

# Pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* untuk Meminimalisir Logam Berat Cr pada Limbah Cair Industri Elektroplating

## Utilization of *Pseudomonas fluorescens* to Minimize Chromium Heavy Metals in Electroplating Industries Wastewater

Mardiyono<sup>1\*</sup>, Ratno Agung Samsumaharto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta

<sup>2</sup>Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi Surakarta

Jl. Let.jen Sutoyo, Mojosongo, Surakarta 57127

\*Corresponding author, e-mail: mardiyono.md@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan atau menghilangkan logam berat Cr pada limbah cair industri elektroplating dengan mengolahnya menggunakan mikroba jenis bakteri *Pseudomonas fluorescens*, sebelum limbah cair industri elektroplating tersebut dibuang ke perairan bebas, agar perairan kita terbebas dari pencemaran logam berat, yang berasal dari limbah cair industri elektroplating.

Pada awalnya dilakukan penelitian analisis kualitatif untuk memastikan adanya logam-logam berat, termasuk Cr yang terdapat pada limbah cair industri elektroplating dengan metode reaksi kimia maupun dengan spektrofotometri serapan atom (SSA). Dugaan adanya logam-logam berat ada pada limbah cair industri elektroplating adalah dengan mencermati proses pelapisan logam yang menggunakan zat-zat kimia yang mengandung logam-logam berat.

Penurunan atau penghilangan logam berat Cr pada limbah cair industri elektroplating dilakukan di IPAL miniatur dengan volume limbah 2 liter. Penurunan atau penghilangan logam berat pada limbah cair industri elektroplating tersebut dengan menambahkan mikroba jenis bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Kadar logam berat Cr sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan penambahan mikroba *Pseudomonas fluorescens* tersebut ditetapkan dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA).

Setelah penambahan bakteri *Pseudomonas fluorescens*, dengan variasi volume dan waktu pemeraman 48 jam (2 hari), maka diperoleh persentase penurunan kadar Cr paling besar pada penambahan 200 ml, yakni penurunannya sebesar 54,77 %.

**Kata kunci:** penurunan atau penghilangan, logam berat Cr, limbah cair industri elektroplating, *Pseudomonas fluorescens*, SSA

### ABSTRACT

This study aims to reduce or eliminate Cr heavy metals in electroplating wastewater with microbial process bacterial species *Pseudomonas fluorescens*, before it dumped into open water, so that our waters are free from heavy metal pollution, which comes from electroplating industry wastewater.

First, the research conducted with qualitative analysis to ensure their heavy metals, including Cr contained in the electroplating industry wastewater with chemical reaction method or by atomic absorption spectrophotometry (AAS). Allegations of heavy metals exist in the electroplating industry wastewater is by observing the metal coating process that uses chemicals that contain heavy metals.

Reduction or elimination of Cr heavy metals in electroplating industry wastewater is done in WWTP miniature with 2 liters of waste volume. Reduction or removal of heavy metals in the electroplating industry wastewater by adding *Pseudomonas fluorescens*. Cr levels of heavy metals before and after being treated with the addition of *Pseudomonas fluorescens* is determined by the method of atomic absorption spectrophotometry (AAS).

After the addition of *Pseudomonas fluorescens*, with variations in the volume and curing time of 48 hours (2 days), the obtained percentage of Cr reduction content is greatest with the addition of 200 ml (54.77%).

**Key words:** reduction or elimination, Cr heavy metals, electroplating industry wastewater, *Pseudomonas fluorescens*, AAS

### PENDAHULUAN

Industri menghasilkan limbah, limbah industri mengganggu keseimbangan lingkungan, baik yang langsung menyangkut makhluk hidup mau-

pun yang tidak langsung seperti menurunnya kesuburan tanah dan kualitas air. 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.

Undang-Undang negara Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2009, menyebutkan: limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah bahan berbahaya dan beracun yang selanjutnya disebut B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3. Bahan berbahaya dan beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia, serta makhluk hidup lain.

Octaviani, (2005), menyatakan bahwa mikroba ragi *Yarrowia lipolytica* mampu hidup dengan baik dalam media yang mengandung ion kadmium (Cd) hingga 200 ppm. Dalam waktu inkubasi 10 jam pada limbah yang mengandung kadmium, ragi *Yarrowia lipolytica* dapat mengabsorpsi kadmium sebesar 50%. Penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas (2006), menyimpulkan bahwa mikroba bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat menurunkan kadar logam tembaga (Cu) yang terdapat pada limbah cair industri elektroplating 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 *Klebsiella pneumoniae*. 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 dapat menurunkan

kandungan logam berat krom(VI) yang ada dalam limbah cair khususnya limbah cair industri tekstil.

