

Identifikasi Bakteri dari Efluen Biomembran di Sungai Cikacembang, Majalaya, Kabupaten Bandung

The Identification of Bacteria from Biomembrane Effluent at Cikacembang River, Majalaya, Bandung Regency

Riska Indriyani Mangngalle^{1*}, Herto Dwi Ariesyady²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Jl Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

*e-mail koresponden: riskaindriyani7@gmail.com

Abstrak

Pengolahan biologis merupakan salah satu jenis pengolahan yang efektif dalam mendegradasi senyawa organik dengan prinsip memanfaatkan mikroorganisme untuk mengolah senyawa kompleks yang terkandung dalam air buangan menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga mikroorganisme memiliki peran penting dalam proses biologis. Bakteri yang digunakan dapat berupa bakteri yang berasal dari luar lingkungan limbah maupun bakteri yang berasal dari lingkungan limbah itu sendiri (*indigenous bacteria*). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis bakteri yang terdapat pada efluen Biomembran (alat pengolah limbah cair di Sungai Cikacembang) dengan menggunakan metode dengan melakukan serangkaian uji biokimia sesuai dengan *Manual for Identification of Medical Bacteriology* (Cowan, 1974). Selain itu juga dilakukan uji tumbuh bakteri dengan metode basis berat (VSS). Identifikasi bakteri dari efluen Biomembran dilakukan karena diindikasikan bahwa bakteri tersebut memiliki potensi untuk mendegradasi limbah yang ada di air sungai. Isolat yang didapat terdiri dari tiga bakteri Gram positif, dimana dua bakteri merupakan genus *Bacillus*, dan satu bakteri merupakan genus *Corynebacterium*. Pada penelitian ini berhasil diidentifikasi spesies dari bakteri yang diisolasi, yaitu *Bacillus megaterium* dengan laju pertumbuhan sebesar 139,28 mg/1/jam, *Bacillus licheniformis* dengan laju pertumbuhan sebesar 130,35 mg/1/jam, dan *Corynebacterium striatum* dengan laju pertumbuhan sebesar 112,13 mg/1/jam.

Kata Kunci: *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Corynebacterium striatum*, identifikasi bakteri, Biomembran.

Abstract

Biological treatment is one of the effective treatment methods for degrading organic compounds by utilizing microorganisms to treat complex compounds in the effluent water into simpler substances. Thus microorganisms have important roles in biological process. Bacteria that are used can be in the form of non-indigenous bacteria of waste environment or indigenous bacteria. Therefore, the purpose of this research was to identify bacteria species within Biomembrane effluent (wastewater treatment reactor in Cikacembang River) using analytical method by performing series of biochemistry tests according to *Manual for Identification of Medical Bacteriology* (Cowan, 1974). Bacteria identification on this Biomembrane effluent was conducted because it was indicated that those bacteria have potencies to degrade wastes in river water. In addition, we also calculated the bacterial growth rate. The isolated bacteria belonged to Gram positive bacteria in which two bacteria were categorized as the member of *Bacillus* genus, while another bacterium was categorized as the member of the *Corynebacterium* genus. In this research, it was successfully identified several species of the isolated bacteria, namely *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, and *Corynebacterium striatum* that had growth rate of 139.28 mg/l/h, 130.35 mg/l/h, and 112.13 mg/l/h, respectively.

Keywords: *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Corynebacterium striatum*, bacteria identification, Biomembrane.

INFO ARTIKEL

Sitasi: Mangngalle, R.I., Ariesyady, H.D. 2023. Identifikasi Bakteri dari Efluen Biomembran di Sungai Cikacembang, Majalaya, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknik Lingkungan* 29 (1), 67-75.

Article History:

Received 4 April 2023

Revised 10 April 2023

Accepted 14 April 2023

Available online 18 April 2023



Jurnal Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Based on a work at www.itb.ac.id

1. Pendahuluan

Proses produksi yang dilakukan oleh industri-industri akan menghasilkan produk utama dan produk sampingan berupa limbah yang memerlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat dibuang secara aman ke lingkungan. Salah satu limbah industri adalah limbah dari industri tekstil yang dapat berupa limbah cair, gas, maupun padatan. Khususnya pada limbah cair, karakteristik limbah cair dari setiap tahapan proses operasi tekstil akan berbeda-beda. Limbah cair dari unit pencetakan dan pewarnaan biasanya mengandung warna yang terdiri dari residu reaktif kimia dan pewarnaan yang membutuhkan pengolahan khusus sebelum dibuang ke lingkungan. Umumnya limbah cair industri tekstil bersifat basa yang memiliki BOD cukup tinggi yaitu berkisar antara 700 hingga 2000 mg/L (World Bank ESH, 1998).

