

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair B3 menjadi salah satu permasalahan yang penting untuk di perhatikan karena konsentrasi, sifat, dan jumlahnya, secara langsung maupun tidak dapat merusak dan membahayakan lingkungan ketika tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu (Pemerintah Republik Indonesia, 2021). Salah satu unit atau kegiatan yang menjadi penghasil limbah cair B3 adalah Laboratorium (Indrawati et al., 2023). Limbah cair laboratorium umumnya berasal dari residu bahan kimia yang digunakan, air bekas cuci peralatan, dan sisa sampel pengujian. Sebagian besar kandungan yang ada pada limbah cair laboratorium unsur logam berat seperti kromium, yang utamanya berasal dari kegiatan analisis kimia yang melibatkan senyawa kromium seperti pada proses penentuan *Chemical Oxygen Demand* (COD) (Mulyadi et al., 2020).

Kromium menjadi salah satu jenis bahan B3 yang memberikan respon biokimia terhadap organisme hidup (Indrawati et al., 2023). Kromium umumnya ditemukan di lingkungan berwujud trivalen (Cr(III)) dan heksavalen (Cr(VI)) (Simbarta Tarigan et al., 2021). Merujuk pada Lampiran XLVII Permen LHK No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ambang batas kandungan kromium total sebesar 0.5 mg/L untuk golongan satu dan 1 mg/L untuk golongan dua. Sehingga ketika kandungan kromium dalam badan air melebihi ambang batas tersebut, maka kromium dianggap akan memberikan efek negatif apabila dimanfaatkan tanpa melakukan pengolahan. Kromium heksavalen (Cr(VI)) adalah salah satu polutan logam berat berbahaya karena dapat menyebabkan alergi kulit, nekrosis hati dan ginjal serta penyakit kanker pada manusia (Murti et al., 2020).

Untuk mengatasi pencemaran logam berat seperti Cr(VI), negara maju umumnya menggunakan metode pengolahan yang canggih seperti presipitasi kimia, pertukaran ion, dan *membrane filtration* (Zainuddin et al., 2022) (Wahid et al., 2022) (Njoya et al., 2021). Namun teknologi konvensional dan maju tersebut cukup memakan biaya, menghasilkan lumpur beracun dan seringkali tidak efektif dalam menghilangkan ion Cr pada konsentrasi rendah serta cukup sulit diterapkan di negara-negara berkembang seperti Indonesia (Badessa et al., 2020). Sebagai alternatif, terdapat metode adsorpsi yang dapat digunakan karena lebih ekonomis dan memiliki efektivitas yang baik dalam menurunkan

logam berat (Desianna et al., 2017). Dengan menggunakan metode adsorpsi, ion-ion kromium akan terikat ke sebuah rongga atau pori-pori suatu padatan yang kemudian akan membentuk lapisan tipis. Adapun padatan berongga atau berpori tersebut disebut sebagai adsorben.

Pemilihan adsorben yang sesuai merupakan faktor penting untuk memperoleh hasil penurunan kontaminan yang optimal, karena secara logis, semakin bagus kualitas padatan berongga dan berpori yang digunakan, secara linier hasil penurunan kontaminan juga akan semakin baik. Dalam konteks ini, zeolit, silika, dan *clay ceramics* menjadi tiga jenis adsorben komersial yang akan digunakan. Dibandingkan dengan jenis-jenis adsorben lainnya, ketiga jenis adsorben tersebut dipilih karena ketiganya mudah diperoleh, harganya ekonomis, dan mudah dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan penelitian (Nighojkar et al., 2022) dapat ditarik informasi bahwa bahan-bahan seperti zeolit, silika, dan *clay ceramics* menjadi beberapa bahan yang mampu menyerap kandungan Cr(VI).

Informasi tersebut selaras dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan. (Sayekti et al., n.d.) dalam penelitiannya membuktikan bahwa adsorpsi pada zeolit alam teraktivasi mampu menyerap kandungan kromium dengan kapasitas adsorpsi tertinggi 82,95 mg/g. Penelitian (ROA et al., 2021) menunjukkan bahwa penggunaan silika dapat meremoval kromium dengan kapasitas adsorpsi tertinggi 67,45 mg/g. Adapun terkait *clay ceramics*, (Ashour et al., 2020) dalam penelitiannya menunjukkan hasil bahwa adsorben lempung termodifikasi tersebut mampu menyerap kromium dengan kapasitas adsorpsi sebesar 14,3 mg/g dan efisiensi removal sebesar 66%.

Namun, dari berbagai literatur yang ada, banyak diantaranya hanya menguji satu jenis adsorben secara terpisah dan dengan parameter yang berbeda-beda, sehingga sulit untuk menentukan adsorben mana yang lebih baik digunakan dengan melakukan komparasi secara langsung. Maka dari itu, penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis dan membandingkan performa ketiga adsorben komersial (zeolit, silika, dan keramik tanah liat (*clay ceramics*)) dalam menghilangkan kandungan kromium (Cr) dari limbah cair laboratorium menggunakan pendekatan kinetika.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh waktu kontak dalam penyisihan kromium dengan adsorben zeolit, silika, dan *clay ceramics*?
2. Bagaimana efisiensi penyisihan kromium (Cr) dengan menggunakan adsorben zeolit, silika, dan *clay ceramics*?
3. Bagaimana laju dan mekanisme kinetika adsorpsi kromium (Cr) pada masing-masing adsorben berdasarkan model *pseudo-order*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh waktu kontak dalam menurunkan konsentrasi kromium menggunakan adsorben zeolit, silika, dan *clay ceramics*.
2. Menganalisis efisiensi penyisihan kromium (Cr) dengan menggunakan adsorben zeolit, silika, dan *clay ceramics*.
3. Menentukan model kinetika yang paling sesuai serta laju dan mekanisme adsorpsi kromium (Cr) pada masing-masing adsorben.

1.4 Manfaat

Berikut merupakan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Menyajikan informasi ilmiah yang komparatif perihal efektivitas tiga jenis adsorben dalam menghilangkan ion kromium dari air limbah.
2. Menjadi referensi dalam pemilihan adsorben yang tepat untuk pengolahan limbah berbahaya, khususnya yang mengandung kromium (Cr) secara ekonomis dan efisien.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang hendak mengembangkan teknologi adsorpsi atau mengembangkan potensi pemanfaatan adsorben yang telah jenuh menjadi sesuatu yang bermanfaat.

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada skala laboratorium dengan menggunakan sistem operasi *batch*.
2. Air sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah cair laboratorium.
3. Penelitian difokuskan pada proses adsorpsi logam berat kromium (Cr) tanpa parameter limbah tambahan lainnya.
4. Adsorben yang digunakan terbatas pada zeolit, silika, dan keramik tanah liat.
5. Analisis terbatas pada pendekatan kinetika (*pseudo-order*), tanpa uji regenerasi adsorben.
6. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.