Menurut Chandra Dewi (1999), teknik pengolahan limbah cair pada umumnya ada tiga cara, yaitu : pengolahan secara fisika, kimia, dan biologi. Salah satu metode pengolahan limbah secara biologi adalah dengan alternatif pengolahan limbah yang berbasis bioteknologi. Bioremediasi merupakan proses penggunaan mikroba atau tanaman untuk menawarkan racun polutan di lingkungan. Contoh dari proses bioremediasi adalah biodegradasi. Keuntungan dari proses bioremediasi adalah tidak berbahaya, lebih murah biayanya dan tidak berdampak pada lingkungan karena tidak menghasilkan bahan sisa (Nugroho, 2001).

Telah dilakukan penelitian untuk menghilangkan/menurunkan logam berat Cr yang terkandung dalam limbah cair industri elektroplating dengan memanfaatkan mikroba jenis bakteri terpilih di antara mikroba yang telah dicoba sebelumnya pada berbagai limbah cair, yakni bakteri *Pseudomonas fluorescens*, sebelum limbah cair industri elektroplating dibuang ke perairan bebas.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat yang digunakan adalah: Erlenmeyer 100 ml dan 250 ml, pipet ukur 25 ml, labu ukur 100 ml dan 500 ml, corong gelas, pemanas listrik, kertas saring Whatman 40 dengan ukuran pori diameter 0,42  $\mu\text{m}$ , labu semprot, jerigen 10 liter, entkas, vial, IPAL, seperangkat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu sediaan mikroba *Pseudomonas fluorescens*, air suling, air limbah industri pelapisan logam,  $\text{HNO}_3$  pekat, larutan standar logam krom.

### Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel limbah cair industri pelapisan logam dengan menggunakan jerigen dari *outlet* pembuangan akhir limbah cair industri

pelapisan logam yang ada di Mojosongo, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah. Sampel yang telah diambil di uji kualitatif terhadap kandungan logam berat Cr nya

**a. Pembuatan larutan induk logam berat Cr 1000 mg/L**

Serbuk logam berat Ni ditimbang dengan seksama sebanyak 0,5 g dan dimasukkan ke dalam labu takar 500 ml kemudian dilarutkan dengan HNO<sub>3</sub> pekat 2 ml lalu dihomogenkan, terakhir ditambahkan aquabidestilata sampai tanda batas.

**b. Pembuatan larutan baku logam berat Cr 10 mg/L**

Larutan induk logam berat dipipet 5 ml, dimasukkan ke dalam labu takar 500 ml kemudian ditambah aquabidestilata sampai tanda batas.

**c. Pembuatan larutan kerja logam berat**

Larutan logam berat dipipet 2 ml; 4 ml; 6 ml; 8 ml dan 10 ml dari larutan baku. Logam-logam berat, kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, dan ditambah aquabidestilata sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi logam Cr 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L dan 1,0 mg/L.

**d. Pembuatan kurva kalibrasi logam berat Cr**

Alat Spektrofotometer Serapan Atom dioptimalkan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat, lalu larutan baku logam berat Cr disiapkan satu persatu ke dalam alat SSA kemudian dicatat absorbansinya pada panjang gelombang sesuai dengan panjang gelombang maksimum logam berat, selanjutnya dibuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi antara konsentrasi dan absorbansi.

**e. Persiapan sampel awal uji**

Dikocok sampai homogen sampel awal uji lalu dimasukkan ke dalam Erlemeyer sebanyak 200 ml, lalu ditambahkan HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 5 ml dan dipanaskan di pemanas listrik sampai

larutan sampel uji hampir kering, kemudian ditambahkan aquabidestilata sebanyak 50 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml melalui kertas saring dan dengan aquabidestilata ditepatkan volumenya sampai 100 ml.

**f. Pembuatan suspensi bakteri uji**

Bakteri uji biakan murni *Pseudomonas fluorescens* diambil 2–3 ose dimasukkan dalam 100 ml media BHI, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

**g. Pemberian bakteri uji pada sampel**

Sampel dimasukkan ke dalam IPAL sebanyak 2 liter. Setiap proses pengolahan, masing-masing diberi perlakuan dengan penambahan bakteri uji sebanyak (ml): 0,0 ;10,0 ; 50,0 ; 100,0 ; 150,0 dan 200, lalu diinkubasi selama 2 x 24 jam, pH 7,4 ± 0,2; suhu 37° C dan kemudian diteapkan kembali kadar logam-logam beratnya.

