

UJI KEMAMPUAN BAKTERI *Azotobacter* DALAM PROSES PENYISIHAN LOGAM KROMIUM PADA TANAH TERCEMAR KROMIUM

Citra Pratiwi¹, Faris Zuhair¹

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Efarina

E-mail: ¹citrapratiwi@gmail.com

ABSTRACT

High rate of industrial growth has a considerable influence on the production of waste. Chromium contained industrial wastewater is toxic and carcinogenic. Bioremediation is one of chromium treatment techniques that is more economical than another treatment techniques. Bacteria is one of microorganisms used in bioremediation of chromium. Bacteria have an ability to living in and defending themselves against the exposure media of certain level of chromium concentration. This study was done to analyzed effect of adding *Azotobacter* to increased the removal efficiency of chromium on chromium contaminated soil.

Concentration of chromium and addition volume of *Azotobacter* is variables in this study. Concentrations of chromium that used (mg/L) were 50, 75, and 100. Addition volumes of *Azotobacter* are 0% and 15%. This study conducted in laboratory. Weight of soil that used in each reactor is 425 grams. Bioremediation treatment in each reactor conducted for 14 days. Total chromium, number of bacteria colonies, pH, temperature, and soil moisture were than analyzed. Total chromium analyzed 2 times, they are at the beginning and end of bioremediation treatment. Total chromium analyzed with AAS.

This study showed that the highest removal efficiency of chromium in reactor that was added 0% *Azotobacter* is 30.99%. The highest removal efficiency of chromium in reactor that was added 15% *Azotobacter* is 22,82%. It can be concluded that addition of *Azotobacter* into chromium contaminated soil have not increased removal efficiency of chromium. This is due to the number of bacteria in reactor that was added 0% *Azotobacter* higher than the number of bacteria in reactor that was 15% *Azotobacter*. These could be due to higher competition on nutrition fulfillment compared to reactor that was added 0% *Azotobacter*.

Keywords: *Azotobacter*, bioremediation, chromium, contaminated soil, heavy metal.

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat pertumbuhan industri saat ini memiliki pengaruh yang besar terhadap produksi limbah. Salah satu limbah industri yang bersifat toksik dan karsinogenik adalah limbah yang mengandung logam berat kromium. Bentuk kromium yang sering ditemui di alam bebas adalah Cr⁶⁺ dan Cr³⁺. Bentuk Cr⁶⁺ lebih banyak terlarut dalam air, sedangkan bentuk Cr³⁺ lebih banyak berada di tanah. Bentuk Cr³⁺ lebih stabil dibandingkan bentuk Cr⁶⁺. Bentuk Cr⁶⁺ bersifat lebih

karsinogenik dan toksik dibandingkan bentuk logam berat kromium lainnya (James, 2002). Pada umumnya, kromium dihasilkan oleh industri logam, *electroplating*, penyulingan minyak bumi, produksi kimia anorganik, pengolahan tekstil, dan penyamakan kulit (Srinath et al., 2002).

Di Indonesia terdapat beberapa wilayah yang mengalami pencemaran tanah akibat industri penghasil limbah kromium. Beberapa wilayah tersebut, antara lain: Kecamatan Dolok Pardamean, Pematang Sidamanik, dan Jorlang Hataran. Di Kecamatan Dolok Pardamean, Kabupaten Simalungun, Medan, tanah persawahannya telah tercemar limbah kromium industri tekstil sebesar 0,531-3,99 mg/L. Di Pematang Sidamanik, Kabupaten Asahan, tanah persawahannya telah tercemar limbah kromium industri tekstil sebesar 13 mg/kg. Daerah persawahannya di Kecamatan Jorlang Hataran, Tebing Tinggi, Medan telah mengalami pencemaran tanah akibat limbah industri *electroplating* sebesar 6,0-27,7 mg/kg (Sutono dan Kurnia, 2013). Menurut Notodarmojo (2005), besarnya logam kromium maksimal dalam tanah adalah 10 mg/kg. *Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia and Dalhousie University Canada* (1992) menyatakan besarnya kromium maksimum dalam tanah sebesar 2,5 ppm. Berdasarkan beberapa peraturan tersebut, maka perlu dilakukan suatu pengolahan pada limbah industri penghasil kromium dan pemulihan kualitas tanah tercemar kromium. Penyisihan logam kromium pada air limbah dan tanah tercemar dapat mengurangi resiko kesehatan yang ditimbulkan, baik bagi manusia maupun alam.

