



## ISOLASI DAN PENGUJIAN ISOLAT BAKTERI DARI LIMBAH POME (PALM OIL MILL EFFLUENT) SEBAGAI AGEN DEKOLORISASI DALAM UPAYA PENYEHATAN LINGKUNGAN

### ISOLATION AND TESTING OF BACTERIAL ISOLATE FROM POME WASTE (PALM OIL MILL EFFLUENT) AS A DECOLORIZATION AGENT IN ENVIRONMENTAL HEALTH EFFORTS

**Grescia Eka Putri<sup>1</sup>, Fuji Astuti Febria\*<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Biologi, Universitas Andalas Limau Manis, Padang, Sumatera Barat  
(E-mail: [fujiastutifebria@sci.unand.ac.id](mailto:fujiastutifebria@sci.unand.ac.id))

#### ABSTRAK

Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan limbah cair pabrik kelapa sawit yang dihasilkan dari pengolahan tandan buah segar menjadi minyak sawit kasar. Warna kecoklatan pada POME menjadi salah satu masalah yang meresahkan karena dapat mencemari badan air sehingga diperlukan upaya untuk memperbaiki kualitas air limbah cair (POME) dan mengurangi warna kecoklatan melalui dekolorisasi POME oleh bakteri indigen. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri indigen limbah cair POME serta menguji kemampuan isolat bakteri dalam memperbaiki kadar warna pada limbah. Penelitian ini menggunakan metode survei dan teknik pengambilan sampel adalah purposive sampling. Hasil penelitian ditemukan 11 isolat bakteri indigen dari limbah POME. Semua isolat diuji kemampuan dekolorisasi untuk penurunan warna POME. Seluruh isolat yang diujikan mampu mengurangi warna pada POME. Persentase mencapai 28,98% oleh isolat IBDP-5. Hasil karakterisasi didapatkan dua isolat bakteri gram positif berbentuk coccus yaitu (IBDP-3 dan IBDP-6), tiga isolat bakteri gram positif berbentuk basil yaitu (IBDP-5, IBDP-7, serta IBDP-11), dan enam isolat bakteri gram negatif berbentuk basil yaitu (IBDP-1, IBDP-2, IBDP-4, IBDP-8, IBDP-9, IBDP-10).

**Kata kunci: Degradasi; dekolorisasi; fenol; indigenus; POME**

#### ABSTRACT

*Palm Oil Mill Effluent (POME) is liquid waste from palm oil mills produced from processing fresh fruit bunches and fruit into crude palm oil. The brownish color of POME is a disturbing problem because it can pollute water bodies, so efforts are needed to improve the quality of liquid waste water (POME) and reduce the brownish color through decolorization of POME by indigenous bacteria. This research aims to isolate indigenous bacteria from POME liquid waste and test the ability of bacterial isolates to improve the color content of waste. This research uses a survey method and the sampling technique is purposive sampling. The results of the research found 11 isolates of indigenous bacteria from POME waste. All isolates were tested for decolorization ability to reduce POME color. All isolates tested were able to reduce the color of POME. The percentage reached 28.98% for the IBDP-5 isolate. The characterization results showed that there were two isolates of gram-positive bacteria in the form of coccus, namely (IBDP-3 and IBDP-6), three isolates of gram-positive bacteria in the form of bacilli, namely (IBDP-5, IBDP-7, and IBDP-11), and six isolates of gram-negative bacteria in the form of bacilli, namely (IBDP-1, IBDP-2, IBDP-4, IBDP-8, IBDP-9, IBDP-10).*

**Keyword : Degradation; decolorization; fenol; isolation; POME (Palm Oil Mill Effluent)**

## PENDAHULUAN

Aktivitas produksi pada Pabrik Kelapa Sawit menghasilkan produk utama seperti CPO (Crude Palm Oil), PKO (Palm Kernel Oil) dan PK (Palm Kernel). POME (Palm Oil Mill Effluent) merupakan salah satu limbah utama dari pabrik kelapa sawit dengan potensi ekosistem yang paling berpengaruh (Ibe et al., 2014).

Pemerintah Indonesia telah menetapkan baku mutu POME yang diperbolehkan masuk ke perairan yang ditetapkan melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.51/MENLH/10/1995. Dengan nilai BOD sebesar 250 mg/L, COD sebesar 500 mg/L, TSS sebesar 300 mg/L, minyak dan lemak sebesar 30 mg/L, amonia total sebesar 20 mg/L, dan nilai pH sebesar 6-9. Untuk memenuhi standar baku mutu, setiap pabrik melakukan pengolahan limbah menggunakan sistem kolam pengolahan.

