

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia, permasalahan pencemaran air tanah muncul sebagai isu lingkungan yang kritis dan dapat membahayakan kelangsungan hidup manusia. Air tanah umumnya mengandung unsur-unsur organik maupun anorganik yang cukup tinggi, seperti aluminium, besi oksida, silika dan jamur dalam bentuk koloidal dan tersuspensi serta kandungan substansi terlarut seperti klorida, sulfat, nitrit dan nitrat (Rahmanna, 2017). Salah satu senyawa yang dapat mencemari air tanah adalah nitrit. Aktivitas industri yang tidak mengelola limbahnya dengan baik, penggunaan pupuk dan pestisida dalam pertanian yang berlebihan, serta pembuangan limbah domestik tanpa pengolahan, semuanya berkontribusi pada degradasi kualitas air tanah akibat nitrit. Nitrit yang berasal dari sumber-sumber pencemaran tersebut dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari air tanah, yang pada akhirnya dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia sebagai pengguna air tanah dan ekosistem sekitarnya (Pratama dan Hidayatullah, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Saputra (2016) diperoleh kadar nitrit yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 4,110 mg/L di sumur rumah penduduk daerah Gunung Sarik Kota Padang, sedangkan baku mutu kandungan nitrit yang diizinkan berada dalam air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan adalah sebesar 3 mg/L. Tingginya konsentrasi nitrit dalam air tanah yang dikonsumsi dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kanker perut dan *methemoglobinemia*, yaitu terganggunya proses pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah dengan gejala klinis seperti pusing, kehilangan kesadaran dan kejang (Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan untuk menyisihkan nitrit dari air tanah agar tidak membahayakan bagi masyarakat yang mengonsumsinya.

Salah satu pengolahan air yang dapat dilakukan adalah dengan cara adsorpsi. Metode adsorpsi dikenal sebagai salah satu metode yang relatif sederhana, mudah dan murah. Menurut Reynolds dan Richards (1996) adsorpsi adalah suatu peristiwa penjerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan penjerap atau adsorben. Sistem adsorpsi terbagi dua yaitu sistem *batch* dengan penempatan larutan kontaminan (adsorbat) pada kontainer (*reaktor batch*) terhadap media adsorpsi (adsorben) dan sistem kontinu dengan melewatkan adsorbat ke dalam kolom yang berisi adsorben dengan laju aliran tertentu. Pengujian secara *batch* tidak menunjukkan penggambaran yang realistis dengan sistem skala lapangan, sementara sistem kontinu memberikan hasil yang lebih diandalkan karena sifat dinamisnya. Kelebihan lain yang dimiliki sistem kontinu adalah dapat mengadsorpsi dengan optimal sampai kondisi jenuh serta aplikasi lebih ekonomis dan dapat dikontrol (Mier dkk., 2001).

Salah satu keuntungan proses adsorpsi adalah adanya kemungkinan regenerasi adsorben. Regenerasi dapat dilakukan melalui desorpsi sehingga dapat dilakukan *recovery* senyawa yang telah disisihkan dan adanya *reuse* adsorben. Desorpsi dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan agen desorpsi yang dapat berupa asam, basa, dan netral (Wankasi dkk., 2005). Beberapa penelitian tentang desorpsi dan regenerasi adsorben seperti yang dilakukan oleh Saputra (2016) tentang studi regenerasi batu apung Sungai Pasak Pariaman sebagai adsorben untuk menyisihkan nitrit dalam air tanah secara *batch*, diperoleh efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi nitrit pada adsorpsi I sebesar 65,262% dan 13,053 mg NO₂⁻/g. Kemudian dilakukan proses desorpsi menggunakan akuades yang menghasilkan persen desorpsi I sebesar 13,324% dan dilanjutkan dengan adsorpsi II diperoleh efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi nitrit 62,352% dan 12,470 mg NO₂⁻/g. Persen desorpsi II diperoleh sebesar 17,222% kemudian dilanjutkan dengan adsorpsi III yang menghasilkan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi nitrit sebesar 63,526% dan 12,705 mg NO₂⁻/g