Limbah industri tekstil tergolong limbah cair dari proses pewarnaan yang merupakan senyawa kimia sintetis, mempunyai kekuatan pencemar yang kuat. Bahan pewarna tersebut telah terbukti mampu mencemari lingkungan. Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh, kromofor, dan auksokrom sebagai pengaktif kerja kromofor dan pengikat antara warna dengan serat (Risnandar dan Kurniawan, 1998). Menurut Blackburn dan Burkinshaw (2002), karakteristik limbah cair industri tekstil sangat kompleks dan hampir 70% zat warna yang digunakan adalah zat warna sintetis azo yang bersifat *recalcitrant*.

Fakta menunjukkan bahwa sebagian besar limbah cair dari industri tekstil biasanya langsung dialirkan ke badan air. Beberapa dampak negatif yang ditimbulkan oleh keberadaan zat warna, terutama zat warna azo di badan air antara lain dapat mengganggu estetika badan perairan serta dapat menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam badan air, sehingga hal tersebut dapat mengganggu proses fotosintesis dari tumbuhan air, kemudian kandungan oksigen dalam air menjadi berkurang dan pada gilirannya akan menurunkan kualitas air serta dapat berakibat fatal terutama bagi organisme akuatik (Lukito dkk., 2013). Pada pengolahan secara biologis, penghilangan zat warna menggunakan bakteri merupakan alternatif pengolahan secara aerob. Beberapa bakteri aerob galur tertentu memiliki kemampuan untuk menggunakan zat warna azo sebagai sumber karbon dan nitrogen tunggal, bakteri lain hanya mereduksi grup azo dengan azo reduktase (Sharma dkk., 2009).

Pengolahan secara biologis dalam mengolah limbah tekstil saat ini telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan, dimana dalam proses pengolahannya memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi molekul zat warna tekstil yang memiliki struktur kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana (Manurung dkk., 2004). Dengan memanfaatkan aktivitas mikroba diharapkan senyawa organik yang terkandung di dalam limbah tekstil dapat terurai menjadi senyawa lebih sederhana dan tidak berbahaya bagi kehidupan perairan. Adapun aktivitas mikroba yang diharapkan adalah perannya dalam proses penguraian (degradasi) senyawa organik.

Sistem yang menggunakan kultur campuran mikroba akan memberi hasil yang lebih efektif karena aktivitas metabolismenya bersama-sama. Campuran kultur mikroba tersebut akan memberikan aktivitas katabolik yang saling melengkapi satu sama lain. Penggunaan dari konsorsium mikroba ini sangat memberikan manfaat daripada kultur murni. Suatu kultur bakteri dapat menyerang suatu molekul pada posisi yang berbeda atau dapat menggunakan produk dekomposisi yang dihasilkan dari kultur lain untuk proses dekomposisi lebih jauh (Jadhav dkk., 2008).

Saat ini di Sungai Cikacembang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, telah terpasang alat Biomembran dengan prinsip memanfaatkan bakteri dan membran untuk mengolah air Sungai Cikacembang penerima air limbah industri tekstil. Bakteri yang terdapat pada efluen yang keluar dari Biomembran ini akan tercampur dengan air sungai dan diperkirakan dapat memperbaiki kualitas air di badan sungai penerima. Jenis bakteri yang berasal dari efluen Biomembran tersebut tentunya perlu diidentifikasi.

