

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bertambahnya jumlah penduduk serta perubahan penggunaan lahan, mengakibatkan semakin tingginya resiko pencemaran air tanah. Berbagai jenis kegiatan domestik, industri dan pertanian berkontribusi signifikan terhadap pencemaran air tanah (Srivatsav et al., 2020). Salah satu senyawa yang berpotensi mencemari air tanah ialah fosfat. Sumber pencemaran fosfat di air tanah ini dapat berasal dari kontaminasi air limbah domestik, tangki septik, dan kegiatan pertanian yang menggunakan pestisida (Warrack et al., 2022). Menurut penelitian Sanou et al (2020), ditemukan bahwa konsentrasi fosfat pada air tanah di Kota Burkina Faso Afrika Barat berada direntang 0,8 – 1,2 mg/L. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Silitonga et al. (2021), ditemukan konsentrasi fosfat di air tanah Kota Padang Sumatera Barat berkisar 0,929 – 3,325 mg/L. Berdasarkan PERMENKES No. 2 Tahun 2023 untuk baku mutu fosfat dalam air minum tidak diperbolehkan melebihi 0,2 mg/L. Jika mengonsumsi air dengan konsentrasi fosfat yang tinggi akan mengakibatkan masalah kesehatan terhadap manusia seperti diare, rusaknya pembuluh darah, meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan bahkan gagal ginjal (Sanou et al., 2020).

Teknologi penyisihan fosfat dari air tanah di antaranya *struvite*, *Enhanced Biological Phosphate Removal (EBPR)*, filtrasi membran, *wetlands*, presipitasi kimia dan adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan metode yang umum dikembangkan untuk penyisihan fosfat. Hal tersebut dikarenakan adsorpsi merupakan teknik penyisihan substansi terlarut dalam air yang memiliki kemudahan dalam pengoperasian, desain yang sederhana dan efisiensi penyisihan tinggi serta adanya peluang regenerasi adsorben (Almanassra et al., 2021). Adsorpsi adalah proses melekatnya molekul - molekul gas atau cair pada permukaan padatan atau adsorben (Patel, 2021). Terdapat dua sistem pada proses adsorpsi, yaitu sistem *batch* dan kontinu. Adsorpsi sistem *batch* merupakan adsorpsi yang dilakukan dengan cara mencampurkan adsorben dan adsorbat dengan jumlah yang tetap serta tidak ada aliran masuk dan keluar dari sistem. Sedangkan, adsorpsi sistem kontinu

dilakukan dengan cara melewatkan adsorbat dalam kolom secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Adsorpsi sistem kolom memiliki beberapa keuntungan, yaitu lebih praktis, mudah diterapkan, kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan metode *batch* dan berpotensi untuk diaplikasikan pada skala besar (Subhan et al., 2022).

Salah satu keunggulan teknologi adsorpsi adalah penggunaan kembali adsorben yang telah digunakan. Hal ini dapat dicapai dengan meregenerasi adsorben melalui proses desorpsi. Proses ini memungkinkan perolehan kembali senyawa yang telah disisihkan dan penggunaan kembali adsorben yang sudah digunakan (Xu et al., 2019). Desorpsi dilakukan dengan mencampurkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang disebut agen desorpsi yang dapat berupa larutan asam, basa, atau netral. Adsorben dapat digunakan berkali-kali dalam proses penyisihan polutan, sehingga dapat menghemat penggunaan adsorben (Ahmed et al., 2021).

*Biochar* adalah salah satu jenis adsorben yang merupakan zat padat berpori yang terbuat dari berbagai bahan baku biomassa seperti limbah kota, sisa tanaman/limbah pertanian, dan kotoran hewan. *Biochar* diperoleh melalui konversi termokimia biomassa karbon pada suhu tinggi (300 – 900 °C) dan dalam kondisi oksigen yang terbatas (Amalina et al., 2022). *Biochar* ini dapat digunakan sebagai adsorben pada penyisihan polutan air, hal ini sudah diteliti oleh Wu et al (2024) yang menggunakan adsorben *biochar* dari kayu pinus dalam penyisihan konsentrasi fosfat. Penelitian ini juga menguji kemampuan regenerasi adsorben *biochar* dengan perlakuan percobaan 3 siklus adsorpsi-desorpsi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *biochar* kayu pinus tersebut mampu mengadsorpsi lebih dari 98,6% fosfat setelah 3 siklus adsorpsi dengan kapasitas adsorpsi sebesar 329 mg/g. Dengan demikian *biochar* dapat digunakan sebagai adsorben yang potensial untuk dekontaminasi air (Sen, 2023).

