

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas manusia, seperti penggunaan pestisida dan pupuk, kegiatan industri berbasis Aluminium, serta aktivitas domestik, dapat menyebabkan pencemaran air tanah, salah satunya pencemaran oleh logam. Berdasarkan penelitian Hudawaty (2017), pengujian terhadap sampel air tanah di Kota Padang menunjukkan adanya kandungan Aluminium (Al) pada air tanah yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Konsentrasi Al tertinggi tercatat sebesar 3,25 mg/L pada sampel yang berasal dari Kelurahan Bandar Purus. Nilai tersebut tergolong tinggi jika dibandingkan dengan kadar Aluminium pada perairan alami yang umumnya berada di bawah 1,0 mg/L (Noradhimah, 2021). Meskipun demikian, nilai tersebut masih berada di atas baku mutu Aluminium dalam air minum berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, yaitu 0,2 mg/L, sehingga keberadaan Aluminium di Kota Padang masih memerlukan upaya pengolahan sebelum air digunakan sebagai air minum. Paparan Al yang melebihi ambang batas ini dalam jangka panjang akan berpotensi menyebabkan gangguan sistem saraf, penurunan fungsi kognitif, serta gangguan fungsi ginjal.

Salah satu upaya untuk menyisihkan logam Al dari air limbah adalah adsorpsi. Proses adsorpsi terbukti efektif, selektif dan mampu menyisihkan tingkat logam yang larut dalam larutan (Lim dkk., 2008). Adsorpsi merupakan peristiwa di mana suatu zat terlarut dalam suatu larutan (adsorbat) menempel, terikat atau terjerap, dan terakumulasi pada permukaan padatan (adsorben) (Reynolds & Richards, 1996). Kunci keberhasilan proses adsorpsi itu sendiri terletak pada bahan penjerap atau adsorben di mana biasanya memiliki pori, rongga, serta situs aktif dan digunakan untuk menjerap molekul adsorbat dalam proses adsorpsi (Astuti, 2017). Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan sistem *batch* maupun kontinu. Pada sistem *batch*, adsorben dan adsorbat dikontakkan tanpa aliran masuk atau keluar, sedangkan pada sistem kontinu proses berlangsung terus-menerus dalam kolom hingga jenuh dengan adanya aliran masuk dan keluar (O'Connell dkk., 2008).

Besarnya pengaruh sifat adsorben terhadap keberhasilan proses adsorpsi tersebut menjadikan aktivasi sebagai salah satu upaya penting yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja adsorben. Aktivasi adsorben merupakan suatu proses yang bertujuan meningkatkan efektivitas adsorben yang dapat dilakukan secara fisika dan kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan pembakaran bahan pada suhu tertentu untuk membuka pori dan memperluas permukaan material. Sedangkan aktivasi kimia dilakukan melalui perendaman dengan reagen kimia, seperti H_3PO_4 , NaOH dan ZnCl_2 , HCl , H_2SO_4 , dan sebagainya untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi logam dibandingkan adsorben tanpa aktivasi (Ifa dkk., 2021).

Seiring meningkatnya kebutuhan akan adsorben yang efektif dan ramah lingkungan, banyak penelitian telah memanfaatkan berbagai limbah pertanian kaya karbon sebagai bahan baku karbon aktif, seperti sekam padi, tempurung kelapa, dan tongkol jagung, namun limbah nanas masih relatif jarang dikaji. Salah satu limbah potensial dari hasil limbah nanas adalah mahkota nanas, namun selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau dibuang begitu saja. Kandungan selulosa, pentosan, lignin, abu, serta protein dalam mahkota nanas menjadikannya bahan yang cocok untuk pembuatan karbon aktif (Silalahi, 2022). Penelitian terdahulu dengan teknik adsorpsi telah membuktikan mahkota nanas dapat dijadikan adsorben untuk menyisihkan logam Aluminium dari air limbah. Penelitian oleh Subki dkk., (2020) melaporkan bahwa serbuk mahkota nanas yang diolah menjadi karbon aktif melalui proses karbonisasi pada suhu 550°C dan 780°C , kemudian dilanjutkan dengan aktivasi kimia menggunakan KOH dan ZnCl_2 , mampu menghilangkan logam Aluminium (Al) dari air limbah melalui proses *batch*. Efisiensi penyisihan Al yang diperoleh masing-masing mencapai 97,88% dan 94,61%.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada penyisihan logam Aluminium (Al) dalam air tanah menggunakan adsorben serbuk mahkota nanas yang diaktivasi secara fisika dan kimia dengan sistem *batch*. Aktivasi dilakukan untuk meningkatkan karakteristik adsorben sehingga diperoleh kondisi aktivasi yang paling efektif dalam meningkatkan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi Aluminium (Al). Aluminium merupakan salah satu parameter logam yang tercantum dalam parameter wajib kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Meskipun pemanfaatan adsorben

