

# PENANGANAN LOGAM-LOGAM BERAT LIMBAH CAIR INDUSTRI PELAPISAN LOGAM DENGAN MIKROBA

## HANDLING OF HEAVY METALS LIQUID WASTE INDUSTRIAL METAL PLATING WITH MICROBES

Mardiyono<sup>1</sup>, Rosleini Ria Putri Zendrato<sup>2</sup>, Edy Prasetya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Farmasi, <sup>2</sup>Fakultas Teknik, <sup>3</sup>Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi

### ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair industri pelapisan logam yang dihasilkan oleh industri pelapisan logam Bina Crome di Mojosoongo, Jebres, Surakarta dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah yang dirancang sedemikian rupa. Hasil penelitian ini, untuk Cr penurunan paling tinggi, yakni sebesar 54,84 % dengan perlakuan penambahan 200 mL *Bacillus subtilis*, yang tidak berbeda nyata dengan penambahan 150 mL *Bacillus subtilis* dengan penurunan 54,82 % diikuti oleh penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL dengan penurunan 48,93 % yang tidak berbeda nyata dengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL dengan penurunan kadar sebesar 48,76 %. Untuk Ni penurunan paling tinggi, yakni sebesar 33,24 % dengan perlakuan penambahan 150 mL *Bacillus subtilis*, yang tidak berbeda nyata dengan penambahan 200 mL *Bacillus subtilis* dengan penurunan sebesar 33,12 % diikuti oleh penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL dengan penurunan 32,89 % yang tidak berbeda nyata dengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL dengan penurunan kadar sebesar 32,79 %.

**Kata kunci:** penurunan, penghilangan, logam berat, limbah cair, mikroba, IPAL.

### ABSTRACT

This research was conducted by processing the wastewater produced by industrial metal plating Bina Crome in Mojosoongo, Jebres, Surakarta, with the Installation of Wastewater Treatment (IPAL) that is designed in such a way. The result of this research were the most decrease in the Cr which is 54,84% with the treatment 200 mL addition of *Bacillus subtilis*, which does not differ markedly by the addition of *Bacillus subtilis* with 150 mL decreased 54,82% followed by the addition of *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL with decreased 48,93% which does not differ markedly by the addition of *Pseudomonas aeruginosa* levels decrease with 200 mL of 48,76%. The decline in Ni which is 33,24% with treatment 150 mL addition of *Bacillus subtilis*, which does not differ markedly by the addition of *Bacillus subtilis* 200 mL with a decrease of 33,12% followed by the addition of *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL with the level of decrease 32,89% that does not differ markedly by the addition of *Pseudomonas aeruginosa* levels decrease with 150 mL of 32,79%.

**Keywords:** decrease, disappearance, heavy metals, wastewater, microbes, IPAL

### PENDAHULUAN

Pengaruh negatif limbah industri terhadap lingkungan dikenal sebagai pencemaran. Perairan kita antara lain sungai, danau dan laut semakin hari semakin tercemar dengan dibuangnya limbah industri termasuk limbah industri pelapisan logam. Dampak negatif industri pelapisan logam adalah dihasilkannya limbah yang mengandung logam-logam berat, yang bersifat toksik.

Berbagai perlakuan baik secara fisis, kimia, maupun gabungan antara keduanya telah lama digunakan untuk menghilangkan logam-logam berat dari limbah industri. Pada akhir-akhir ini ada suatu metode alternatif pengolahan limbah industri yang dianggap lebih menguntungkan dan aman bagi lingkungan yaitu proses pengolahan limbah dengan menggunakan mikroba.

Hasil dari penelitian Nanang Besmanto dkk. (2003), diketahui bahwa Cr(VI) yang terdapat pada limbah cair industri penyamakan kulit dapat direduksi oleh *Pseudomonas aeruginosa* menjadi Cr(III) yang tidak beracun. Menurut Octaviani, (2005), bahwa ragi *Yarrowia lipolytica* mampu hidup dengan baik dalam media yang mengandung ion kadmium (Cd) hingga 200 ppm. Dalam waktu

nkubasi 10 jam pada limbah yang mengandung kadmium, ragi *Yarrowia lipolytica* dapat mengabsorpsi kadmium sebesar 50%. Penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas (2006), menyimpulkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* dapat menurunkan kadar logam tembaga (Cu) yang terdapat pada limbah cair industri pelapisan logam sebesar 81,3 %.

