

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri batik yang pesat berimplikasi pada produksi limbah berbentuk gas, padat, dan cair yang berpotensi merusak lingkungan (Hannan *et al.*, 2024). Limbah batik yang dibuang ke badan air mengandung polutan organik dan logam berat dengan konsentrasi yang sangat tinggi, sehingga menyebabkan kontaminasi pada ekosistem badan air (Diba *et al.*, 2019). Proses pewarnaan dalam membatik menjadi penyumbang utama pencemaran akibat penggunaan pewarna sintetis (Apriyani, 2018). Studi sebelumnya melaporkan bahwa pada tahap pewarnaan teridentifikasi kandungan pencemar krom total sebesar sebesar 8,7 mg/L (Ferlian & Novirina, 2023).

Bahaya logam berat krom total dalam perairan berpotensi mendegradasi kualitas perairan dan mengancam kehidupan biota akuatik jika tidak dikelola terlebih dahulu (Ayuningtyas, 2020). Dalam limbah batik krom total terbentuk dari penggunaan pewarna sintetis yang digunakan sebagai penguat warna pada batik (Dini *et al.*, 2023). Parameter krom dan warna sangat berhubungan karena pada limbah batik menggunakan pewarna sintesis yang sulit untuk terdegradasi. Adanya polutan logam berat dapat mencemari badan air karena bersifat toksik, bioakumulatif, dan karsinogenik (Fadilla, 2022).

Teknologi pengolahan limbah cair batik yang digunakan dalam menyisihkan parameter krom total adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses terjerapnya zat terlarut ke permukaan adsorben sebagai akibat dari gaya van der Waals atau interaksi kimia antara molekul adsorbat dengan sisi aktif adsorben (Ramadani *et al.*, 2023). Adsorpsi yang belum banyak dikembangkan yaitu adsorpsi *Fixed-Bed Reactor* dan *Fluidized-Bed Reactor* (Hummadi *et al.*, 2022). Proses adsorpsi secara fluidisasi dioperasikan melalui kontak langsung antara larutan limbah dengan material adsorben, kemudian aliran gas atau cairan dialirkan melalui bed distributor dengan kecepatan yang cukup untuk mengangkat dan mensuspensi partikel adsorben (Herawati *et al.*, 2018). Dalam proses kontinyu terdapat aliran masuk dan

keluar, dimana mengalirkan adsorbat ke dalam adsorben sehingga meningkatkan efisiensi adsorpsi secara optimal hingga jenuh (Tuas, 2018).

Terdapat berbagai jenis adsorben seperti zeolit, karbon aktif, bioadsorben, dan silika yang dapat diaplikasikan pada pengolahan limbah cair batik (Majid *et al.*, 2023). Penelitian ini memanfaatkan zeolit serta bioadsorben berbasis limbah pertanian, yaitu tempurung kelapa dan tongkol jagung. Tempurung kelapa mengandung lignin sebesar (36,51%), selulosa (33,61%), hemiselulosa (19,27%) (Astuti *et al.*, 2018). Tongkol jagung mengandung lignin sebesar (15%), selulosa (45%) dan hemiselulosa (35%) (Simanullang, 2021). Struktur selulosa yang berpori menghasilkan luas permukaan spesifik yang besar dan mengoptimalkan efisiensi adsorpsi (M. Zhang *et al.*, 2024). Sementara lignin menyediakan gugus fungsional aktif yang memperkuat interaksi dengan logam berat dan zat warna (Z. Zhang *et al.*, 2023).

Adsorpsi oleh bahan berpori sebagai metode yang efektif dalam pengolahan air limbah karena murah, sederhana, efisiensi tinggi, dan ramah lingkungan (Marzbali & Esmaili, 2017). Studi mengenai efektivitas adsorpsi kontinyu *Fixed-Bed* dan *Fluidized-Bed Reactor* untuk pengolahan limbah batik masih sangat terbatas. Oleh karena itu, percobaan secara kontinyu dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan *Fixed-Bed Reactor* dan *Fluidized-Bed Reactor* untuk membandingkan kinerjanya dalam menurunkan konsentrasi krom total dari limbah batik, menggunakan adsorben tempurung kelapa, tongkol jagung, dan zeolit sebagai material adsorben berbasis limbah pertanian dengan ketersediaan melimpah dan ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi adsorben tempurung kelapa, tongkol jagung, dan zeolit dengan *fixed-bed reactor* dan *fluidized-bed reactor* terhadap persen penyisihannya?
2. Bagaimana efisiensi dari *fixed-bed reactor* dan *fluidized-bed reactor* dalam menurunkan parameter krom total pada limbah cair batik?

3. Bagaimana hasil kapasitas dan kinetika adsorpsi menggunakan pemodelan Thomas dan Yoon-Nelson dalam menurunkan parameter dan krom total dengan adsorben tempurung kelapa, tongkol jagung, dan zeolit?
4. Bagaimana morfologi dari adsorben sebelum dan setelah proses adsorpsi dengan presentase penyisihan terbaik menggunakan uji SEM?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh variasi adsorben tempurung kelapa, tongkol jagung, dan zeolit terhadap efisiensi adsorpsi krom total pada limbah cair batik menggunakan *fixed-bed reactor* dan *fluidized-bed reactor*.
2. Menganalisis efisiensi reaktor adsorpsi *fixed-bed reactor* dan *fluidized-bed reactor* dalam menurunkan parameter krom total limbah cair batik.
3. Menganalisis kapasitas dan kinetika adsorpsi pemodelan Thomas dan Yoon-Nelson dalam menurunkan parameter krom total dengan adsorben tempurung kelapa, tongkol jagung, dan zeolit.
4. Menganalisis morfologi dari adsorben sebelum dan setelah proses adsorpsi yang terbaik menggunakan uji SEM.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengembangkan informasi dan ilmu pengetahuan mengenai teknologi pengolahan limbah cair sehingga membantu perusahaan dalam mematuhi peraturan pemerintah akibat pelanggaran lingkungan.
2. Mengoptimalkan proses adsorpsi dalam menurunkan parameter pencemar krom dengan metode adsorpsi sehingga dapat dijadikan alternatif teknologi pengolahan yang efektif dan ramah lingkungan.
3. Mengatasi permasalahan yang timbul dari adanya beban pencemar akibat limbah cair batik yang dibuang ke sungai.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Air sampel yang digunakan berasal dari limbah cair batik Jemursari.
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode adsorpsi sistem kontinyu dengan menggunakan *fixed-bed reactor* dan *fluidized-bed reactor*.
4. Penelitian menggunakan adsorben dari tempurung kelapa, tongkol jagung, dan zeolit dengan ukuran 100 *mesh*.
5. Pemodelan yang digunakan dalam analisis kapasitas dan kinetika adsorpsi adalah model Thomas dan Yoon-Nelson.
6. Parameter yang dianalisa dalam limbah cair batik ini adalah krom total, suhu, dan pH.