

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya utama yang berperan dalam menunjang berbagai kebutuhan manusia, seperti kebutuhan rumah tangga, pertanian, dan industri. Seiring bertambahnya penduduk dan kemajuan gaya hidup, kebutuhan air terus meningkat (Muadifah, 2019). Namun, meningkatnya aktivitas manusia dapat menyebabkan penurunan kualitas air tanah. Salah satu pencemar utama yang kerap dijumpai pada air tanah adalah logam mangan (Mn). Mangan berasal dari proses pelapukan batuan mineral dan melalui buangan industri maupun aktivitas pertanian. Menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Baku Mutu Kesehatan Lingkungan, Mn termasuk dalam tujuh parameter wajib pemantauan kualitas air minum. Hasil pengambilan sampel pendahuluan pada salah satu titik sumur air tanah di Kecamatan Nanggalo, Kota Padang, menunjukkan kadar mangan (Mn) sebesar 3,944 mg/L, nilai tersebut melebihi baku mutu air minum sebesar 0,1 mg/L sehingga menunjukkan adanya potensi pencemaran mangan pada lokasi tersebut. Temuan ini didukung oleh penelitian Revisha (2019) yang melaporkan bahwa air tanah di Kampung Kalawi, Kota Padang, yang berada di sekitar area bengkel kendaraan bermotor mengandung mangan sebesar 1,215 mg/L. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pencemaran mangan masih dijumpai pada beberapa lokasi di Kota Padang dan berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan maupun kesehatan.

Konsentrasi mangan (Mn) yang melebihi baku mutu dapat menimbulkan dampak yang serius. Paparan Mn berlebih dapat menyebabkan gangguan saraf, penyakit Parkinson, *manganism* (Izza dkk., 2025) serta disfungsi paru-paru dan hati jika terakumulasi dalam jangka panjang (Awliahasanah dkk., 2021). Risiko pada lingkungan dan infrastruktur berupa penurunan kualitas tanah, air, perubahan warna dan bau tidak sedap, serta korosi pada sistem distribusi air (Aini dkk., 2022). Pencemaran logam Mn pada air tanah merupakan masalah serius yang membutuhkan pengolahan efektif dan berkelanjutan.

Tingginya risiko kesehatan akibat paparan mangan (Mn) berlebih, maka diperlukan upaya efektif dan sederhana untuk menyisihkan logam tersebut salah satunya yaitu metode adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses perpindahan zat yang mengakibatkan senyawa terlarut (adsorbat) menempel pada permukaan bahan penyerap (adsorben) akibat adanya interaksi antara kedua zat tersebut (Worch, 2021). Sistem adsorpsi diketahui terdiri dari dua metode yaitu *batch* dan kontinu. Sistem *batch* melibatkan pencampuran antara adsorbennya dengan larutan adsorbat tanpa adanya aliran lain yang mengganggu. Sementara sistem kontinu melibatkan larutan adsorbat yang dialirkan terus menerus ke dalam kolom yang sudah berisi adsorben (Lestari & Nasra, 2022). Aktivasi secara fisika dan kimia dapat dilakukan terhadap adsorben berbahan alami seperti limbah pertanian. Aktivasi fisika dilakukan melalui pemanasan sehingga menyebabkan perubahan struktur biomassa akibat dekomposisi komponen lignoselulosa dan pelepasan senyawa volatil, sedangkan aktivasi kimia dilakukan melalui perendaman dalam larutan kimia untuk memodifikasi gugus fungsi pada permukaan adsorben (Hajar dkk., 2016). Perbedaan mekanisme tersebut menghasilkan karakteristik adsorben yang berbeda sehingga memengaruhi kemampuan adsorpsi dalam menyisihkan ion logam. Karakteristik tersebut meliputi perubahan morfologi permukaan, komposisi unsur, dan gugus fungsi adsorben yang selanjutnya dapat memengaruhi kinerja adsorben. Oleh karena itu, pemilihan metode aktivasi yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan kinerja adsorben.

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai adsorben menjadi fokus penelitian ini karena menekan biaya dan menambah nilai dari limbah organik. Salah satu limbah pertanian yang potensial adalah mahkota nanas (*Ananas comosus*). Indonesia merupakan salah satu produsen buah Nanas terbesar dengan produksi pada tahun 2025 mencapai 32.146.905,18 kwintal, sedangkan di Sumatera Barat produksi buah nanas mencapai 3.742,10 kwintal (BPS Indonesia, 2025). Mahkota nanas menghasilkan limbah organik berupa kulit, mahkota, dan daun nanas. Sebagian besar limbah tersebut, khususnya bagian mahkota nanas masih dibuang begitu saja atau digunakan sebagai pakan ternak, padahal mengandung senyawa karbon yang berupa selulosa (69,5-71,5%), lignin (4,4-4,7%), abu (0,71-0,87%), pentosan (17-17,8%) (Sirajuddin dkk., 2019). Kandungan selulosa yang tinggi menunjukkan

