

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah (*groundwater*) adalah air yang berada di bawah permukaan bumi dan tersimpan dalam akuifer. Air tanah merupakan sumber utama air baku untuk memenuhi kebutuhan air minum bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Namun dalam kondisi tertentu, kualitas air tanah dapat menurun akibat terjadinya pencemaran. Salah satu jenis pencemar yang sering ditemukan adalah logam. Logam memiliki sifat sukar terurai secara alami, sehingga mudah terakumulasi di dalam air tanah dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia (Effendi, 2003).

Arsen (As) merupakan salah satu jenis logam yang terdapat di air tanah, terutama dalam bentuk arsenit (As^{+3}) pada kondisi anaerobik dan arsenat (As^{+5}) pada kondisi aerobik (Pantow dkk., 2018). As memiliki nomor atom 33 dan massa jenis sebesar $5,7 \text{ g/cm}^3$ (Puspita, 2020). Hasil sampling menunjukkan bahwa konsentrasi As pada air tanah di Kurao Pagang, Kota Padang yang dipengaruhi aktivitas perbengkelan mencapai $1,880 \text{ mg/L}$ (Herdiani, 2017). Selain itu, hasil sampling yang dilakukan dalam penelitian ini pada bulan Mei 2026 di Daerah Purus, Kota Padang menunjukkan konsentrasi As dalam air tanah mencapai $0,5035 \text{ mg/L}$. Dengan demikian, hasil sampling pada kedua lokasi menunjukkan bahwa konsentrasi As dalam air tanah melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dengan batas maksimum As dalam air minum sebesar $0,01 \text{ mg/L}$. As merupakan logam toksik yang dapat mengganggu metabolisme dan menyebabkan kerusakan kulit hingga kanker akibat paparan jangka panjang. Oleh sebab itu, keberadaan As perlu dideteksi secara cermat guna memantau kualitas air lingkungan (Puspita, 2020).

Salah satu metode untuk menyisihkan logam khususnya As dalam air tanah adalah dengan menggunakan metode adsorpsi, yaitu proses melekatnya adsorbat (zat yang dijerap) pada permukaan adsorben (zat penjerap) (Ifa dkk., 2021). Sistem adsorpsi umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu sistem *batch* dan sistem kontinu. Sistem

batch berlangsung melalui pencampuran adsorben dengan larutan adsorbat, sedangkan sistem kontinu dilakukan dengan mengalirkan larutan adsorbat secara terus-menerus melewati adsorben (Tchobanoglous, 2003). Proses adsorpsi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran partikel adsorben, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, dan waktu kontak (Christian, 2020). Selain itu, mekanisme adsorpsi dapat dianalisis melalui isoterm adsorpsi yang berperan dalam penentuan konsentrasi zat terlarut yang terjerap pada zat padat terhadap konsentrasi larutan dan kinetika adsorpsi yang menunjukkan laju penyerapan adsorbat oleh adsorben (Farhan, 2020).

Limbah pertanian berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben alami untuk penyisihan logam, salah satunya adalah limbah mahkota nanas. Produksi nanas di Kota Padang pada tahun 2024 sebesar 4.610 kg (BPS Kota Padang, 2025). Dengan asumsi rata-rata berat buah nanas 1,5 kg/buah dan setiap buah mengandung sekitar 17% mahkota nanas (Sirajuddin dkk., 2019), maka diperkirakan potensi limbah mahkota nanas di Kota Padang pada tahun 2024 mencapai 800,7 kg. Mahkota nanas mengandung unsur karbon seperti selulosa sebanyak 69,5-71,5%, hemiselulosa 19,5%, pentosan 17,0-17,8%, lignin 4,4-4,7%, abu 0,71-0,87%, dan zat lainnya (protein dan asam organik) sebanyak 5,6% (Silalahi, 2022). Oleh karena itu, mahkota nanas berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben alami untuk penyisihan logam. Pemanfaatan mahkota nanas sebagai adsorben mampu menyerap Cu dengan efisiensi penyisihan sebesar 72,87% (Keon dkk., 2018). Sementara untuk penyisihan As, telah dilakukan penelitian oleh Rahman, (2026) menggunakan daun nanas yang teraktivasi dengan EtOH, CaCl₂, dan NaOH sebagai adsorben yang menghasilkan efisiensi penyisihan As tertinggi sebesar 42,40%. Daun nanas diketahui mengandung selulosa sebesar 41,15%, hemiselulosa 21,02%, dan lignin 13,05%. Sejauh ini, penelitian tentang pemanfaatan mahkota nanas tanpa aktivasi untuk penyisihan As masih sangat terbatas.

Pengembangan penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efektivitas serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan As dari air tanah menggunakan metode adsorpsi sistem *batch*. Analisis dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimum dari proses adsorpsi dengan memvariasikan beberapa parameter, meliputi ukuran partikel adsorben, dosis adsorben, pH adsorbat, konsentrasi adsorbat, dan waktu kontak. Penelitian ini

diharapkan dapat mengisi keterbatasan kajian mengenai pemanfaatan mahkota nanas sebagai adsorben serta dapat memberikan informasi yang mendukung pengembangan teknologi pengolahan air tanah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk mengoptimasi proses adsorpsi As dari air tanah menggunakan adsorben serbuk mahkota nanas pada sistem *batch*.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

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

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi alternatif teknologi pengolahan air tanah yang berpotensi untuk diterapkan dan dikembangkan pada penelitian selanjutnya.
2. Menjadi pedoman dalam pemanfaatan limbah pertanian berupa mahkota nanas untuk pengolahan air tanah sebagai alternatif adsorben.
3. Menjadi dasar acuan dalam perencanaan sistem pengolahan air tanah untuk menyisihkan As sebagai pencemar.
4. Mendukung *green technology* dimana memanfaatkan limbah sebagai adsorben untuk pengolahan air tanah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan secara *batch*, yaitu pada percobaan optimasi dan pada percobaan aplikasi dengan menggunakan sampel air tanah asli.
2. Adsorben yang digunakan berupa mahkota nanas yang diperoleh dari usaha buah nanas di Kota Padang.
3. Percobaan dilakukan dalam tiga kali pengulangan (triplo).
4. Model isoterm adsorpsi yang dianalisis meliputi Langmuir dan Freundlich untuk mengevaluasi kesesuaian proses penjerapan As.
5. Analisis kinetika adsorpsi dilakukan dengan menggunakan model orde nol, orde satu, orde dua, *pseudo first order* dan *pseudo second order*.
6. Analisis konsentrasi As menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) sesuai standar SNI 6989-18-2018.
7. Analisis statistik menggunakan uji normalitas dan uji *One Way ANOVA* dengan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).
8. Analisis konsentrasi karakteristik adsorben dilakukan dengan menggunakan metode *Scanning Electron Microscopy - 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 yang ingin dicapai, manfaat yang diharapkan, batasan dalam pelaksanaan penelitian, serta susunan penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan berbagai landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi pembahasan mengenai mahkota nanas, air tanah, karakteristik dan baku mutu air tanah, parameter arsen (As), mekanisme adsorpsi, adsorben, serta teori lain yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rangkaian kegiatan yang dilakukan selama penelitian, mulai dari tahapan penelitian, kajian literatur, persiapan bahan dan peralatan, pelaksanaan percobaan, metode analisis laboratorium, hingga informasi mengenai lokasi serta waktu pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil yang diperoleh selama penelitian serta memberikan uraian dan analisis terhadap hasil tersebut berdasarkan teori dan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan rangkuman hasil penelitian berupa kesimpulan yang diperoleh dari analisis dan pembahasan, serta saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