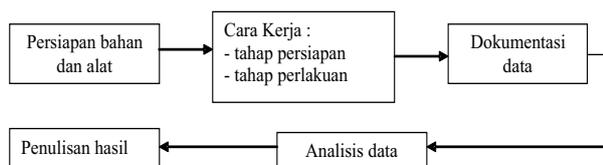
Mardiyono dkk.(2006), telah melakukan penelitian tentang reduksi logam berat krom(VI) pada limbah cair industri tekstil dengan beberapa bakteri, diantaranya *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiellapneumonia*. Bakteri-bakteri tersebut dapat menurunkan kadar krom(VI). Mardiyono dkk.(2009), juga telah melakukan penelitian mengenai reduksi logam berat krom pada limbah cair industri tekstil dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Hasilnya, *Saccharomyces cerevisiae* dapat mereduksi krom(VI). Hasil-hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa bakteri dan jamur dapat menurunkan kandungan logam berat krom(VI) yang ada dalam limbah cair khususnya limbah cair industri tekstil.

Berangkat dari hasil penelitian tersebut, akan dilakukan penelitian untuk menurunkan/menghilangkan logam-logam berat yang terkandung dalam limbah cair industri pelapisan logam dengan memanfaatkan mikroba jenis bakteri dan jamur sebelum limbah cair pelapisan logam dibuang ke perairan bebas, sehingga perairan kita terhindar dari pencemaran logam-logam berat limbah cair industri pelapisan logam yang sangat toksik tersebut.

## METODE PENELITIAN

### 1. Tahapan Penelitian

Tahapan langkah-langkah penelitian secara garis besar digambarkan sebagai berikut :



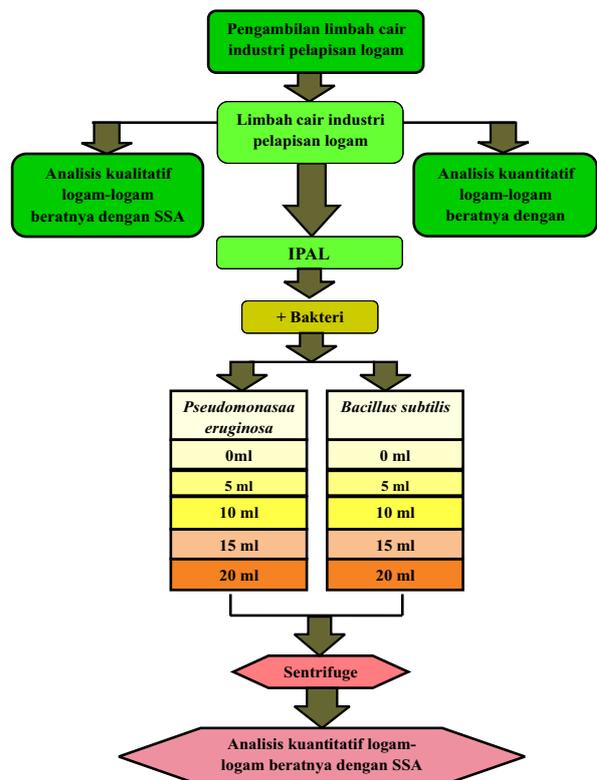
### 2. Pemberian bakteri uji pada sampel

Secara bergantian sampel dimasukkan ke dalam IPAL sebanyak 2 liter. Masing-masing diberi perlakuan dengan penambahan bakteri uji sebanyak (ml): 0,0 ; 50 ; 100 ; 150 dan 200 lalu diinkubasi selama 2 x 24 jam, pH  $7,4 \pm 0,2$  ; pada suhu kamar dan kemudian ditetapkan kadar logam-logam beratnya.