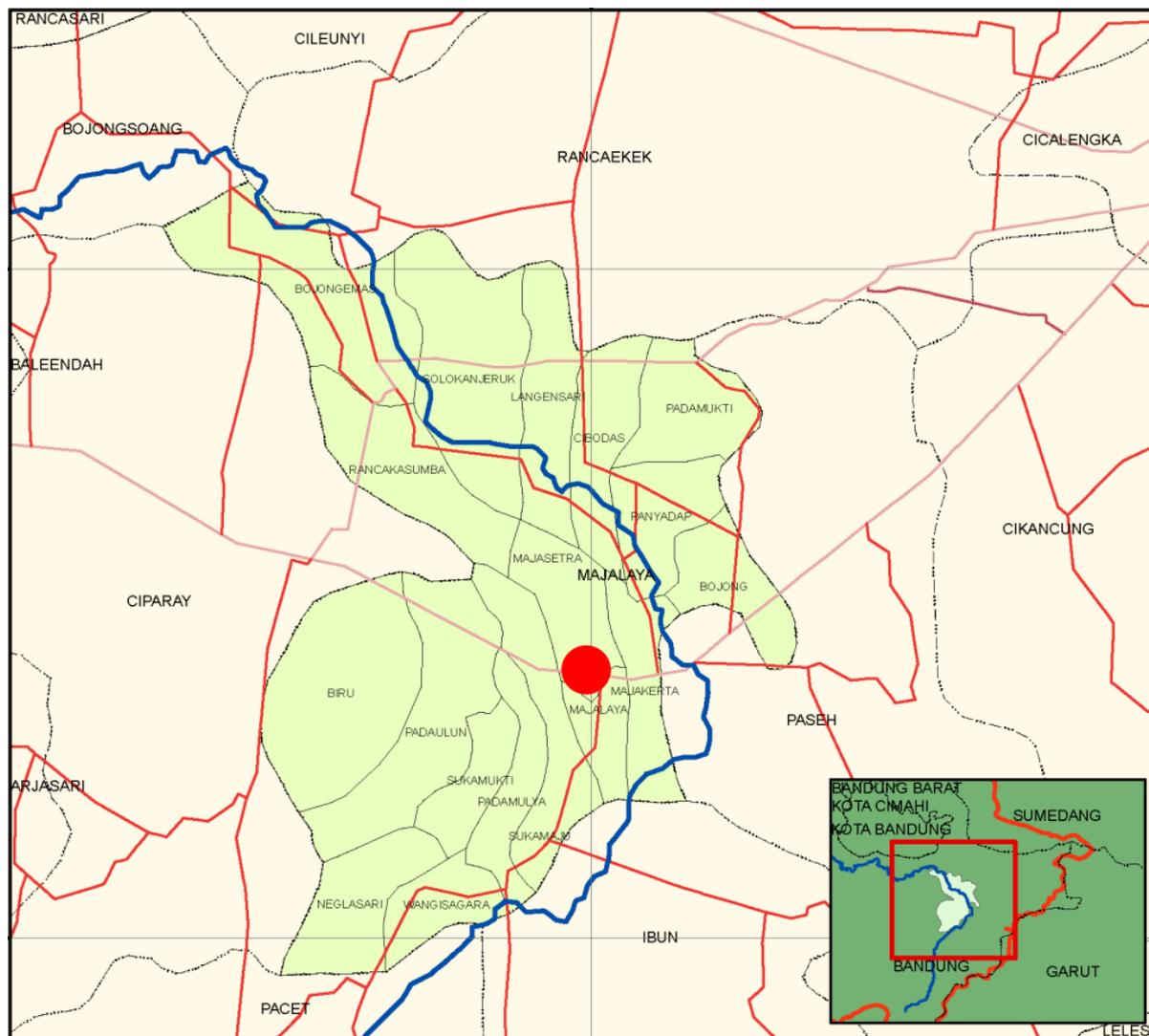
Dalam pengolahan limbah cair tekstil terdapat banyak spesies bakteri yang dapat digunakan. Dari penelitian-penelitian terdahulu, telah diketahui bahwa terdapat bakteri yang dapat mendegradasi zat warna, diantaranya adalah *Pseudomonas luteola*, *Pseudomonas sp.*, *Escherichia coli*, *Bacillus sp.*, *Alcaligenes faecalis*, *Rhodococcus erythropolis*, dan *Enterococcus faecalis* (Chang dkk., 2000; Kalyani dkk., 2009; Mutafov dkk., 2008; Meitiniarti dkk., 2008). Berdasarkan hal tersebut, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi bakteri yang ada pada efluen Biomembran di lokasi studi sebagai bakteri aktif yang dapat mendegradasi air limbah industri tekstil.

Informasi yang diperoleh dari hasil identifikasi ini, tentunya juga sangat bermanfaat untuk melakukan proses bioaugmentasi, suatu proses penyebaran bakteri aktif, pada sungai yang tercemar oleh limbah industri tekstil. Dengan demikian, proses bioaugmentasi dengan menggunakan bakteri yang sudah teruji kemampuannya dalam menguraikan air limbah industri tekstil, dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air sungai yang tercemar air limbah industri tekstil.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Cikacembang yang merupakan salah satu anak Sungai Citarum, yang terletak di Majalaya, Kabupaten Bandung seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



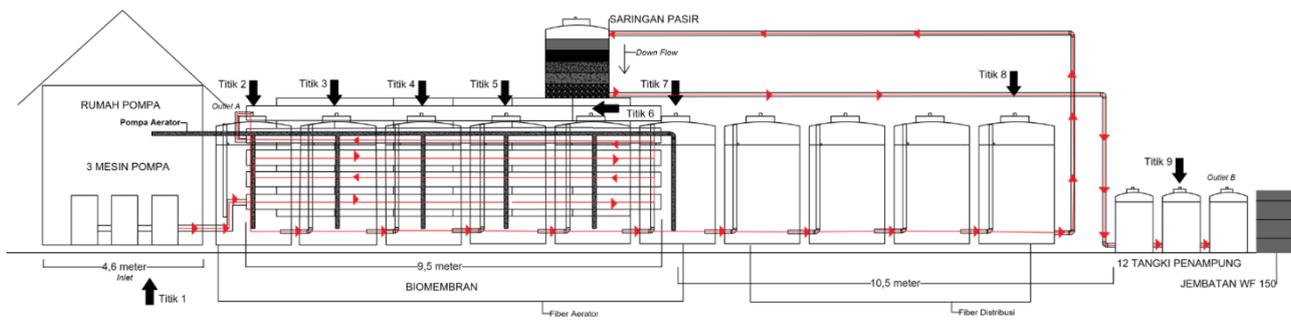
Gambar 1. Lokasi penelitian di Sungai Cikacembang, Majalaya, Kabupaten Bandung (ditunjukkan dengan bulatan berwarna merah; peta diambil dari citarum.org)

