

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Terdapat beragam jenis industri yang mulai bermunculan di zaman modern ini. Hal ini tentunya berdampak positif bagi kehidupan, akan tetapi seiring berkembangnya industri menyebabkan dampak negatif pula terhadap lingkungan. Salah satunya terjadinya pencemaran lingkungan akibat limbah yang dihasilkan oleh industri (Ratnawati *et al.*, 2010).

Limbah terdiri dari beberapa jenis, salah satunya yaitu limbah logam berat. Terdapat beberapa ragam jenis polutan logam berat yang terdapat dalam limbah industri, di antaranya merkuri, tembaga, timbal, krom, seng, uranium, copper, nikel, selenium, kadmium. Limbah logam berat ini banyak terdapat pada industri pelapisan logam, cat pewarnaan, kegiatan pertambangan, pulp, dan kertas, penyamakan kulit, pupuk petrokimia dan pestisida. Menurut PP No. 45 Tahun 1999 tentang Pengolahan Limbah B3, limbah logam tersebut termasuk dalam kategori limbah yang berbahaya dan beracun (B3) dengan demikian limbah cair ini harus diolah sesuai dengan tata cara pengolahan limbah B3 (Ratnawati *et al.*, 2010).

Krom atau kromium merupakan salah satu jenis logam yang bersifat karsinogenik. Umumnya logam ini dapat ditemukan dalam bentuk persenyawaan dan dapat berada di perairan dan tanah. kromium umumnya

bersumber dari kegiatan perindustrian, pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar (Asmadi, 2009).

Kromium memiliki daya racun cukup tinggi yang ditentukan oleh valensi-valensi ionnya. Sifat racun yang terdapat pada logam ini dapat mengakibatkan terjadinya keracunan kronis, akut, dan dapat menyebabkan kanker (Palar, 1994). Daya racun yang dimiliki oleh Cr^{3+} dapat menghalangi kerja enzim dalam proses fisiologi atau metabolisme tubuh. Ion Cr^{3+} dalam metabolime tubuh akan menghambat kerja dari enzim *benzopiren hidroksilase*, akibatnya terjadi perubahan dalam pertumbuhan sel, sehingga sel-sel tumbuh secara liar atau dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar penggolongan kromium ke dalam kelompok logam yang bersifat karsinogenik (Asmadi, 2009).

Upaya menurunkan kadar logam berat dilakukan dengan beragam jenis pengolahan limbah yang terdiri dari beberapa macam metode, yaitu melalui metode fisika, kimia, dan biologi. Umumnya pengolahan limbah ini dilakukan dengan menggunakan metode fisika dan kimia, keuntungan menggunakan metode ini yaitu cepat dan lebih mudah. Namun meskipun cepat, terdapat kekurangan dengan menggunakan metode ini yaitu biaya lebih mahal dan meninggalkan limbah kimia yang dapat mencemari lingkungan juga (Kresnawaty *et al.*, 2007).

Selain menggunakan metode fisika dan kimia dapat juga mengolah limbah dengan menggunakan metode biologi untuk menghemat biaya serta lebih aman bagi lingkungan. Pengolahan dengan menggunakan metode biologi dapat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang dapat dikembangkan sesuai kebutuhan. Kelebihan dari pemanfaatan mikroorganisme sebagai biosorben adalah biaya operasional lebih murah, efisiensi kapasitas pengikatan logam tinggi, dapat dipulihkan untuk digunakan kembali, bahan bakunya banyak tersedia, mudah didapat, dan tidak memerlukan tambahan nutrisi jika menggunakan mikroba yang sudah mati (Kresnawaty *et al.*, 2007).

Pengolahan secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk mengurangi ion logam berat dari air tercemar menjadi teknologi alternatif yang dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan. Biosorpsi merupakan pengolahan biologis yang memanfaatkan mikroorganisme hidup maupun mati untuk melakukan pertukaran ion, pembentukan kompleks dan penyerapan terhadap logam berat. Berbagai mikroorganisme seperti bakteri, *yeast*, alga dan fungi ternyata mampu dijadikan sebagai biosorben untuk menghilangkan logam-logam berat (Kapoor and Viraraghavan, 1998 ; Volesky, 1994).

Proses biosorpsi dapat terjadi karena adanya material biologis yang disebut biosorben dan adanya larutan yang mengandung logam berat dengan afinitas yang tinggi sehingga mudah terikat dengan biosorben (Sinly dan Johan, 2007). Pengikatan logam berat yang berada dalam suatu larutan yaitu dengan cara pertukaran ion dimana ion-ion pada permukaan sel mikroorganisme digantikan oleh ion-ion logam berat (Martins *et al.*, 2006).

