

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air tanah umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan deterjen, asam belerang, dan bahan kimia lainnya sebagai limbah dari industri baik rumah tangga maupun pabrik. Selain itu, pencemaran air tanah juga bisa terjadi karena adanya logam berat yang larut dalam air tanah (Febrina, 2015). Di antara logam-logam berat dalam air tanah, kandungan logam Fe memiliki konsentrasi yang relatif tinggi. Hasil analisis kualitas air tanah di beberapa lokasi menunjukkan bahwa konsentrasi Fe berkisar 0,4-3 mg/L. Penelitian Andryas (2017) diperoleh konsentrasi Fe yaitu sebesar 3,190 mg/L di Padang dan penelitian Earnestly (2018) diperoleh sebesar 0,462 mg/L di Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UMSB) Padang. Konsentrasi ini termasuk dalam kategori melebihi baku mutu yang ditentukan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 untuk kadar yang diperbolehkan maksimal 0,2 mg/L untuk keperluan air minum. Tingginya kadar Fe apabila masuk ke dalam tubuh manusia akan mengakibatkan penyakit seperti keracunan, kanker, liver, dan hemokromatis (Nurhayati, 2020).

Salah satu teknik pengolahan yang digunakan dalam menyisihkan logam dari air tanah adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan pengolahan yang efektif, fleksibel, ekonomis, dan sederhana (Caramalau, dkk., 2009). Adsorpsi merupakan peristiwa penjerapan di permukaan oleh suatu adsorben atau daya jerap dari zat penjerap yang terjadi di permukaan (Reynolds & Richards, 1996). Sistem adsorpsi terdiri dari 2 macam yaitu sistem *batch* dan sistem kolom. Adsorpsi *batch* yaitu sistem adsorpsi di mana adsorben dikontakkan dengan larutan adsorbat dan tidak ada aliran masuk dan keluar pada sistem. Sementara pada adsorpsi kolom, dilakukan dengan cara melewati aliran adsorbat ke dalam kolom yang berisi adsorben dalam jangka waktu tertentu (O'Connell *et al.*, 2008).

Dewasa ini, banyak dikembangkannya penelitian adsorpsi menggunakan adsorben jenis *biochar* yang berasal dari residu biomassa atau limbah-limbah pertanian

seperti limbah kulit jagung, serabut kelapa, potongan kayu, sekam padi, jerami padi, dan ampas tebu (Patabang, 2012). *Biochar* adalah produk kaya karbon yang diperoleh dari proses pemanasan biomassa dalam kontainer tertutup dengan kondisi minim ataupun tanpa udara dan pada temperatur yang relatif rendah ($<700^{\circ}\text{C}$) (Pratama, 2018). *Biochar* dapat dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar pada kompor biomassa yaitu kompor yang menggunakan biomassa sebagai bahan bakar contohnya kayu, batok kelapa, limbah perkebunan, limbah pertanian, dll (Nasution, 2022). Pada penelitian terdahulu telah dilakukan penyisihan logam Fe menggunakan *biochar*. Berdasarkan penelitian Nazella dan Nilawati (2022) yang menggunakan *biochar* berbahan dasar ampas tebu dalam penelitiannya menyisihkan kadar Fe sebanyak 8.158,1 mg/kg dengan pH yang netral dan waktu kontak 45 hari menggunakan sistem kolom. Penelitian Viviani (2021) memanfaatkan *biochar* tongkol jagung dalam mengadsorpsi logam Fe pada air sumur gali dengan sistem kolom diperoleh efisiensi penyisihan sebesar 75,61% dengan kadar awal logam Fe sebesar 11,36 mg/L dan kadar akhir logam Fe sebesar 2,77 mg/L.

Salah satu kelebihan teknik adsorpsi adalah regenerasi dan penggunaan kembali adsorben yang sudah dipakai pada proses adsorpsi. Regenerasi dapat dilakukan melalui desorpsi sehingga dapat dilakukan *recovery* logam-logam yang telah disisihkan dan adanya *reuse* adsorben. *Recovery* logam-logam bisa dilakukan berupa logam yang terlarut dalam larutan kemudian dipulihkan melalui proses seperti pengendapan atau elektrolisis, untuk mendapatkan logam dalam bentuk padat yang bisa dipakai kembali atau dikelola. Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan agen/larutan pendesorpsi. Agen/larutan pendesorpsi yang digunakan dapat berupa larutan asam, basa, dan netral. Agen desorpsi sangat penting dalam proses regenerasi karena digunakan untuk menghilangkan adsorbat dari permukaan adsorben, sehingga kapasitas adsorpsi adsorben dapat dipulihkan. Agen desorpsi efektif memastikan bahwa proses desorpsi berlangsung dengan baik, sehingga adsorben dapat diisi kembali dengan adsorbat baru secara optimal. Ini penting untuk menjaga efisiensi proses adsorpsi secara keseluruhan (Zustriani, 2019) Agen desorpsi yang digunakan adalah akuades karena relatif mudah, praktis, murah, serta tidak mengandung ion-

ion yang dapat memengaruhi hasil desorpsi. Adsorben dapat digunakan beberapa kali pada proses penyisihan pencemar sehingga dapat menghemat penggunaan adsorben. Dari penelitian Indah dkk, (2017) yang meregenerasi adsorben batu apung alami dalam penyisihan Fe secara *batch* diperoleh efisiensi penyisihan sebesar 36,57% pada adsorpsi I dan 37,89% pada adsorpsi II dengan menggunakan kembali adsorben pada adsorpsi I.

Pada penelitian ini diuji regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran pada kompor biomassa untuk menyisihkan logam Fe total dari air tanah menggunakan kolom adsorpsi tunggal. Prinsip 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 dapat bentuk pellet. Pellet 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 dijadikan adsorben untuk menyisihkan pencemaran dari air tanah dan *reusability* atau penggunaan kembalinya juga diuji. 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 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* berbahan kayu untuk menyisihkan logam Fe total dari air tanah dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal. Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan logam Fe total dari air tanah menggunakan *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa pada kolom adsorpsi tunggal.

2. Menentukan kapasitas adsorpsi *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa dalam menyisihkan logam Fe total dari air tanah pada kolom adsorpsi tunggal.
3. Menganalisis pemanfaatan dan regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan logam Fe total pada kolom adsorpsi tunggal.
4. Membandingkan regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa dengan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran dalam menyisihkan logam Fe total pada kolom adsorpsi tunggal.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah kayu dan hasil pembakaran biomassa menjadi adsorben alternatif.
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* memanfaatkan limbah sebagai adsorben dan bahan bakar serta menggunakan kembali (*reuse*) adsorben tersebut dalam proses penyisihan.

1.4 Batasan Masalah

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

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 pembandingan.
8. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).
9. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, 60, 180, 300, 420, 480.
10. Analisis konsentrasi logam Fe total dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA-) nyala sesuai dengan SNI 6989.5-2009.
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 Infraed* (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, karakteristik air tanah, baku mutu air tanah, parameter logam besi, proses adsorpsi, kurva *breakthrough*, desorpsi, *biochar*, adsorben, limbah kayu hasil pembakaran kompor biomassa sebagai adsorben, serta teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, studi karakteristik air tanah, studi karakteristik adsorben *biochar*, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, percobaan adsorpsi dan desorpsi, serta metode analisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian mengenai kondisi sampel, perubahan konsentrasi logam Fe, kurva *breakthrough*, efisiensi penyisihan rata-rata, kapasitas adsorpsi, proses desorpsi, analisis statistik, karakteristik adsorben menggunakan SEM-EDX dan FTIR, serta rekomendasi hasil penelitian dan disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