### 3. Pengujian setelah masa inkubasi

Sampel dari bak akhir IPAL yang telah diinkubasi di bak inkubasi diambil 200 ml, ditambah 5 ml HNO<sub>3</sub> pekat, dipanaskan dengan pemanas listrik sampai larutan sampel uji hampir kering selanjutnya ditambahkan 50 ml air suling, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml melalui kertas saring dan ditepatkan 100 ml dengan air suling. Terakhir larutan dipindahkan ke vial, siap ditetapkan absorbansinya dengan SSA.

### 4. Bagan Alir Penelitian

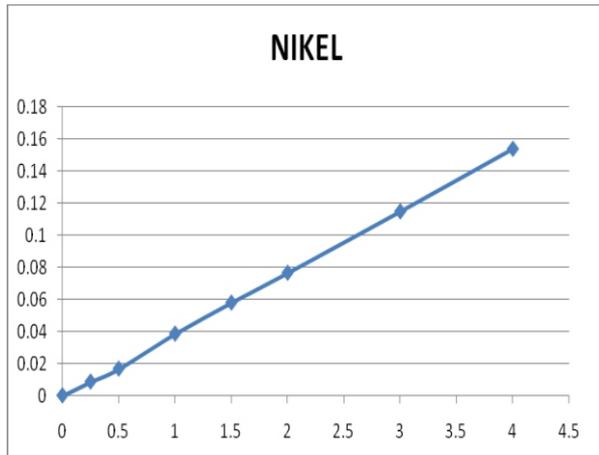


Gambar 1. Bagan Alir Penanganan Logam-logam Berat pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan IPAL

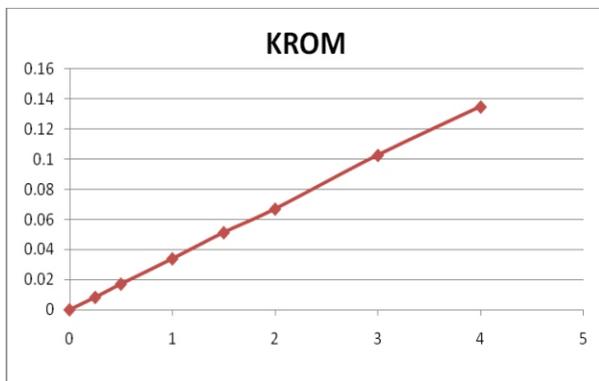
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penentuan kadar Krom dan Nikel pada sampel yang telah diolah pada IPAL dengan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, disajikan pada tabel berikut:

1. Gambar kurva baku Ni dan Cr disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2. Grafik Kurva Kalibrasi dari Larutan Standar Nikel  
Persamaan Linier  $y = 0,039 x + (- 0,001)$



Gambar 3. Grafik Kurva Kalibrasi dari Larutan Standar Krom  
Persamaan Linier  $y = 0,033 x + 0,001$

2. Data prosentase penurunan kadar Ni dan Cr limbah cair industri pelapisan logam setelah perlakuan dengan pemanfaatan variasi volume (konsentrasi) bakteri terhadap kadar Ni dan Cr asal, disajikan pada tabel 1 dan 2.

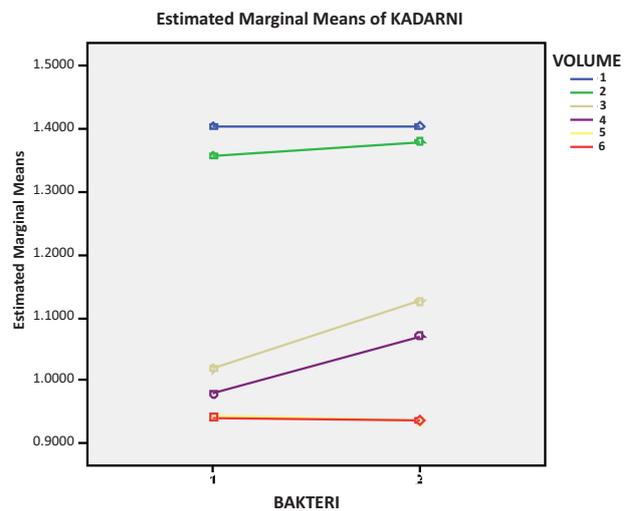
Tabel 1. Prosentase Penurunan Kadar Ni Limbah Cair Industri Pelapisan Logam setelah Perlakuan terhadap Kadar Asal Ni