Biochar adalah salah satu jenis adsorben (penjerap) yang memiliki kemampuan menyisihkan zat-zat pencemar dalam air. *Biochar* merupakan substansi arang kayu yang berpori, hasil sisa pembakaran tidak sempurna yang mengandung karbon tinggi. Bahan baku *biochar* didapatkan dari kayu, tempurung kelapa, sekam padi,

atau bahan-bahan lain yang memiliki serat kayu. *Biochar* dapat digunakan sebagai adsorben (penjerap) karena memiliki kemampuan menyisihkan zat-zat pencemar. *Biochar* menjadi pilihan yang efektif dalam proses adsorpsi untuk membersihkan air dan tanah dari kontaminan kimia (Herlambang dkk., 2021). Penelitian tentang pemanfaatan *biochar* sebagai adsorben untuk penyisihan nitrit telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian Konneh dkk. (2021) yang menyisihkan nitrit dari air limbah rumah potong hewan secara *batch* menggunakan adsorben *biochar* sekam padi, *biochar* sabut kelapa dan *biochar* ampas kopi diperoleh kapasitas adsorpsi berturut-turut sebesar 0,233; 0,244; 0,218 mg NO₂⁻/g. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Thao dkk. (2021) yang menyisihkan nitrit menggunakan adsorben *biochar* sekam padi secara *batch*, didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 0,2477 mg NO₂⁻/g.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini diuji kemampuan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan nitrit dari air tanah. Kayu pinus yang telah berbentuk pelet dijadikan bahan bakar pada kompor biomassa dengan prinsip gasifikasi yang menghasilkan produk samping berupa *biochar*. *Biochar* ini selanjutnya dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyisihkan nitrit dari air tanah dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal pada kecepatan alir 313 mL/menit selama 720 menit. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh masyarakat dan mendukung prinsip *green technology* dan *circular economy*.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan regenerasi *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan nitrit dari air tanah dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal. Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Menentukan efisiensi penyisihan nitrit dari air tanah menggunakan *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa pada kolom adsorpsi tunggal;
2. Menentukan kapasitas adsorpsi *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dalam menyisihkan nitrit dari air tanah pada kolom adsorpsi tunggal;

3. Menentukan kemampuan regenerasi adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan nitrit pada kolom adsorpsi tunggal;
4. Membandingkan kemampuan adsorben *biochar* kayu pinus hasil pembakaran kompor biomassa dengan adsorben karbon aktif tempurung kelapa yang dijual di pasaran (komersial) dalam menyisihkan nitrit pada kolom adsorpsi tunggal.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah;
2. Memanfaatkan limbah pertanian sebagai alternatif adsorben;
3. Meningkatkan kualitas air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi;
4. Mendukung *green technology* dan *circular economy* dimana memanfaatkan limbah sebagai adsorben dan bahan bakar serta menggunakan kembali adsorben tersebut dalam proses penyisihan kontaminan di air tanah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian tugas akhir ini adalah:

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 mL/menit selama 720 menit.
4. Kolom adsorpsi yang digunakan berbahan akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm.
5. Proses adsorpsi dilakukan 3 kali dengan regenerasi adsorben sebanyak 2 siklus.
6. Proses desorpsi dilakukan 2 kali dengan cara mengontakkan adsorben dan akuades dalam wadah selama 60 menit.
7. Percobaan menggunakan adsorben karbon aktif komersial sebagai pembanding.
8. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, 120, 240, 480, 600, 720.
9. Percobaan utama dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).

10. Analisis konsentrasi nitrit dilakukan dengan metode spektrofotometri sesuai SNI 06-6989.9-2004 tentang air dan air limbah bagian 9: cara uji nitrit (NO₂-N) 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, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
Bab ini membahas tentang pencemaran air tanah, nitrit, adsorpsi, desorpsi dan regenerasi, adsorben, *biochar*, karakterisasi adsorben, spektrofotometri UV-Vis, 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 memuat kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.