Namun pengelolaan yang tidak optimal limbah tidak memenuhi baku mutu, untuk di lepas ke badan perairan (Putra dan Putra, 2014). Warna dari limbah cair kelapa sawit menjadi salah satu parameter pertimbangan apakah limbah tersebut dapat dibuang ke perairan atau tidak.

POME berwarna coklat kehitaman sering meresahkan masyarakat karena mencemari lingkungan perairan. Warna limbah disebabkan oleh konstituen tanaman seperti senyawa lignin dan fenolik serta polimerisasi ulang senyawa pewarna (Chanida dan Poonsuk, 2011). Warna efluen yang berwarna coklat tua disebabkan konsentrasi senyawa fenolik seperti tanin, lignin dan melanoidin yang berlebih (Tamrin & Zahrim, 2017; Tan et al., 2015).

Beberapa penelitian untuk mengurangi warna coklat kehitaman pada POME antara lain melalui teknologi membran pada penelitian Sami tahun 2012 yang menghasilkan penurunan tingkat kekeruhan pada limbah dengan penyisihan kandungan COD sebesar 79% dan TSS sebesar 76%. Pada penelitian Nasution tahun 2004 menggunakan teknik pengendapan

dengan elektrolisis yang menghasilkan penurunan kekeruhan sampel limbah dari 1,08 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) menjadi 0,64 NTU. Menurut penelitian Purwanto tahun 2013, menggunakan reaktor filter menurunkan tingkat kekeruhan limbah melalui pengurangan kadar TSS sebesar 80%. Penggunaan absorben alami dari kulit pisang yang menghasilkan penurunan warna pada limbah pome yang disebabkan oleh pengurangan kadar tannin, lignin dan TSS (Mohammed & Chong, 2014).

Hassen-Aboushiba et al., (2013) menyatakan bahwa POME kaya akan sumber nutrisi seperti hidrokarbon, senyawa nitrogen, lipid dan mineral organik, POME dihuni oleh komunitas mikroba yang beragam dan memainkan peran penting dalam degradasi limbah POME secara alami. Mikroorganisme tersebut melepaskan enzim hidrolitik seperti selulase, xylanase, dan lipase untuk memecah polimer kompleks pada POME (Tan et al., 2015).

Mikroorganisme tersebut juga berperan dalam mendegradasi senyawa fenolik berdampak terhadap pengurangan kadar warna pada POME. Mohammad *et al.*, tahun 2021 menyatakan mikroorganisme yang terdapat pada POME juga berperan dalam penghilangan fenolik seperti lignin dan tannin terhadap warna POME.

Senyawa tanin, lignin dan melanoidin ini dapat di degradasi dengan kemampuan bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Xu et al., tahun 2018 bakteri bisa cepat menguraikan pewarna bio-polimer seperti melanoidin dan senyawa fenolik yaitu lignin dengan menggunakan enzim lakase dan tanin yang menghasilkan enzim tannase ekstraseluler yang terkandung dalam POME.

Untuk itu perlu dilakukannya penelitian yang bertujuan untuk mengisolasi dan pengujian bakteri yang berpotensi untuk dekolorisasi pada Palm Oil Mill Effluent (POME) dengan judul "Isolasi dan Pengujian Bakteri dari Limbah POME (Palm Oil Mill Effluent) Sebagai Agen Dekolorisasi".

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survey dan pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling yaitu pada kolam aerob. Penelitian meliputi isolasi bakteri indigenous dari limbah cair POME, pemurnian untuk mendapatkan isolat tunggal bakteri indigen dari limbah cair POME, selanjutnya dilakukan pengujian kemampuan isolate bakteri indigen terhadap dekolorisasi.

### Isolasi Bakteri dari POME

Isolasi bakteri indigenous dari limbah POME dilakukan menggunakan teknik *dilution*. Selanjutnya diinkubasikan pada medium Ramsay dengan penambahan fenol 500 ppm dan diinkubasikan selama 2x24 jam pada suhu ruang. Dilakukan penghitungan jumlah koloni yang tumbuh dengan rumus :

$$\text{Total Populasi} = \text{Total koloni dalam cawan} \times \frac{1}{FP}$$

Selanjutnya dilakukan pemurnian untuk mendapatkan isolate tunggal bakteri indigen dari limbah cair POME

