

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air tanah merupakan sumber utama air bersih bagi masyarakat Indonesia. Menurut Statistik Air Bersih 2019–2023 yang diterbitkan oleh BPS Kota Padang, di mana sekitar 37,2% rumah tangga masih mengandalkan sumur ataupun pompa air tanah sebagai sumber air minum dan kebutuhan harian. Kandungan Mangan (Mn) dalam air tanah merupakan salah satu masalah kualitas air yang sering ditemui. Dalam kondisi aerobik, Mn^{2+} yang terlarut cenderung teroksidasi menjadi Mn^{4+} yang tidak larut, terutama pada pH netral hingga basa, sehingga membentuk endapan padat dan menurunkan kelarutan Mangan di dalam air. Sebaliknya, pada kondisi anaerobik, Mn lebih stabil dalam bentuk Mn^{2+} terlarut sehingga konsentrasinya di air tanah dapat meningkat. Keadaan ini menjelaskan mengapa kandungan Mangan di air tanah kerap tidak memenuhi baku mutu lingkungan. Penelitian di Padang menunjukkan bahwa konsentrasi Mn pada air tanah di Kelurahan Koto Pulaui mencapai 0,954-0,992 mg/L (Nanda, 2024), nilainya tidak memenuhi Baku mutu Mangan dalam air minum dan kebutuhan sanitasi yang ditetapkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 sebesar 0,1 mg/L. Menurut *World Health Organization* Paparan Mangan melalui air minum dalam jangka panjang dapat mengganggu sistem saraf, seperti menimbulkan perubahan perilaku, menurunkan fungsi motorik, dan memicu gejala mirip parkinson. Anak-anak lebih berisiko karena sistem saraf mereka masih berkembang sehingga lebih rentan terhadap dampaknya.

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk menurunkan kadar Mn dalam air, antara lain presipitasi-koagulasi, filtrasi membran, oksidasi-filtrasi, pertukaran ion, dan adsorpsi. Di antara berbagai metode tersebut, adsorpsi dipandang sebagai alternatif yang lebih praktis dan efektif, karena mampu menyisihkan Mn dengan memanfaatkan bahan alami maupun karbon aktif sebagai adsorben (Raji dkk., 2023). Efektivitas proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh karakteristik adsorben, seperti luas permukaan, ukuran pori, dan keberadaan gugus fungsional aktif, yang secara langsung menentukan kapasitas serta laju penyerapan ion logam berat dari air (Rudi dkk., 2020).

Plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*) merupakan material termoplastik yang umumnya digunakan untuk kemasan sekali pakai, seperti botol air mineral. Karena penggunaannya yang umum dan sifatnya yang sekali pakai maka akan menimbulkan tantangan baru dalam pengelolaan limbah plastik jenis PET (*Utomo dan Arfiana, 2023*). Di Indonesia, timbulan limbah plastik PET mencapai rata-rata sekitar 1,08 juta ton per tahun selama periode 2021 hingga 2023, dengan industri air kemasan sebagai penyumbang terbesar konsumsi PET nasional sebesar 28% (*Evtriyandani dkk., 2025*). Besarnya timbulan limbah PET tersebut membuka peluang pemanfaatan lebih lanjut, salah satunya melalui konversi menjadi karbon aktif, yang memiliki potensi luas dalam berbagai aplikasi.

Karbon aktif berbahan dasar Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan salah satu bentuk pemanfaatan limbah plastik yang bernilai tambah tinggi. Menurut *Elewa et al., (2023)* proses karbonisasi dan aktivasi kimia menggunakan aktivator asam atau basa kuat, struktur PET dapat diubah menjadi material berpori dengan luas permukaan yang besar dan karakteristik fungsional yang sesuai untuk proses adsorpsi. Material hasil aktivasi ini menunjukkan kemampuan yang kompetitif dibandingkan karbon aktif konvensional, terutama dalam aplikasi penjerapan ion logam berat. *Zhang dkk. (2020)* menyampaikan bahwa karbon aktif yang disintesis dari limbah PET dengan aktivasi HCl mampu mencapai efisiensi adsorpsi ion Mn(II) hingga 91,29% pada kondisi optimum. Kinerja tersebut dikaitkan dengan peningkatan luas permukaan spesifik, distribusi ukuran pori yang seragam, serta keberadaan gugus fungsional oksigen yang meningkatkan interaksi elektrostatis antara permukaan adsorben dan ion logam. Dengan demikian, karbon aktif berbasis PET memiliki potensi signifikan sebagai alternatif adsorben yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga mendukung upaya pengelolaan limbah plastik secara berkelanjutan.

