

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Limbah pewarna tekstil menjadi salah satu kontributor pencemaran air di dunia (Olisah dkk., 2021). *Reactive Black 5* (RB5) merupakan pewarna azo yang telah populer digunakan di industri tekstil (Srivastava dkk., 2022). Pembuangan langsung limbah pewarna tersebut ke dalam perairan dapat menurunkan kualitas badan air dengan mengganggu fotosintesis, menghambat pertumbuhan tanaman, memasuki rantai makanan, dan terakumulasi di perairan (Mudhoo dkk., 2020; Patil dkk., 2022). Oleh karena itu, penting untuk menghilangkan polutan pewarna dari air limbah secara efisien sebelum dibuang ke sistem perairan, salah satunya dengan metode adsorpsi-fotokatalisis.

Saat ini, metode adsorpsi-fotokatalisis telah dianggap sebagai metode yang paling menjanjikan untuk menghilangkan kontaminan, seperti limbah pewarna, hingga konsentrasi rendah (Zou dkk., 2019). Metode tersebut mampu menggabungkan keunggulan adsorpsi dan fotokatalisis, seperti kinerja efisiensi yang tinggi, biaya pengoperasian yang rendah, ketersediaan adsorbat yang luas, adsorben yang dapat digunakan kembali, dan polutan sekunder yang lebih sedikit. Proses adsorpsi menjadikan kontaminan terakumulasi secara merata pada permukaan katalis dan meningkatkan efisiensi degradasi fotokatalitik. Sedangkan fotokatalisis mampu mendegradasi kontaminan menjadi H_2O dan CO_2 di bawah paparan cahaya, sehingga permukaan katalis dapat direproduksi untuk proses adsorpsi berikutnya (Kassahun dkk., 2021).

Kitosan merupakan biopolimer alami yang telah banyak digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan berbagai polutan, seperti pewarna, ion logam berat, dan protein (Li dkk., 2022a). Kitosan mempunyai beberapa keunggulan, antara lain tidak beracun, biodegradabel, biokompatibel, kemampuan khelasi yang baik, reaktivitas yang tinggi, dan tersedia melimpah di alam (Omer dkk., 2021). Namun, kitosan memiliki beberapa kelemahan, seperti ketahanan air yang rendah, luas permukaan spesifik yang terbatas, dan sifat mekanik yang buruk (Omer dkk., 2022) sehingga perlu dilakukan modifikasi.

Polietilen glikol (PEG) merupakan suatu polimer yang bersifat tidak beracun, ramah lingkungan, mempunyai kelarutan dalam air yang baik, dan kompatibel dengan kitosan. Pemaduan kitosan dengan polietilen glikol dapat meningkatkan sifat fisik dan kimia kitosan meliputi sifat mekanik, permeabilitas dan penyeragaman serta peningkatan kapasitas pori kitosan sebagai adsorben pewarna (Trikkalotis dkk., 2020).

ZnO merupakan semikonduktor tipe-n yang menunjukkan potensi besar sebagai zat fotokatalis yang efisien, terutama dalam degradasi polutan organik, karena tersedia melimpah di alam, toksisitas rendah, ramah lingkungan, stabilitas kimia yang tinggi, dan sintesis yang sederhana (Albiter dkk., 2020; Yashni dkk., 2021). Akan tetapi, celah pita yang lebar (3,7 eV) dan energi pengikatan eksiton yang besar (60 meV) menyebabkan ZnO hanya dapat tereksitasi oleh sinar ultraviolet, sehingga mempengaruhi efisiensi fotokatalitik ZnO (Jadoun dkk., 2018). Kinerja ZnO dalam fotokatalisis di bawah sinar tampak dapat ditingkatkan melalui penggabungan dengan semikonduktor lain (Kumari dkk., 2019).

CuO merupakan semikonduktor tipe-p dengan celah pita sempit (1,35 eV) yang bersifat tidak toksik dan mampu mendegradasi polutan di bawah paparan sinar tampak. Pembentukan komposit ZnO-CuO mampu menurunkan nilai *band gap* dan mencegah rekombinasi pasangan elektron-*hole* (eksiton). Penggabungan ZnO dengan CuO membentuk *heterojunction* p-n yang mengarah ke peningkatan kinerja fotokatalisis (Chu dkk., 2012). Komposit ZnO-CuO dapat disintesis dengan berbagai macam metode, seperti ko-presipitasi, dekomposisi termal, sol-gel, impregnasi basah, dsb. (Das dan Srivastava, 2022). Metode ko-presipitasi menjadi salah satu metode yang menarik karena sederhana, biaya peralatan rendah, penggunaan temperatur relatif rendah, dan ramah lingkungan (Singhal dkk., 2012). Melalui metode ko-presipitasi, dapat dihasilkan partikel ZnO-CuO dengan kristalinitas tinggi, ukuran partikel kecil, dan luas permukaan besar (Amari dkk., 2022).

Penggabungan metode adsorpsi dan fotokatalisis dalam penghilangan polutan pewarna dapat dicapai dengan melakukan imobilisasi partikel ZnO-CuO ke dalam polimer kitosan. Imobilisasi ZnO-CuO dalam substrat kitosan menghasilkan adsorben yang mempunyai kestabilan, kapasitas adsorpsi, efisiensi fotokatalitik, dan reusabilitas yang tinggi (Ounas dkk., 2020). Banyak penelitian yang telah melakukan imobilisasi ZnO dalam substrat polimer, misalnya kitosan (Revathi dan Thambidurai, 2018), polimetil metakrilat (PMMA) (Ounas dkk., 2020), asam polilaktat (Tang dkk., 2020), alginat/polivinil alkohol (Knijnenburg dkk., 2021), dan polivinil alkohol (Anero dkk., 2021).

Kinerja kitosan sebagai adsorben dapat ditingkatkan dalam bentuk manik. Bentuk manik memiliki keunggulan seperti peningkatan porositas dan luas permukaan, perluasan rantai polimer, dan penurunan kristalinitas (Qu dan Luo, 2020). Penggunaan manik juga berpengaruh dalam kinerja fotokatalisis ZnO-CuO, seperti peningkatan kestabilan katalis, pengurangan resiko kehilangan katalis, peningkatan pemakaian kembali katalis, pencegahan agregasi nanopartikel, penunjang pemulihan fotokatalisis dan degradasi fotokatalisis secara berkelanjutan (Balakrishnan dkk., 2020).

Pada penelitian ini, dilakukan sintesis ZnO-CuO menggunakan metode ko-presipitasi dan sintesis manik kitosan/PEG/ZnO-CuO dengan maksud untuk memperbaiki struktur dan pori kitosan, meningkatkan kekuatan mekanik, dan menambah zat fotokatalisis sehingga manik yang disintesis mampu menjerap dan mendegradasi pewarna. Modifikasi terhadap kitosan diharapkan dapat meningkatkan kinerja kitosan dalam proses adsorpsi sekaligus fotokatalisis terhadap pewarna *Reactive Black 5*.

I.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis dan mengkarakterisasi komposit ZnO-CuO dan manik kitosan/PEG/ZnO-CuO.
2. Menentukan efektivitas degradasi larutan *Reactive Black 5* oleh manik kitosan/PEG/ZnO-CuO.