### Pengujian Kemampuan Isolat Bakteri Indigenous terhadap Proses Dekolorisasi Limbah POME

10 %  $v/v$  suspensi bakteri diinokulasikan ke limbah POME. Diinkubasi diatas shaker berkecepatan 150 rpm dengan suhu ruang selama 20 hari. Sampling dilakukan sentrifugasi setiap 5 hari sekali dengan cara 2 ml sampel disentrifugasi selama 15mmenit pada kecepatan 3000 rpm. Supernatan yang dianalisis dan dihitung nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer  $\lambda 369$  nm untuk mengetahui persentase penurunan warna limbah. Persentase

penurunan warna limbah dihitung dengan rumus berikut:

$$(\%) \text{ Penurunan Absorbansi} = \frac{(\text{Absorbansi awal} - \text{Absorbansi akhir})}{\text{Absorbansi awal}} \times 100$$

### Karakterisasi Makroskopis dan Mikroskopis Isolat Bakteri Indigenous Limbah Cair POME

Pengamatan Makroskopik meliputi bentuk koloni, elevasi, permukaan koloni, tepi koloni, dan warna koloni.

Pengamatan Mikroskopik meliputi bentuk sel, pewarnaan gram, pewarnaan endospora. Serta dilakukan uji katalase dan uji motilitas.

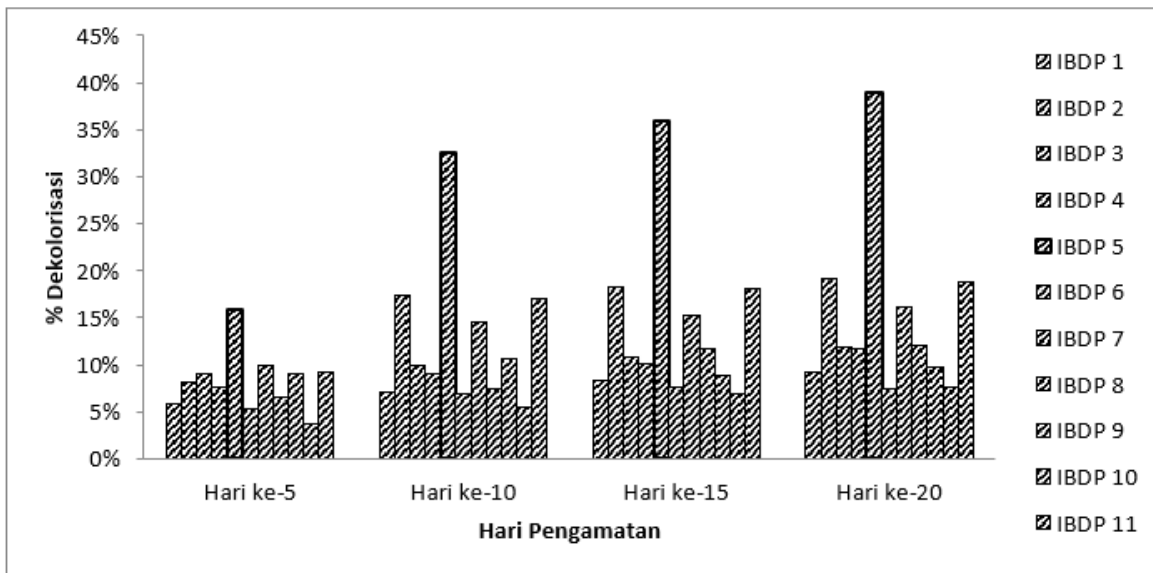
## HASIL

### Hasil Isolasi Bakteri dari POME

Jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media spesifik Ramsay dengan penambahan fenol 500 ppm yaitu  $8,2 \times 10^2$  cfu/mL. Koloni bakteri tersebut merupakan koloni bakteri yang mampu tumbuh pada medium spesifik dengan menggunakan nutrisi daripada medium tersebut sebagai sumber karbon utamanya. Dari hasil isolasi didapatkan koloni bakteri yang beragam bentuk makroskopisnya dan setelah dilakukan pemurnian, diperoleh 11 isolat bakteri limbah cair POME. Isolat yang diperoleh adalah IBDP-1, BDP-2, IBDP-3, IBDP-4, IBDP-5, IBDP-6, IBDP-7, IBDP-8, IBDP-9, IBDP-10, dan IBDP-11