Pada penelitian ini dilakukan uji kemampuan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk penyisihan fosfat dari air tanah pada kolom adsorpsi tunggal. Prinsip penggunaan adsorben *biochar* mendukung teknologi ramah lingkungan dan ekonomi sirkular, dimana adsorben diperoleh dari limbah kayu pinus yang dibentuk menjadi pelet. Pelet ini digunakan sebagai bahan

bakar kompor biomassa dan dapat digunakan untuk memasak makanan. Pada akhir proses pembakaran, *biochar* dihasilkan. *Biochar* ini digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan fosfat dari air tanah dan juga diuji kemampuan regenerasinya. Regenerasi adsorben *biochar* ini dilakukan melalui proses desorpsi menggunakan akuades dengan pertimbangan untuk kemudahan serta ketersediaan agen desorpsi. 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 tersebut diharapkan menjadi alternatif teknologi pengolahan air tanah yang dapat diterapkan pada masyarakat.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji pemanfaatan dan kemampuan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan fosfat dari air tanah menggunakan kolom adsorpsi tunggal. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan fosfat dari air tanah menggunakan adsorben *biochar* yang dihasilkan dari kayu pinus pembakaran kompor biomassa dengan kolom adsorpsi tunggal.
2. Menentukan kapasitas adsorpsi *biochar* berbahan kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dalam menyisihkan fosfat dari air tanah pada kolom adsorpsi tunggal.
3. Menganalisis pemanfaatan dan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan fosfat pada 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 fosfat pada kolom adsorpsi tunggal.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh Masyarakat.

2. Memanfaatkan limbah pertanian dan limbah bahan bakar kompor biomassa sebagai alternatif adsorben.
3. Menyisihkan pencemar dari air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi.
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 dari penelitian ini adalah:

1. Adsorben yang digunakan berupa *biochar* yang diperoleh dari hasil pembakaran pelet kayu pinus pada kompor biomassa.
2. Pembakaran pada kompor biomassa gasifikasi dilakukan selama 2 jam.
3. Percobaan adsorpsi dilakukan di Laboratorium Air Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas Kota Padang, Sumatera Barat.
4. Percobaan dilakukan secara kontinu pada kolom tunggal dengan aliran *upflow* dan kecepatan alir 313 mL/menit selama 960 menit.
5. Kolom adsorpsi yang digunakan berbahan akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm.
6. Proses adsorpsi dilakukan 3 kali dengan 2 kali penggunaan kembali adsorben.
7. Proses desorpsi dilakukan sebanyak 2 siklus menggunakan agen desorpsi akuades selama 60 menit dan pengeringan di udara terbuka.
8. Percobaan menggunakan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran dilakukan sebagai pembandingan.
9. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, 240, 480, 600, 720, dan 960.
10. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (*triplo*).
11. Analisis konsentrasi fosfat dilakukan dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 880 nm sesuai dengan SNI 6989-31:2021 tentang Cara Uji Kadar Ortofosfat dan Total Fosfor Menggunakan Spektrofotometer dengan Reduksi Asam Askorbat.
12. Analisis statistik menggunakan uji *one-way ANOVA* dengan *Microsoft Excel*.



13. Analisis karakteristik adsorben menggunakan *Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) dan *Fourier Transform Infra Red* (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 pencemaran air tanah, fosfat, adsorpsi, desorpsi dan regenerasi adsorben, *biochar*, karakterisasi adsorben, analisis statistik ANOVA dan penelitian terdahulu serta 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.