

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia banyak memanfaatkan air tanah sebagai salah satu sumber air. Penurunan mutu air tanah saat ini semakin menjadi permasalahan akibat masuknya berbagai bahan pencemar yang berasal dari kegiatan manusia (Yusuf, 2021). Logam berat seperti timbal (Pb) tergolong sebagai pencemar ergolong berbahaya akibat toksisitasnya yang tinggi dan berpotensi menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia. Konsumsi timbal (Pb) dalam kadar tinggi dapat menimbulkan efek keracunan pada tubuh manusia. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Siahaan & Sinaga (2023) melaporkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) dalam sumur galian penelitian sebesar 0,0280 mg/L. Selain itu, ditemukan juga kadar timbal sebesar 0,1158 mg/L pada lokasi penelitian yang berada di Bengkel Setia Motor, Cupak Tengah, Kota Padang. Konsentrasi Pb melebihi baku mutu sebesar 0,01 mg/L berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, sehingga diperlukan pengolahan.

Teknik adsorpsi merupakan salah satu teknik untuk menyisihkan zat pencemar dalam air tanah melalui penjerapan suatu zat (adsorbat) pada permukaan zat lainnya (adsorben). Adsorben adalah media padat yang mampu mengakumulasi molekul atau ion pada permukaannya melalui proses adsorpsi. Kinerjanya ditentukan oleh luas permukaan spesifik, struktur pori, dan gugus fungsi aktif. Peningkatan kapasitas adsorpsi adsorben dapat dilakukan melalui proses aktivasi secara fisik maupun kimia. Aktivasi fisika meliputi lama pemanasan dan aktivasi secara kimia menggunakan larutan asam, basa, alkohol, atau kombinasinya (Siswanti dkk., 2024). Selain itu, teknik adsorpsi memiliki keuntungan yaitu dapat dilakukan regenerasi adsorben dan penggunaan kembali pada proses adsorpsi berikutnya sehingga menurunkan biaya operasional dan mendukung keberlanjutan dengan mengurangi limbah. Proses regenerasi adsorben dilakukan dengan cara mendesorpsi ion logam yang terdapat pada permukaan adsorben menggunakan media larutan asam, basa, maupun netral, yaitu HCl, NaOH, dan akuades (Munfaati, 2021).

Penggunaan limbah pertanian sebagai adsorben dalam penyisihan logam dari air telah banyak dikaji, seperti limbah kulit sukun, biji kelor, kulit pisang kepok dan buah nanas. Limbah buah nanas terdiri dari kulit, daun dan mahkota nanas. Sejauh ini, limbah mahkota nanas belum dimanfaatkan secara optimal karena hanya dibuang sebagai limbah organik (Dini dkk., 2023). Menurut penelitian Munira dkk., (2023), mahkota nanas terdiri atas selulosa 69,5-71,5%, lignin 4,4-4,7%, pentosan 17,0-17,8%, dan abu 0,71-0,87% dan zat lain hingga 4,5-5,3%. Efisiensi mahkota nanas sebagai adsorben dapat menyerap logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) sebesar 81,15% dan 49,71% (Putri dkk., 2020). Kapasitas daya adsorpsi dari adsorben kulit nanas terhadap timbal (Pb) dengan aktivator HCl adalah sebesar 0,0045 mg/g dan 0,0053 mg/g dengan aktivator NaOH (Rusli dkk., 2025).

Studi Bayuo dkk. (2020) memperlihatkan bahwa adsorben kulit kacang tanah yang diregenerasi dengan HCl 0,1 M dan H₂SO₄ 0,1 M efektif digunakan untuk menyisihkan logam Pb. Pemilihan agen asam berkaitan dengan keberadaan ion H⁺ yang dapat berkompetisi dengan ion Pb²⁺ pada situs aktif adsorben, sehingga ion Pb yang terikat pada permukaan adsorben lebih mudah terlepas. Regenerasi adsorben kulit kacang tanah masih mampu menyisihkan logam Pb hingga tiga siklus pengulangan dengan besar efisiensi secara berturut-turut 81,3%, 60,2%, dan 54,6% (Bayuo dkk., 2020). Hasil tersebut menunjukkan bahwa biomassa pertanian lain, seperti daun atau mahkota nanas, berpotensi memiliki efektivitas tinggi sebagai adsorben untuk menyisihkan logam sekaligus dapat digunakan kembali melalui proses regenerasi. Oleh karena itu, penerapan regenerasi adsorben berbahan limbah pertanian berpotensi menjadi teknik yang efisien serta berwawasan lingkungan untuk pengolahan air yang terkontaminasi logam berat (Pratiwi dkk., 2019).

