

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Arsen (As) merupakan salah satu unsur metaloid yang terdapat pada air tanah dan merupakan kontaminan air tanah alami yang paling beracun, terutama dalam bentuk anorganik (Kanel dkk., 2023). Dalam perkembangannya, As dan turunannya banyak dimanfaatkan di sektor pertanian, elektronik, dan metalurgi. Di Indonesia, kadar As dalam air tanah sangat bervariasi dengan rentang sekitar 0,001–3,25 mg/L (Afifah dan Notodarmojo, 2018; Rochaddi dkk., 2019). Khusus di Kota Padang, Herdiani (2017) melaporkan bahwa kadar As pada sampel air tanah yang diambil dari Kampung Kalawi Timur, Cupak Tengah, Purus, Gunung Pangilun, Parak Laweh, Kurao Pagang, Kampung Dalam, dan Siteba berkisar antara 0,330–1,880 mg/L. Tingginya konsentrasi tersebut diduga dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik di sekitar lokasi penelitian. Konsentrasi ini jauh melebihi baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 untuk parameter wajib air minum, yaitu sebesar 0,01 mg/L, sehingga dapat memicu terjadinya pencemaran bagi lingkungan maupun makhluk hidup. Paparan kronis terhadap air dengan kandungan As yang tinggi dapat menimbulkan berbagai penyakit, bahkan hingga kanker. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa As menjadi salah satu prioritas kontaminan yang perlu ditangani. Oleh karena itu, pemilihan As dalam penelitian ini didasarkan pada tingkat toksisitasnya yang tinggi, potensi keterdapatannya di air tanah, serta risiko kesehatan yang signifikan sehingga diperlukan upaya pengolahan untuk menurunkan konsentrasinya di lingkungan perairan (Shaji dkk., 2021). Penelitian ini secara khusus mengkaji penyisihan As(III) dengan  $\text{As}_2\text{O}_3$  sebagai sumber arsen.

Berbagai metode pengolahan arsen, seperti oksidasi-presipitasi, koagulasi-filtrasi, pertukaran ion, dan proses membran, telah dikembangkan, tetapi efektivitasnya dapat berbeda terhadap As(III) dan As(V). As(III) umumnya lebih sulit disisihkan dibandingkan As(V) (Mohanty, 2017). Adsorpsi menjadi salah satu alternatif yang banyak dikembangkan karena prosesnya relatif sederhana, meskipun masih memiliki keterbatasan, sehingga pemanfaatan biomassa sebagai adsorben terus

dikembangkan. Adsorpsi adalah metode pemisahan zat dari fase gas atau cair ke permukaan suatu bahan penyerap. Bahan yang digunakan untuk menyerap komponen disebut adsorben, dan zat yang terjerap disebut adsorbat. Adsorpsi dapat dilakukan pada dua sistem, yaitu sistem *batch* dan sistem kontinu (kolom). Sistem *batch* melibatkan pencampuran larutan adsorbat dan adsorben dalam wadah tertentu, lalu dikontakkan hingga mencapai kesetimbangan. Sebaliknya, sistem kontinu mengalirkan larutan adsorbat secara terus-menerus melalui kolom yang telah diisi adsorben (Sazali dkk., 2020).

Dalam proses adsorpsi, efektivitas adsorpsi sangat dipengaruhi oleh struktur pori dan gugus fungsional pada permukaan adsorbennya. Untuk meningkatkan efektivitas adsorben, dapat dilakukan proses aktivasi. Aktivasi dapat dilakukan secara fisika seperti dengan pemanasan atau secara kimia dengan perendaman menggunakan senyawa kimia. Aktivasi adsorben diketahui dapat membuka pori atau mengubah ukuran dan struktur pori, dengan cara memecah ikatan atau mengoksidasi molekul di permukaan material adsorben (Zulfania dkk., 2022). Selain itu, dalam penerapan proses adsorpsi, pemilihan jenis adsorben juga menjadi faktor penting yang menentukan efektivitas penyerapan zat pencemar (Sazali dkk., 2020).

Adsorben alami seperti tumbuhan, lebih ekonomis dan ramah lingkungan, khususnya biomassa berbasis lignoselulosa (Sazali dkk., 2020). Salah satu bahan alami yang berpotensi dikembangkan sebagai adsorben adalah limbah padat dari tumbuhan nanas. Hal tersebut dikarenakan ketersediaannya yang tinggi, dengan total produksi nanas Indonesia pada tahun 2025 mencapai 32.146.905,18 kwintal dan di Sumatera Barat mencapai 3.742,10 kwintal (BPS Indonesia, 2025). Mahkota nanas menyumbang sekitar 10–15% dari berat buah serta mengandung selulosa sebanyak 69,5–71,5%, pentosan 17,0–17,8%, lignin 4,4–4,7%, dan abu 0,71–0,87%, kandungan tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben (Silalahi, 2022). Penelitian Keon dkk. (2018) menunjukkan bahwa biomassa alami memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup baik, seperti selulosa daun mahkota nanas yang mampu mengadsorpsi ion Cu sebesar 72,86%. Namun, nilai tersebut masih dapat ditingkatkan melalui pengembangan teknik aktivasi adsorben. Peningkatan efisiensi penyisihan logam melalui aktivasi ditunjukkan oleh penelitian Mahale

