

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan salah satu sumber air baku untuk air minum dan merupakan alternatif sumber air utama bagi sebagian besar penduduk Indonesia karena mudah didapat dan membutuhkan biaya relatif lebih murah untuk penyediaannya. Namun akibat beberapa kondisi, pencemaran dapat terjadi pada air tanah. Salah satu pencemar yang terdapat dalam air tanah adalah logam berat. Sifat logam yang sulit didegradasi dan terurai secara alami akan menyebabkan bahan pencemar ini mudah terakumulasi dalam air tanah dan akan membahayakan kesehatan manusia (Effendi, 2003). Arsen (As) dan kadmium (Cd) merupakan dua dari beberapa logam yang terdapat di air tanah. As berasal dari pabrik pembuat herbisida, pestisida dan hasil akhir penambangan logam (Achmad, 2004), serta terlarut dalam air tanah secara alami dalam bentuk arsenit (As^{+3}) dan arsenat (As^{+5}) (Sawyer dkk, 2003). Sementara Cd terdapat secara alami di kerak bumi dan merupakan produk samping dari pengecoran seng, timah atau tembaga kadmium pada industri *plating* logam (Sugiyarto dkk, 2010).

Konsentrasi As dan Cd yang didapat dari hasil sampling air tanah di beberapa daerah di kota Padang telah melebihi baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Daerah Parak Laweh diperoleh konsentrasi As dalam air tanah sebesar 0,712 mg/L (Herdiani, 2017) dan konsentrasi Cd di daerah Kurao Pagang didapat sebesar 0,336 mg/L (Suhermen, 2017). Baku mutu As dan Cd sesuai PERMENKES No. 492 tahun 2010 adalah 0,01 mg/L dan 0,003 mg/L. Logam-logam tersebut dengan kadar rendah saja dapat bersifat karsinogenik dan terakumulasi di dalam tubuh (Pal, 2006).

Salah satu teknik penyisihan logam dalam air yang banyak diterapkan adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan peristiwa menempelnya suatu substansi pada permukaan adsorben (Reynolds dan Richards, 1996). Teknik adsorpsi dikenal sebagai salah satu teknik yang relatif sederhana, mudah dan murah tetapi mempunyai efisiensi penyisihan yang tinggi sehingga cocok diterapkan oleh masyarakat. Adsorpsi dapat dilakukan pada 2 (dua) sistem yaitu sistem *batch* dan

sistem kontinu (kolom). Adsorpsi sistem *batch* dilakukan dengan cara mengontakan larutan adsorbat ke dalam wadah berisi adsorben, dimana selama proses adsorpsi berlangsung tidak ada aliran fluida yang masuk ataupun keluar dari dalam wadah tersebut, selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Sementara pada sistem kontinu adsorbat mengalir melalui kolom berisi adsorben (terdapat aliran masuk dan aliran keluar) sehingga terjadi kontak antara adsorbat dengan adsorben di dalam kolom (Sahan dkk, 2012). Adsorpsi dengan sistem kontinu memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan, praktis dan ekonomis untuk diterapkan di lapangan karena sifatnya yang dinamis dibanding sistem *batch* (Mier dkk, 2001).

Kecepatan aliran influen merupakan salah satu faktor penting dalam proses kolom adsorpsi. Model aliran influen yang digunakan pada pengoperasian dapat berupa aliran *downflow* dan *upflow*. *Downflow* merupakan model aliran dari arah atas ke bagian bawah kolom sementara *upflow* merupakan model aliran dari arah bawah ke bagian atas kolom. Arah aliran *upflow* memiliki waktu operasi yang lebih panjang dan pencucian adsorben lebih mudah (Li, 2008).

Adsorpsi sistem kolom dapat dilakukan dengan kolom tunggal dan kolom majemuk. Adsorpsi kolom majemuk dapat dikonfigurasi secara paralel dan seri. Pada kolom adsorpsi majemuk paralel, aliran yang masuk dibagi sebanyak jumlah kolom yang digunakan dan tidak berlanjut ke kolom berikutnya, sehingga efisiensi penyisihan yang dihasilkan kurang maksimal. Sementara kolom adsorpsi majemuk berkonfigurasi seri lebih banyak digunakan karena diketahui lebih efektif dalam menyisihkan pencemar dengan konsentrasi tinggi dan waktu kontak dengan adsorben lebih lama yang akan meningkatkan efisiensi penyisihan (Wang dkk, 2005). Berdasarkan penelitian sebelumnya, adsorpsi kolom majemuk dengan dua kolom yang disusun seri memiliki efisiensi berkisar 98,2% - 99,7% untuk menyisihkan logam Cr^{2+} dan Ni^{2+} menggunakan adsorben ampas tebu (Rico dkk, 2014).