**h. Pengujian sampel tanpa penambahan bakteri uji**

Sampel dimasukkan ke dalam IPAL sebanyak 2 liter, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam. Sampel yang telah diinkubasi diambil 200 ml lalu disentrifuge terlebih dahulu dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit lalu ditambahkan HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 5 ml dan dipanaskan di pemanas listrik sampai larutan sampel uji hampir kering, kemudian ditambahkan aquabidestilata sebanyak 50 ml dan dimasukkan kedalam labu takar 100 ml melalui kertas saring Whatman dan ditepatkan 100 ml dengan aquabidestilata. Larutan uji kemudian dipindahkan ke dalam vial. Larutan uji tersebut siap diuji dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom.

**i. Pengujian setelah masa inkubasi**

Diambil sebanyak 200 ml sampel yang telah diinkubasi di IPAL lalu disaring dengan kertas Whatman kemudian ditambah HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan di 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.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian**

**1. Uji Kualitatif terhadap Kandungan Logam Berat Cr**

Uji kualitatif terhadap logam berat Cr yang terdapat pada limbah cair industri elektroplating disajikan pada Tabel 1.

**2. Hasil Penentuan Kadar dan prosentase Penurunan Cr.**

Hasil penurunan konsentrasi Cr menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat dilihat dalam Tabel 2, sedangkan gambar grafik prosentase penurunan konsentrasi Cr dengan *Pseudomonas fluorescens* pada Gambar 1.

Prosentase penurunan konsentrasi Cr setelah diperam dengan berbagai variasi volume bakteri *Pseudomonas fluorescens* di IPAL dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan gambar grafik prosentase penurunan konsentrasi Cr dengan *Pseudomonas fluorescens* Gambar 2.

**PEMBAHASAN**

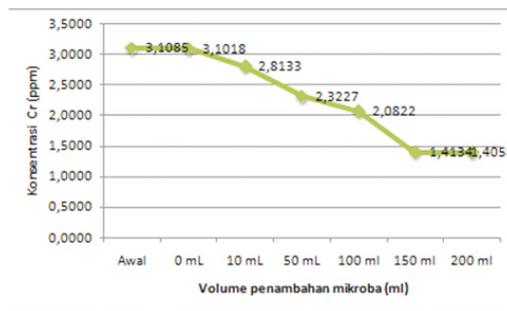
Dari tabel 1 terlihat bahwa sampel limbah cair industri elektroplating mengandung logam berat krom (Cr). Dari tabel 2 dapat disimpulkan

Tabel 1. Data Identifikasi kualitatif terhadap kandungan logam berat Cr

No.	Uji kualitatif	Pengamatan	Kandungan logam berat
1.	Sampel limbah + HNO <sub>3</sub> pekat + 1,5 difenil karbazida	Terbentuk larutan berwarna ungu kemerahan	Cr

Tabel 2: Data penurunan konsentrasi Cr (ppm) setelah diperam dengan berbagai variasi volume bakteri *Pseudomonas fluorescens* di IPAL

No	Konsentrasi Cr (ppm) setelah diperam dengan berbagai variasi volume bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> di IPAL						
	Awal	0 mL	10 mL	50 mL	100 ml	150 ml	200 ml
1	3.1078	3.1015	2.8122	2.3232	2.0830	1.4126	1.4050
2	3.1090	3.1022	2.8140	2.3206	2.0820	1.4116	1.4060
3	3.1086	3.1018	2.8136	2.3244	2.0815	1.4160	1.4065
Rata-rata	3.1085	3.1018	2.8133	2.3227	2.0822	1.4134	1.4058



Gambar 1: Penurunan Konsentrasi Cr setelah diperam dengan berbagai variasi volume bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Tabel 3: Prosentase penurunan konsentrasi Cr setelah diperam dengan berbagai variasi volume bakteri *Pseudomonas fluorescens* di IPAL

No	Prosentase penurunan konsentrasi Cr (%)						
	Asal	0 mL	10 mL	50 mL	100 ml	150 ml	200 ml
1	0	0.22	9.53	25.26	32.99	54.56	54.80
2	0	0.20	9.47	25.35	33.02	54.59	54.77
3	0	0.21	9.49	25.22	33.04	54.45	54.75
Rata-rata	0	0.21	9.50	25.28	33.02	54.53	54.77

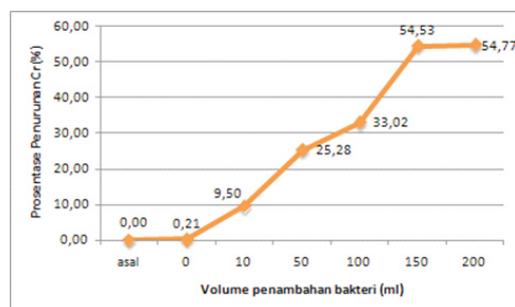
bahwa bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat menurunkan kadar logam berat krom (Cr) yang terdapat pada limbah cair industri electroplating.

