

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri tekstil berkembang secara cepat telah memberikan andil yang signifikan terhadap dinamika pertumbuhan ekonomi di tingkat global. Namun, sektor industri ini turut menghasilkan limbah cair yang berpotensi merusak lingkungan. Limbah cair merupakan sisa cairan yang berasal dari lingkungan masyarakat atau industri, yang mengandung sekitar 0,1% bahan padat, baik organik maupun anorganik (Martini dkk., 2020). Secara fisik, air limbah dari industri tekstil memiliki ciri-ciri seperti berwarna keruh, memiliki pH tinggi dan berbau (Yuniarti & Widayatno, 2022). Dalam proses produksi, industri tekstil menggunakan berbagai jenis zat pewarna pada tahap pewarnaan dan pencelupan. Limbah cair yang dihasilkan, terutama yang mengandung zat warna sintetis, sulit terurai secara biologis dan berdampak negatif terhadap ekosistem perairan. Saat ini, industri tekstil menggunakan berbagai jenis bahan pewarna yang terdiri dari berbagai macam zat warna (Furozi dkk., 2022).

Pewarna *congo red* merupakan contoh pewarna sintesis yang dikenal karena efek berbahayanya, sering ditemukan dalam limbah yang terkait dengan industri tekstil. *Congo red*, yang secara ilmiah dikenal sebagai natrium benzenediazo-bis-1-naftilamin-4-sulfonat tergolong sebagai pewarna azo anionik dalam industri tekstil (Oladoye dkk., 2022). Secara karakteristik, *congo red* memiliki struktur aromatik yang stabil sehingga sulit terurai secara biologis, dan berbahaya bagi kesehatan manusia apabila tertelan, bahan ini berpotensi menyebabkan mual, *emesis*, dan diare. Selain itu, jika terkena mata atau terdifusi melalui kulit, *congo red* dapat menyebabkan iritasi, merusak sistem pernapasan, memicu kanker, serta mengganggu sistem reproduksi dan perkembangan janin (Putra dkk., 2019).

Berbagai metode pengolahan limbah telah dikembangkan, salah satunya adalah metode adsorpsi yang dianggap efisien dan ekonomis dalam menurunkan kadar zat berbahaya (Oladoye dkk., 2022). Adsorpsi menggunakan material alam seperti silika telah banyak diteliti karena daya adsorpsinya yang tinggi serta

ketersediaannya yang melimpah. Silika dapat diekstraksi dari berbagai sumber alami, termasuk abu sekam padi adalah residu pertanian melimpah di negara agraris seperti Indonesia. Penggunaan silika dari abu sekam padi tidak hanya meningkatkan nilai ekonomis limbah pertanian tetapi juga mendukung konsep ekonomi sirkular yang berkelanjutan (Putra dkk., 2022).

Silika gel merupakan material yang penyusun utamanya terdiri dari silikon dan oksigen atau biasa disebut dengan silikon dioksida (SiO_2). Berdasarkan strukturnya, silikon dioksida memiliki bentuk tetrahedral yang netral secara elektrik sehingga memiliki kestabilan yang tinggi dalam lingkungan asam, *swelling*, merupakan struktur berpori, area luas permukaan spesifik yang luas, dan ketahanan terhadap suhu tinggi yang baik. Selain itu, silika gel juga terdapat gugus aktif yang terletak pada permukaan material, seperti gugus fungsi silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si), yang berkontribusi dalam mekanisme adsorpsi (Buhani dkk., 2016).

Meskipun memiliki banyak keunggulan, silika gel juga memiliki beberapa kekurangan sebagai adsorben karena memiliki efektivitas yang rendah terhadap *congo red*. Interaksi pada gugus fungsi silanol (Si-OH) dari silika dengan gugus amina ($-\text{NH}_2$) dari *congo red* terjadi melalui ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan rendahnya afinitas silika terhadap *congo red*, sehingga interaksi yang terjadi lebih dominan melalui pori silika yang menyebabkan rendahnya efektivitas adsorben silika dalam mengadsorpsi *congo red* (Bessaha dkk., 2019). Kekurangan ini dapat diatasi melalui modifikasi silika menggunakan senyawa organik yang mengandung gugus fungsional yang mampu berinteraksi kuat secara elektrostatis dengan *congo red* (Putra dkk., 2022).

Modifikasi silika dengan kitosan merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan efektivitas adsorpsi. Kitosan, yang merupakan hasil deasetilasi kitin, memiliki gugus amina ($-\text{NH}_2$) serta hidroksil ($-\text{OH}$) yang berfungsi sebagai situs aktif. Dimana gugus amina ($-\text{NH}_2$) dari kitosan dapat berikatan kuat dengan gugus sulfonat ($-\text{SO}_3^-$) dari *congo red* secara elektrostatis pada pH dibawah 6.8 (Chatterjee dkk., 2005).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai sintesis komposit silika-kitosan. Penelitian yang dilakukan oleh Blachnio dkk., (2023) menunjukkan

bahwa komposit silika-kitosan efektif dalam mengadsorpsi zat warna *acid red* (AR 88) dengan efisiensi adsorpsi maksimum sebesar 90%. Selain itu, Mohammed dkk., (2020) juga melakukan sintesis komposit silika-kitosan untuk aplikasi adsorpsi zat warna *methyl orange* dengan efisiensi adsorpsi maksimum melebihi 85%.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan adsorben berbasis silika-kitosan yang disintesis dari abu sekam padi dengan pendekatan metode sol-gel. Peneliti akan mengevaluasi kemampuan adsorben dalam menyerap pewarna *congo red* dengan variasi waktu kontak dan konsentrasi awal zat warna *congo red* yang bervariasi. Pengujian dilakukan terhadap silika gel dan komposit silika-kitosan, di mana hasil sintesis untuk membandingkan karakteristik keduanya. Karakterisasi yang akan dilakukan yaitu FTIR dan GSA.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh silika gel dan silika-kitosan dengan bahan dasar abu sekam padi melalui metode sol-gel.
2. Memperoleh data karakteristik silika gel dan silika-kitosan hasil sintesis.
3. Menentukan kemampuan adsorpsi silika-kitosan terhadap zat warna *congo red*.