### Hasil Pengujian Dekolorisasi Limbah Cair POME oleh Isolat Bakteri Indigenous

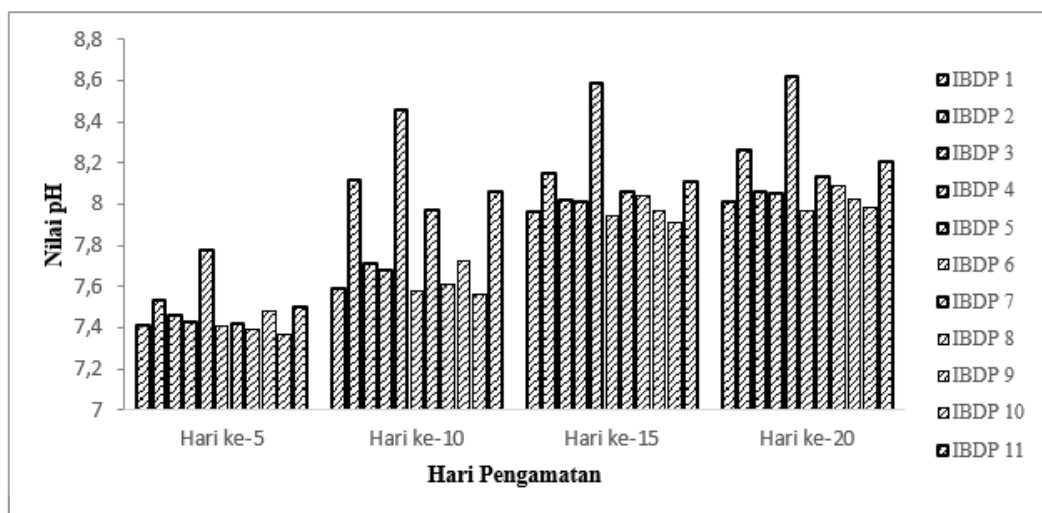
Pengujian 11 isolat bakteri indigenous terhadap proses dekolorisasi limbah POME dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Dekolorisasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Oleh Isolat Bakteri

Berdasarkan Gambar 1, dari 11 isolat bakteri yang diujikan diketahui semua berpotensi dalam menurunkan warna pada limbah dengan persentase penurunan berkisar 7% hingga 38% dengan durasi pengujian selama 20 hari.

Isolat bakteri dengan persentase dekolourisasi tertinggi ditemukan pada isolate bakteri IBDP 5 dengan persentase dekolourisasi sebesar 38,98%.



Gambar 2. pH dari isolat bakteri dekolourisasi

Gambar 2 menunjukkan perubahan pH pada POME yang meningkat. Jika dibandingkan dengan data persen penurunan absorbansi, di dapatkan penurunan absorbansi yang cukup tinggi di hari ke-5 dan ke-10 yang mana pada hari ke-5 di dapatkan pH POME rata-rata yaitu 7,55 dan pada hari ke-10 yaitu 8,15 dan suhu

yang didapatkan selama proses dekolourisasi ini yaitu sekitar 31°C – 32°C,

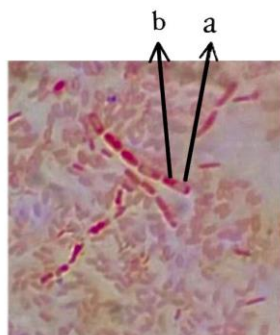
### Karakterisasi Parsial Isolat Bakteri Potensial Sebagai Agen Dekolorisasi POME

Berdasarkan hasil uji isolat bakteri yang memiliki kemampuan dekolorisasi limbah POME, selanjutnya dilakukan karakterisasi dari isolat bakteri yang disajikan pada Tabel 1. Pengamatan karakterisasi isolat POME dilakukan dengan makroskopis dan mikroskopis.

Pengamatan dengan makroskopis meliputi bagian dari mikroorganisme yang tampak seperti warna, bentuk, margin dan elevasi koloni, serta uji katalase, uji motilitas. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis meliputi pewarnaan gram dan pewarnaan endospora.

Karakterisasi	IBDP1	IBDP2	IBDP3	IBDP4	IBDP5	IBDP6	IBDP7	IBDP8	IBDP9	IBDP10	IBDP11
<b>Makroskopis</b>											
1. Warna	Cream	Kuning	Putih	Putih	Cream	Kuning	Putih	Orange muda	Orange muda	Putih	Putih
2. Bentuk	Circular	Irregular	Circular	Circular	Circular	Punctiform	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular
3. Elevasi	Flat	Convex	Convex	Convex	Convex	Convex	Flat	Convex	Flat	Flat	Convex
4. Margin	Entire	Undulate	Entire	Undulate	Entire	Entire	Entire	Entire	Entire	Entire	Entire
<b>Mikroskopis</b>											
1. Bentuk sel	Basil	Basil	Coccus	Basil	Basil	Coccus	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil
2. Pewarnaan Gram	Negatif	Negatif	Positif	Negatif	Positif	Positif	Positif	Negatif	Negatif	Negatif	Positif
3. Pewarnaan Endospora	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Ada	Tidak diujikan	Ada	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Ada
Uji Katalase	+	+	+	+	Tidak diujikan	+	Tidak diujikan	+	+	+	Tidak diujikan
Uji Motilitas	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil	Motil

