

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan salah satu alternatif sumber air baku untuk kebutuhan sehari-hari, yang mudah didapat dengan harga yang relatif terjangkau. Sayangnya dikarenakan beberapa faktor seperti terjadinya pencemaran air tanah oleh suatu pencemar semisal logam berat, menyebabkan air tanah tersebut tidak dapat dimanfaatkan dengan aman oleh manusia. Selain faktor alami seperti aktivitas vulkanik, kegiatan manusia juga mengakibatkan bertambahnya jumlah logam berat pada air tanah, misalnya kegiatan industri, pertanian dan buangan padat yang menambah jumlah logam berat pada air tanah.

Terdapat 16 jenis logam berat yang menjadi parameter kualitas air minum yang tertera pada Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, di antaranya yaitu kadmium (Cd) dan seng (Zn). Bila dikonsumsi dalam jumlah besar, logam ini dapat menyebabkan toksisitas akut atau kronis (Malassa dkk, 2014). Cd berpotensi menyebabkan mutasi dan penghapusan kromosom (Rahimzadeh dkk, 2017), sedangkan gejala awal setelah terpapar Zn yaitu sakit perut, mual, dan muntah serta efek tambahan termasuk kelesuan, anemia, dan pusing (Plum dkk, 2010).

Dari hasil sampling air tanah di beberapa lokasi di Kota Padang, didapatkan bahwa konsentrasi Cd di daerah Purus sebesar 0,0879 mg/L. Di daerah tersebut terdapat aktivitas perbengkelan dengan jarak ± 3 m dari lokasi sampling (Suhermen, 2017). Sementara konsentrasi Zn di daerah Kalawi Timur yaitu berkisar antara 3-3,5 mg/L, dimana pada daerah tersebut terdapat aktifitas perbengkelan, pengecatan, pengelasan, dan reparasi mobil dengan jarak ± 1 m dari lokasi sampling (Zarli, 2016). Berdasarkan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010, baku mutu logam Cd dan Zn adalah 0,003 mg/L dan 3 mg/L sehingga dapat diketahui konsentrasi logam Cd dan Zn dalam air tanah yang telah diteliti di atas tidak memenuhi baku mutu.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pengolahan terhadap logam Cd dan Zn yang terkandung di dalam air tanah. Salah satu pengolahan yang dapat digunakan untuk menyisihkan logam dalam air adalah adsorpsi. Adsorpsi adalah fenomena

permukaan dimana molekul polutan tertarik ke permukaan adsorben oleh kekuatan tarik antarmolekul. Terdapat dua sistem adsorpsi yaitu secara *batch* dan kontinu (kolom). Adsorpsi secara *batch* adalah adsorpsi yang berlangsung dengan cara mengontakkan larutan adsorbat ke dalam wadah berisi adsorben tanpa ada aliran yang masuk dan keluar, selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Sistem ini biasanya dipakai pada uji laboratorium untuk menguji kemampuan adsorben. Sedangkan adsorpsi secara kontinu adalah adsorpsi yang berlangsung dengan melewati larutan adsorbat ke dalam kolom berisi adsorben secara kontinu. Adsorpsi kontinu ini memungkinkan pengolahan air dengan volume besar. Model aliran influen yang digunakan pada pengoperasian adsorpsi sistem kontinu yaitu *down flow* dan *up flow* (Prados dan Cervello, 2010). Dikarenakan oleh gravitasi, aliran *down flow* akan bergerak lebih cepat dan waktu kontak antara adsorbat dan adsorben akan lebih cepat pula sehingga proses penyisihan akan menurun. Sedangkan untuk aliran *up flow*, proses adsorpsi berjalan lebih lambat dibandingkan *down flow* sehingga penyisihan adsorbat pun akan meningkat dan berjalan lebih efektif (Li, 2008)

Penelitian menggunakan kolom dapat dioperasikan secara tunggal maupun majemuk dengan rangkaian seri atau dalam rangkaian paralel. Rangkaian seri memungkinkan larutan untuk berkontak dengan adsorben secara bertingkat sedangkan rangkaian paralel yaitu dengan kolom induk membagi larutannya ke dalam beberapa kolom yang lebih kecil tanpa ada larutan yang berkontak dengan adsorben secara bertingkat. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh kecepatan aliran larutan adsorben yang masuk ke dalam kolom. Penelitian dengan konfigurasi seri sudah banyak dilakukan, salah satunya oleh Arita (2015) tentang purifikasi limbah *spent acid* dengan proses adsorpsi menggunakan zeolit dan bentonit dimana pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa proses adsorpsi dengan 2 kolom menghasilkan produk yang lebih baik dibandingkan hanya dengan 1 kolom. Penelitian lainnya tentang biosorpsi dengan Cr^{6+} konsentrasi awal 15 mg/L dan Ni^{2+} konsentrasi awal 2 mg/L menggunakan ampas tebu melalui adsorpsi dua kolom *fixed bed* yang disusun secara seri dengan aliran *up flow* dengan diameter adsorben 0,5-1 mm, kecepatan alir 2 mL/menit, ketinggian *bed* 20 cm didapatkan efisiensi penyisihan 98,2% Cr^{6+} dan 92,8% Ni^{2+} (Rico dkk, 2014).