berbahan dasar mahkota nanas telah banyak diteliti, kajian yang membandingkan secara langsung aktivasi fisika, kimia, dan kombinasi pada adsorben serbuk mahkota nanas untuk penyisihan Aluminium masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai metode aktivasi terhadap karakteristik adsorben dan menentukan metode aktivasi yang paling efektif dalam meningkatkan kinerja adsorpsi Aluminium. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan logam Al serta menjadi solusi adsorben yang efektif dalam pengolahan air tanah yang tercemar logam. Penelitian ini juga diharapkan nantinya dapat menjadi alternatif pengolahan air tanah yang mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan kembali limbah pertanian yang jarang dimanfaatkan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja dan karakteristik adsorben serbuk mahkota nanas teraktivasi fisika dan kimia dalam menyisihkan logam Aluminium (Al) dari air tanah.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menguji kinerja adsorpsi meliputi efisiensi penyisihan Aluminium (Al) dari larutan artifisial dan kapasitas adsorpsi dari adsorben serbuk mahkota nanas yang telah teraktivasi secara fisika dan kimia.
2. Menganalisis pengaruh variasi aktivasi fisika dan kimia terhadap kinerja dan karakteristik adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan Aluminium (Al).
3. Menentukan metode aktivasi terbaik ditinjau dari kinerja adsorpsi dan karakteristik adsorben serbuk mahkota nanas dalam menyisihkan Aluminium (Al).
4. Menguji efektivitas adsorben dengan aktivasi terbaik tersebut dalam menyisihkan Aluminium (Al) pada sampel air tanah asli.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh masyarakat.
2. Memanfaatkan limbah pertanian sebagai alternatif adsorben.
3. Mendukung *green technology* di mana memanfaatkan limbah sebagai adsorben untuk pengolahan air tanah.
4. Mengoptimalkan kemampuan adsorben dalam mengikat dan menyisihkan ion Aluminium (Al) dari air tanah guna mencegah dampak toksik terhadap kesehatan dan lingkungan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Percobaan dilakukan menggunakan sampel yang berasal dari larutan artifisial sebagai percobaan utama dan air tanah asli untuk percobaan aplikasi.
2. Parameter yang diuji pada sampel air tanah artifisial adalah logam Aluminium (Al) dengan pengujian menggunakan sistem *batch*.
3. Adsorben yang digunakan adalah serbuk mahkota nanas yang diperoleh dari usaha buah di Kota Padang, tanpa mempertimbangkan perbedaan jenis dan varietas nanas, karena tidak menjadi objek kajian dalam penelitian.
4. Proses adsorpsi dilakukan menggunakan kondisi optimum yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, yaitu ukuran partikel, dosis adsorben, pH, konsentrasi, dan waktu kontak.
5. Penelitian ini dilakukan dengan memiliki tim dan terbatas pada skala laboratorium dengan aktivasi yang dilakukan meliputi aktivasi fisika yaitu pembakaran pada suhu 200°C, 300°C, 400°C, aktivasi kimia meliputi perendaman dengan senyawa HCl 2%, NaOH 2%, H₂O₂ 2%, serta kombinasi aktivasi fisika dan kimia terbaik yang dilakukan sebanyak tiga kali (*triplo*).
6. Analisis konsentrasi Aluminium (Al) dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) sesuai dengan SNI 6989.84:2009.
7. Hasil penelitian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 mengenai Baku Mutu Kesehatan Lingkungan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang berkaitan dengan pencemaran air tanah, kandungan logam pada air dan air tanah, karakteristik logam Aluminium (Al), konsep adsorpsi dan adsorben, metode aktivasi adsorben secara fisika dan kimia, karakterisasi adsorben menggunakan SEM-EDX dan FTIR, kajian penelitian terdahulu, serta metode analisis statistik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan rangkaian tahapan penelitian yang meliputi persiapan adsorben, pelaksanaan aktivasi secara fisika dan kimia, proses adsorpsi menggunakan larutan artifisial, pengujian aplikatif terhadap air tanah, karakterisasi adsorben, serta pengolahan dan analisis data secara statistik.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil percobaan aktivasi, hasil adsorpsi, karakterisasi adsorben, aplikasi pada air tanah serta analisis statistik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dan saran yang disusun berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang telah dilakukan.