2.2 Media Pengayaan Bakteri

Pada penelitian ini, kultur bakteri yang digunakan selama penelitian berasal dari efluen limbah cair yang telah diolah oleh reaktor Biomembran. Sedangkan bahan-bahan lain yang digunakan adalah sampel air dari Sungai Cikacembang, media bakteri seperti Agar Nutrisi (NA) dan Kaldu Nutrisi (NB) sebagai media isolasi dan media pengaya, dan media untuk uji biokimia seperti pepton, *beef extract*, *yeast extract*, urea, *Simmons Citrate Agar*, glukosa, mannitol, laktosa, arabinose, dan bahan-bahan lainnya.

2.3 Pengambilan Sampel Bakteri

Sampel bakteri diambil pada *outlet* Biomembran. Biomembran ini merupakan reaktor pengolahan air limbah yang diletakkan di atas Sungai Cikacembang yang mengolah air limbah industri-industri tekstil yang tersebar di segmen Sungai Cikacembang secara komunal (**Gambar 2**). Pengambilan sampel bakteri dilakukan secara triplikasi pada titik pengambilan yang sama di reaktor pengolahan. Selanjutnya, sampel ini disebut Efluen I, Efluen II, dan Efluen III.



Gambar 2. Konfigurasi unit biomembran di Sungai Cikacembang, Majalaya, Kabupaten Bandung

2.4 Isolasi Bakteri

Proses isolasi bakteri bertujuan untuk mendapatkan kultur murni, yaitu kultur yang hanya terdiri dari satu jenis bakteri. Proses pemurnian bakteri tersebut dilakukan dalam berbagai tahapan, yaitu:

1. Pengenceran terhadap efluen Biomembran dengan akuades steril.
2. Pemisahan koloni melalui metoda cawan tuang (*Pour Plate*).
3. Pemurnian menggunakan jarum inokulasi kemudian dilakukan penggosokan (*streak*) pada Agar Nutrisi dalam cawan petri agar didapatkan satu jenis koloni setelah inkubasi selama 24 jam.
4. Satu jenis koloni yang terpisah kemudian dipindahkan ke dalam Agar Nutrisi miring.

2.5 Identifikasi Bakteri dan Uji Pertumbuhan Bakteri

Bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi, diidentifikasi untuk mengetahui genus dan spesiesnya. Identifikasi yang dilakukan adalah identifikasi secara morfologis dengan melihat karakteristik morfologi koloni umum dan morfologi mikroskopik, serta identifikasi secara fisiologis dengan melakukan uji-uji biokimia berdasarkan hasil pewarnaan Gram. Cara pengujian dapat dilakukan menggunakan prosedur pada *Manual for Identification of Medical Bacteriology* (Cowan, 1974) seperti uji motilitas, hidrolisa kasein, hidrolisa pati, dan uji lainnya. Sedangkan uji pertumbuhan bakteri dilakukan dengan metode yang berbasis berat yaitu VSS (*Volatile Suspended Solid*) pada waktu 0 jam, 4 jam, 8 jam, dan 24 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dimulai dengan melakukan pengenceran terhadap efluen Biomembran. Pengenceran dilakukan menggunakan metode *pour plate* dengan jumlah pengenceran 10^{-1} sampai dengan 10^{-6} . Pengenceran juga dilakukan terhadap efluen Biomembran yang diambil pada tiga waktu yang berbeda (Efluen I, Efluen II, dan Efluen III). Hasil pengenceran pada penelitian ini, khususnya pada tingkat pengenceran 10^{-1} hingga 10^{-3} didapatkan hasil yang *valid* karena masih berada pada rentang 30 hingga 300 koloni dan tidak terdapat jumlah koloni dengan nilai yang terlalu besar (TNTC/*Too Numerous To Count*). Sedangkan pada pengenceran 10^{-4} hingga 10^{-6} dianggap tidak *valid* karena jumlahnya terlalu sedikit dan kurang dari 30 koloni. Pada **Tabel 1** dapat dilihat hasil pengenceran dengan metode *pour plate* pada tiga jenis limbah.