Karakter mikroskopis mulai dari pewarnaan gram, didapatkan 5 isolat bakteri dengan sifat gram positif dan 6 isolat bakteri sifat gram negatif. Dari hasil pewarnaan gram yang dilakukan isolat IBDP-3, dan IBDP-6 tergolong bakteri gram positif yang berbentuk coccus. IBDP-1, IBDP-2, IBDP-4, IBDP-8 dan IBDP-9 tergolong bakteri gram negatif yang berbentuk basil. IBDP-5, IBDP-7, IBDP-10 dan IBDP-11 tergolong gram positif yang berbentuk basil.



Gambar 5. Pewarnaan Endospora Isolat Ket : a. Endospora subterminal, b. Sel vegetativ

Dari hasil pewarnaan endospora, didapatkan terdapat spora pada sel bakteri IBDP-5, IBDP-7, dan IBDP-11. Adapun uji endospora ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri dalam kemampuan membentuk endospora. Beberapa bakteri dapat membentuk spora meskipun tidak dalam keadaan ekstrem ataupun medium yang kurang nutrisi.

Sedangkan IBDP-2 tergolong bakteri basil gram negatif, oleh karena itu dilakukan uji katalase. Berdasarkan hasil uji katalase terlihat bahwa terbentuk gelembung udara (gas) pada bejana glass (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar bakteri POME bersifat aerob. Hal ini sesuai dengan lokasi pengambilan sampel yaitu pada kolam aerob.

## PEMBAHASAN

### Isolasi Bakteri dari POME

Rajagukguk (2018) melaporkan terdapat 26 isolat bakteri POME yang mampu tumbuh pada medium Ramsay. Kresnawaty (2014) juga melaporkan terdapat 32 isolat bakteri yang



berhasil diisolasi dari POME menggunakan medium NA.

Perbedaan jumlah isolat yang ditemukan disebabkan oleh perbedaan medium yang digunakan. Semakin kaya medium akan semakin banyak bakteri yang dapat tumbuh sebaliknya, jika semakin spesifik medium yang digunakan semakin sedikit isolat bakteri yang mampu tumbuh. Penelitian ini menggunakan medium Ramsay dengan penambahan fenol 500 ppm sehingga bakteri yang mampu tumbuh yaitu bakteri yang dapat menggunakan fenol sebagai sumber karbon yang mampu bertahan. Hal ini sesuai dengan pendapat Juwita, (2014) fenol sebagai karbon digunakan untuk pertumbuhan bakteri, sehingga bakteri yang dapat tumbuh hanya bakteri yang dapat memanfaatkan fenol sebagai sumber nutrisi.

Keberlangsungan hidup bakteri salah satunya dipengaruhi oleh kondisi, sehingga bakteri yang tidak dapat beradaptasi pada kondisi tersebut akan mati karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung proses metabolisme bakteri tersebut (Suriani et al., 2013). Febria et al., (2016) juga berpendapat bahwa bakteri yang berhasil tumbuh pada kondisi lingkungan yang ekstrim menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu beradaptasi dan bertahan karena memiliki mekanisme tertentu.

Selain itu berbedanya jumlah isolat juga dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan kolam pengambilan sampel, dan teknik pengolahan limbah sehingga mempengaruhi keberagaman mikroba yang tumbuh pada POME tersebut serta kemampuannya untuk tumbuh pada medium tertentu hal ini sesuai dengan pendapat Sariadji et al., (2013) yang mengatakan bahwa bakteri akan dapat tumbuh baik dan aktif membelah pada kondisi nutrisi makanan yang melimpah serta lingkungan yang cocok.

Hal ini didukung oleh Hassen-Aboushiba et al., (2013) yang menyatakan bahwa karena kekayaan sumber makanan pada POME seperti hidrokarbon, senyawa nitrogen, lipid dan mineral organik, POME dihuni oleh komunitas mikroba yang beragam yang

memainkan peran penting dalam degradasi alami POME. Mikroorganisme tersebut melepaskan enzim hidrolitik seperti selulase, xylanase, dan lipase untuk memecah polimer kompleks pada POME (Tania et al., 2019).

## **Pengujian Dekolorisasi Limbah Cair POME oleh Isolat Bakteri Indigenous**

Penurunan warna limbah (% dekolorisasi) disebabkan oleh kemampuan bakteri dalam mendegradasi senyawa fenol, hal ini sesuai dengan pernyataan Banerjee & Ghoshal, (2010) bahwa bakteri yang berbeda memiliki proses degradasi senyawa fenol berbeda pula karena perbedaan enzim yang dimiliki.