Biomaterial dari limbah pertanian dapat dijadikan sebagai alternatif adsorben untuk menyisihkan logam dalam air. Penggunaan biomaterial ini mendapat perhatian khusus karena mempunyai banyak fungsi, harga yang sangat murah dan tersedia dalam jumlah yang berlimpah. Menurut data BPS pada tahun 2019 produksi padi

Indonesia mencapai 54,6 juta ton dan sekitar 20-22% dari berat padi merupakan sekam padi (Linda dkk, 2015). Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi yang merupakan hasil samping saat proses penggilingan padi (Harsono, 2002). Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % selulosa, 25 – 30 % lignin, dan 15 – 20 % silika (Ismail dan Waliuddin, 1996). Senyawa-senyawa penyusun dari sekam padi tersebut merupakan bahan yang sangat potensial sebagai bahan penyerap logam di dalam air (Setyaningtyas, 2005).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyisahkan logam As dan Cd dengan memanfaatkan sekam padi sebagai adsorben pada sistem *batch* dan kolom. Pada sistem *batch* adalah penelitian penyisihan As(III) dan As(V) dengan sekam padi berukuran kecil dari 178 μm , dimana diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum 138,88 $\mu\text{g/g}$ untuk As(III) pada pH 7 serta 147,05 $\mu\text{g/g}$ untuk As(V) pada pH 4 serta mekanisme adsorpsi terjadi secara fisika (Ranjan dkk, 2009). Adsorpsi Cd secara *batch* juga telah dilakukan menggunakan sekam padi berukuran 0,6-1,2 mm dan diperoleh efisiensi penyisihan Cd sebesar 97,96% dan kapasitas adsorpsi 5,54 mg/g pada pH 6 serta interaksi antara adsorben dan logam Cd terjadi secara fisika (Al-Baidhani, 2016). Penelitian sistem kolom dengan penggunaan kolom tunggal berdiameter 2,54 cm dan tinggi 100 cm untuk mengolah air limbah yang tercemar logam berat Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb dan Zn. Efisiensi penyisihan As dan Cd yang diperoleh adalah 96,21% dan 98,73% pada laju alir 5 mL/min dan ketinggian *bed* 0,7 m (Abbas dan Abbas, 2013).

Untuk rencana penerapan di lapangan dan pengolahan air dalam skala yang lebih besar, pengembangan penelitian kolom adsorpsi memanfaatkan sekam padi yang merupakan limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara maksimal ini perlu dilakukan. Penentuan kecepatan alir dan penggunaan kolom majemuk berkonfigurasi seri perlu dikaji agar didapatkan proses adsorpsi yang lebih efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif teknologi pengolahan air tanah yang dapat meningkatkan kualitas air tanah dan diaplikasikan oleh masyarakat dalam kehidupan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menguji kinerja kolom adsorpsi menggunakan sekam padi sebagai biomaterial adsorben (biosorben) untuk menyisihkan logam arsen (As) dan kadmium (Cd) dari air tanah artifisial.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dari sekam padi sebagai adsorben dalam menyisihkan logam arsen (As) dan kadmium (Cd) pada air tanah artifisial menggunakan kolom adsorpsi;
2. Menentukan kapasitas adsorpsi dari sekam padi sebagai adsorben dalam menyisihkan logam arsen (As) dan kadmium (Cd) pada air tanah artifisial menggunakan kolom adsorpsi;
3. Menentukan kondisi optimum dari proses adsorpsi dengan variasi kecepatan alir dan variasi jumlah kolom yang digunakan untuk menyisihkan logam arsen (As) dan kadmium (Cd) pada air tanah artifisial.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan limbah pertanian yang tidak termanfaatkan sebagai adsorben;
2. Meningkatkan kualitas air tanah dengan teknologi pengolahan yang dapat diterapkan oleh masyarakat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan terhadap larutan air tanah artifisial;
2. Air tanah artifisial didapatkan dari melarutkan logam As, Cd, Fe, Mn, Cu dan Zn dengan konsentrasi tertentu ke air tanah sebagai pelarut;
3. Percobaan menggunakan sekam padi yang didapatkan dari penggilingan padi disekitar daerah Limau Manis;
4. Sekam padi yang digunakan ialah yang berukuran asli (1-2 mm) (Abbas dan Abbas 2013);
5. Kolom adsorpsi yang digunakan terbuat dari akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm;

6. Percobaan dilakukan dengan variasi kecepatan alir 2 gpm/ft² dan 3 gpm/ft² dengan aliran *upflow* (Reynolds dan Richards, 1996);
7. Jumlah kolom yang digunakan adalah 3 buah kolom yang dirangkai seri;
8. Percobaan kolom adsorpsi dilakukan selama 540 menit dengan pengambilan sampel setiap 90 menit;
9. Analisis konsentrasi *effluent* dilakukan dengan metode *Inductively Coupled Plasma* (ICP).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang pencemaran air tanah, parameter logam As dan Cd, proses adsorpsi, sekam padi sebagai adsorben dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, percobaan kolom adsorpsi menggunakan larutan air tanah artifisial, serta tahapan pengolahan dan pembahasan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil penelitian dengan pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN