

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan salah satu sumber air bersih yang dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan domestik masyarakat. Namun, kualitas air tanah rentan mengalami penurunan akibat berbagai aktivitas antropogenik, seperti urbanisasi, pembuangan limbah, dan penggunaan bahan kimia. Aktivitas-aktivitas tersebut mempercepat kontaminasi dan mengancam keberlanjutan cadangan air bersih (Ravindiran dkk., 2023). Berdasarkan penelitian Harian dkk. (2025) menunjukkan bahwa konsentrasi logam timbal (Pb) pada air tanah di sekitaran lokasi penimbunan *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) di Kota Sawahlunto sebesar 0,144 mg/L. Nilai tersebut melampaui baku mutu yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, yaitu sebesar 0,01 mg/L untuk logam Pb (Kementerian Kesehatan, 2023). Paparan logam Pb pada kadar yang tinggi berpotensi mengganggu fungsi sistem saraf, proses pembentukan sel darah, organ reproduksi, jantung, dan ginjal, serta meningkatkan risiko terjadinya anemia, sehingga diperlukan penyisihan logam berat yang efektif agar kualitas air memenuhi baku mutu dan aman dikonsumsi (Karimuna, 2025).

Penyisihan pencemar dalam air tanah dapat dilakukan melalui teknik adsorpsi, yaitu proses di mana ion atau molekul terlarut menempel pada permukaan suatu bahan penyerap atau adsorben. Proses ini dapat dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem *batch* (statis) dan sistem kontinu (kolom). Pada sistem *batch*, adsorben dikontakkan dengan larutan adsorbat di dalam suatu reaktor tanpa adanya aliran masuk maupun aliran keluar selama proses adsorpsi berlangsung. Sementara itu, sistem kontinu dilakukan dengan cara mengalirkan larutan adsorbat ke dalam kolom yang telah diisi adsorben dalam jangka waktu tertentu (Reynolds & Richards, 1996). Efisiensi proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran partikel adsorben, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, dan waktu kontak. Analisis proses adsorpsi secara kuantitatif umumnya dilakukan menggunakan model isoterm dan kinetika adsorpsi. Persamaan isoterm, seperti isoterm *Langmuir* dan *Freundlich*, digunakan untuk menggambarkan hubungan antara jumlah zat

yang teradsorpsi dengan konsentrasi zat tersisa dalam larutan pada kondisi kesetimbangan, sedangkan model kinetika digunakan untuk menentukan laju dan mekanisme proses adsorpsi sehingga dapat menggambarkan efisiensi serta karakteristik penjerapan adsorbat oleh adsorben (Ifa dkk., 2021)

Pengembangan adsorben berbahan baku limbah pertanian telah banyak dilakukan karena bahan tersebut tersedia dalam jumlah melimpah, mudah diperoleh, serta memiliki biaya yang relatif rendah. Salah satu limbah pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben adalah limbah tanaman nanas. Selain menghasilkan buah, tanaman nanas juga menghasilkan limbah berupa kulit, daun, batang, dan mahkota yang hingga kini belum dimanfaatkan secara optimal sehingga sebagian besar masih menjadi limbah organik. Mahkota nanas berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben karena proses pengeringannya menghasilkan rendemen serbuk sebesar 8,5–13,4% terhadap berat basah (Rizqianti dkk., 2021), serta mengandung selulosa (69,5–80%), pentosan (17,0–17,8%), lignin (4,4–4,7%), abu (0,71–0,87%) (Sirajuddin dkk., 2019; Octaviani dkk., 2024). Selulosa dan pentosan merupakan komponen polisakarida yang kaya gugus hidroksil ($-OH$), sedangkan lignin mengandung gugus fenolik dan karbonil ($C=O$). Gugus-gugus fungsi tersebut berperan sebagai situs aktif yang mendukung proses adsorpsi logam, termasuk Pb. Potensi tersebut dibuktikan oleh Silalahi (2022), yang menunjukkan bahwa adsorben mahkota nanas mampu mengadsorpsi zat warna *methylene blue* dengan kapasitas adsorpsi sebesar 135,096 mg/g dan efisiensi penyisihan mencapai 96%. Selain itu, penelitian Keon dkk. (2018) menunjukkan bahwa selulosa daun mahkota nanas mampu menyisihkan logam tembaga (Cu) dengan efisiensi sebesar 72,86%. Sementara itu, Vivian dkk. (2019) menunjukan bahwa batang tanaman nanas (*pineapple plant stem*) efektif menyisihkan logam Pb dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 14,25 mg Pb/g pada pH optimum 5.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan potensi biomassa tanaman nanas sebagai adsorben, penelitian yang secara khusus memanfaatkan serbuk mahkota nanas untuk penyisihan logam Pb masih relatif terbatas. Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada penyisihan zat warna, logam selain Pb, atau menggunakan bagian tanaman nanas lainnya, seperti batang. Selain itu, penelitian yang mengkaji secara komprehensif pengaruh ukuran partikel dan dosis adsorben, pH dan

