BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil di Indonesia saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, ditandai dengan semakin banyaknya perusahaan yang bergerak di bidang ini. Pertumbuhan industri tersebut memang memberikan kontribusi besar bagi perekonomian nasional, namun di sisi lain juga menimbulkan permasalahan serius terkait lingkungan. Proses produksi tekstil menghasilkan limbah dalam berbagai bentuk, mulai dari limbah padat, cair, hingga gas. Salah satu limbah yang cukup mendapat perhatian adalah limbah cair yang mengandung zat warna sintetis (Yaseen dan Scholz, 2019). Metilen biru merupakan salah satu zat warna kationik yang banyak digunakan dalam industri tekstil karena kestabilannya, harga yang relatif murah, serta kemampuannya menghasilkan warna yang tajam. Akan tetapi, sifat kimia dari metilen biru justru menyebabkan permasalahan lingkungan. Senyawa ini memiliki struktur cincin benzena yang sangat stabil, sehingga sulit terurai secara alami di alam (Riapanitra dkk., 2021). Pencemaran metilen biru di perairan dapat memberikan dampak negatif baik bagi ekosistem maupun kesehatan manusia. Zat warna ini dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, menurunkan kualitas air, serta menghambat penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis organisme air. Bagi manusia, paparan metilen biru dari air yang tercemar dapat menyebabkan iritasi pada kulit maupun saluran pencernaan (Wismayanti dkk., 2022). Pemerintah Indonesia telah menetapkan regulasi mengenai baku mutu limbah industri. Berdasarkan Peraturan Pemerintah

(PP) No. 82 Tahun 2001, konsentrasi zat warna dalam limbah cair industri tidak boleh melebihi 0,1 mg/L. Namun, pada praktiknya, sekitar 10–15% dari penggunaan metilen biru dalam proses pewarnaan tekstil terbuang langsung sebagai limbah yang mencemari lingkungan (Sari dkk., 2021). Selama ini, metode pengolahan limbah konvensional seperti koagulasi, filtrasi, dan adsorpsi hanya memindahkan polutan tanpa mendegradasinya secara sempurna, sehingga tidak memberikan solusi berkelanjutan (Wang dkk., 2024). Oleh karena itu, pendekatan berbasis nanomaterial, khususnya fotokatalisis, menjadi alternatif yang menjanjikan karena mampu mengurai senyawa organik menjadi senyawa yang tidak berbahaya. Namun, fotokatalisis konvensional yang mengandalkan cahaya ultraviolet (UV) memiliki beberapa kelemahan, seperti konsumsi energi tinggi, rekombinasi pasangan *electron-hole* yang cepat, serta ketergantungan pada intensitas cahaya (Bai dan Lamy, 2021).

Grafena oksida (GO) adalah turunan dari grafena yang mengandung gugus fungsi oksigen seperti karboksil (-COOH), hidroksil (-OH), dan epoksi (C-O-C) pada permukaannya. Struktur ini memberikan GO sifat hidrofilik, luas permukaan tinggi, serta kemampuan adsorpsi yang baik terhadap polutan organik (Zhao dkk, 2023). Di sisi lain, tembaga (II) oksida (CuO) merupakan semikonduktor tipe-p dengan (*band gap*) sekitar 1,2 hingga1,7 eV, yang memungkinkannya berfungsi sebagai fotokatalis efektif di bawah cahaya tampak (Li dkk, 2023).

Komposit CuO/GO dengan menggabungkan sifat adsorpsi GO dan aktivitas fotokatalitik CuO. Penelitia yang dilakukan oleh Anjum (2023) menunjukkan bahwa komposit ini mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi MB hingga 1,5 kali

lipat dibanding GO murni. Penelitan oleh Anjum (2023) melaporkan efisiensi degradasi MB hingga 92.97% dalam 120 menit di bawah sinar uv menggunakan CuO/GO. Penelitian lainnya yaitu oleh Ganesan (2022) melaporkan efisiensi degradasi MB sebesar 83.20% dalam 60 menit di bawah sinar UV dengan menggunakan CuO/GO dengan menggunakan ekstrak daun *Acalypha indica*. Kedua penelitian tersebut hanya berfokus pada peningkatan kinerja fotokatalitik di bawah UV, tetapi kurang mengeksplorasi potensinya dalam kondisi gelap (tanpa cahaya).

Penelitian ini akan berfokus pada degradasi metilen biru dengan menggunakan komposit CuO/GO tanpa sinar UV, dimana hasil ini akan bertolak belakang dengan prinsip fotokatalisis tradisional, di mana keberadaan cahaya UV atau *visible light* dianggap sebagai faktor kunci dalam menghasilkan radikal bebas untuk degradasi polutan (Anjum dkk, 2023). Fenomena ini akan mengindikasikan adanya mekanisme degradasi alternatif yang tidak bergantung pada eksitasi fotokatalitik. Sebagai contoh, beberapa studi melaporkan bahwa material berbasis logam oksida dan karbon dapat mengoksidasi senyawa organik melalui mekanisme non-fotokatalitik, seperti adsorpsi katalitik atau aktivasi oksigen molekuler (Wang dkk, 2024)

Penelitian ini dengan menggunakan CuO/GO diharapkan dapat memberikan alternatif yang efisien dan ramah lingkungan dalam menangani pencemaran zat warna, khususnya metilen biru. Selain itu, karakterisasi yang menyeluruh akan memberikan wawasan tentang sifat-sifat adsorpsi katalitik yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang adsorpsi katalitik.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, adalah :

1. Mensintesis dan menentukan karakteristik dari hasil sintesis produk GO, CuO, dan komposit CuO/GO dengan FTIR, XRD dan GSA.
2. Menentukan kapasitas adsorpsi dan kinetika adsorpsi CuO/GO sebagai adsorben dalam adsorpsi zat warna metilen biru.