

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Masalah lingkungan yang disebabkan oleh lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur, telah menjadi perhatian nasional sejak 2006. Semburan lumpur yang terjadi secara terus-menerus telah menyebabkan dampak negatif pada ekosistem, kehilangan lahan produktif, dan pengungsian ribuan warga. Namun, lumpur ini memiliki kandungan mineral yang tinggi, seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), yang menjadikannya bahan baku potensial untuk pembuatan material fungsional. Kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang mencapai 18–30% pada lumpur Lapindo membuka peluang untuk mengolahnya menjadi  $\gamma$ -alumina, sebuah material berpori dengan berbagai aplikasi industri. Pemanfaatan lumpur Lapindo tidak hanya dapat mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah melalui transformasi menjadi bahan yang bernilai tinggi (Anggoro dkk., 2024).

$\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  adalah material berbasis alumina yang memiliki struktur berpori dengan ukuran pori mesopori (2–50 nm). Material ini dikenal memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi, stabilitas termal yang baik, serta kemampuan adsorpsi yang sangat efektif. Sifat-sifat ini membuat  $\gamma$ -alumina banyak digunakan dalam aplikasi katalis, penyangga reaksi kimia, dan terutama sebagai adsorben. Dalam pengolahan limbah cair,  $\gamma$ -alumina efektif dalam mengadsorpsi zat warna seperti *methylene blue*, yang sering ditemukan dalam limbah industri tekstil. *Methylene blue* adalah pewarna organik yang stabil, tetapi sulit terurai secara alami,

sehingga dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia jika tidak ditangani secara tepat (Yudhistia dkk., 2018).

Limbah cair industri tekstil yang mengandung *methylene blue* menjadi salah satu sumber polusi utama di perairan. Pewarna ini dapat merusak kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem (Tehubijuluw dkk., 2021). Salah satu metode yang efektif untuk mengatasi permasalahan ini adalah adsorpsi menggunakan material berpori.  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  mesopori memiliki keunggulan dalam proses adsorpsi karena luas permukaannya yang besar dan struktur porinya yang seragam. Material ini dapat menyerap molekul *methylene blue* secara efisien melalui interaksi fisik dan kimia di permukaannya (Fernandes dkk., 2021).

Berdasarkan kajian literatur, penelitian untuk mensintesis  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  mesopori dengan metode sonikasi masih terbatas, terutama dalam pengembangan struktur mesopori yang penting untuk aplikasi adsorpsi. Metode ini menggunakan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan efek kavitasi, yaitu proses pembentukan dan runtuhnya gelembung-gelembung mikro di dalam larutan. Runtuhnya gelembung tersebut menciptakan kondisi ekstrem berupa suhu dan tekanan tinggi secara lokal yang meningkatkan efisiensi reaksi kimia serta homogenitas campuran. Metode sonikasi dapat menghasilkan material dengan struktur pori yang lebih seragam dibandingkan metode konvensional (Gholizadeh dkk., 2024). Selain itu, penggunaan asam stearat sebagai *template* organik memberikan kontrol lebih baik terhadap ukuran dan distribusi pori. Variasi rasio asam stearat/Al dalam proses sintesis sangat memengaruhi sifat material yang dihasilkan, seperti luas permukaan spesifik dan kapasitas adsorpsi (Kim dkk., 2003). Oleh karena itu, penelitian ini

mengisi celah tersebut dengan mensintesis  $\gamma$ -alumina mesopori dari lumpur Lapindo menggunakan metode sonikasi dan variasi rasio asam stearat/Al, serta mengujinya sebagai adsorben *methylene blue*.

Proses adsorpsi yang melibatkan  $\gamma$ -alumina mesopori memerlukan analisis kinetika dan isoterm untuk mengevaluasi efisiensinya. Model kinetika seperti *pseudo-first-order* dan *pseudo-second-order* digunakan untuk memahami mekanisme pengikatan molekul *methylene blue* pada permukaan  $\gamma$ -alumina. Selain itu, isoterm Langmuir dan Freundlich membantu menentukan kapasitas maksimum adsorpsi yang dapat dicapai. Studi ini memberikan wawasan penting mengenai efektivitas material yang dihasilkan dalam mengatasi permasalahan limbah cair (Fernandes dkk., 2021).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis  $\gamma$ -alumina mesopori berbahan dasar lumpur Lapindo dengan variasi rasio asam stearat/Al menggunakan metode sonikasi. Material yang dihasilkan akan diuji sebagai adsorben *methylene blue* untuk menilai efektivitasnya dalam aplikasi pengolahan limbah cair. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif untuk mengatasi masalah lingkungan, mengurangi limbah lumpur Lapindo, serta menghasilkan teknologi pengolahan limbah cair yang ramah lingkungan dan efisien.

## I.2 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis  $\gamma$ -alumina mesopori berbahan dasar lumpur Lapindo dengan variasi rasio *template* asam stearat/Al menggunakan metode sonikasi serta menentukan pengaruh variasi rasio asam stearat/Al terhadap karakteristik material seperti struktur pori dan luas permukaan.
2. Menentukan kapasitas adsorpsi dan kinetika adsorpsi pada  $\gamma$ -alumina mesopori sebagai adsorben *methylene blue*.