konsentrasi awal adsorbat, waktu kontak, serta analisis isoterm dan kinetika adsorpsi pada penyisihan logam Pb menggunakan serbuk mahkota nanas masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas serbuk mahkota nanas sebagai adsorben dalam menyisihkan logam Pb menggunakan sistem adsorpsi *batch* pada sampel air tanah asli. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang mendukung pengembangan teknologi hijau di bidang pengolahan air serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pemanfaatan limbah pertanian sebagai adsorben.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas serbuk mahkota nanas sebagai adsorben dalam menyisihkan logam Pb dari air tanah menggunakan sistem adsorpsi *batch*.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan kondisi optimum proses adsorpsi menggunakan serbuk mahkota nanas sebagai adsorben meliputi ukuran partikel adsorben, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, serta waktu kontak.
2. Menganalisis kinerja adsorpsi meliputi efisiensi penyisihan logam Pb dari larutan artifisial dan kapasitas adsorpsi dari adsorben serbuk mahkota nanas pada kondisi optimum.
3. Menentukan persamaan isoterm dan kinetika adsorpsi yang sesuai dengan proses adsorpsi logam Pb oleh serbuk mahkota nanas.
4. Menguji kemampuan adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan logam Pb pada sampel air tanah asli.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai potensi serbuk mahkota nanas sebagai adsorben alternatif dalam penyisihan logam Pb dari air tanah.
2. Memanfaatkan limbah pertanian sebagai alternatif adsorben.
3. Menjadi dasar bagi pengembangan penelitian pemanfaatan serbuk mahkota nanas sebagai adsorben dalam pengolahan air tanah.

4. Mendukung *green technology* di mana memanfaatkan limbah sebagai adsorben untuk pengolahan air tanah.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian pemanfaatan mahkota nanas sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Pb dari air tanah adalah sebagai berikut:

1. Percobaan dilakukan secara *batch* menggunakan larutan artifisial pada penelitian optimasi dan sampel air tanah asli pada percobaan aplikasi.
2. Adsorben yang digunakan adalah mahkota nanas yang diperoleh dari toko buah nanas di Kota Padang.
3. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (*triplo*).
4. Pengukuran konsentrasi logam Pb menggunakan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) sesuai SNI 6989.8:2009.
5. Persamaan isoterm adsorpsi yang diuji kesesuaiannya meliputi langmuir dan freundlich.
6. Kinetika adsorpsi yang diuji meliputi model orde nol, orde satu, orde dua, *pseudo first-order* dan *pseudo second-order*.
7. Analisis statistik menggunakan perangkat lunak IBM SPSS *Statistics*.
8. Analisis karakteristik adsorben dilakukan dengan menggunakan metode *Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDX) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

1.5 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang mahkota nanas, air tanah, karakteristik air tanah, baku mutu air minum, parameter logam Pb, proses adsorpsi,

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 sampling dan metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dapat diperoleh berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

