

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah adalah sumber daya alam yang memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan air bersih makhluk hidup, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Namun, di berbagai wilayah Indonesia, kualitas air tanah terutama di daerah dengan pemukiman padat dan aktivitas industri sering tidak memenuhi standar baku mutu berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 menetapkan batas maksimum kadar besi terlarut (Fe^{2+}) sebesar 0,2 mg/L dan Mangan terlarut (Mn^{2+}) sebesar 0,1 mg/L.

Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa kadar logam Fe^{2+} dan Mn^{2+} dalam air tanah di beberapa daerah masih melebihi baku mutu tersebut. Salah satu daerah mengandung mangan dengan konsentrasi mencapai 1,74 mg/L (Rahmadani et al., 2022). Sementara itu, kandungan besi dalam air tanah sebesar 9,667 mg/L (Dulanlebit et al., 2020). Kandungan ini tidak hanya menyebabkan perubahan fisik pada air seperti bau tidak sedap dan endapan berwarna kuning hingga coklat, tetapi juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat yang mengonsumsinya (Bagaskoro et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengolahan air tanah yang efektif dan berkelanjutan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi Fe^{2+} dan Mn^{2+} adalah proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses penyerapan zat terlarut oleh bahan penyerap (adsorben) yang terjadi karena adanya daya tarik-menarik antara zat terlarut dengan zat pelarut. Adsorpsi mampu menghilangkan kontaminan logam berat, senyawa organik, dan zat warna (Anggriawan et al., 2022). Proses adsorpsi semakin banyak dikembangkan karena efisien, ekonomis, dan mudah diaplikasikan. Adsorpsi memanfaatkan bahan berpori untuk mengikat zat pencemar dari air ke permukaan adsorben. Adsorben menjadi komponen utama dalam proses ini.

Secara umum, adsorben dikelompokan menjadi beberapa jenis, yaitu adsorben sintetis, adsorben alami atau bioadsorben, dan adsorben berbasis limbah. Pada

umumnya adsorben sintetis seperti karbon aktif dan zeolit memiliki efektivitas yang tinggi, tetapi biaya produksinya relatif mahal dan penggunaannya sering kali menghasilkan limbah tambahan. Kemudian, adsorben alami seperti tanah liat, zeolit alam, dan batuan vulkanik, yang lebih mudah diperoleh namun kadang memiliki kapasitas adsorpsi lebih rendah. Sedangkan bioadsorben atau adsorben berbasis limbah, yang berasal dari bahan organik atau anorganik yang diolah kembali, seperti limbah pertanian (sekam padi, tongkol jagung), limbah industri (*fly ash*), dan biomassa lainnya (Rahmi & Sajidah, 2017).

Pada penelitian ini, adsorben berbasis limbah yang digunakan adalah *fly ash* dan tongkol jagung. *fly ash* berasal dari limbah padat dari pembakaran batu bara yang memiliki kandungan silika (SiO_2) dan aluminia (Al_2O_3). *Fly ash* memiliki ukuran partikel berkisar 10–30 μm dengan luas permukaan sekitar 2,997–5,412 m^2/g (Lubis et al., 2020). Sementara itu, tongkol jagung mengandung unsur selulosa dan hemiselulosa yang memiliki gugus fungsi aktif seperti -OH, -COOH, dan -NH₂ (Anggraini et al., 2023). Tongkol jagung memiliki ukuran pori makro yaitu sekitar 5 μm –20 nm dan memiliki luas permukaan sekitar 1471,4 m^2/g , hal ini berarti ukuran partikel yang lebih halus dapat meningkatkan adsorpsi karena luas permukaan yang besar (Yang & Zhang, 2018). *Fly ash* dan tongkol jagung memiliki struktur pori yang baik dan mampu meningkatkan kemampuan dalam mengikat ion logam dalam air, serta kontaminan lainnya melalui proses aktivasi kimia atau fisik.

