

# Efisiensi Penyisihan Logam Krom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan MPMO dan *Nutrient Broth* (NB)

DEHAN NABIILAH RAMADHINI<sup>1</sup>, DYAH ASRI HANDAYANI TAROEPRATJEKA<sup>1</sup>, DYAH MARGANINGRUM<sup>2</sup>

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Email: dehanabiilah@gmail.com

## ABSTRAK

*Industri tekstil sebagai salah satu industri dengan perkembangan yang pesat menggunakan air dalam jumlah yang besar dimana limbah cair tersebut mengandung berbagai macam polutan, salah satunya adalah logam Cr. Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara biologi menggunakan Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO). Tujuan penelitian adalah mengetahui dan menganalisis penyisihan logam Cr menggunakan MPMO. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan reaktor batch dan pengukuran logam Cr menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Pada penelitian ini jumlah MPMO yang digunakan adalah 50 gram MPMO dengan volume reaktor berjumlah 500 ml. Waktu kultivasi dilakukan dalam waktu 1 bulan kemudian dilanjutkan proses aklimatisasi menggunakan konsentrasi 50% limbah. Setelah itu konsentrasi limbah ditingkatkan menjadi 75%. Hasilnya adalah MPMO dapat menyisihkan parameter logam Cr sebesar 89%.*

**Kata kunci:** industri tekstil, Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO), efisiensi, krom

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan masyarakat yang semakin meningkat akan membuat kebutuhan sandang masyarakat turut meningkat. Kebutuhan sandang tersebut sangat berpengaruh terhadap pesatnya peningkatan industri tekstil di Indonesia (Naimah dkk., 2014). Namun terdapat dampak negatif yang diberikan oleh industri tekstil, yaitu perkembangan pesat industri tekstil belum diimbangi dengan pengelolaan limbah cair yang sesuai.

Limbah cair industri tekstil mengandung logam berat yang umumnya berasal dari zat pewarnaan. Logam krom (Cr) merupakan salah satu logam berat yang terkandung dalam limbah industri tekstil dimana logam tersebut digunakan sebagai katalis selama proses pembuatan zat warna dan sebagian zat warna memiliki logam berat di dalamnya sebagai bagian dari molekul zat warna (Komarawidjaja, 2017). Jika limbah cair industri yang mengandung logam-logam berat tersebut tidak diolah dengan baik maka dapat mencemari perairan.