bahwa mahkota nanas berpotensi sebagai media adsorpsi logam berat yang potensial (Silalahi, 2022).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan potensi limbah tumbuhan nanas sebagai adsorben dalam penyisihan logam pada air. Penelitian Keon dkk. (2018) melaporkan bahwa selulosa yang terkandung dalam biomassa daun mahkota nanas mampu mengadsorpsi logam tembaga (Cu) dengan efisiensi penyisihan mencapai 72,86%. Selain itu, penelitian Wulandari (2025) menunjukkan bahwa karbon aktif daun nanas dengan pemanasan pada suhu 300-400°C dapat menurunkan kadar logam mangan pada air sumur bor dengan efisiensi penyisihan optimum sebesar 88,70. Hasil yang lebih tinggi ditunjukkan oleh Sibarani dkk. (2022), yang menyatakan bahwa karbon aktif daun nanas mampu menyisihkan logam mangan hingga 99,79% pada suhu optimum 400°C menggunakan aktivator NaOH. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa limbah pertanian berbasis biomassa nanas memiliki potensi besar sebagai adsorben alami, serta bahwa proses aktivasi fisika dan kimia berperan dalam meningkatkan kemampuan adsorben dalam menyisihkan logam pada air.

Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas adsorben serbuk mahkota nanas yang diaktivasi secara fisika dan kimia dalam menyisihkan mangan pada air tanah dengan sistem adsorpsi *batch*. Sistem adsorpsi *batch* memungkinkan pengendalian kondisi percobaan dalam mengevaluasi kinerja adsorben (Sazali dkk., 2020). Meskipun penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aktivasi fisika maupun aktivasi kimia mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi biomassa nanas, penelitian tersebut umumnya masih dilakukan secara terpisah sehingga belum membandingkan secara langsung efektivitas kedua metode aktivasi menggunakan biomassa dan kondisi eksperimen yang sama, serta belum mengaitkan hasilnya dengan karakteristik adsorben dan penerapannya pada air tanah asli. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efektivitas kedua metode aktivasi serta menganalisis pengaruhnya terhadap karakteristik adsorben dan penyisihan mangan pada air tanah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian adalah untuk membandingkan efektivitas adsorben serbuk mahkota nanas yang diaktivasi secara fisika dan kimia dalam menyisihkan logam Mangan (Mn) dari air tanah dengan menggunakan sistem adsorpsi *batch*.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Membandingkan kinerja adsorpsi, baik dari segi efisiensi penyisihan Mn dari larutan artifisial maupun kapasitas adsorpsi dari adsorben serbuk mahkota nanas yang diaktivasi secara fisika dan kimia.
2. Menganalisis pengaruh dari variasi aktivasi fisika dan kimia terhadap karakteristik adsorben serbuk mahkota nanas.
3. Menentukan metode aktivasi terbaik terhadap perlakuan adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan Mn dari larutan artifisial berdasarkan kinerja adsorpsi.
4. Menganalisis efektivitas adsorben hasil aktivasi terbaik dalam menyisihkan Mn pada air tanah asli.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif metode pengolahan yang sederhana untuk diterapkan masyarakat dalam penyisihan Mn pada air tanah dalam upaya memperbaiki kualitas lingkungan.
2. Menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan pemanfaatan limbah pertanian berupa mahkota nanas sebagai adsorben alternatif untuk penyisihan logam Mn dari air.
3. Mendukung penerapan konsep *green technology* dengan memanfaatkan limbah pertanian menjadi adsorben untuk menurunkan pencemar pada air tanah.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Pada percobaan utama sampel berasal dari larutan artifisial dan percobaan aplikasi pada sampel air tanah asli.

2. Parameter yang diuji pada sampel larutan artifisial adalah Mangan (Mn) dengan pengujian sistem *batch*.
3. Adsorben yang digunakan yaitu limbah mahkota nanas yang didapatkan dari pedagang buah di Kota Padang, tanpa mempertimbangkan perbedaan jenis dan varietas nanas, karena tidak menjadi objek kajian dalam penelitian ini.
4. Percobaan aktivasi dilakukan secara fisika dengan menggunakan variasi suhu pemanasan 200°C, 300°C, dan 400°C dan aktivasi secara kimia dengan variasi perendaman larutan zat meliputi HCl 2%, NaOH 2% dan H₂O₂ 2%.
5. Kondisi percobaan yang digunakan adalah kondisi optimum yaitu ukuran partikel, dosis adsorben, pH, konsentrasi awal, dan waktu kontak yang didapatkan dari penelitian Alda (2026).
6. Penelitian ini terbatas pada skala laboratorium dan percobaan utama dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).
7. Metode analisis mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.5-2009 tentang cara uji mangan (Mn) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)-Nyala.
8. Karakterisasi adsorben dilakukan menggunakan metode *Scanning Electron Microscope–Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX) dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).
9. Hasil pengujian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No.2 Tahun 2023 tentang Baku Mutu Kesehatan Lingkungan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang berkaitan dengan logam dalam air tanah, mangan (Mn), aktivasi adsorben, penelitian terdahulu tentang adsorben serbuk mahkota nanas, dan penelitian terdahulu dan teori pendukung mengenai karakterisasi adsorben dan mekanisme adsorpsi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rangkaian pelaksanaan penelitian, yang meliputi studi literatur, persiapan percobaan, alat dan bahan yang digunakan, metode analisis laboratorium, serta lokasi penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil penelitian yang diperoleh beserta analisis dan pembahasan terhadap hasil tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan serta saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