Salah satu alternatif pengolahan logam berat yang dapat diterapkan adalah bioremediasi (Megharaj et al., 2003). Bioremediasi merupakan pengolahan limbah yang memanfaatkan mikroorganisme dalam upaya mereduksi logam berat, baik secara insitu maupun eksitu (Lloyd et al., 2001). Mikroorganisme tersebut beradaptasi dengan lingkungannya melalui beberapa metode seperti: adsorpsi, oksidasi, dan reduksi, sehingga resisten terhadap logam berat (Shakoori et al., 2010). Salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan untuk bioremediasi logam berat adalah bakteri. Pada proses bioremediasi oleh bakteri, terdapat kadar maksimum logam berat yang mampu diolah (Mythili dan Karthikeyan, 2011). Masing-masing bakteri yang digunakan dalam bioremediasi memiliki kadar maksimum logam berat yang berbeda-beda (Evelyn dan Ravinskar, 2014). Perbedaan nilai kadar maksimum tersebut dipengaruhi oleh kemampuan bakteri dalam mengolah maupun mengakumulasi logam berat dalam proses metabolismenya (Deepali, 2011). Pavel et al. (2012) menyatakan bahwa *Azotobacter* resisten terhadap logam berat kromium dengan kadar sekitar 300 mg/L. *Azotobacter S8* merupakan bakteri yang bersifat kosmopolit dan memiliki resistensi terhadap banyak logam. *Azotobacter* merupakan bakteri gram negatif, bersifat aerobik, *polymorphic*, yang memiliki komponen polimer ekstraseluler yaitu eksopolisakarida (EPS). Adanya eksopolisakarida (EPS) membuat bakteri *Azotobacter* memiliki sifat mengikat polutan logam (Erni dan Regina, 2011).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka teknik pengolahan tanah tercemar kromium yang diterapkan adalah bioremediasi menggunakan *Azotobacter S8*. Pada penelitian ini juga terdapat variasi penambahan bakteri *Azotobacter* pada tanah tercemar kromium. Hal tersebut dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan bakteri terhadap tanah tercemar dalam proses penyisihan logam kromium.

PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Dalam penelitian ini tidak dianalisis kandungan bakteri dalam tanah pasir, sehingga tidak diketahui seberapa besar jumlah bakteri gram positif dan negatif. Pada reaktor A terdapat penambahan 15% bakteri *Azotobacter* yang merupakan bakteri gram negatif. Penambahan bakteri *Azotobacter* membuat adanya kompetisi bakteri dalam pemenuhan nutrisi, sehingga jumlah bakteri menurun. Berdasarkan Gambar 4.8, jumlah bakteri terbesar ada pada reaktor 50A. Pada reaktor 50A tersebut terjadi proses penyisihan logam kromium paling besar.

Penambahan bakteri *Azotobacter* yang berupa gram negatif membuat jumlah EPS meningkat. Kemampuan EPS dalam proses pengikatan logam kromium dipengaruhi oleh banyaknya ion negatif dalam EPS sebagai ion pengikat. Semakin besar konsentrasi kromium maka persentase penyisihan logam kromium akan semakin kecil. Fungsi EPS sebagai ion pengikat logam kromium juga dapat berkurang karena adanya pemanfaatan EPS sebagai cadangan nutrisi bakteri dalam proses metabolisme.

Berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa persentase penyisihan logam kromium reaktor P lebih besar daripada reaktor A. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya pengaruh jumlah bakteri dalam reaktor uji. Pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa jumlah koloni bakteri reaktor P lebih besar daripada reaktor A.

Pada pengamatan jumlah koloni bakteri hari ke-7 (Gambar 4.8), reaktor A yang ditambah 15% bakteri *Azotobacter* mengalami penurunan sekitar 20% dari awal pengamatan. Persentase penurunan jumlah bakteri tersebut lebih besar daripada persentase penurunan di reaktor P yaitu sekitar 15% (Gambar 4.7). Penurunan jumlah bakteri di reaktor dengan penambahan 15% bakteri *Azotobacter* terjadi karena bakteri *Azotobacter* hasil pengembangbiakan di laboratorium masih beradaptasi dengan lingkungannya yang baru, sehingga dimungkinkan terjadi penurunan jumlah bakteri. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Mrozik dan Piotrowska-Seget (2010) yang menyatakan bahwa dalam proses bioaugmentasi, bakteri yang ditambahkan dalam reaktor uji akan beradaptasi, sehingga jumlahnya menurun.

Besarnya penurunan jumlah bakteri yang ada dalam reaktor uji tersebut mempengaruhi proses penyisihan logam kromium. Rata-rata penyisihan logam kromium pada reaktor P dan reaktor A secara berturut-turut adalah 17% dan 13%. Berdasarkan rata-rata persentase penyisihan logam kromium tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan bakteri *Azotobacter* tidak berpotensi meningkatkan persentase penyisihan logam kromium.

Hasil tersebut bertentangan dengan hipotesis awal yang menyatakan bahwa proses penambahan bakteri *Azotobacter* diperkirakan dapat meningkatkan persentase penyisihan logam kromium. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya penurunan jumlah koloni bakteri yang lebih besar pada reaktor dengan penambahan 15% bakteri *Azotobacter*. Penurunan jumlah bakteri tersebut diperkirakan terjadi karena adanya sifat kompetisi yang lebih besar di reaktor A dalam proses pemenuhan nutrisi bakteri. Jumlah bakteri yang lebih kecil tersebut akan mengurangi jumlah logam kromium yang terlibat dalam proses biosorpsi dan metabolisme bakteri, sehingga persentasenya lebih kecil.

Dalam penelitian ini pengaruh bakteri *Azotobacter* secara individu terhadap proses penyisihan logam kromium belum dapat dipastikan karena adanya kehadiran bakteri pasir dalam reaktor uji. Pengaruh bakteri *Azotobacter* secara individu terhadap proses penyisihan logam kromium tersebut dapat diamati dengan menghilangkan kehadiran bakteri pasir melalui proses sterilisasi tanah pasir. Adapun hasil analisisnya dapat digunakan untuk memastikan peran bakteri *Azotobacter* dalam proses penyisihan logam kromium pada tanah tercemar kromium.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, maka kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persentase penyisihan beban pencemar kromium terbesar pada reaktor P tanpa penambahan bakteri *Azotobacter* adalah 30,99%. Persentase penyisihan beban pencemar kromium terbesar pada reaktor A dengan penambahan bakteri *Azotobacter* 15% adalah 22,82%.
2. Penambahan volume bakteri *Azotobacter* pada reaktor uji tidak berpotensi meningkatkan persentase penyisihan logam kromium.

DAFTAR PUSTAKA

- Erni dan Regina, H. 2011. *Biosorpsi Kadmium dan Komposisi Eksopolisakarida Azotobacter sp. pada Dua Konsentrasi CdCl₂*. Agriminal, 1 (1), hal 33-37.
- Evelyne, R. J. dan Ravinskar, V. 2014. *Bioremediation of Chromium Contamination – A Review*. Journal of Research in Earth and Environmental Science, 2 (6), hal 20-26.
- Fendorf, S. E. dan Li, G. 1996. *Kinetics of Chromate Reduction by Ferrous Iron*. Journal of Environmental Science and Technology, 30 (5), hal 1614-1617.
- Gradova, N. B., Gornova, I. B., Eddaudi, R., dan Salina, R. N. 2003. *Use of Bacteria of the Genus Azotobacter for Bioremediation of Oil-Contaminated Soils*. Journal of Applied Biochemistry and Microbiology, 39 (3), hal 279-281.
- Gunasekaran, P., Muthukrishnan, J., dan Rajendran, P. 2003. *Microbes in Heavy Metal Remediation*. Indian Journal of Experimental Biology, 41 (1), hal 935-944.
- Hardiani, H., Kardiansyah, T., dan Sugesty, S. 2011. *Bioremediasi Logam Timbal (Pb) dalam Tanah Terkontaminasi Limbah Sludge Industri Kertas Proses Deinking*. Jurnal Selulosa, 1 (1), hal 31-41.
- Hindersah, R. dan Sudirja, R. 2010. *Suhu dan Waktu Inkubasi untuk Optimasi Kandungan Eksopolisakarida dan Fitohormon Inokulan Cair Azotobacter sp. LKM6*. Jurnal Natur Indonesia, 13(1), hal 67-71.
- Imai, A. dan Gloyna, E. F. 1990. *Effects of pH and Oxidation State of Chromium on the Behavior of Chromium in the Activated Sludge Process*. Journal of Water Research. 24(9), hal 1143-1150.
- Imron, M. F. 2016. *Uji Kemampuan Bakteri Azotobacter S8 dan Bacillus subtilis untuk Menyisihkan Trivalent Chromium (Cr³⁺) pada Limbah Cair*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.
- James, B. R. 2002. *Chemical Transformations of Chromium in Soils*. Journal of Chem. Environmental, 6 (2), hal 46-48.
- Jeyasingh, J. dan Philip, L. 2005. *Bioremediation of Chromium Contaminated Soil: Optimization of Operating Parameters Under Laboratory Conditions*. Journal of Hazardous Materials, 118 (1-3), hal 113-120.