Enzim lignolitik yang berperan paling dominan dalam dekolorisasi yaitu enzim lakase (Xin et al., 2013). Lakase adalah enzim yang mampu mengoksidasi berbagai senyawa aromatik (terutama senyawa fenolik) dengan akseptor terakhir berupa oksigen dan air sebagai hasil akhirnya (Mishra et al., 2019).

Berdasarkan penelitian Rajagukguk, (2018) salah satu isolat bakteri *Bacillus* sp yang ditemukan pada POME diketahui mampu menurunkan kadar warna pada POME, hal ini didukung oleh Prasad & Manjunath, (2011) bahwa *Bacillus cereus* ditemukan pada limbah POME. Hal ini sesuai dengan pendapat Reksohadwinoto et al., (2017) *Bacillus* sp. juga mampu memproduksi lakase, yaitu enzim lignolitik yang berperan mengoksidasi senyawa aromatik dan nonaromatik pada spektrum yang luas. Enzim ini berperan dalam penurunan warna melalui degradasi senyawa polimer dan pembukaan cincin senyawa kompleks aromatik.

Selain *Bacillus* sp., *Klebsiella* sp. juga dapat mendegradasi tanin dengan menghasilkan tannase ekstraseluler. Monomer asam galat dioksidasi menjadi asam alifatik yang sederhana yang akan masuk ke siklus kreb untuk digunakan oleh bakteri (Mosleh et al., 2014). Menurut Bala et al., (2014) *Bacillus* sp. merupakan golongan bakteri pendegradasi POME yang dapat mereduksi nilai TSS, lemak, dan minyak. Bakteri ini menghasilkan lipase (enzim pendegradasi minyak) yang mampu

menghidrolisis minyak menjadi asam organik dan asam lemak yang volatil atau mereduksinya menjadi molekul sederhana melalui beta oksidasi. Hasilnya minyak akan terdekomposisi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

### Pengamatan pH dan Suhu

Aisami et al., (2020) melaporkan bahwa isolat *Bacillus cereus* yang di ujikan dapat mengurangi fenol sebesar 0,5g/L pada kisaran pH 6,5 hingga 7,5. Hal ini dapat diperkuat dengan diketahui bahwa banyak bakteri pendegradasi fenol memiliki pH optimum seperti pada penelitian ini, yaitu *Pseudomonas putida* MTCC 1194 pH 7,1 (Kumar et al., 2005), *Acinetobacter* sp. strain PD12 pH 7,2 (Zhang et al., 2007).

Namun, hanya ada sedikit laporan mengenai bakteri yang mendegradasi fenol di luar kisaran pH 6,5 hingga 7,5 seperti *Pseudomonas putida* ATCC yang tumbuh dan mendegradasi fenol pada pH 5,5 hingga 6,0 (Mordocco et al., 1999) dan juga *Ochrobacterum* sp. pada pH optimum 8,0 (Kiliç, 2009). *Halomonas campisalis* mampu memineralsasi fenol dalam kisaran pH 8,0 hingga 11 (Alva & Peyton, 2003). pH yang optimal menguntungkan bagi enzim pendegradasi fenol, dan meningkatkan stabilitas dan afinitas enzim menuju substrat (Aisami et al., 2020)

### Karakterisasi Parsial Isolat Bakteri Potensial Sebagai Agen Dekolorisasi POME

Zuraidah et al., (2020) berpendapat bahwa bentuk makroskopis yang umum dimiliki oleh koloni bakteri yaitu bulat, tepi rata dan tidak rata, terdapat koloni berwarna putih, kekuning - kuning dan merah. Selain itu perbedaan morfologi koloni bakteri juga disebabkan karena kepadatan dan kerapatan sel bakteri serta ketersediaan nutrisi pada media tempat tumbuh bakteri (Wantania et al., 2016).

Karakterisasi makroskopis ini ialah salah satu identifikasi yang utama pada mikroorganisme (Prakash dan Irfan, 2011). Karakterisasi ini bertujuan untuk mendapatkan kandidat isolat bakteri yang dapat

mendekolorisasi POME. Hasil pengamatan menunjukkan isolat bakteri potensial yang dapat mendekolorisasi POME memiliki ciri makroskopis berbeda-beda.