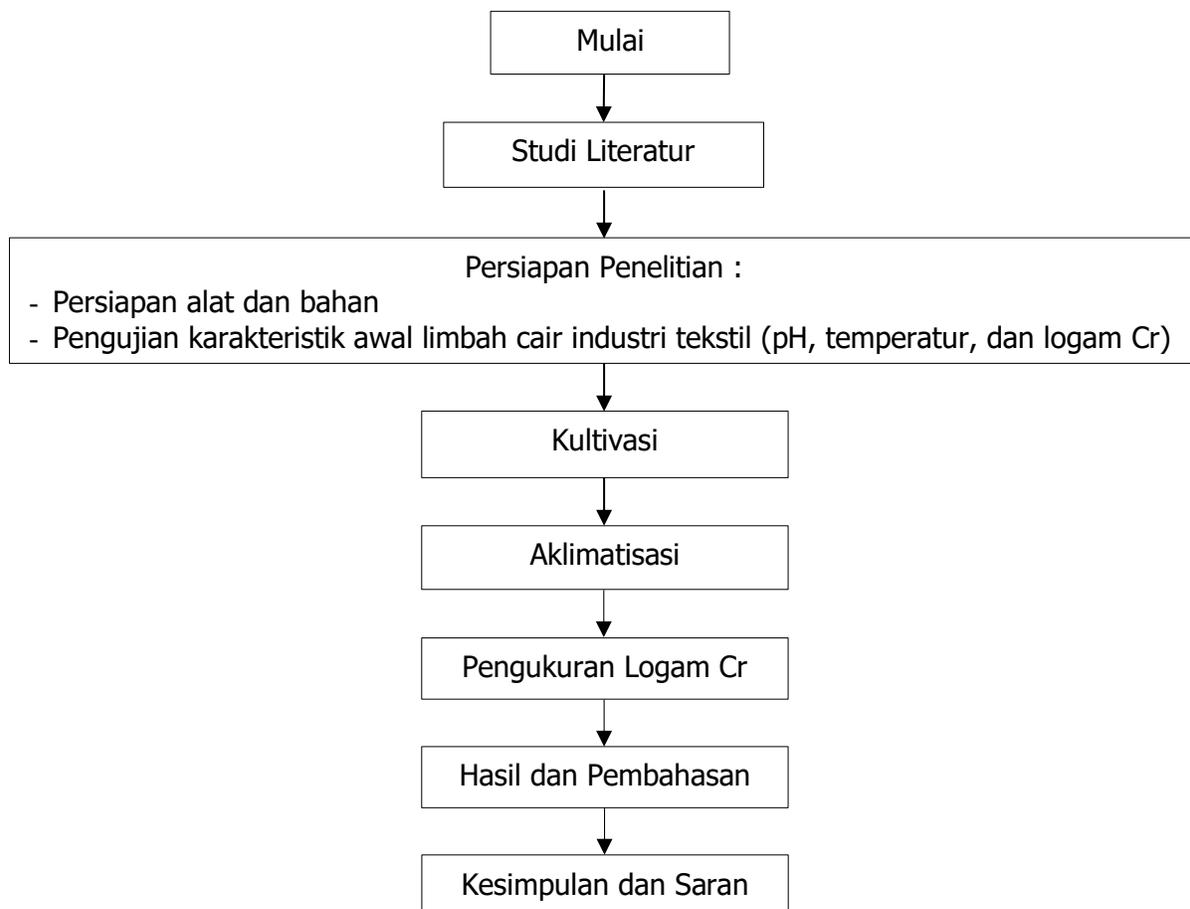
Salah satu pengolahan limbah cair adalah dengan pengolahan secara biologi karena melalui pengolahan secara biologi limbah cair industri tekstil dengan kandungan organik yang tinggi dapat didegradasi menjadi unsur-unsur penyusunnya yang tidak berbahaya bagi lingkungan, selain itu kelebihan lain dari pengolahan secara biologi adalah lebih murah dan efisien daripada metode fisika (Sembiring dkk., 2013a). Salah satu alternatif preservasi mikroorganisme yang

dapat digunakan untuk metode pengolahan secara biologi adalah Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO), yaitu suatu sistem penyimpanan bakteri pengurai limbah cair dalam bentuk tablet yang dapat bertahan dalam waktu 1 – 5 tahun (Agustinus dkk., 2014).

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan limbah cair industri tekstil PT. X yang berlokasi di Kabupaten Bandung. Parameter yang diukur adalah logam Cr dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Pengolahan limbah cair industri tekstil pada penelitian ini menggunakan MPMO dan *Nutrient Broth* (NB) serta dilakukan pada reaktor *batch*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

### 2.2 Komposisi Variasi Limbah dalam Penelitian

Komposisi variasi limbah saat kultivasi adalah MPMO dan *Nutrient Broth* (NB). MPMO mengandung bakteri *Bacillus licheniformis*. Bakteri yang terkandung dalam MPMO dikultivasi selama 1 (satu) bulan. Proses kultivasi bertujuan untuk mengaktifkan bakteri kembali sehingga siap untuk digunakan dalam proses pengolahan menggunakan air limbah. Waktu kultivasi

bakteri dilakukan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dkk. (2013b) mengenai kultivasi bakteri *B. licheniformis* bahwa bakteri tersebut membutuhkan waktu untuk pengembangbiakkan selama 1 (satu) bulan menggunakan media kultur agar nutrisi dan *nutrient broth*.

