjau pada bentuk permukaan masker dan perubahan warna media yang berada di dalam erlenmeyer terdegradasi. Kerusakan permukaan masker dapat ditinjau menggunakan SEM, sedangkan perubahan warna yang terjadi menjadi keruh cokelat yang dapat diamati secara makroskopis.

Keberhasilan bakteri indigen IMY 2 dalam mendegradasi masker sekali pakai dapat ditinjau berdasarkan perubahan berat masker setelah degradasi. Masker terdegradasi mengalami kenaikan berat yang disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang meninggalkan sisa biomassa yang menyebabkan kenaikan berat masker terdegradasi.

Peningkatan berat masker yang disebabkan oleh sisa biomassa dapat ditinjau menggunakan mikroskop dan analisis SEM. Pengamatan menggunakan mikroskop memberikan hasil bahwa terdapat sisa biomassa yang menempel pada serat-serat masker tersebut, sedangkan pengamatan menggunakan SEM dapat melihat penumpukan biomassa dan kerusakan berupa lubang-lubang pada permukaan masker yang terdegradasi. Kerusakan masker terdegradasi dapat diidentifikasi menggunakan analisis SEM dengan perbesaran 1.000 \times . Kerusakan masker terdegradasi berupa lubang-lubang terlihat pada permukaan masker yang disebabkan oleh aktivitas bakteri indigen IMY 2 yang menjadikan masker tersebut sebagai sumber karbon untuk keberlangsungan hidup.

Daftar Pustaka

- Arutchelvi, J., M. Sudhakar, Ambika Arkatkar, Mukesh Doble, Sumit Bhaduri, and Parasu Veera Uppara. 2008. "Biodegradation of Polyethylene and Polypropylene." 7(January):9–22.
- Auta, H. S., C. U. Emenike, B. Jayanthi, and S. H. Fauziah. 2018. "Growth Kinetics and Biodeterioration of Polypropylene Microplastics by *Bacillus Sp.* and *Rhodococcus Sp.* Isolated from Mangrove Sediment." *Marine Pollution Bulletin* 127(April 2017):15–21. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.11.036.
- Damayanti, Sri Suci, Oom Komala, and E. Mulyati Effendi. 2018. "Identifikasi Bakteri Dari Pupuk Organik Cair Isi Rumen Sapi." Vol. 18.
- D'ambrières, Woldemar. 2019. "Plastics Recycling Worldwide: Current Overview and Desirable Changes." *Field Actions Science Report 2019(Special Issue)*:12–21.
- Helen, Auta Shnada, Emenike Chijioke Uche, and Fauziah Shahul Hamid. 2017. "Screening for Polypropylene Degradation Potential of Bacteria Isolated from Mangrove Ecosystems in Peninsular Malaysia." *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics* 7(4):245–51. doi: 10.17706/ijbbb.2017.7.4.245-251.
- Kumar, Vijay, Shyam Babu Singh, and Simranjeet Singh. 2020. "Journal of Environmental Chemical Engineering COVID-19 : Environment Concern and Impact of Indian Medicinal System." *Journal of Environmental Chemical Engineering* 8(5):104144. doi: 10.1016/j.jece.2020.104144.



- Lamichhane, G., A. Acharya, R. Marahatha, B. Modi, R. Paudel, A. Adhikari, B. K. Raut, S. Aryal, and N. Parajuli. 2023. "Microplastics in Environment: Global Concern, Challenges, and Controlling Measures." *International Journal of Environmental Science and Technology* 20(4):4673–94. doi: 10.1007/s13762-022-04261-1.
- Nurhidayati, Sri, Faturrahman, and Mursal Ghazali. 2015. "Deteksi Bakteri Patogen yang Berasosiasi dengan *Kappaphycus Alvarezii* (Doty) Bergejala Penyakit *Ice-Ice*." Vol. 1.
- Panjaitan, Fany Juliarti, Taufiq Bachtiar, Irsyana Arsyad, Onesimus Ke Lele, and Wharisma Indriyani. 2020. "Karakterisasi Mikroskopis dan Uji Biokimia Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari *Rhizosfer* Tanaman Jagung Fase Vegetatif." Vol. 1.
- Permata, Berlian, Dewi Erlambang, and Rike Oktarianti. 2019. "Mikroorganisme Potensial Sebagai Agen Hayati Pendegradasi Limbah Sampah Plastik." 10(2).
- Putri Hiaranya. 2017. "MIKROBIOLOGI."
- Veronika Simatupang, Yeni, I. Made Mahaputra Wijaya, and Nyoman Semadi. 2019. "Isolation and Identification of Ethanol-Producing High Potential Bacteria from Bali Arak Industry in Karangasem-Bali."