

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan sumber daya penting bagi kehidupan, namun kualitasnya kini terancam oleh polutan berbahaya, termasuk logam berat (Raziah dkk., 2017). Kandungan kadmium (Cd) dapat masuk ke tanah dan mencapai sumur gali melalui pergerakan air tanah yang dipengaruhi topografi dan jenis tanah, sehingga berpotensi mencapai sumur gali, oleh karena itu perlu dikendalikan agar tidak mencemari sumber air masyarakat (Qadriyah dkk., 2019). Berdasarkan hasil penelitian (Suhermen, 2017) kadar Cd pada air tanah di Daerah Kurao Pagang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang mencapai 0,336 mg/L. Hasil sampling awal yang dilakukan pada bulan Mei (2026) dalam penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi Cd pada air tanah sebesar 0,1351 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 mengenai Kesehatan Lingkungan, logam Cd merupakan salah satu dari 7 parameter logam berat yang wajib dalam pemantauan kualitas air minum, batas maksimum kandungan logam Cd yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0,003 mg/L, sehingga kadar logam Cd yang ditemukan di lokasi penelitian tersebut telah melampaui baku mutu. Keberadaan Cd berdampak negatif karena dapat menghambat pertumbuhan organisme dan mengganggu keseimbangan ekosistem (Najihah & Rachmadiarti, 2023). Oleh karena itu, pengolahan air tanah tercemar logam Cd sangat penting untuk menurunkan kadarnya agar aman digunakan untuk berbagai keperluan termasuk konsumsi dan irigasi.

Metode adsorpsi dikenal sebagai alternatif ramah lingkungan, efisien, dan ekonomis dalam pengolahan limbah cair industri melalui penjerapan ion logam oleh biomaterial adsorben (Rahayu dkk., 2023). Adsorpsi merupakan interaksi antara dua fase berbeda, di mana molekul fluida berpindah ke permukaan padat membentuk lapisan adsorbat (Alaqrbeh, 2021). Adsorpsi adalah proses di mana spesies berupa ion atau molekul terlarut dijerap dan menempel pada permukaan suatu adsorben (Reynolds & Richards, 1996). Sistem adsorpsi biasanya dibagi

menjadi dua jenis, yaitu sistem *batch* dan sistem kontinu (kolom). Pada sistem *batch*, adsorben dicampurkan ke dalam larutan yang mengandung adsorbat, lalu diaduk agar terjadi kontak yang merata sehingga proses penjerapan berjalan secara optimal. Sedangkan pada sistem kolom, adsorben dialirkan secara terus-menerus dengan larutan adsorbat, sehingga interaksi antara keduanya berlangsung secara berkelanjutan dengan kondisi kontak yang relatif stabil (Tchobanoglous dkk., 2014).

Adsorben adalah material padat yang memiliki permukaan dan pori-pori sehingga mampu mengikat atau mengakumulasi molekul, ion, maupun atom dari fase cair atau gas pada permukaannya melalui proses adsorpsi (Ismadji dkk., 2021). Berbagai jenis adsorben dapat digunakan, baik yang berasal dari bahan sintetis maupun bahan alami. Salah satu sumber bahan alami yang berpotensi dijadikan adsorben adalah limbah pertanian seperti mahkota nanas. Berdasarkan data BPS Kota Padang, (2025), produksi buah nanas di Kota Padang pada tahun 2024 mencapai 47,10 kuintal. Besarnya angka produksi ini menyisakan limbah biomassa yang signifikan berpotensi tinggi untuk dikembangkan menjadi material adsorben. Limbah dari daun nanas dapat berupa bagian kulit, daun, dan mahkota nanas. Setelah panen, daun nanas umumnya tertinggal di lahan pertanian, sedangkan buah nanas bersama kulit dan mahkotanya dibawa ke luar area pertanian seperti ke daerah perkotaan untuk dipasarkan. Setelah buah dikonsumsi atau diolah, kulit dan mahkota nanas menjadi limbah yang berpotensi menambah volume sampah. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah tersebut dapat menumpuk dan menimbulkan permasalahan lingkungan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kasmanti dkk., (2022) efisiensi penyisihan Cd oleh limbah biomassa nanas mencapai 98,65% hingga 98,87%. Penelitian yang dilakukan oleh Solidum (2013), limbah kulit nanas menghasilkan efisiensi penyisihan sebesar 71,73% dan 68,06%. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, penelitian tentang mahkota nanas dalam penyisihan logam Cd dari air masih terbatas. Komposisi mahkota nanas terdiri dari selulosa 69,5–71,5%, lignin 4,4–4,7%, pentosan 17–17,8%, abu 0,71–0,87%, dan zat lain 4,5–5,3% (Munira, dkk, 2022). Kandungan ini menyebabkan mahkota nanas berpotensi menjadi adsorben.

Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan logam Cd dari air tanah menggunakan metode adsorpsi dengan sistem *batch*. Analisis dilakukan pada berbagai parameter, meliputi ukuran partikel adsorben, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, dan waktu kontak selama proses adsorpsi. Sejauh ini penelitian tentang optimasi kelima parameter ini sekaligus juga belum dilakukan terhadap adsorpsi logam Cd dengan mahkota nanas. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan memberikan informasi yang berguna untuk mendukung pengembangan teknologi pengolahan air tanah yang lebih berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan memberi kontribusi pada pengelolaan limbah pertanian serta peningkatan nilai tambah dari limbah tersebut

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas serbuk mahkota nanas sebagai adsorben untuk menyisihkan Kadmium (Cd) dari air tanah dengan menggunakan sistem adsorpsi *batch*.

Tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

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

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi dalam pengelolaan lingkungan, khususnya dalam penerapan metode adsorpsi menggunakan limbah mahkota nanas sebagai adsorben alami untuk menghilangkan logam berat Cd dari air tanah.
2. Memanfaatkan limbah pertanian seperti mahkota nanas sebagai alternatif adsorben, sehingga dapat digunakan sebagai contoh teknologi yang tepat guna.
3. Menyisihkan Cd dari air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi.
4. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan kualitas air bersih serta menjadi solusi alternatif dalam pengolahan air bagi masyarakat.
5. Mendukung *green technology* dengan memanfaatkan limbah sebagai adsorben dalam proses pengolahan air tanah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan secara *batch* menggunakan larutan artifisial pada percobaan optimasi dari air tanah asli pada percobaan aplikasi.
2. Adsorben yang digunakan berasal dari mahkota nanas didapatkan dari sisa pemotongan buah nanas.
3. Sampel air tanah yang digunakan berasal dari air tanah Kota Padang.
4. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (*triplo*).
5. Analisis konsentrasi logam Cd dilakukan dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan menggunakan SNI 6989.16:2009.
6. Analisis statistik menggunakan uji normalitas dan uji *one way ANOVA* menggunakan perangkat lunak *Statistical package for the Social Sciences* (SPSS).
7. Analisis konsentrasi karakteristik adsorben dilakukan dengan menggunakan metode *Scanning Electron Microscopy* dan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDX), dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang penelitian, maksud dan tujuan, batasan permasalahan, serta susunan penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori dan informasi yang mendukung penelitian, mencakup mahkota nanas, air tanah beserta karakteristiknya, baku mutu air tanah, logam Cd, proses adsorpsi, adsorben, dan teori terkait lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rangkaian kegiatan penelitian yang dilaksanakan, diawali dengan studi literatur, persiapan alat dan bahan, pembuatan serbuk mahkota nanas sebagai adsorben, hingga penyiapan larutan artifisial. Selanjutnya dijelaskan pelaksanaan percobaan untuk memperoleh kondisi optimum adsorpsi melalui variasi ukuran partikel, pH adsorben, dosis adsorben, konsentrasi adsorbat, serta lama waktu kontak. Bab ini juga memuat tahapan penggunaan adsorben pada sampel air tanah, metode pengujian di laboratorium, teknik pengolahan data, serta lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil penelitian beserta pembahasannya berdasarkan kondisi terbaik yang diperoleh dari pengujian larutan artifisial melalui variasi ukuran partikel, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, dan lama waktu kontak. Kondisi optimum yang diperoleh kemudian diaplikasikan pada air tanah untuk mengevaluasi kinerja adsorben pada sampel nyata. Selanjutnya, dibahas analisis isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, serta karakterisasi adsorben menggunakan SEM-EDX dan FTIR.

BAB V PENUTUP

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