Ketentuan jumlah MPMO yang ditambahkan pada reaktor mengacu pada 1 gram bakteri dalam 10 ml merupakan jumlah bakteri yang umum digunakan untuk membuat kultur dengan *Nutrient Broth* (NB). Maka dapat diketahui kebutuhan untuk 500 ml pada variasi A adalah 50 gram. Ketentuan NB adalah 500 g dalam 38,4 liter, informasi tersebut berada di kemasan NB yang dipakai, sedangkan volume keseluruhan dari reaktor adalah 500 ml, maka dapat dicari kebutuhan untuk 500 ml adalah 6,51 gram.

Setelah itu supernatan dan endapan dipisah, endapan akan digunakan untuk proses aklimatisasi dimana aklimatisasi ini bertujuan untuk penyesuaian bakteri dengan air limbah industri tekstil. Komposisi dari variasi limbah yang akan digunakan untuk aklimatisasi adalah endapan dari proses kultivasi kemudian ditambahkan limbah dengan konsentrasi 50%. Penentuan konsentrasi limbah yang ditambahkan berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sembiring dkk. (2013a) tentang proses aklimatisasi menggunakan MPMO, yaitu konsentrasi limbah yang ditambahkan adalah 25%, 50%, 75% dan ditambahkan secara bertahap.

### 2.3 Rumus Efisiensi Penyisihan Logam Cr

Efisiensi penyisihan logam Cr dalam penelitian ini dapat diketahui menggunakan rumus berikut (Wiharti dkk., 2014):

$$\text{Efisiensi penyisihan (\%)} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

$C_0$  = konsentrasi awal

$C_t$  = konsentrasi akhir

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Awal Limbah Cair Industri Tekstil

Pengujian karakteristik limbah cair terdiri atas pengujian pH, suhu, dan logam berat Cr. Hasil pengujian karakteristik awal limbah cair PT. X dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Karakteristik Awal Limbah Cair PT. X

No	Parameter	Konsentrasi	Baku Mutu	Satuan	Keterangan
1	pH	8	6 – 9 <sup>(1)</sup>	-	Memenuhi
2	Suhu	25	Deviasi 2° <sup>(1)</sup>	°C	Memenuhi
3	Krom (Cr)	1,1419	1 <sup>(1)</sup>	mg/L	Tidak Memenuhi

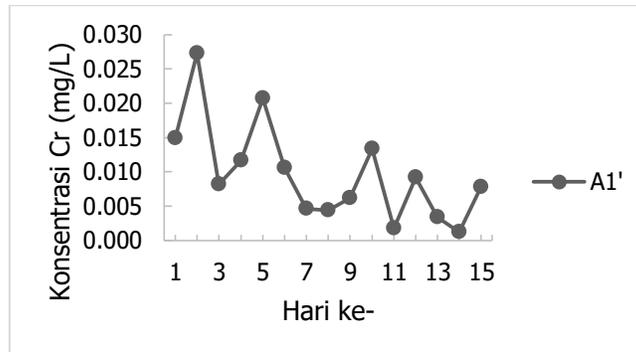
Sumber: (1) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019

Berdasarkan tabel pengujian karakteristik awal limbah cair, dapat dilihat bahwa parameter logam berat Cr tidak memenuhi baku mutu. Keberadaan logam berat Cr dalam limbah cair

industri tekstil dapat berasal dari proses pencelupan baik sebagai zat warna (senyawa  $\text{CrCl}_3$  atau  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) maupun sebagai mordan yang merupakan pengikat zat warna meliputi senyawa  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  dan  $\text{PbCrO}_4$  (Nurventi, 2019).

### 3.2 Konsentrasi Logam Cr dalam Variasi Limbah

Pengukuran logam Cr menggunakan metode kalibrasi dan standar adisi dan diukur setiap hari. Hasil dari pengukuran logam Cr dapat dilihat pada **Gambar 2**.