Tabel 1. Jumlah koloni hasil pengenceran metode *pour plate*

No.	Tingkat Pengenceran	Jumlah koloni (koloni)			Keterangan
		Efluen I	Efluen II	Efluen III	
1	10^{-1}	215	111	187	<i>Valid</i>
2	10^{-2}	163	99	89	<i>Valid</i>
3	10^{-3}	35	65	56	<i>Valid</i>
4	10^{-4}	16	6	15	Tidak <i>valid</i>
5	10^{-5}	5	3	-	Tidak <i>valid</i>
6	10^{-6}	2	-	-	Tidak <i>valid</i>

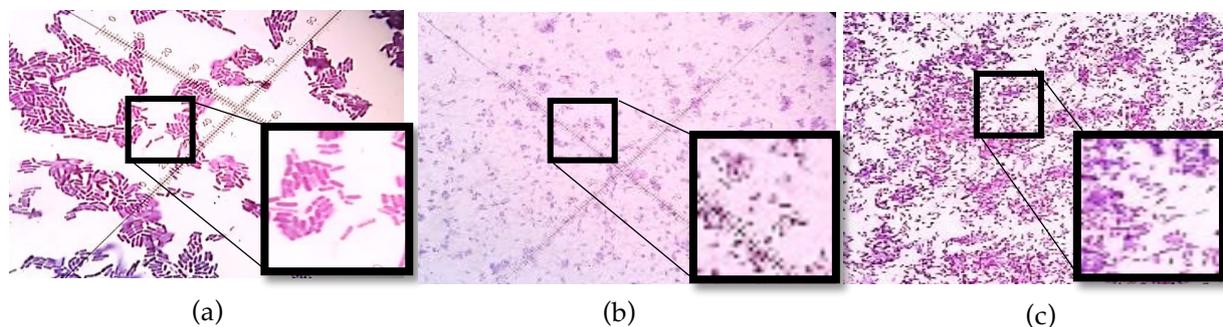
Sementara itu, karena penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan spesies bakteri yang diindikasikan berasal dari Biomembran, dilakukan *morphology screening* pada ketiga hasil pengenceran. Dari hasil *morphology*

screening, hasil pengenceran yang dipilih adalah hasil pengenceran yang memiliki jumlah koloni terbanyak dan juga memiliki jenis morfologi koloni yang lebih variatif, sehingga dipilih koloni yang berasal dari Efluen I untuk kemudian dilanjutkan pada tahap identifikasi selanjutnya yaitu pewarnaan Gram. Dari pewarnaan Gram didapatkan tiga spesies bakteri tersebut adalah Gram positif yang memiliki morfologi berbeda dan selanjutnya disebut Bakteri A, B, dan C. Morfologi dari ketiga jenis bakteri tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil identifikasi morfologi koloni

	Bakteri A	Bakteri B	Bakteri C
Bentuk koloni	<i>Filamentous</i>	<i>Rhizoid</i>	<i>Circular</i>
Tepian	<i>Filamentous</i>	<i>Rhizoid</i>	<i>Entire</i>
Elevasi	Timbul	Timbul	Timbul
Ukuran koloni	Besar	Sedang	Sedang
Tekstur	Lembut	Lembut	Lembut
Penampakan	Kusam	Kusam	Kusam
Optikal	Tembus cahaya	Tembus cahaya	Tembus cahaya

Pewarnaan Gram adalah suatu metode empiris untuk membedakan spesies bakteri menjadi dua kelompok besar, yaitu Gram positif dan Gram negatif, berdasarkan sifat kimia dan fisik dinding sel mereka. Pewarnaan Gram juga dilakukan untuk melihat kemurnian bakteri dan merupakan tahap awal dalam identifikasi bakteri, karena jika saat dilakukan pewarnaan Gram, bakteri yang terwarnai tidak hanya terdiri dari satu jenis bakteri dan masih tercampur dengan bakteri lain, maka tidak akan dapat dilakukan uji biokimia. Hasil pewarnaan Gram dari ketiga jenis bakteri dapat dilihat pada **Gambar 3**. Kemurnian bakteri adalah hal yang sangat mendasar dan esensial karena jika kultur bakteri belum murni dan masih ada kontaminasi bakteri lainnya, maka hasil uji biokimia yang dilakukan tidak akan representatif dalam menentukan spesies bakteri (Cowan, 1974). Dari **Gambar 3** tersebut dapat terlihat bahwa semua isolat merupakan bakteri Gram positif.



Gambar 3. Hasil pewarnaan gram (a) Bakteri A; (b) Bakteri B; (c) Bakteri C

Identifikasi bakteri yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode konvensional, dimana pada metode ini dilakukan beberapa tahapan uji biokimia pada bakteri yang sedang diidentifikasi, kemudian hasilnya dibandingkan dengan sifat biokimia pada bakteri yang telah teridentifikasi sebelumnya. Penentuan spesies bakteri dilakukan berdasarkan kemiripan sifat biokimia yang paling mendekati, namun tidak akan mungkin mendapatkan 100% hasil yang sama besar (Cowan, 1974). Setelah melakukan *morphology screening* dan pewarnaan Gram, tahapan selanjutnya adalah uji pendahuluan untuk menentukan genus bakteri. Hasil uji pendahuluan untuk ketiga jenis bakteri hasil isolasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil uji penentuan genus bakteri