Karakter mikroskopis mulai dari pewarnaan gram, didapatkan 5 isolat bakteri dengan sifat gram positif dan 6 isolat bakteri sifat gram negatif. Bakteri bersifat gram positif akan berwarna ungu sedangkan bakteri bersifat gram negatif akan berwarna merah atau merah muda. Rajagukguk, (2018) melaporkan dari 4 isolat bakteri yang dilakukan karakterisasi, terdapat 3 isolat bakteri bersifat gram positif dan 1 isolat bakteri bersifat gram negatif. Wantania et al., (2016) menyatakan bahwa bakteri gram positif mengikat warna kristal violet dengan kuat, sehingga dinding sel berwarna ungu.

Berdasarkan skema identifikasi bakteri Cappucino & Sherman, (2019), untuk pengujian lanjut pada isolat bakteri gram positif yang berbentuk basil, yaitu pewarnaan endospora.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Diperoleh 11 isolat bakteri hasil isolasi dari limbah POME. Kesebelas isolat bakteri yang ditemukan semua berpotensi dalam dekolonisasi limbah dengan nilai 7% hingga 28%. Isolat dengan persentase dekolonisasi tertinggi yaitu IBDP-5 sebesar 28.98%. Karakter parsial dari isolat bakteri pendekolorisasi ditemukan dua isolat bakteri gram positif berbentuk coccus (IBDP-3 dan IBDP-6), tiga isolat bakteri gram positif berbentuk basil (IBDP-5, IBDP-7, serta IBDP-11), dan enam isolat bakteri gram negatif berbentuk basil (IBDP-1, IBDP-2, IBDP-4, IBDP-8, IBDP-9, IBDP-10). Tujuh bakteri positif katalase dan bersifat motil.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukannya diidentifikasi lebih lanjut secara molekuler dari



isolat bakteri potensial dari POME yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisami, A., Yasid, N. A., Johari, W. L. W., Ahmad, S. A., & Shukor, M. Y. (2020). Effect of Temperature and Ph on Phenol Biodegradation By a Newly Identified *Serratia* Sp. Aq5-03. *Open Journal of Bioscience Research (ISSN: 2734-2069)*, 1(1), 28–43. <https://doi.org/10.52417/ojbr.v1i1.57>
- Alva, V. A., & Peyton, B. M. (2003). Phenol and Catechol Biodegradation by the Haloalkaliphile. *Environmental Science & Technology*, 37(19), 4397–4402.
- Baehaki, A., Nopianti, R., Saputra, E., & Gofar, N. (2019). Eksplorasi Bakteri Penghasil Enzim Protease pada Air Rawa Tanjung Senai Indralaya Sumatera Selatan. *Smart Farming Yang Berwawasan Lingkungan Untuk Kesejahteraan Petani, September*, 121–131.
- Bala, J. D., Lalung, J., & Ismail, N. (2014). Biodegradation of palm oil mill effluent (POME) by bacterial. 4(3), 1–10.
- Banerjee, A., & Ghoshal, A. K. (2010). Isolation and characterization of hyper phenol tolerant *Bacillus* sp. from oil refinery and exploration sites. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1–3), 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.11.002>
- Bharti, P., & Mohammad, I. (2011). *Pseudomonas aeruginosa* is present in crude oil contaminated sites of Barmer Region (India). *Journal of bioremediation and biodegradation*, 2(5).
- Cappuccino, J. G. and N. Sherman. (2019). *Microbiology a laboratory manual* (12<sup>th</sup> Ed). Pearson Education Inc. Publishing as Benjamin Cummings San Francisco. CA.
- Febria, F. A., Zakaria, I. J., Syukriani, L., Rahayu, P., & Fajri, M. A. (2016). The highest mercury resistant bacteria as a mercury remediator from gold mining soil in West Sumatera, Indonesia. *Available Online Wwww.Jocpr.Com Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(1), 394–397.
- Hassen-Aboushiba, A. B., Ramli, R., & Sofian-Azirun, M. (2013). Ecological characteristics of POME ponds with reference to study some of their invertebrate species in Peninsular Malaysia. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(5), 1305–1315.
- Juwita, R. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Fenol Dari Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Arifin Achmad Pekanbaru. *Jom Fmipa*, 1(2): 229-237
- Kiliç, N. K. (2009). Enhancement of phenol biodegradation by *Ochrobactrum* sp. isolated from industrial wastewaters. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(6), 778–781. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2009.06.006>
- Kumar, A., Kumar, S., & Kumar, S. (2005). Biodegradation kinetics of phenol and catechol using *Pseudomonas putida* MTCC 1194. *Biochemical Engineering Journal*, 22(2), 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2004.09.006>
- Mohammad, S., Baidurah, S., Kobayashi, T., Ismail, N., & Leh, C. P. (2021). Palm oil mill effluent treatment processes—A review. *Processes*, 9(5), 1–22. <https://doi.org/10.3390/pr9050739>
- Mohammed, R. R., & Chong, M. F. (2014). Treatment and decolorization of biologically treated Palm Oil Mill Effluent (POME) using banana peel as novel biosorbent. *Journal of Environmental Management*, 132, 237–249. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.031>
- Mordocco, A., Kuek, C., & Jenkins, R. (1999). Continuous degradation of phenol at low concentration using immobilized *Pseudomonas putida*. *Enzyme and Microbial Technology*, 25(6), 530–536.