No	Jenis bakteri	Prosentase (%) Penurunan Kadar Ni Terhadap Kadar Asal (1.4025 ppm)				
		0 mL	50 mL	100 mL	150 ml	200 ml
1.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	3.56	27.47	30.37	33.00	32.86
		3.00	27.08	29.93	32.58	32.62
		3.36	27.38	30.26	32.79	32.91
	Rata-rata	3.31	27.31	30.18	32.79	32.80
2.	<i>Bacillus subtilis</i>	1.81	19.86	23.83	33.46	33.43
		1.42	19.61	23.31	33.00	32.90
		1.90	19.65	23.71	33.24	33.18
	Rata-rata	1.71	19.71	23.62	33.24	33.17

Tabel 2. Prosentase Penurunan Kadar Cr Limbah Cair Industri Pelapisan Logam setelah Perlakuan terhadap Kadar Asal Cr

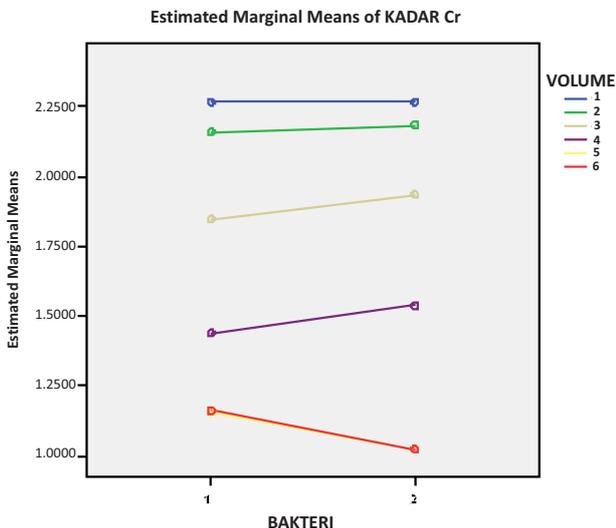
No	Jenis bakteri	Prosentase (%) Penurunan Kadar Cr Terhadap Kadar Asal (2.2679ppm)				
		0 mL	50 mL	100 mL	150 ml	200 ml
1.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	4.62	18.62	36.58	48.90	48.75
		4.75	18.43	36.52	48.95	48.73
		4.78	18.58	36.55	48.95	48.80
	Rata-rata	4.72	18.54	36.55	48.93	48.76
2.	<i>Bacillus subtilis</i>	3.69	14.56	32.18	54.85	54.86
		3.61	14.68	32.11	54.80	54.80
		3.64	14.70	32.21	54.80	54.86
	Rata-rata	3.64	14.65	32.17	54.82	54.84

3. Hasil Analisis Statistik terhadap Kadar Ni dan Cr dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik kadar Ni dengan Variasi Jenis Bakteri dan Volume

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa penurunan kadar Ni paling besar terjadi ketika limbah cair industri pelapisan logam ditambah dengan jamur *Bacillus subtilis* pada penambahan volume 200 ml.



Gambar 5. Grafik kadar Cr dengan Variasi Jenis Bakteri dan Volume

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa penurunan kadar Cr paling besar terjadi ketika limbah cair industri pelapisan logam ditambah dengan bakteri *Bacillus subtilis* pada penambahan volume 200 ml.

Penelitian untuk menurunkan kadar Ni dan Cr pada limbah cair industri pelapisan logam dilakukan pada IPAL miniatur yang terbuat dari kaca. Pengolahan limbah pada IPAL dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis* berdasar hasil penelitian dari Laboratorium, ke dua bakteri tersebut menurunkan kadar Ni dan Cr yang paling besar daya penurunannya.

Gambaran dari analisis statistik ada perbedaan kadar Ni secara signifikan diantara semua jenis mikroba yang diteliti. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi kurang dari 0,05 pada masing-masing jenis mikroba. Pada uji lanjutan untuk volume pemberian mikroba didapatkan hasil yang sama, yaitu ada perbedaan kadar Ni yang signifikan diantara semua volume pemberian mikroba. Akan tetapi terlihat pada volume 150 ml dan 200 ml (signifikansi 0,999) tidak ada perbedaan yang

signifikan dalam menurunkan kadar Ni. Pengolahan limbah ini penambahan volume bakteri *Pseudomonas aeruginosa* cukup 150 mL saja, tidak perlu sampai 200 mL. Hal ini akan lebih hemat penggunaan bakteri karena pada penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL hasil penurunannya samadengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL.

Pada uji statistik lanjutan Cr untuk volume pemberian mikroba didapatkan hasil yang sama, yaitu ada perbedaan kadar Cr yang signifikan diantara semua volume pemberian mikroba, kecuali pada penambahan volume 150 ml dan 200 ml (signifikansi 0,164) tidak ada perbedaan yang signifikan dalam menurunkan kadar Cr. Jadi pada pengolahan limbah ini penambahan volume bakteri *Pseudomonas aeruginosa* cukup 150 mL saja, tidak perlu sampai 200 mL. Hal ini akan lebih hemat penggunaan bakteri karena pada penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL hasil penurunannya sama dengan pada penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL.

## KESIMPULAN

1. Pengolahan limbah cair industri pelapisan logam pada IPAL dengan pemanfaatan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis* menunjukkan terjadinya penurunan kadar logam berat Ni dan Cr.
2. Penurunan kadar Ni dan Cr oleh *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis* adalah sebagai berikut :
  - a. Untuk Krom:
 

Penurunan paling tinggi, yakni sebesar 54,84 % dengan perlakuan penambahan 200 mL *Bacillus subtilis*, yang tidak berbeda nyata dengan penambahan 150 mL *Bacillus subtilis* dengan penurunan 54,82 % diikuti oleh penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL dengan penurunan 48,93 % yang tidak berbeda nyata dengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL dengan penurunan kadar sebesar 48,76 %
  - b. Untuk Nikel:
 

Penurunan paling tinggi, yakni sebesar 33,24 % dengan perlakuan penambahan 150 mL *Bacillus subtilis*, yang

tidak berbeda nyata dengan penambahan 200 mL *Bacillus subtilis* dengan penurunan sebesar 33,12 % diikuti oleh penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 200 mL dengan penurunan 32,89 % yang tidak berbeda nyata dengan penambahan *Pseudomonas aeruginosa* 150 mL dengan penurunan kadar sebesar 32,79%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai terlaksananya penelitian dengan kontrak kerja penelitian No : 019/K6/KL/SP/2013

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2009. *UU RI No. 32/2009, Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Kementrian Negara Lingkungan Hidup.

- Adiyani, N. O. 2006. Penurunan Kadar Ni Menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dalam Limbah Cair Industri Lapisan Logam. Universitas Setia Budi Surakarta.
- Departemen Perindustrian. 1989. Standar Nasional Indonesia-19-1132. *Cara Uji Kadar Krom dalam Air*.
- Mardiyono, Nony Puspawati, Nur Hidayati. 2006. Penurunan Kadar Logam Berat Krom (VI) dengan *Pseudomonas sp*, *Klebsiella sp*, dan *Escherichia sp* pada Limbah Cair Industri Tekstil. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Volume 3, No. 1, Februari 2006.
- Mardiyono, Nony Puspawati, Nur Hidayati. 2009. Aplikasi Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dalam Mereduksi Kadar Logam Berat Krom (VI) pada Limbah Cair Industri Tekstil. *Jurnal Biomedika*. Volume 1, No. 2, September 2009.
- Nanang, B., Sutariningsih, E., dan Widodo. 2003. *Detoksifikasi Krom Limbah Cair Penyamakan Kulit oleh Pseudomonas sp*. *Jurnal Teknosains*. 16(2).
- Octaviani, Artanti M. 2005. *Biosorpsi Logam Kadmium Menggunakan Ragi Yarrowia lipolytica strain H.222*. Skripsi. Jurusan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suhendrayatna. 2001. *Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan*. Disampaikan pada Seminar
- Sudjana, 1996. *Metoda Statistika*. Tarsito, Bandung