No.	Jenis Prosedur	Bakteri A	Bakteri B	Bakteri C
1	Pewarnaan Gram	+	+	+
2	Bentuk	Batang	Batang	Batang
3	Spora	+	-	+
4	Motilitas	+	-	+
5	Pertumbuhan di udara	+	+	+

No.	Jenis Prosedur	Bakteri A	Bakteri B	Bakteri C
6	Pertumbuhan anaerob	+	+	+
7	Uji Katalase	+	+	+
8	Uji Glukosa (<i>acid</i>)	+	+	+
9	Karbohidrat (F/O/-)	F/O	F/O	F/O

Keterangan: (+) Hasil positif
(-) Hasil negatif

Setelah hasil uji pendahuluan dari setiap bakteri diketahui, dilakukan pencocokan dengan literatur untuk penentuan genus yaitu berdasarkan *Manual for the Identification of Medical Bacteria* (Cowan, 1974), sehingga didapatkan genus *Bacillus* untuk Bakteri A dan C, serta genus *Corynebacterium* untuk Bakteri B. Baik genus *Bacillus* atau *Corynebacterium*, keduanya merupakan bakteri berbentuk batang dan tergolong Gram positif, namun perbedaannya adalah pada kondisi ekstrim seperti panas, *Bacillus* dapat memproduksi spora, sedangkan *Corynebacterium* tidak dapat memproduksi spora (Madigan dkk., 2003). Tahap selanjutnya adalah proses identifikasi spesies melalui uji biokimia untuk masing-masing jenis bakteri. Hasil uji biokimia untuk bakteri A dan C dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil uji biokimia untuk penentuan spesies dari genus *Bacillus*

No.	Jenis Prosedur	Bakteri A	Bakteri C
1	Pewarnaan Gram	+	+
2	Motilitas	+	+
3	Bentuk dan Posisi Spora	1	1
4	Pembengkakan badan batang	-	-
5	Pertumbuhan pada 50°C	+	+
6	Pertumbuhan pada 10% NaCl	+	+
7	Pertumbuhan Anaerobik	+	+
8	Karbohidrat dari:		
	Glukosa	+	+
	Mannitol	-	-
	Xylose	-	-
	Raffinosa	-	-
9	Penggunaan Sitrat	+	+
10	Urease	-	-
11	Indol	-	-
12	VP Test	-	-
13	Reduksi Nitrat	-	+
14	Hidrolisa Kasein	+	+
15	Hidrolisa Gelatin	-	-
16	Hidrolisa Pati	+	+

Keterangan: (+) Hasil positif
(-) Hasil negatif
(1) spora oval atau silinder, terletak di tengah

Sedangkan rangkaian uji biokimia untuk bakteri dengan genus *Corynebacterium* dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil uji biokimia untuk penentuan spesies dari genus *Corynebacterium*

No.	Jenis Prosedur	Bakteri B
1	Pewarnaan Gram	+
2	Motilitas	-
3	Pertumbuhan 37°C	+
4	Uji Katalase	+
5	VP	-
6	H ₂ S	-

No.	Jenis Prosedur	Bakteri B
7	Pemecahan karbohidrat	+
8	Karbohidrat dari:	
	Glukosa	+
	Laktosa	-
	Mannitol	-
	Sukrosa	+
	Xylose	-
9	Reduksi Nitrat	-
10	<i>Gelatin liquefaction</i>	+
11	Urease	-
12	<i>Casein digestion</i>	-

Keterangan: (+) Hasil positif
(-) Hasil negatif

Setelah rangkaian uji biokimia digunakan dalam menentukan spesies dari genus *Bacillus* dan *Corynebacterium*, didapatkan tiga jenis spesies seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 6**. Keberadaan 2 spesies dalam genus *Bacillus* pada efluen Biomembran ini menunjukkan bahwa bakteri-bakteri ini mampu mendegradasi zat warna yang ada pada air limbah industri tekstil (Jadhav dkk., 2008) sehingga berpotensi untuk digunakan dalam pengolahan air limbah industri tekstil dan pada proses bioaugmentasi badan air yang tercemar air limbah industri tekstil.