dkk. (2021), yang memanfaatkan adsorben teraktivasi, di mana limbah nanas yang dijadikan biochar dengan cara dipirolisis dengan suhu 350 °C–900 °C, mampu menyisihkan As hingga 83,54%.

Untuk mempelajari teknik aktivasi mahkota nanas lebih lanjut dalam rangka meningkatkan efektivitasnya, maka pada penelitian ini dilakukan aktivasi secara fisika dan kimia terhadap adsorben serbuk mahkota nanas dalam bentuk serbuk dan diujikan untuk menyisihkan As dari sampel air tanah pada adsorpsi sistem *batch*, di mana As ini merupakan salah satu parameter wajib air minum pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023. Mengingat studi mengenai aktivasi adsorben berbasis mahkota nanas khusus untuk penyisihan As masih sangat terbatas, penelitian ini berpotensi mengisi kesenjangan pengetahuan (*knowledge gap*) pada bidang tersebut. Hasil penelitian ini mengkaji pengaruh proses aktivasi terhadap peningkatan kemampuan adsorben dalam menyisihkan As, sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah biomassa secara bernilai guna.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis pengaruh aktivasi fisika dan kimia terhadap kinerja serta karakteristik dari adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan Arsen (As) dari sampel air tanah menggunakan sistem adsorpsi *batch*.

Dengan tujuan penelitian:

1. Menganalisis pengaruh variasi aktivasi fisika dan kimia terhadap karakteristik adsorben serbuk mahkota nanas.
2. Mengevaluasi pengaruh variasi aktivasi terhadap efisiensi penyisihan As dari larutan artifisial dan kapasitas adsorpsi serbuk mahkota nanas.
3. Menentukan perlakuan aktivasi terbaik berdasarkan kinerja adsorpsi adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan As.
4. Menguji efektivitas adsorben terbaik tersebut dalam menyisihkan As pada sampel air tanah asli.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah pertanian mahkota nanas sebagai adsorben dalam kemampuannya untuk menyisihkan parameter Arsen (As) pada sampel air tanah.
2. Menjadi kajian awal mengenai potensi mahkota nanas sebagai adsorben yang dikembangkan melalui proses aktivasi untuk menyisihkan As dari sampel air tanah.
3. Memberikan informasi mengenai potensi adsorben serbuk mahkota nanas dalam meningkatkan kualitas air tanah melalui penyisihan As.

### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Sampel yang digunakan berasal dari larutan artifisial pada percobaan utama dan sampel air tanah asli pada percobaan aplikasi.
2. Parameter yang diuji pada sampel adalah Arsen (As). Pengujian dilakukan dengan sistem *batch*, dengan pengulangan *triplo*.
3. Penelitian ini menggunakan adsorben berupa serbuk mahkota nanas yang diperoleh dari penjual buah di Kota Padang. Perbedaan jenis dan varietas nanas tidak menjadi fokus kajian penelitian.
4. Kondisi percobaan adsorpsi sistem *batch* yang digunakan adalah kondisi optimum yang didapatkan dari penelitian sebelumnya, yaitu ukuran partikel adsorben 0,25-0,50 mm, dosis adsorben 3 g/L, konsentrasi adsorbat 1 mg/L, pH larutan adsorbat 6, dan waktu kontak 120 menit.
5. Aktivasi yang dilakukan meliputi aktivasi fisika yaitu pemanasan pada suhu 200 °C, 300 °C, 400 °C serta aktivasi kimia dengan perendaman zat, meliputi HCl 2%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2%, dan NaOH 2%.
6. Analisis konsentrasi sampel dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989-81:2018.
7. Hasil pengukuran dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan.



## **1.5 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan dari penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang air tanah, parameter Arsen (As), mekanisme adsorpsi, aktivasi adsorben, penggunaan serbuk mahkota nanas sebagai adsorben, penelitian sebelumnya mengenai adsorben serbuk mahkota nanas, serta uji karakterisasi dan teori-teori pendukung terkait penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tahapan penelitian, termasuk studi literatur, persiapan percobaan seperti alat dan bahan, metode analisis laboratorium, serta lokasi penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh beserta pembahasannya secara sistematis dengan mengaitkan hasil penelitian terhadap teori dan penelitian terdahulu yang relevan.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, serta saran yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan hasil penelitian.