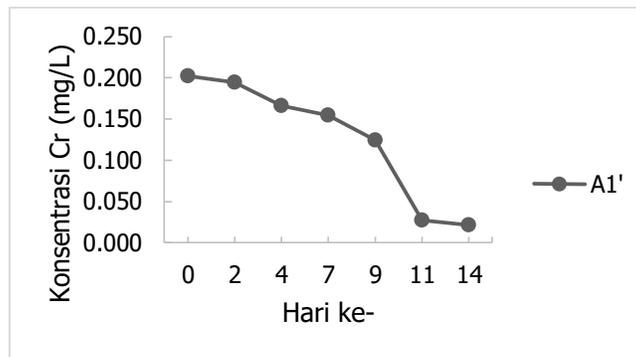


**Gambar 2. Grafik Konsentrasi Logam Cr Eksperimen 1 (Metode Kalibrasi)**

Sumber: Hasil Pengukuran, 2021

Berdasarkan **Gambar 2**, secara keseluruhan konsentrasi logam Cr cenderung tidak stabil atau masih berfluktuasi. Konsentrasi logam Cr tertinggi terletak pada T2. Setelah melewati konsentrasi tertinggi, konsentrasi logam Cr mengalami penurunan, setelah itu konsentrasi masih belum stabil. Pada eksperimen 1 ini pengukuran logam Cr menggunakan metode kalibrasi dan hasil yang diperoleh terdapat konsentrasi yang terbaca di bawah limit minimum deteksi. Alat SSA memiliki limit minimum konsentrasi yang dapat terdeteksi untuk logam Cr, yaitu 0,02 mg/L ((ASTM), 1991). Maka untuk memenuhi standar limit minimum konsentrasi yang dapat terdeteksi, metode pengukuran logam Cr diubah menjadi metode standar adisi. Hasil pengukuran yang didapatkan pada eksperimen 1 menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cr masih belum stabil sehingga langkah selanjutnya adalah memberikan limbah dengan konsentrasi lebih tinggi dari sebelumnya, yaitu konsentrasi 75% limbah.

Penelitian dilanjutkan pada eksperimen 2 dengan menggunakan metode standar adisi serta peningkatan konsentrasi limbah yang ditambahkan. Hasil pengukuran eksperimen 2 dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3. Grafik Konsentrasi Logam Cr Eksperimen 2 (Metode Standar Adisi)**

Sumber: Hasil Pengukuran, 2021

Dari **Gambar 3** dapat dilihat bahwa konsentrasi logam Cr mengalami penurunan mulai dari T2 sampai akhir pengamatan. Hal tersebut membuktikan bahwa tablet MPMO yang mengandung bakteri *Bacillus licheniformis* dan bentonit dapat mendegradasi logam Cr. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Ajao dkk. (2018) bahwa *B. licheniformis* dapat menyisihkan logam Cr sebesar 67%. Logam Cr merupakan salah satu kebutuhan nutrisi bakteri dalam jumlah yang kecil maka dari itu *B. licheniformis* dapat menggunakan logam Cr sebagai salah satu kebutuhan nutrisinya sehingga penyisihan logam Cr dapat terjadi (Imron & Purwanti, 2016). Selain itu bentonit yang terkandung dalam tablet MPMO mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat terutama logam Cr (Gani, 2022).

Pada umumnya proses penyisihan logam Cr dengan bantuan bakteri terjadi dengan cara menyerap kromium ke dalam tubuh bakteri kemudian merubahnya dari bentuk yang toksik [Cr(VI)] menjadi yang kurang toksik [Cr(III)] dan dapat dikeluarkan kembali dari tubuh bakteri. Penyerapan logam berat dilakukan bakteri melalui dinding sel yang mengandung polisakarida dan protein. Pada kondisi aerobik bakteri akan merubah bentuk toksik Cr(VI) menjadi bentuk yang kurang toksik Cr(III) dengan bantuan enzim reduktase dimana enzim tersebut ditemukan pada bakteri yang resisten terhadap Cr, yaitu salah satunya adalah *B. licheniformis* (Gani, 2022; Putri, 2017). *B. licheniformis* merupakan bakteri anaerobik fakultatif (Gudiña & Teixeira, 2022). Bakteri anaerobik mungkin saja dapat menggunakan kromat sebagai akseptor elektron-terminal, namun hal tersebut juga belum jelas apakah pertumbuhan bakteri anaerobik hanya dibantu oleh kromat sebagai satu-satunya akseptor elektron. Selain itu dalam kondisi anaerobik, reduksi Cr(VI) mungkin terjadi akibat aktivitas enzim reduktase (Dhal dkk., 2013). Pada akhir penelitian ini, diperoleh efisiensi penyisihan logam Cr sebesar 89%.

