

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air tanah yang diakibatkan oleh logam berat merupakan pencemaran yang disoroti oleh masyarakat. Salah satu logam yang paling sering ditemui dalam air tanah adalah logam kromium (Cr). Logam Cr(VI) merupakan logam berat yang berbahaya dan beracun. Sumber utama logam Cr(VI) dikarenakan aktivitas pewarnaan kulit, manufaktur tekstil, konsentrasi kimia, ataupun pelapisan krom dalam industri (Subandiyono, dkk., 2003). Berdasarkan penelitian terdahulu, diperoleh konsentrasi logam Cr(VI) pada air tanah di Daerah Kampung Kalawi Timur Kota Padang yaitu 0,054 mg/L (Marchelly, 2016). Nilai tersebut terbukti sudah melewati standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, dimana konsentrasi maksimal yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/L. Jika logam Cr(VI) masuk ke dalam tubuh makhluk hidup maka akan menimbulkan efek yang sangat berbahaya karena bersifat karsinogenik (penyebab kanker), teratogen (menghambat pertumbuhan janin) dan mutagen (perubahan genetik akibat terjadinya mutase). Selain itu, logam Cr(VI) dalam air tanah yang memiliki konsentrasi tinggi, jika dikonsumsi dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, pendarahan di dalam tubuh, dermatitis, kerusakan saluran pernafasan dan kanker paru-paru (Triwandono, 2015). Oleh karena itu, diperlukan pengolahan untuk menurunkan konsentrasi logam Cr di dalam air tanah.

Penyisihan logam Cr(VI) dalam air dapat dilakukan dengan teknik adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu proses yang terjadi ketika komponen tertentu dari suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut. Adsorpsi diklasifikasikan menjadi dua yaitu sistem *batch* dan sistem kontinu. Sistem *batch* merupakan proses dimana adsorben dikontakan dengan larutan adsorbat dan tidak ada aliran yang masuk dan keluar. Sementara sistem kontinu atau kolom, larutan (adsorbat) selalu

dikontakkan dengan adsorben (ada aliran yang masuk dan keluar) sampai berada pada kondisi jenuh (Reynolds dan Richards, 1996). Pada penelitian ini digunakan sistem kontinu dikarenakan sistem kontinu lebih menguntungkan karena memiliki kapasitas lebih besar dari sistem *batch*, sehingga dapat diaplikasikan dalam skala luas (Kristianingrum dkk, 2020). Sistem kontinu mempunyai pendekatan yang jauh lebih baik untuk penerapan di lapangan karena sistem operasinya yang selalu mengontakkan adsorben dengan larutan segar, sehingga adsorben dapat mengadsorpsi dengan optimal sampai kondisi jenuhnya. Efisiensi penyisihan Cr(VI) pada sistem kontinu lebih efektif dan dapat dikontrol dengan lebih baik. Kolom memungkinkan optimalisasi kondisi seperti laju alir, waktu kontak, dan penggunaan adsorben secara efisien untuk memastikan Cr(VI) dihilangkan sebanyak mungkin (Nurfitriyani, 2013).

Biochar merupakan alternatif adsorben yang dapat dimanfaatkan dalam proses adsorpsi. *Biochar* merupakan salah satu bentuk karbon stabil yang berasal dari hasil konversi biomassa melalui pembakaran tidak sempurna dengan kondisi oksigen terbatas. Proses pembakaran ini dikenal sebagai proses pirolisis. *Biochar* dapat dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar pada kompor biomassa. Kompor biomassa adalah kompor yang menggunakan biomassa sebagai bahan bakar contohnya kayu, batok kelapa, limbah perkebunan, limbah pertanian, dan lain-lain (Nasution, dkk., 2022). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyisihkan logam Cr pada air tanah salah satunya dengan menggunakan *biochar* serbuk gergaji kayu dimana didapatkan efisiensi penyisihan logam Cr adalah 99% (Tsamo dkk, 2019). Sedangkan pada penelitian Gupta (2009) penyisihan logam Cr menggunakan *biochar* serbuk gergaji kayu diperoleh efisiensi penyisihan 93,5%.

