

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran air tanah oleh logam Pb merupakan salah satu bentuk pencemaran yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Logam Pb yang mencemari air tanah dapat berasal dari kegiatan industri pembuatan bahan peledak, pigmen, pembungkus kabel, cat anti karat, lempengan baterai, pelapisan logam, aki, serta penggunaan pupuk fosfat dalam bidang pertanian (Fika dkk, 2021). Timbal (Pb), salah satu logam berat yang paling umum, sangat beracun, memiliki beragam sumber, dan tidak dapat terurai secara hayati (Wu dkk, 2019).

Berdasarkan 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 Pb dalam air minum adalah sebesar 0,01 mg/L. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Suhermen (2017), konsentrasi logam Pb pada air tanah di daerah Purus Padang melebihi baku mutu yaitu sebesar 0,0552 mg/L. Logam Pb yang terpapar ke tubuh manusia dapat mengganggu kesehatan manusia karena menyebabkan kecerdasan menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan (Widayatno, 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap logam Pb dari air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi masyarakat.

Beberapa metode konvensional untuk menghilangkan logam Pb dari fase air meliputi presipitasi, pertukaran ion, penyerapan secara biologis, filtrasi membran, elektrokimia, dan adsorpsi. Sebagian besar metode ini memerlukan waktu dan energi serta memiliki beberapa keterbatasan seperti biaya yang mahal, efisiensi yang rendah, membutuhkan reagen/bahan kimia khusus, dan tantangan yang terkait dengan pembuangan lumpur (Pawar, 2023). Di antara metode tersebut adsorpsi adalah metode yang sederhana, efektif, dan ekonomis (Lestari dkk, 2020). Adsorpsi merupakan salah satu teknik pemisahan suatu komponen dalam suatu fluida. Pada proses adsorpsi, adsorben merupakan media penjerap dan adsorbat merupakan komponen yang akan dipisahkan.

Terdapat dua sistem pada proses adsorpsi, yaitu sistem *batch* dan kontinu. Adsorpsi sistem *batch* adalah adsorpsi yang dilakukan dengan cara mencampurkan adsorben dan adsorbat dengan jumlah yang tetap serta tidak ada aliran masuk dan keluar dari sistem. Keunggulan dari sistem *batch* adalah mudah dilakukan di laboratorium, sedangkan kelemahannya adalah jumlah limbah yang dapat diolah hanya sedikit sehingga kurang efisien untuk volume besar (Widiyanti, 2021). Sedangkan, adsorpsi metode kontinu atau kolom dilakukan dengan cara melewatkan adsorbat ke dalam kolom yang berisi adsorben pada jangka waktu tertentu. Adsorpsi sistem kolom memiliki beberapa keuntungan, yaitu relatif lebih praktis, kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan metode *batch* dan berpotensi jika diaplikasikan pada skala besar (Reynolds dan Richards, 1996).

Salah satu kelebihan teknik adsorpsi adalah penggunaan kembali adsorben yang sudah dipakai pada proses adsorpsi. Adsorben yang telah digunakan dapat diregenerasi melalui desorpsi terhadap adsorben sehingga dapat dilakukan *recovery* dari logam-logam yang telah disisihkan dan *reuse* terhadap adsorben yang telah didesorpsi. Adsorben dapat digunakan beberapa kali pada proses penyisihan pencemar dan dapat menghemat penggunaan adsorben. Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi. Agen desorpsi dapat berupa larutan asam, netral dan basa (Wankasi dkk, 2005).

Salah satu adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi adalah *biochar*. *Biochar* adalah material padat yang mengandung banyak karbon, dibuat dengan membakar bahan organik atau biomassa dengan sedikit atau tanpa oksigen (pirolisis). *Biochar* bisa dibuat dari limbah tanaman seperti serbuk gergaji kayu, sekam padi, jerami padi, ataupun tandan kosong kelapa sawit dan limbah padat sagu (Subarkhah dan Harmin, 2023). *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).

Penelitian mengenai regenerasi dalam penyisihan logam Pb dengan pemanfaatan *biochar* sebagai adsorben telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan penelitian Alsawy dkk (2022), pada proses regenerasi menggunakan *biochar* magnetik/

MgFe-LDH (LMBC) secara *batch* diperoleh efisiensi penyisihan logam Pb setelah siklus pertama adalah sekitar 83% kemudian mengalami penurunan hingga menjadi 76,5% pada siklus kelima. *Biochar* magnetik adalah modifikasi *biochar* dengan penempelan ion logam (Savitri dkk, 2022).

Teknik adsorpsi kolom menawarkan solusi yang praktis dan ekonomis untuk penyisihan logam Pb dari air tanah, mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Pada penelitian ini diuji pemanfaatan dan regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran pada kompor biomassa untuk menyisihkan logam Pb total dari air tanah. Penggunaan adsorben *biochar* ini mendukung prinsip *green technology* dan *circular economy* di mana adsorben berbahan kayu tersebut diperoleh dari limbah serbuk kayu yang telah dicetak dalam 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 digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan pencemar dari air tanah dan *reusability* atau penggunaan kembalinya juga diuji. Prinsip dari 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* hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan logam Pb total dari air tanah dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

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

### 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah pertanian berupa *biochar* sebagai alternatif adsorben untuk menyisihkan logam Pb total 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* dimana memanfaatkan limbah sebagai adsorben dan bahan bakar serta menggunakan kembali (*reuse*) adsorben tersebut dalam proses penyisihan.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan adsorpsi dilakukan menggunakan kolom tunggal dengan aliran *upflow* dan kecepatan alir 313 mL/menit selama 480 menit.
2. Kolom adsorpsi yang digunakan adalah kolom yang dijual di pasaran yang terbuat dari akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm.
3. Adsorben yang digunakan berupa *biochar* yang diperoleh dari hasil pembakaran pelet serbuk kayu pada kompor biomassa.
4. Pembakaran pada kompor biomassa dilakukan selama 2 jam.
5. Proses adsorpsi dilakukan 3 kali dengan 2 kali penggunaan kembali adsorben.
6. Proses desorpsi dilakukan 2 kali dengan cara mengontakkan adsorben dengan akuades dalam wadah selama 60 menit.

7. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, 60, 180, 300, 420, 480.
8. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).
9. Percobaan menggunakan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran juga dilakukan sebagai pembanding.
10. Analisis konsentrasi logam Pb total dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) sesuai dengan SNI 6989.8:2009.
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, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II          TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang air tanah, parameter logam timbal, 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.