

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri tekstil telah menjadi salah satu sorotan utama dalam permasalahan pengelolaan limbah. Limbah yang dibuang oleh industri tekstil yakni limbah yang mengandung zat warna berbahaya yang memiliki dampak buruk bagi air dan lingkungan sehingga dapat menyebabkan pencemaran. Pencemaran yang diakibatkan oleh limbah tekstil memiliki beban pencemar yang berat seperti tingginya kadar padatan terlarut ataupun adanya kandungan logam berat pada zat warna (Chaurasia dkk., 2023).

Secara umum, industri tekstil menghasilkan limbah cair yang 20% dibuang langsung ke sungai tanpa adanya perlakuan terlebih dahulu. Tiap tahunnya ada lebih dari 700.000 ton bahan pewarna yang dibuat bersama dengan 10.000 jenis pewarna (Sangeetha & Sumathy, 2024) dan 20% dari zat warna tekstil yang sudah digunakan selanjutnya dibuang bersama limbah di tahapan proses pewarnaan (Haryono, 2021). Jenis zat warna yang sangat sering digunakan dalam industri tekstil adalah pewarna azo. Pengklasifikasian pewarna azo yaitu monoazo, diazo, triazo, dan poliazo yang dibedakan berdasarkan jumlah gugus azo yang terkandung di dalamnya (Benkhaya dkk., 2020).

Zat warna *Congo Red* termasuk ke dalam salah satu klasifikasi pewarna azo yaitu diazo. *Congo Red* yaitu termasuk sebagai zat warna reaktif yang sering digunakan dalam industri tekstil, utamanya digunakan pada kain katun. *Congo Red* larut dalam air dan dapat menghasilkan larutan berwarna merah yang tidak bisa terdegradasi secara biologis yang berarti tidak bisa diurai oleh suatu mikroorganisme atau organisme hidup lainnya (Jumaeri dkk., 2022).

Permasalahan zat warna bukan lagi hal yang asing untuk dipelajari. Beberapa penelitian sudah dicoba untuk mengatasinya dengan cara menghilangkan atau mengurangi zat warna menggunakan beberapa macam metode seperti adsorpsi, nano-filtrasi dan ozonolisis, koagulasi, proses oksidasi, dan filtrasi membran (Fudja dkk., 2025). Efisiensi yang tinggi dan prosesnya yang sederhana dari metode

adsorpsi menyebabkan metode tersebut termasuk salah satu yang paling banyak dipakai (Jumaeri dkk., 2022).

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi proses adsorpsi antara lain pH, konsentrasi adsorbat, dan waktu reaksi. Adsorbat memiliki panjang gelombang maksimum yang bervariasi tergantung pada pH yang dapat membuat panjang gelombang akhir berubah. Semakin banyak jumlah zat yang terkumpul di permukaan adsorben dipengaruhi oleh konsentrasi adsorbat dalam larutan yang semakin besar. Waktu reaksi atau waktu kontak yang semakin bertambah, maka semakin meningkatnya partikel adsorben dan adsorbat yang berinteraksi, menyebabkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi meningkat pula (Susanti dkk., 2025). Senyawa yang sering dipakai sebagai adsorben zat warna yakni silika yang banyak ditemukan pada abu sekam padi (Triviana dkk., 2015).

Sebagai salah satu negara agraris, Indonesia memiliki sumber daya tanaman padi yang sangat banyak. Dalam prosesnya, penggilingan padi untuk menjadi beras menghasilkan limbah berupa sekam padi. Kuantitas limbah sekam padi yang ada di sekitar penggilingan padi masih sangat terbatas pemanfaatannya. Sekam padi yang diabukan memiliki banyak kandungan silika sekitar 80% - 90%. Silika yang terkandung dapat membentuk silika gel, yaitu bahan kimia yang bisa dimanfaatkan dan diaplikasikan secara luas (Nurdin dkk., 2021). Material utama penyusunnya yaitu silikon dan oksigen dan biasa disebut dengan silikon dioksida (SiO_2). Strukturnya berbentuk tetrahedral sehingga memiliki kestabilan yang baik (Azmi dkk., 2024). Silika gel hanya punya situs aktif yaitu silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) saja sehingga kekuatan serap dan reaktivitasnya terhitung minim (Sudiarta dkk., 2022).

Penelitian yang terbaru menyampaikan adsorben yang menggunakan sistem oksida anorganik menunjukkan kinerja yang baik dalam proses penghilangan zat warna dalam air dengan cara berinteraksi secara elektrostatik (Ciesielczyk dkk., 2017). Dari berbagai material, $\text{SiO}_2\text{-MgO}$ ditunjukkan efektif untuk menghilangkan *congo red* (Hu dkk., 2018). Silika yang ditambahkan MgO bisa memiliki kemampuan untuk menambah situs aktif pada proses adsorpsi. Hal tersebut menyebabkan semakin optimalnya penjerapan zat warna *congo red* melalui

interaksi elektrostatik (Hu dkk., 2018). Oksida logam MgO dipilih karena memiliki keunggulan sifat seperti kapasitas adsorpsinya yang besar, harga yang terjangkau, minim toksisitas, porositas yang baik, dan bisa menyediakan situs aktif yang memadai dalam proses adsorpsi (Hu dkk., 2018).

Penelitian mengenai sintesis SiO₂-MgO oleh Ciesielczyk dkk. (2017) dilakukan dengan metode sol-gel untuk penyerapan pewarna organik *C.I. Acid Blue 29* dan *C.I. Basic Blue 9* yang efisiensi penyerapannya bergantung pada perubahan konsentrasi dan waktu kontak. Penelitian oleh Wang dkk. (2023) menjelaskan bahwa komposit SiO₂-MgO dapat disintesis dengan proses kimia, dan menjadi adsorben yang efektif dan ramah lingkungan, sebagai penghilang zat warna *malachite green* dari air limbah dengan kemampuan adsorpsi yang tinggi hingga sekitar 115,64 mg/g. Penelitian menurut Hu dkk. (2018) menjelaskan bahwa *one-step method* dilakukan dalam proses sintesis SiO₂-MgO (5:1) dengan kapasitas adsorpsi *congo red* mencapai 4000 mg/g.

Pada penelitian ini, adsorben silika gel berbasis abu sekam padi dan adsorben komposit SG-MgO yang disintesis menggunakan variasi perbandingan komposisi antara Na₂SiO₃/Mg(NO₃)₂.6H₂O, melalui metode sol-gel. Pengujian yang dilakukan yaitu untuk melihat perbedaan karakteristik antara adsorben silika gel dan komposit SG-MgO. Selain itu dilakukan juga pengujian untuk melihat perbedaan karakteristik pada tiap variasi perbandingan komposisi komposit SG-MgO. Perlakuan karakterisasi yang akan digunakan yakni FTIR, GSA, dan SEM-EDX. Uji adsorpsi terhadap zat warna *congo red* dilakukan pada seluruh adsorben agar mengetahui kemampuan adsorpsi yang optimal sehingga dapat menjadi alternatif solusi dari masalah pencemaran air limbah industri tekstil.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan antara lain sebagai berikut.

1. Memperoleh adsorben SG-MgO berbasis abu sekam padi.
2. Mengetahui karakteristik adsorben SG-MgO yang disintesis.
3. Menguji kemampuan adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan adsorben SG-MgO dengan variasi rasio volume prekursor MgO.