#### 4. KESIMPULAN

Parameter logam Cr limbah cair industri tekstil PT. X tidak memenuhi baku mutu maka dilakukan pengolahan kemudian diperoleh efisiensi penyisihan logam Cr dengan MPMO adalah 89%.

#### DAFTAR RUJUKAN

(ASTM), (1991). ASTM E 663-86 tentang Standard Practice For Flame Atomic Absorption Analysis. In *E 663-86*.

- Agustinus, E. T. S., Sembiring, H., & Effendi. (2014). Aplikasi Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO) dalam Pemrosesan Limbah Cair Organik Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 24(1), 65-76.
- Ajao, A., Awe, S., & Sulugambari, Z. (2018). Bioremediation of Wastewater from Local Textile Industries in Ilorin, Nigeria. *Natural & Applied Sciences Journal*, 2(1), 16-25.
- Dhal, B., Thatoi, H. N., Das, N. N., & Pandey, B. D. (2013). Chemical and Microbial Remediation of Hexavalent Chromium from Contaminated Soil and Mining/Metallurgical Solid Waste: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 250-251, 272-291.
- Gani, J. F. (2022). *Efisiensi Penggunaan Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO) dalam Penyisihan Timbal (Pb), Kromium (Cr), dan Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Reaktor Batch*. (Sarjana), Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung.
- Gudiña, E. J., & Teixeira, J. A. (2022). Bacillus licheniformis: The Unexplored Alternative for the Anaerobic Production of Lipopeptide Biosurfactants. *Biotechnology Advances*, 60.
- Imron, M. F., & Purwanti, I. F. (2016). Kemampuan Bakteri *Azotobacter S8* dan *Bacillus* untuk Menyisihkan *Trivalent Chromium* ( $Cr^{3+}$ ) pada Limbah Cair. *Jurnal Teknik ITS*, 5(4-10).
- Komarawidjaja, W. (2017). Paparan Limbah Cair Industri Mengandung Logam Berat pada Lahan Sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 173-181.
- Naimah, S., A., S. A., Jati, B. N., Aidha, N. N., & C., A. A. (2014). Degradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalik Menggunakan Nanokomposit  $TiO_2$  – Zeolit. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 36(2), 225-236.
- Nurventi, N. (2019). *Perbandingan Metode Analisis Logam Berat Kromium dan Timbal Menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP OES) dan Atomic Absorption Spectrometry (AAS)*. (Sarjana), Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, (2021).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, (2019).
- Putri, T. P. (2017). *Uji Kemampuan Bakteri Bacillus subtilis dalam Penyisihan Logam Kromium pada Tanah Tercemar Kromium*. (Sarjana), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sembiring, H., Sumarnadi, E. T., E., L. M., Effendi, Gurharyanto, Naidania, E., & Saepuloh, A. (2013a). MPMO (Material Preservasi Mikroorganisme) Sebagai Bahan Aklimatisasi dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Sivatex, Majalaya. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pustlit Geoteknologi*.
- Sembiring, H., Sumarnadi, E. T., & Estiaty, L. M. (2013b). Kultivasi Bakteri Bacillus LF dalam Pembuatan Prototipe Tablet Bakteri Pengurai Limbah Cair. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pustlit Geoteknologi*, 177-184.
- Sonune, N., & Garode, A. (2018). Isolation, Characterization, and Identification of Extracellular Enzyme Producer *Bacillus licheniformis* from Municipal Wastewater and Evaluation of Their Biodegradability. *Biotechnology Research and Innovation*, 2(1), 37-44.
- Wiharti, Riyanto, & Fitri, N. (2014). Aplikasi Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Platina (Pt), Tembaga (Cu), dan Karbon (C) untuk Penurunan Kadar Cr dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 59-66.