Penggunaan adsorben *low-cost* dalam proses adsorpsi mendapat perhatian khusus karena pengadaannya yang relatif terjangkau (Khorzughy dkk, 2015). Batu apung Sungai Pasak Pariaman, Sumatera Barat merupakan salah satu batu apung yang dapat dijadikan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi. Penelitian secara *batch* dan kontinu telah dilakukan dengan memanfaatkan batu apung Sungai Pasak Pariaman. Untuk penyisihan logam Cd dan Zn dari air tanah telah dilakukan secara *batch* oleh Ghassani (2017) dan Zarli (2016) dimana didapatkan efisiensi penyisihan Cd adalah 57,14% dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,07 mg/g sedangkan efisiensi penyisihan Zn sebesar 64,75% dengan kapasitas adsorpsinya sebesar 0,67 mg/g. Masing-masing logam tersebut memiliki konsentrasi awal sebesar 0,05 mg/L dan 5 mg/L. Untuk penyisihan logam Cd dan Zn dari air tanah telah dilakukan secara kontinu menggunakan kolom tunggal dimana didapatkan efisiensi penyisihan Cd adalah 60,65% dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,0049 mg/g sedangkan efisiensi penyisihan Zn sebesar 44,12% dengan kapasitas adsorpsinya sebesar 0,009 mg/g pada kecepatan alir 2 gpm/ft² dan ketinggian *bed* 85 cm (Hudawaty, 2017; Suhermen, 2017). Kolom yang dipakai dalam penelitian tersebut terbuat dari kaca dengan tinggi total 130 cm dan diameter 2,6 cm, dengan variasi ketinggian *bed* 65 cm, 75 cm dan 85 cm serta variasi kecepatan aliran sebesar 2 gpm/ft², 3 gpm/ft² dan 4 gpm/ft².

Dalam rangka pendekatan aplikasi di lapangan dan pengolahan air tanah dalam skala yang lebih besar, perlu dilakukan penelitian pengembangan kolom adsorpsi dengan menggunakan batu apung Sungai Pasak Pariaman. Penerapan kolom adsorpsi konfigurasi seri perlu dikaji dengan memvariasikan kecepatan alir dan jumlah kolom. Penelitian ini menggunakan desain kolom yang telah tersedia di pasaran dengan dimensi kolom yaitu diameter 7 cm dan tinggi total 14,5 cm. Kolom tersebut dipilih karena telah banyak digunakan di lapangan dan sesuai dengan kriteria desain yang ada. Penelitian ini diharapkan nantinya dapat menjadi teknologi ramah lingkungan dan dapat diaplikasikan kepada masyarakat.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1. Maksud

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menguji kinerja kolom adsorpsi dengan konfigurasi seri berbasis adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman untuk menyisihkan logam Cd dan Zn dari larutan simulasi air tanah.

1.2.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi logam Cd dan Zn dari kolom adsorpsi majemuk konfigurasi seri berbasis adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman;
2. Menentukan kondisi optimum kolom adsorpsi majemuk konfigurasi seri dari variasi kecepatan alir influen (3 gpm/ft^2 dan 5 gpm/ft^2) dan jumlah kolom yang digunakan (1 kolom, 2 kolom dan 3 kolom) dalam percobaan aplikasi untuk menyisihkan logam Cd dan Zn.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas air tanah sehingga memenuhi baku mutu;
2. Memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia di Sumatera Barat, yaitu batu apung sebagai alternatif adsorben yang dapat digunakan untuk menyisihkan parameter logam dalam air tanah terutama logam Cd dan Zn;
3. Dapat dijadikan sebagai alternatif pengolahan air tanah yang bisa diterapkan oleh masyarakat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan menggunakan adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman;
2. Diameter adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman yang digunakan adalah 1-3 mm;

3. Percobaan dilakukan dengan menggunakan larutan air tanah simulasi yang mengandung logam;
4. Kolom adsorpsi yang digunakan terbuat dari akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 14,5 cm dengan sistem aliran *up flow*;
5. Percobaan dilakukan dengan ketinggian *bed* 12,5 cm dan variasi kecepatan alir (3 gpm/ft² dan 5 gpm/ft²);
6. Percobaan kolom adsorpsi dilakukan selama 540 menit (9 jam) dengan pengambilan sampel setiap 90 menit;
7. Jumlah kolom yang digunakan adalah 3 buah kolom yang dirangkai seri.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang pencemaran air tanah, parameter logam Cd dan Zn, mekanisme adsorpsi, faktor yang mempengaruhi adsorpsi, sistem adsorpsi, kurva *breakthrough*, dimensi kolom adsorpsi, kecepatan alir influen, kolom tunggal dan kolom majemuk, adsorben *low cost*, batu apung, batu apung Sungai Pasak Pariaman sebagai adsorben, penelitian terkait dan pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, metode analisis di laboratorium serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan simpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.