Berdasarkan keterbatasan penelitian terkait regenerasi adsorben serbuk mahkota nanas, sehingga penelitian ini dilakukan untuk menguji regenerasi terhadap serbuk mahkota nanas yang telah diaktivasi secara fisika dan kimia untuk menurunkan kadar logam berat Pb pada air tanah. Kajian ini dilakukan guna mengevaluasi efektivitas agen desorpsi yang digunakan dari aktivator terbaik berdasarkan kondisi optimum adsorben serbuk mahkota nanas dan kemampuan dalam menyisihkan logam berat serta kapasitas adsorpsi setelah digunakan kembali. Regenerasi yang efektif diharapkan mampu memulihkan kemampuan penjerapan logam serta

memperpanjang umur pakai adsorben, sehingga meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proses pengolahan air. Penelitian ini diupayakan untuk menghasilkan alternatif pengolahan air tanah yang efektif dan ramah lingkungan serta mendukung prinsip teknologi hijau.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini memiliki maksud dan tujuan untuk mengkaji potensi regenerasi adsorben mahkota nanas teraktivasi dalam menyisihkan logam Pb dari air tanah melalui proses adsorpsi sistem *batch*. Tujuan yang dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja adsorpsi dari segi efisiensi penyisihan dan kemampuan adsorpsi regenerasi adsorben serbuk mahkota nanas teraktivasi untuk menyisihkan logam Pb dari larutan artifisial.
2. Menentukan agen desorpsi terbaik di antara HCl, NaOH, dan air deionisasi dalam proses regenerasi adsorben serbuk mahkota nanas teraktivasi secara fisika dan kimia untuk menyisihkan logam Pb dari larutan artifisial.
3. Membandingkan efektivitas regenerasi adsorben serbuk mahkota nanas yang telah diaktivasi untuk menyisihkan logam Pb terhadap larutan artifisial dan air tanah asli dengan metode adsorpsi sistem *batch*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini yaitu:

1. Mengoptimalkan pemanfaatan limbah mahkota nanas sebagai adsorben alternatif dalam upaya meningkatkan kualitas lingkungan.
2. Mengembangkan teknologi pengolahan air tanah guna menurunkan kadar logam berat pada air tanah tercemar.
3. Mendukung penerapan teknologi sederhana dan ekonomi berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah sebagai adsorben yang dapat digunakan kembali dalam proses penyisihan polutan.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup masalah meliputi:

1. Proses percobaan dilakukan dengan sistem *batch* melalui penggunaan larutan artifisial logam Pb pada perlakuan utama dan menggunakan sampel

air tanah asli pada tahap aplikasi.

2. Penelitian difokuskan pada penggunaan adsorben dari mahkota nanas yang telah melalui proses aktivasi terbaik dengan pemanasan suhu 400°C dan perendaman larutan H₂O₂.
3. Proses adsorpsi dilakukan pada kondisi optimum adsorben serbuk mahkota nanas dengan ukuran partikel (0,075-0,25) mm, dosis adsorben 1,5 g/L, konsentrasi adsorbat 1 mg/L, pH 6, dan waktu kontak 120 menit.
4. Uji potensi regenerasi adsorben dilakukan melalui tiga siklus adsorpsi dan dua siklus desorpsi.
5. Proses desorpsi dilakukan dengan menggunakan agen HCl, NaOH, dan air deionisasi secara terpisah untuk menentukan agen desorpsi terbaik.
6. Semua percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (*triplo*).
7. Analisis pengukuran logam timbal dilakukan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)- nyala sesuai dengan SNI 6989.8:2009.
8. Pengujian statistik menggunakan ANOVA satu arah dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan pada variasi penggunaan adsorben, yaitu adsorben alami pada siklus 1, *reuse* 1 adsorben pada siklus 2, dan *reuse* 2 adsorben pada siklus 3.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I

PENDAHULUAN

Berisi uraian mengenai latar belakang dilakukan penelitian, maksud dan tujuan, manfaat, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai pencemaran yang terdapat pada air tanah, kandungan logam Pb, proses adsorpsi dan adsorben, proses aktivasi, desorpsi dan regenerasi, pemanfaatan limbah mahkota nanas sebagai adsorben, karakterisasi adsorben, metode analisis menggunakan SSA,

serta analisis data dengan ANOVA yang sesuai dengan prasyaratnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menguraikan rangkaian kegiatan percobaan yang meliputi kajian literatur, tahap awal penelitian berupa penentuan alat dan bahan yang digunakan, prosedur penelitian, metode analisis laboratorium, serta informasi mengenai lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil yang diperoleh dari penelitian beserta uraian dan analisis terhadap hasil tersebut..

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil percobaan dilakukan dan pembahasan yang analisis, serta saran sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian kedepannya.