- [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(99\)00078-2](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(99)00078-2)
- Mosleh, H., Naghiha, A., Keshtkaran, A. N., & Khajavi, M. (2014). *Goat Feces in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province c r v i h o e f c r v i f*. 2(1), 176–180.
- Mun, W. K., Rahman, N. A., Abd-Aziz, S., Sabaratnam, V., & Hassan, M. A. (2008). Enzymatic Hydrolysis of Palm Oil Mill Effluent Solid Using Mixed Cellulases from Locally Isolated Fungi. *Research Journal of Microbiology*, 3(6), 474–481. <https://doi.org/10.3923/jm.2008.474.481>
- Nasution, D. Y. (2004). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Yang Berasal Dari Kolam Akhir (*Final Pond*) koagulasi melalui elektrolisis. *Jurnal Sains Kimia* 2 (8):38-40
- Prasad, M. P., & Manjunath, K. (2011). Comparative study on biodegradation of lipid-rich wastewater using lipase producing bacterial species. *Indian Journal of Biotechnology*, 10(1), 121–124.
- Purwanto, D. (2013). Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Reaktor Uaf (Upflow Anaerobic Filter). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v5i1.1207>
- Putra, A. (2014). Analisis Pencemaran Limbah Cair Kelapa Sawit Berdasarkan Kandungan Logam, Konduktivitas, TDS dan TSS. *Jurnal Fisika Unand*, 3(2), 96–101.
- Rajagukguk, D. P. (2018). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Alternatif Agen Dekolorisasi Limbah.
- Rahmiati, R., & Mumpuni, M. (2017). Eksplorasi Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik Dan Potensinya Dalam Menghambat Bakteri Patogen. *Elkawanie*, 3(2), 141–150. <https://doi.org/10.22373/ekw.v3i2.1870>
- Reksohadwinoto, B. S., Rosmalawati, S., Cahyana, P. T., & Hariyanto, B. (2017). Enzim Laccase dari Edible Mushroom untuk Pemutihan Pati Sagu Ramah Lingkungan Laccase Enzyme from Edible Mushroom for Bioleaching Sago Starch with Environmental Friendly. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 224–232.
- Sami, M. (2016). Sami, M. (2016). Penyisihan COD, TSS, dan pH dalam limbah cair domestik dengan metode fixed bed column up flow. *Jurnal Sains Dan Teknologi Reaksi*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.30811/jstr.v10i1.156>
- Suriani, S., Soemarno, & Suharjono. (2013). Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus Pseudomonas yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *J-Pal*, 3(2), 58–62.
- Tamrin, K. F., & Zahrim, A. Y. (2017). Determination of optimum polymeric coagulant in palm oil mill effluent coagulation using multiple-objective optimisation on the basis of ratio analysis (MOORA). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(19), 15863–15869. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8235-3>
- Tan, K. M., Liew, W. L., Muda, K., & Kassim, M. A. (2015). Microbiological Characteristics of Palm Oil Mill Effluent. *Iccbes-855, May 2016*, 186–200.
- Wantania, L. L., Ginting, E. L., & Wullur, S. (2016). Isolasi Bakteri Symbion Dengan Spons Dari Perairan Tongkeina, Sulawesi Utara. *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 3(1), 57–65.
- Xu, R., Zhang, K., Liu, P., Han, H., Zhao, S., Kakade, A., Khan, A., Du, D., & Li, X. (2018). Lignin depolymerization and utilization by bacteria. *Bioresourc Technology*, 269, 557–566. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.08.118>
- Zhang, L. sheng, WU, W. zhong, & WANG, J. long. (2007). Immobilization of activated sludge using improved polyvinyl alcohol (PVA) gel. *Journal of Environmental Sciences*, 19(11), 1293–1297.



[https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(07\)60211-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(07)60211-3)

Zuraidah, Wahyuni, D., & Astuty, E. (2020). Karakteristik Morfologi dan Uji Aktivitas Bakteri Termofilik dari Kawasan Wisata Ie Seuum (Air Panas). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 11(2), 40–47.