Salah satu keuntungan menggunakan proses adsorpsi adalah kemungkinan dilakukannya regenerasi terhadap adsorben. Regenerasi dapat dilakukan melalui proses desorpsi sehingga dapat dilakukan *recovery* terhadap logam yang disisihkan dan regenerasi kembali adsorben untuk proses berikutnya. Desorpsi terjadi jika proses adsorpsi sudah terjadi maksimal sehingga permukaan adsorben jenuh dan tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan (Volensky dan Diniz, 2005). Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah

digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi. Agen desorpsi dapat berupa larutan asam, larutan basa dan larutan netral seperti HCl, NaOH dan akuades (Wankasi, 2005). Dalam penelitian Rahayu, dkk (2023) *biochar* komersial dari tempurung kelapa sawit yang diregenerasi dengan asam sulfat (H_2SO_4) 0,1 M secara berulang masih efektif digunakan seabadap media adsorben logam Cr yang diperoleh efisiensi penyisihan logam Cr sebesar 43,93% dalam 5 kali percobaan adsorpsi.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini diuji regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran pada kompor biomassa untuk menyisihkan logam Cr(VI) dari air tanah. Penggunaan adsorben *biochar* ini mendukung prinsip *green technology* dan *circular economy* dimana adsorben berbahan kayu pinus tersebut diperoleh dari limbah kayu pinus yang telah dicetak dalam bentuk 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* ini selanjutnya digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan pencemar dari air tanah dan regenerasi *biochar* juga diuji. *Biochar* kayu pinus mengandung sisa-sisa selulosa, hemiselulosa, dan lignin setelah proses pirolisis, dengan lignin cenderung lebih banyak bertahan. Selulosa dan hemiselulosa sebagian besar terdegradasi selama pirolisis. Kandungan lignin dan sisa polisakarida ini mempengaruhi sifat struktural dan fungsional *biochar*, seperti stabilitas, struktur pori dan kapasitas adsorpsi. 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 secara luas di lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi 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* dari kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan logam Cr(VI) dari air tanah dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan logam Cr(VI) dari air tanah menggunakan *biochar* berbahan kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa pada kolom adsorpsi tunggal.
2. Menentukan kapasitas adsorpsi *biochar* berbahan kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dalam menyisihkan logam Cr(VI) dari air tanah pada kolom adsorpsi tunggal.
3. Menganalisis pemanfaatan dan kemampuan regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan logam Cr(VI) pada kolom adsorpsi tunggal.
4. Membandingkan kemampuan adsorben *biochar* berbahan kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dengan adsorben karbon aktif komersial dari tempurung kelapa yang dijual di pasaran dalam menyisihkan logam Cr(VI) pada kolom adsorpsi tunggal.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah pertanian dan hasil pembakaran biomassa berupa *biochar* dari kayu pinus sebagai alternatif adsorben untuk menyisihkan logam Cr(VI) dari air tanah.
2. Menyisihkan pencemar dari air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi.
3. Menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh masyarakat.
4. Mendukung *green technology* dan *circular economy* di mana memanfaatkan limbah sebagai adsorben dan bahan bakar serta menggunakan kembali (*reuse*) adsorben tersebut dalam proses penyisihan.

1.4 Batasan Masalah

1. Kolom adsorpsi yang digunakan adalah kolom yang dijual di pasaran yang terbuat dari akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm.
2. Adsorben yang digunakan berupa *biochar* yang diperoleh dari hasil pembakaran pelet kayu pinus pada kompor biomassa.
3. Pembakaran pada kompor biomassa dengan prinsip gasifikasi dilakukan selama

- 2 jam.
4. Proses adsorpsi dilakukan 3 kali dengan 2 kali regenerasi adsorben.
 5. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, 60, 180, 300, 420, 480.
 6. Percobaan adsorpsi dilakukan menggunakan kolom tunggal dengan aliran *upflow* dan kecepatan alir 313 mL/menit selama 480 menit (Reynolds dan Richards, 1996).
 7. Proses desorpsi dilakukan 2 kali dengan cara mengontakkan adsorben dengan akuades dalam wadah selama 60 menit.
 8. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).
 9. Percobaan menggunakan adsorben karbon aktif dari tempurung kelapa yang dijual di pasaran dilakukan sebagai pembanding.
 10. Analisis konsentrasi kromium dilakukan dengan metode spektrofotometri sesuai SNI 6989.71-2009 tentang air dan air limbah bagian 71: cara uji krom heksavalen (Cr-VI) secara spektrofotometri.
 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, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang air tanah, parameter logam kromium Cr (VI), proses adsorpsi, *biochar* berbahan kayu pinus 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.