Tabel 6. Spesies bakteri teridentifikasi

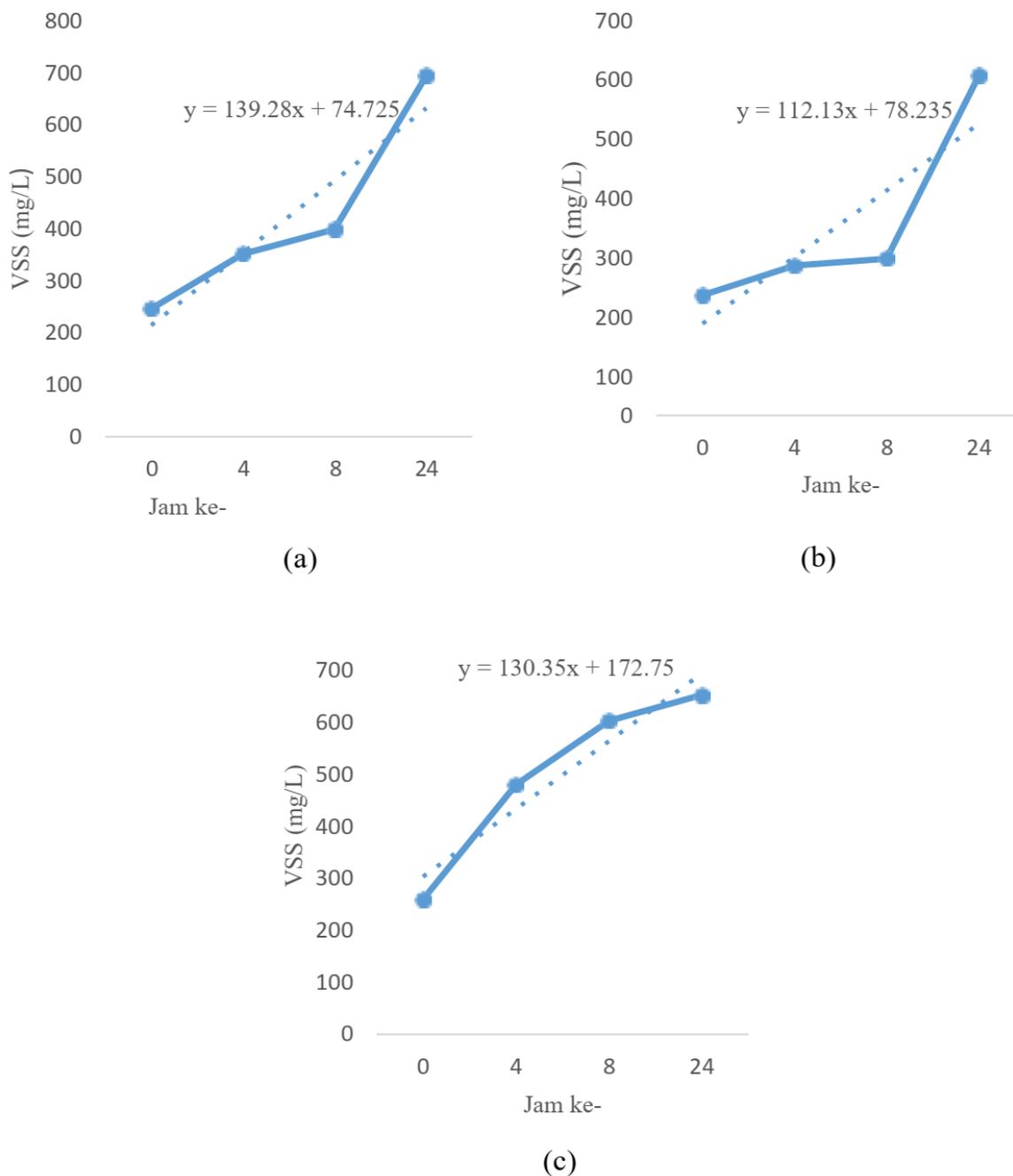
No.	Kode Bakteri	Jenis Bakteri
1	A	<i>Bacillus megaterium</i>
2	B	<i>Corynebacterium striatum</i>
3	C	<i>Bacillus licheniformis</i>

Setelah proses identifikasi spesies bakteri aktif yang ada pada efluen Biomembran, kemudian dilakukan uji tumbuh bakteri dengan metode basis berat untuk mencari nilai VSS bakteri pada waktu 0 jam, 4 jam, 8 jam, dan 24 jam. Hasil uji tumbuh tersebut dapat dilihat pada kurva tumbuh bakteri sebagai berikut (**Gambar 4**).

Pada kurva pertumbuhan yang ditunjukkan pada **Gambar 4**, dapat dilihat fase *lag*, eksponensial, dan stasioner. Terdapat bakteri yang fase *lag*-nya tidak terlihat karena pengukuran dilakukan pada perbedaan waktu beberapa jam, sehingga perubahan yang terjadi dalam rentang waktu sebelum empat jam tidak diketahui. Dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa pertumbuhan bakteri yang terjadi dengan cepat adalah pada bakteri *Bacillus megaterium* dimana laju pertumbuhannya mencapai VSS sebesar 139,28 mg/1/jam. Sedangkan pada *Bacillus licheniformis* memiliki laju pertumbuhan yang lebih rendah yaitu sebesar 130,35 mg/1/jam. Sementara itu, pada *Corynebacterium striatum*, laju pertumbuhan pada bakteri ini hanya sebesar 112,13 mg/1/jam. Dari hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan bakteri dalam melakukan metabolisme akan berbeda-beda, sehingga efektivitas bakteri dalam degradasi limbah pun juga akan berbeda-beda.

4. Kesimpulan

Bakteri yang terdapat dalam efluen Biomembran merupakan bakteri genus *Bacillus* dengan spesies *Bacillus megaterium* dan *Bacillus licheniformis* serta bakteri genus *Corynebacterium* dengan spesies *Corynebacterium striatum*. Keberadaan bakteri-bakteri tersebut pada efluen Biomembran menunjukkan bahwa pengolahan air limbah industri tekstil dengan menggunakan Biomembran dilakukan oleh konsorsium bakteri itu secara aktif. Konsorsium bakteri aktif tersebut tentunya dapat digunakan dalam proses bioaugmentasi untuk memperbaiki badan air yang tercemar air limbah industri tekstil. Berdasarkan uji pertumbuhan bakteri, diketahui bahwa bakteri dengan laju pertumbuhan terbesar adalah *Bacillus megaterium* dengan laju pertumbuhan mencapai 139,28 mg/1/jam, yang diikuti oleh *Bacillus licheniformis* yang memiliki laju pertumbuhan sebesar 130,35 mg/1/jam dan *Corynebacterium striatum* dengan laju pertumbuhan sebesar 112,13 mg/1/jam.



Gambar 4. Kurva tumbuh bakteri yang teridentifikasi (a) *Bacillus megaterium*; (b) *Corynebacterium striatum*; (c) *Bacillus licheniformis*

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh BPLH Kabupaten Bandung dan UPT Laboratorium BPLH Kabupaten Bandung.

Daftar Pustaka

Blackburn, R. S., & Burkinshaw, S. M. (2002). A greener approach to cotton dyeings with excellent wash fastness. *Green Chemistry*, 4(1), 47-52.

Chang, J. S., Kuo, T. S., Chao, Y. P., Ho, J. Y., & Lin, P. J. (2000). Azo dye decolorization with a mutant *Escherichia coli* strain. *Biotechnology Letters*, 22, 807-812.

Cowan S.T. (1974). *Manual for Identification of Medical Bacteria*. Cambridge University.

- Jadhav, S. U., Jadhav, U. U., Dawkar, V. V., & Govindwar, S. P. (2008). Biodegradation of disperse dye brown 3REL by microbial consortium of *Galactomyces geotrichum* MTCC 1360 and *Bacillus* sp. VUS. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 13, 232-239.
- Kalyani, D. C., Telke, A. A., Govindwar, S. P., & Jadhav, J. P. (2009). Biodegradation and detoxification of reactive textile dye by isolated *Pseudomonas* sp. SUK1. *Water Environment Research*, 81(3), 298-307.
- Lukito, A. B. D., Purwanto, M. G. M., & Goeltom, M. T. (2013). Pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan dekolonisasi senyawa pewarna strawberry red dan orange yellow dalam kondisi curah. *Calyptra*, 2(1), 1-16.
- Madigan, Michael.T., Martinko, John., Packer, Jack. (2003). *Biology of Microorganism 10th ed.* New York: Southern Illinois University Carbondale.
- Manurung, Hasibuan, Irvan. (2004). Perombakan zat warna azo reaktif secara anarob-aerob. Medan: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara.
- Mayanti, B., & Ariesyady, H. (2009). Identifikasi Keberagaman Bakteri pada Commercial-Seed Pengolah Limbah Cair Cat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16(1), 52-61.
- Meitiniarti, V. I., Soetarto, E. S., Sugiharto, E., & Timotius, K. H. (2008). Optimum concentration of glucose and Orange II for growth and decolorization of Orange II by *Enterococcus faecalis* ID6017 under static culture. *Microbiology Indonesia*, 2(2), 5-5.
- Mutafov, S., Avramova, T., Stefanova, L., & Angelova, B. (2007). Decolorization of acid orange 7 by bacteria of different tinctorial type: a comparative study. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23, 417-422.
- Nurbidayah. (2014). *Biodegradasi dengan Isolat Bakteri Indigen pada Limbah Tekstil Sasirangan di Banjarmasin untuk Pembuatan Booklet bagi Masyarakat Pengrajin Batik.* Universitas Negeri Malang: Thesis Program Pascasarjana.
- Risnandar, H., & Kurniawan, K. (1998). Penyerapan Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Jerami Padi. *Laporan Penelitian, FT Undip, Semarang.*
- Sharma, P., Singh, L., & Dilbaghi, N. (2009). Optimization of process variables for decolorization of Disperse Yellow 211 by *Bacillus subtilis* using Box–Behnken design. *Journal of Hazardous Materials*, 164(2-3), 1024-1029
- World Bank ESH. (1998). *Pollution Prevention and Abatement: Textiles Industry.* Draft Technical Background Document. Environment Department, Washington, D.C.