

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran logam pada lingkungan perairan dan air tanah telah menjadi masalah lingkungan yang perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kualitas air dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan manusia. Salah satu logam yang sering ditemukan dalam air tanah adalah aluminium, yang dapat terlarut dari batuan dan tanah ke dalam air tanah dengan konsentrasi berkisar antara 0,1 hingga 8,0 mg/L (Indah dkk., 2019). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hudawaty (2017) pengukuran terhadap sampel air tanah dari delapan lokasi di Kota Padang menunjukkan bahwa air tanah yang digunakan masyarakat mengandung logam Aluminium (Al) dengan konsentrasi sebesar 3,25 mg/L. Hasil sampling yang dilakukan pada bulan Mei 2026 pada salah satu sumur warga di kawasan Pantai Purus, Kota Padang, menunjukkan kandungan aluminium sebesar 1,1534 mg/L.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, batas maksimum kandungan aluminium (Al) dalam air minum adalah 0,2 mg/L. Konsentrasi aluminium yang melebihi ambang batas tersebut menunjukkan bahwa kualitas air belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, aluminium (Al) termasuk salah satu parameter wajib dalam peraturan tersebut sehingga keberadaannya dalam air minum perlu dikendalikan. Hal ini karena paparan aluminium dalam konsentrasi tinggi dapat menimbulkan gangguan sistem saraf, penurunan fungsi otak, serta gangguan kesehatan tulang pada manusia (Krupińska, 2020). Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan yang efektif dan ramah lingkungan untuk menurunkan kadar aluminium dalam air tanah.

Teknik adsorpsi merupakan metode pengolahan yang memanfaatkan kemampuan padatan untuk menyerap zat terlarut pada permukaannya melalui interaksi fisik atau kimia. Padatan tersebut disebut adsorben, sedangkan zat yang terjerap disebut adsorbat. Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan dua sistem, yaitu *batch* dan

kontinu (kolom). Pada sistem *batch*, adsorben dicampur dengan larutan adsorbat hingga tercapai kesetimbangan, sedangkan pada sistem kolom, larutan dialirkan terus-menerus pada kolom yang berisi adsorben (Reynolds & Richards, 1996). Parameter seperti ukuran partikel adsorben, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, serta waktu kontak berperan penting dalam menentukan efektivitas dan kapasitas adsorpsi ion logam berat dari larutan (Li dkk., 2022).

Persamaan *isotherm* dan kinetika adsorpsi digunakan untuk memahami karakteristik, laju, serta mekanisme proses adsorpsi. Model *isotherm* seperti *Langmuir* dan *Freundlich* menggambarkan hubungan kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat dan jumlah yang terjerap untuk mengetahui kapasitas serta interaksi antara adsorben dan adsorbat, sedangkan kinetika adsorpsi menjelaskan laju penjerapan hingga mencapai kesetimbangan. Penentuan kedua model ini bertujuan untuk menilai kesesuaian data, mekanisme pengendali, dan efisiensi proses adsorpsi (Sazali dkk., 2020).

Adsorben merupakan komponen utama dalam proses adsorpsi yang berfungsi untuk menyisihkan zat pencemar dari suatu media. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai adsorben alternatif dikembangkan karena yang memiliki gugus hidroksil dan karboksil yang dapat dimanfaatkan dalam proses adsorpsi untuk mengolah limbah logam berat. Salah satu limbah pertanian yang berpotensi digunakan sebagai adsorben adalah limbah buah nanas karena jumlahnya cukup melimpah dan belum banyak dimanfaatkan (Kasmanti dkk., 2022). Limbah dari buah nanas dapat berupa bagian kulit, daun dan mahkotanya. Untuk mahkota nanas diketahui komposisi kimia terdiri atas selulosa sekitar 70%, hemiselulosa 18%, lignin 6%, serta abu dan zat organik lainnya dalam jumlah kecil. Kandungan selulosa yang tinggi tersebut berpotensi mendukung proses adsorpsi ion logam (Johny dkk., 2023). Dari hasil penelitian Kagalwala dkk, (2020) mahkota nanas menunjukkan efisiensi yang baik sebagai adsorben, dalam menyisihkan zat warna *methyl orange* dengan tingkat penyisihan sekitar 88% (Kagalwala dkk., 2020). Dari penelusuran literatur didapatkan bahwa penelitian mengenai pemanfaatan mahkota nanas sebagai adsorben untuk penyisihan ion aluminium (Al) dari air tanah masih terbatas sehingga penelitian terkait hal ini perlu dilakukan.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan aluminium (Al) dari air tanah melalui proses adsorpsi sistem batch. Aluminium dipilih karena kandungannya pada air tanah di Kota Padang ditemukan melebihi baku mutu air minum, sedangkan mahkota nanas mengandung selulosa dan gugus aktif yang berpotensi mengikat ion logam. Penelitian ini mengkaji ukuran partikel, dosis adsorben, pH, konsentrasi adsorbat, dan waktu kontak untuk menentukan kondisi optimum, efisiensi penyisihan, kapasitas adsorpsi, model isotherm dan kinetika, serta kinerja adsorben pada air tanah asli. Hasil penelitian diharapkan mendukung pemanfaatan limbah mahkota nanas sebagai adsorben alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji kinerja limbah pertanian berupa mahkota nanas sebagai adsorben dalam menyisihkan aluminium (Al) dari air tanah melalui proses adsorpsi sistem *batch*.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

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

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mendukung pengelolaan lingkungan dengan memanfaatkan mahkota nanas sebagai adsorben alami dalam penyisihan aluminium (Al) dari air tanah.

2. Memanfaatkan mahkota nanas sebagai salah satu limbah pertanian untuk dijadikan adsorben ramah lingkungan, sehingga dapat diterapkan sebagai model teknologi tepat guna bagi pengelolaan lingkungan.
3. Menurunkan kadar aluminium (Al) dalam air tanah agar layak dikonsumsi.
4. Berkontribusi dalam perlindungan konsumen serta membantu mengatasi permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakat.
5. Mendukung pengembangan *green technology* melalui pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan adsorben dalam proses pengolahan air tanah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada penelitian mengenai pemanfaatan mahkota nanas sebagai adsorben untuk penyisihan logam aluminium (Al) dari air tanah memiliki batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan menggunakan metode adsorpsi sistem *batch* dengan larutan buatan (*artificial solution*) pada tahap optimasi dan sampel air tanah pada percobaan aplikasi sebagai media uji.
2. Adsorben yang digunakan berasal dari limbah mahkota nanas yang diperoleh dari toko buah di Kota Padang.
3. Adsorben serbuk mahkota nanas yang digunakan dalam penelitian ini tidak mengalami proses aktivasi fisika maupun kimia.
4. Setiap percobaan dilakukan dalam tiga kali ulangan (*triplo*) guna memperoleh hasil yang akurat dan dapat dipercaya.
5. Model *isotherm* adsorpsi yang dianalisis meliputi *Langmuir* dan *Freundlich* untuk mengevaluasi kesesuaian proses penjerapan aluminium.
6. Analisis kinetika adsorpsi dilakukan dengan menggunakan model orde nol, orde satu, orde dua, *Pseudo First Order* (PFO), dan *Pseudo Second Order* (PSO)
7. Konsentrasi aluminium (Al) diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan acuan Standar Nasional Indonesia SNI 6989.34-2009.
8. Analisis karakteristik adsorben dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* dan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDX) serta *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 mahkota nanas, air tanah, penyisihan logam Al, proses adsorpsi, *isotherm* adsorpsi, 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 berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.