

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah adalah salah satu sumber air baku untuk air minum dan juga merupakan alternatif sumber air utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia karena mudah didapat dan tidak membutuhkan biaya yang mahal dalam penyediaannya. Namun akibat beberapa kondisi, pencemaran dapat terjadi pada air tanah. Salah satu pencemar yang terdapat dalam air tanah adalah logam berat. Logam berat yang masuk ke lingkungan berasal dari aktivitas industri seperti industri pembuatan logam, pembuatan baterai, dan pembuatan pupuk (Raziah dkk, 2017). Sifat logam yang sulit disisihkan secara alami akan menyebabkan bahan pencemar ini mudah terakumulasi dalam air tanah dan membahayakan kesehatan manusia. Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang terdapat di air tanah. Logam Cd memiliki nomor atom 40, titik leleh 321°C , titik didih 767°C dan memiliki masa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$. Logam Cd secara alami berasal dari kerak bumi dan merupakan produk samping dari pengecoran seng pada industri *plating* logam (Sugiyarto dkk, 2010).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Antonio (2020) di sumur penduduk Daerah Kurao, Kecamatan Kuranji, Kota Padang mengandung logam Cd sebesar $0,019 \text{ mg/L}$. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, standar maksimum kandungan logam Cd dalam air minum adalah sebesar $0,003 \text{ mg/L}$. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cd dalam air tanah di Daerah Kurao, Kecamatan Kuranji, Kota Padang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Semakin tinggi kandungan logam Cd di perairan, umumnya semakin banyak terakumulasi pada tubuh organisme air dan berdampak buruk terhadap kesehatan jika air tersebut dikonsumsi, seperti gangguan pernafasan, gagal ginjal, bahkan kematian (Patang, 2018). Dengan demikian, dibutuhkan pengolahan terhadap air tanah yang mengandung parameter tersebut agar

konsentrasinya dapat berkurang dan menjadikan air tanah aman untuk dikonsumsi.

Salah satu pengolahan yang dapat mengurangi tingkat pencemaran air tanah yang mengandung logam adalah metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan peristiwa menempelnya suatu substansi pada permukaan adsorben (Reynold dan Richards, 1996). Adsorpsi dapat dilakukan dengan dua sistem yaitu secara *batch* dan kontinu (kolom). Adsorpsi secara *batch* dilakukan dengan cara mengontakkan larutan adsorbat ke dalam wadah yang berisi adsorben, tanpa adanya aliran fluida yang masuk ataupun keluar dari dalam wadah tersebut, selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Sementara pada sistem kontinu, adsorbat mengalir melalui kolom yang berisi adsorben sehingga terjadi kontak antara adsorbat dengan adsorben di dalam kolom (Dewi, 2020). Adsorpsi dengan sistem kontinu memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan, praktis, dan ekonomis untuk diterapkan di lapangan karena sifatnya yang dinamis dibanding sistem *batch* (Indah dkk, 2021).

Biochar merupakan salah satu adsorben yang efektif dalam menjerap kontaminan organik dan anorganik dari perairan. *Biochar* adalah padatan yang mengandung karbon yang dihasilkan dari proses pirolisis biomassa (Liu dkk, 2022). *Biochar* dapat berasal dari limbah yang diekstraksi atau bahan biomassa seperti kayu, daun, dan pupuk. Proses pembuatan *biochar* dapat dilakukan menggunakan kompor biomassa. *Biochar* telah banyak digunakan karena harganya yang terjangkau, ramah lingkungan, dan berkemungkinan untuk dapat digunakan kembali (*reusable*) (Alsawy dkk, 2022). Salah satu penelitian penurunan kadar logam Cd dari air minum dengan adsorpsi secara *batch* menggunakan adsorben *biochar* tongkol jagung telah dilakukan oleh Puglla dkk (2020) dan didapatkan efisiensi penyisihan rata-rata logam Cd sebesar 92,12% dengan konsentrasi awalnya sebesar 1,90 mg/L.