Kompleksitas ion logam berat yang bermuatan positif berinteraksi dengan pusat aktif yang bermuatan negatif pada permukaan dinding sel atau dalam polimer ekstra seluler, seperti protein dan polisakarida sebagai sumber gugus fungsi berperan penting dalam mengikat ion logam berat. Proses penyerapan ini berlangsung cepat dan terjadi pada sel hidup maupun sel yang telah mati (Volesky, 2007). Penyerapan logam berat oleh mikroorganisme dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu proses penyerapan yang terjadi secara absorpsi dan proses penyerapan yang terjadi secara adsorpsi (Vieira & Volesky, 2000).

Faktor yang mempengaruhi proses biosorpsi yaitu konsentrasi larutan, pH, waktu kontak, suhu, karakteristik biomassa, konsentrasi biomassa, dan kehadiran ion lain (Lapik, 2017). Konsentrasi larutan berpengaruh pada tingkat resistensi bakteri bila tingkat konsentrasi terlalu tinggi akan membunuh bakteri. Maka bakteri resisten logam berat tertentu berpotensi menjadi biosorben efektif.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian yang telah dilakukan yang terkait dengan kemampuan biomassa dalam menyerap logam berat, maka penelitian ini juga berfokus pada proses Biosorpsi logam berat Kromium dengan menggunakan biosorben bakteri. Penelitian ini dilakukan dengan sistem batch reaktor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pemikiran tersebut dapat dirumus permasalahan sebagai berikut.

1. Berapa efisiensi penyisihan logam kromium dengan *biosorben dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens*?
2. Berapa kapasitas total penyerapan logam kromium dengan biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens*?
3. Bagaimana mekanisme yang paling dominan dari biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* untuk menyisihkan kromium?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang didapatkan maka tujuan dari penelitian ini yaitu.

1. Menentukan efisiensi penyisihan logam kromium dengan biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens*.
2. Menentukan kapasitas total penyerapan logam kromium dengan biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens*.
3. Menentukan mekanisme yang paling dominan dari biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* untuk menyisihkan kromium.

1.4 Asumsi Penelitian

Asumsi dalam penelitian ini adalah biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* dapat menyisihkan logam berat kromium. Variasi konsentrasi logam berat kromium memberikan hasil yang berbeda terhadap penyisihan logam berat kromium menggunakan sistem *batch reactor*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu.

H₀₁ : Tidak terdapat perbedaan efisiensi biosorpsi ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.

H_{a1} : Terdapat perbedaan efisiensi biosorpsi ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.

H₀₂ : Tidak terdapat perbedaan kapasitas total ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.

H_{a2} : Terdapat perbedaan kapasitas total ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.

H₀₃ : Tidak terdapat perbedaan kapasitas adsorpsi ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.

- H₀₃ : Terdapat perbedaan kapasitas adsorpsi ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.
- H₀₄ : Tidak terdapat perbedaan kapasitas adsorpsi ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.
- H₀₄ : Terdapat perbedaan kapasitas adsorpsi ion kromium pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* berdasarkan variasi konsentrasi logam berat kromium artifisial.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini yaitu.

1. Memberikan informasi terkait dengan kemampuan bakteri *Bacillus nitratreducens* sebagai biosorben untuk penyisihan logam kromium.
2. Mengetahui efisiensi penyisihan dan kapasitas logam berat kromium melalui mekanisme biosorpsi, adsorpsi (desorpsi), dan bioakumulasi pada biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens*.
3. Mengetahui mekanisme yang paling dominan dari biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratreducens* untuk menyisihkan kromium.

1.7 Batasan Penelitian

Biosorben yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari bakteri *Bacillus nitratireducens*. Bakteri yang berumur 24 jam dipanen menggunakan centrifuge pada kecepatan 5000 RPM selama 10 menit. Pallet bakteri *Bacillus nitratireducens* dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Biosorben *Dead cell* bakteri *Bacillus nitratireducens* selanjutnya dipaparkan dengan logam berat kromium pada konsentrasi 25 mg/L, 50 mg/L, dan 100 mg/L. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui presentase efisiensi dan kapasitas biosorpsi dalam larutan logam artifisial. Karakteristik Biosorben *Dead cell* bakteri *Bacillus nitratireducens* di uji dengan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).