Sebagai alternatif, berbagai penelitian mulai mengembangkan adsorben berbasis limbah yang lebih murah dan ramah lingkungan. Pemanfaatan adsorben berbasis limbah ini memberikan solusi pengolahan air tanah dan mendukung konsep ekonomi sirkular dan keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi limbah padat. Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas air tanah dengan melakukan pengolahan melalui proses adsorpsi menggunakan *fly ash* dan tongkol jagung sebagai adsorben alternatif untuk menurunkan kadar Fe²⁺ dan Mn²⁺ pada air tanah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana efisiensi adsorben *fly ash* dan tongkol jagung dalam menurunkan kadar Fe^{2+} dan Mn^{2+} pada air tanah melalui proses adsorpsi?
2. Bagaimana pengaruh tinggi adsorben dan waktu sampling terhadap proses adsorpsi Fe^{2+} dan Mn^{2+} pada air tanah menggunakan adsorben alternatif *fly ash* dan tongkol jagung?
3. Bagaimana perubahan gugus fungsi aktif pada adsorben alternatif *fly ash* dan tongkol jagung setelah proses adsorpsi pada kondisi optimum dalam penurunan kadar Fe^{2+} dan Mn^{2+} ?
4. Bagaimana laju adsorpsi Fe^{2+} dan Mn^{2+} menggunakan adsorben alternatif *fly ash* dan tongkol jagung dengan model kinetika thomas dan yoon-nelson pada adsorpsi aliran kontinyu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis efisiensi adsorben *fly ash* dan tongkol jagung dalam menurunkan kadar Fe^{2+} dan Mn^{2+} pada air tanah melalui proses adsorpsi.
2. Menganalisis pengaruh tinggi adsorben dan waktu sampling terhadap proses adsorpsi Fe^{2+} dan Mn^{2+} pada air tanah menggunakan adsorben alternatif *fly ash* dan tongkol jagung
3. Menganalisis perubahan gugus fungsi aktif pada adsorben alternatif *fly ash* dan tongkol jagung setelah proses adsorpsi pada kondisi optimum dalam penurunan kadar Fe^{2+} dan Mn^{2+} .
4. Menganalisis laju adsorpsi Fe^{2+} dan Mn^{2+} menggunakan adsorben alternatif *fly ash* dan tongkol jagung dengan model kinetika thomas dan yoon-nelson pada adsorpsi aliran kontinyu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Mengetahui teknik pengolahan air tanah yang mengandung kadar Fe^{2+} dan Mn^{2+} yang tinggi menggunakan proses adsorpsi dengan media *fly ash* dan tongkol jagung.
2. Menunjukkan peran gugus fungsi aktif pada adsorben alternatif dalam proses penyerapan Fe^{2+} dan Mn^{2+} sebagai acuan untuk pengembangan adsorben serupa.
3. Memberikan referensi pemodelan kinetika adsorpsi dalam adsorpsi aliran kontinyu seperti model thomas dan yoon-nelson yang dapat digunakan dalam perancangan sistem pengolahan air skala laboratorium maupun skala lapangan.
4. Memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah *fly ash* dan tongkol jagung sebagai adsorben yang mudah di dapat dan ekonomis untuk teknologi pengolahan air tanah berbasis bahan lokal.

1.5 Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran ” Jawa Timur, sebagai tempat pengujian dan analisis.
2. Air sampel yang digunakan adalah air tanah di sekitar Kabupaten Kediri
3. Penelitian ini berfokus pada analisis kadar besi terlarut (Fe^{2+}) dan mangan terlarut (Mn^{2+}) dalam air tanah sebelum dan sesudah proses adsorpsi pada sistem kontinyu proses adsorpsi.
4. Jenis adsorben yang digunakan adalah *fly ash* yang berasal dari industri kertas di Jawa Timur dan tongkol jagung yang dari limbah jagung di daerah sidoarjo.
5. Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi dengan menggunakan reaktor sistem kontinyu.