Regenerasi atau penggunaan kembali adsorben merupakan salah satu keunggulan dari metode adsorpsi. Regenerasi dilakukan melalui desorpsi sehingga dapat dilakukan *recovery* terhadap logam-logam yang telah disisihkan dan *reuse* terhadap adsorben yang telah digunakan. Desorpsi dapat dijalankan dengan cara mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal

dengan agen desorpsi. Agen desorpsi dapat berupa asam, netral, dan basa (Rahmannia, 2017). Berdasarkan penelitian Wan dkk (2018) yang melakukan regenerasi *biochar* dari kulit kacang tanah sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Cd secara kontinu dengan jenis *fix bed column*, adsorpsi dilakukan sebanyak 5 siklus dengan proses desorpsi menggunakan agen HCl dengan konsentrasi awal sebesar 10 mg/L. Siklus pertama adsorpsi diperoleh efisiensi penyisihan rata-rata logam Cd sebesar 93%. Sedangkan siklus terakhir adsorpsi didapatkan efisiensi penyisihan rata-rata logam Cd sebesar 85%.

Berdasarkan penjelasan di atas, pada penelitian ini dilakukan pengujian adsorben *biochar* kayu pinus yang dihasilkan dari proses pembakaran pada kompor biomassa untuk menyisihkan logam Cd dari air tanah. Proses adsorpsi dilakukan secara kontinu menggunakan kolom dalam rangka pendekatan untuk diterapkan di lapangan. Penggunaan adsorben *biochar* ini sangat mendukung *green technology* dan *circular economy* di mana adsorben berbahan kayu tersebut diperoleh dari limbah serbuk kayu yang telah dicetak berbentuk pelet. Pelet ini selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada kompor biomassa yang dapat digunakan untuk kegiatan memasak makanan dan di akhir proses pembakarannya akan diperoleh *biochar*. *Biochar* inilah yang selanjutnya dijadikan adsorben untuk menyisihkan pencemar dari air tanah dan *reusability* atau penggunaan kembalinya juga diuji dengan melakukan desorpsi dengan agen akuades. Prinsip penelitian ini adalah menggunakan dan menguji hasil sampingan dari proses memasak dengan kompor biomassa tanpa tambahan perlakuan khusus serta memanfaatkan agen desorpsi yang mudah diperoleh dan tersedia luas di lapangan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi awal perencanaan teknologi alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh masyarakat.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji pemanfaatan dan kemampuan regenerasi *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan logam Cd dari air tanah artifisial dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan rata-rata logam Cd dari air tanah artifisial menggunakan adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa pada kolom adsorpsi tunggal;
2. Menentukan kapasitas adsorpsi *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dalam menyisihkan logam Cd dari air tanah artifisial pada kolom adsorpsi tunggal;
3. Menganalisis pemanfaatan dan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus dalam menyisihkan logam Cd dari air tanah menggunakan kolom adsorpsi tunggal;
4. Membandingkan kemampuan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dengan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran dalam menyisihkan logam Cd pada kolom adsorpsi tunggal.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah;
2. Memanfaatkan limbah kayu dan hasil pembakaran kompor biomassa menjadi adsorben alternatif;
3. Menyisihkan logam Cd dari air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi;
4. Mendukung *green technology* dan *circular economy* yang memanfaatkan limbah sebagai adsorben dan bahan bakar serta menggunakan kembali (*reuse*) adsorben tersebut dalam proses penyisihan.

1.4 Batasan Masalah

1. Adsorben berupa *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa;
2. Pembakaran pada kompor biomassa dengan prinsip gasifikasi dilakukan selama 2 jam;
3. Percobaan adsorpsi dilakukan menggunakan kolom tunggal dengan aliran upflow dan kecepatan alir 313,451 mL/menit selama 480 menit;
4. Kolom adsorpsi yang digunakan berbahan akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm;
5. Proses adsorpsi dilakukan 3 kali dengan 2 kali penggunaan kembali adsorben;

6. Proses desorpsi dilakukan 2 kali dengan cara mengontakkan adsorben dan akuades dalam wadah selama 60 menit;
7. Percobaan menggunakan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran juga dilakukan sebagai pembanding;
8. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, 60, 180, 300, 420, dan 480;
9. Percobaan utama dilakukan sebanyak tiga kali (triplo);
10. Analisis konsentrasi logam Cd dilakukan dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) sesuai dengan SNI 6989.16:2009;
11. Analisis statistik menggunakan uji *one-way* ANOVA dengan *Microsoft Excel*;
12. Analisis karakteristik adsorben menggunakan *Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

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 air tanah, parameter logam Cd, proses adsorpsi, *biochar* berbahan kayu sebagai adsorben, dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