Pengaruh variasi volume penambahan *Pseudomonas fluorescens* dilakukan uji hipotesis ANAVA satu jalur. Analisis tersebut digunakan dengan alasan bahwa terdapat satu faktor yang mempengaruhi variabel terikat (kadar Ni), yaitu volume penambahan bakteri. Kaidah pengujian-nya adalah bila nilai signifikansi (sig.) lebih kecil dari 0,05 maka disimpulkan ada beda kadar Cr yang signifikan.

Perlu dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu sebelum melakukan uji hipotesis, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh bervariasi atau tersebar secara normal menggunakan formulasi *one-sample Kolmogorov Smirnov test*. Kaidah yang digunakan untuk mengetahui normal tidaknya sebaran adalah jika  $p > 0,05$  maka sebarannya dikatakan

normal. Jika  $p < 0,05$  maka sebarannya dinyatakan tidak normal. Selanjutnya, uji homogenitas dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah subjek pada penelitian ini homogen atau tidak menggunakan uji homogenitas variansi Levene. Kaidah yang digunakan dalam uji ini adalah subjek homogen jika  $p > 0,05$  dan subjek tidak homogen jika  $p < 0,05$ . Hasil uji normalitas dan uji homogenitas secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Berdasarkan uji normalitas, dapat diketahui bahwa  $p = 0.108$  ( $p > 0.05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa data konsentrasi Cr terdistribusi normal. Selanjutnya dari uji homogenitas dapat dilihat bahwa  $p = 0.037$  ( $p < 0.05$ ) sehingga dapat dikatakan bahwa variansi yang ada pada data konsentrasi Cr adalah tidak homogen. Menurut Azwar (2001), asumsi homogenitas dalam analisis ANAVA dapat diabaikan tanpa risiko yang besar selama jumlah data pada masing-masing faktor berjumlah sama. Berdasarkan pendapat tersebut, maka uji homogenitas dapat



Gambar 2: Presentase Penurunan Konsentrasi Cr dengan *Pseudomonas fluorescens*

Tabel 4. Uji Normalitas Kadar Cr

		Konsentrasi Cr
N		21
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.321100
	Std. Deviation	.6917858
Most Extreme Differences	Absolute	.190
	Positive	.190
	Negative	-.190
Kolmogorov-Smirnov Z		.872
Asymp. Sig. (2-tailed)		.432

Tabel 5. Uji Homogenitas Kadar Cr

Konsentrasi Cr			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.124	6	14	.037

diabaikan karena jumlah data pada masing-masing volume bakteri berjumlah sama. Oleh sebab itu, uji hipotesis menggunakan ANAVA satu jalur dapat dilakukan. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa nilai signifikansi uji ANAVA satu jalur variasi penambahan volume bakteri terhadap konsentrasi Cr bernilai 0.000 ( $p < 0.05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi Cr yang signifikan pada volume penambahan bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

Selanjutnya, untuk mengetahui adanya perbedaan di antara masing-masing volume penambahan bakteri perlu dilakukan uji lanjutan (*Post-Hoc*) yang dilakukan menggunakan uji Tukey. Kriteria ujinya adalah jika selisih rata-rata dua nilai kadar yang dibandingkan (*mean difference*) nilainya signifikan (ditandai dengan tanda bintang), maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan. Uji lanjutan untuk variabel volume penambahan bakteri dapat dilihat pada Tabel 14. berikut ini.

Berdasarkan uji Tukey pada variabel volume penambahan bakteri, dapat dilihat bahwa seluruh variasi volume penambahan bakteri memiliki perbedaan yang signifikan dengan taraf signifikansi 0,000. Dari keenam variasi volume penambahan bakteri (0 ml, 10 ml, 50 ml, 100 ml, 150 ml, dan 200 ml) dapat diketahui bahwa pada volume penambahan 200 ml bakteri *Pseudomonas fluorescens* memiliki efektivitas paling tinggi dalam menurunkan kadar Cr.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

a. Sampel limbah cair industri pelapisan logam

di Mojosongo, Jebres, Surakarta positif mengandung logam berat krom (Cr).

b. Kadar logam berat Cr pada limbah cair industri pelapisan logam dapat diturunkan kadarnya menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

c. Pada penambahan bakteri *Pseudomonas fluorescens*, dengan variasi volume 0 ml, 10 ml, 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml dan waktu pemeraman 48 jam (2 hari), maka diperoleh persentase penurunan kadar untuk Cr paling besar dengan penambahan *Pseudomonas fluorescens* 200 ml dengan prosentase penurunan sebesar 57,77 %.

### Saran

a. Perlu dilakukan penelitian-penelitian lanjutan dengan menggunakan bakteri lain yang dapat menurunkan kadar logam berat yang lebih besar yang terdapat pada limbah cair industri yang mengandung logam berat Cr dan logam berat lain.

b. Pemerintah diharapkan dapat menentukan kebijakan-kebijakan dalam pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan industri dan kondisi setempat agar lingkungan tidak tercemari hasil-hasil limbah cair industri pelapisan logam yang mengandung Cr dan logam berat yang lain.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kopertis Wilayah VI Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai terlaksananya penelitian ini sesuai dengan Surat perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing Nomor Kontrak : 021/K6/KM/SP2H/PENELITIAN\_BATCH-1/2015 tanggal 30 Maret 2015.

Tabel 6. Uji ANAVA Satu Jalur Cr

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.571	6	1.595	958502.189	.000
Within Groups	.000	14	.000		
Total	9.571	20			

Tabel 7. Uji Tukey untuk Volume Penambahan Bakteri pada Cr

(I) Volume Penambahan Bakteri	(J) Volume Penambahan Bakteri	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Asal	0 ml	.0066333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.003037	.010230
	10 ml	.2952000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.291603	.298797
	50 ml	.7857333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.782137	.789330
	100 ml	1.0263000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.022703	1.029897
	150 ml	1.6950667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.691470	1.698663
	200 ml	1.7026333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.699037	1.706230
	0 ml	Asal	-.0066333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.010230
10 ml		.2885667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.284970	.292163
50 ml		.7791000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.775503	.782697
100 ml		1.0196667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.016070	1.023263
150 ml		1.6884333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.684837	1.692030
200 ml		1.6960000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.692403	1.699597
10 ml		Asal	-.2952000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.298797
	0 ml	-.2885667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.292163	-.284970
	50 ml	.4905333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.486937	.494130
	100 ml	.7311000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.727503	.734697
	150 ml	1.3998667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.396270	1.403463
	200 ml	1.4074333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	1.403837	1.411030
	50 ml	Asal	-.7857333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.789330
0 ml		-.7791000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.782697	-.775503
10 ml		-.4905333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.494130	-.486937
100 ml		.2405667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.236970	.244163
150 ml		.9093333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.905737	.912930
200 ml		.9169000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.913303	.920497
100 ml		Asal	-1.0263000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.029897
	0 ml	-1.0196667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.023263	-1.016070
	10 ml	-.7311000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.734697	-.727503
	50 ml	-.2405667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.244163	-.236970
	150 ml	.6687667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.665170	.672363
	200 ml	.6763333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.672737	.679930
	150 ml	Asal	-1.6950667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.698663
0 ml		-1.6884333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.692030	-1.684837
10 ml		-1.3998667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.403463	-1.396270
50 ml		-.9093333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.912930	-.905737
100 ml		-.6687667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.672363	-.665170
200 ml		.0075667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	.003970	.011163
200 ml		Asal	-1.7026333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.706230
	0 ml	-1.6960000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.699597	-1.692403
	10 ml	-1.4074333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-1.411030	-1.403837
	50 ml	-.9169000 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.920497	-.913303
	100 ml	-.6763333 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.679930	-.672737
	150 ml	-.0075667 <sup>*</sup>	.0010533	.000	-.011163	-.003970

\* The mean difference is significant at the 0.05 level.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2009. *UU RI No. 32/2009 tentang Pedoman Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Kementrian Negara Lingkungan Hidup.
- Chandra, Dewi. K. 1999. *Usaha Memperoleh Sertifikat ISO-14001 Ditinjau dari Pelacakan dari Bahan Kimia dan Penanganan Limbah Cair untuk Industri Tekstil*. *Jurnal Teknologi Industri*. 3 (2).95-100.
- 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.
- Nugroho, B. 2001. *Ekologi Mikroba Pada Tanah Terkontaminasi Logam Berat*. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana. Institut Petanian Bogor. E-mail :nug6\_Hlt680807110\_Hlt68080711@yahoo.com
- Octaviani, Artanti M. 2005. *Biosorpsi Logam Kadmium Menggunakan Ragi Yarrowia lipolytica strain H.222*. *Skripsi*. Jurusan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.