Penelitian sebelumnya telah mengkaji karbon aktif berbasis limbah *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai adsorben, namun umumnya menggunakan aktivator yang berbeda, sedangkan aktivasi HCl lebih banyak diterapkan pada bahan baku non-PET. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kemampuan karbon aktif berbasis limbah PET yang diaktivasi menggunakan HCl dalam menyisihkan ion Mn dari air tanah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penggunaan karbon PET yang diaktivasi dengan HCl sebagai adsorben dalam menurunkan kadar logam Mn pada air tanah menggunakan reaktor *batch*. Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan pH optimal dalam menyisihkan logam Mn dari air tanah menggunakan adsorben karbon aktif PET;
2. Membandingkan kinerja adsorpsi *char* PET dan karbon aktif PET dalam menyisihkan logam Mn dari air tanah;
3. Menganalisis kinetika reaksi dan isoterm adsorpsi yang sesuai dalam proses penjerapan logam Mn oleh adsorben karbon aktif PET.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah plastik PET sebagai alternatif adsorben untuk menyisihkan logam Mn dari air tanah;
2. Memberikan salah satu teknologi alternatif pengolahan air tanah yang bisa diterapkan oleh masyarakat;
3. Mendukung teknologi hijau yang memanfaatkan karbon aktif PET sebagai adsorben.

1.4 Ruang Lingkup

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Adsorben yang digunakan adalah karbon aktif dan *char*. *Char* yaitu hasil pembakaran limbah plastik PET. sedangkan karbon aktif, yaitu *char* yang telah diaktivasi menggunakan HCl untuk meningkatkan luas permukaan dan daya serapnya;
2. Penelitian pendahuluan dilakukan menggunakan karbon aktif PET untuk memperoleh waktu kontak optimum;
3. Penelitian dilakukan pada kondisi percobaan tetap dengan ukuran partikel adsorben 100 mesh (0,105 – 0,149 mm), dosis adsorben sebesar 3 g/L, serta konsentrasi awal larutan Mn ditetapkan sekitar 0,8 mg/L;
4. Penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan larutan Mangan

- artifisial, dengan variasi pH 5, 6, 7, dan 8;
5. Percobaan penentuan pH optimum percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (*triplo*);
 6. Kondisi pH optimum yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk diterapkan pada air tanah asli yang mengandung Mangan;
 7. Analisis konsentrasi logam Mn total dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA-) nyata sesuai dengan SNI 6989.5-2009.
 8. Sampel air tanah diambil pada sumur warga di Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang;
 9. Pengambilan sampel mengacu kepada SNI 6989.57:2008 Tentang Cara Pengambilan Sampel Air Tanah;
 10. Analisis karakteristik adsorben menggunakan *Scanning Electron Microscopes Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR);
 11. Uji isoterm adsorpsi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model Langmuir dan Freundlich;
 12. Uji kinetika adsorpsi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model orde nol, orde satu, orde dua, pseudo orde satu dan pseudo orde dua;
 13. Analisis statistik dalam penelitian ini mencakup uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk), uji one-way ANOVA, uji korelasi Pearson, serta uji regresi linear, dengan pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi SPSS versi 25.0.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud, dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang limbah plastik PET dan logam Mangan (Mn), mencakup definisi PET dan logam Mn, karakteristik limbah

plastik, dampak pencemaran logam Mn terhadap lingkungan dan kesehatan, serta metode aktivasi dan analisis statistik yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode sampling, metode analisis laboratorium, serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan disertai dengan pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

