

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri tekstil terus meningkat seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat dalam berpakaian. Hal tersebut berbanding lurus pada penggunaan zat warna sebagai salah satu bahan yang digunakan pada industri tekstil. Meningkatnya penggunaan zat warna tentu juga harus diimbangi dengan pengolahan limbah yang memadai, karena limbah yang dihasilkan dari zat warna tentu akan memiliki dampak negatif pada lingkungan. *Methyl orange* merupakan salah satu zat warna yang biasa digunakan pada industri tekstil. Zat warna tersebut merupakan senyawa azo yang biasa digunakan untuk pewarna kain, pewarna kertas dan sebagai indikator pH. Zat warna ini bersifat karsinogenik yang sangat berbahaya bagi manusia dan hewan yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan menimbulkan sianosis jika terhirup. *Methyl orange* memiliki sifat yang stabil dan mudah larut dalam air sehingga akan sulit terdegradasi secara alami (Sylvia dkk., 2022).

Diperlukan upaya dalam mengatasi limbah *methyl orange* untuk meminimalisir dampak limbah zat warna tersebut. Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak limbah zat warna tersebut, yaitu menggunakan metode koagulasi (Vasiljevic dkk., 2020), biosorpsi (Namasivayam dkk., 2023), adsorpsi (Sylvia dkk., 2022), Ozonisasi (Wulansarie dkk., 2023), dan *Electrochemical Advanced Oxidation Processes* (EAOPs). Metode *Electrochemical Advanced Oxidation Processes* (EAOPs) merupakan metode yang

cukup baik dalam mengatasi limbah *methyl orange* karena melibatkan hidroksil radikal ($\bullet\text{OH}$) dan ion superoksida ($\bullet\text{O}_2^-$) yang sangat reaktif dalam mendegradasi zat warna tersebut. Salah satu yang termasuk metode EAOPs, yaitu fotoelektrokatalisis (PEC). (Kujawska dkk., 2022). Metode fotoelektrokatalisis (PEC) merupakan gabungan metode fotokatalisis yang memanfaatkan energi foton untuk menghasilkan senyawa radikal dan metode elektrolisis yang memanfaatkan energi listrik untuk menghasilkan senyawa radikal (Bharath dkk., 2023). Metode fotoelektrokatalisis dapat digunakan untuk mendegradasi *methyl orange* menjadi senyawa sederhana dengan bantuan energi foton dan listrik, sehingga lebih aman bagi lingkungan dan memperkecil terjadinya rekombinasi pembawa muatan (Chan dkk., 2011); dan (Yue dkk., 2023).

Metode fotoelektrokatalisis membutuhkan elektroda yang dapat digunakan sebagai substrat. Elektroda grafit merupakan salah satu elektroda yang sering digunakan sebagai anoda atau katoda karena mudah didapat, memiliki konduktivitas yang baik, harga yang terjangkau dan stabilitas termal yang baik (Zhou dan Yao, 2022). Elektroda grafit bisa digunakan sebagai substrat karena memiliki porositas yang tinggi dan cukup baik dalam menahan lapisan (Tegua Doumbi dkk., 2021). Selain itu, metode fotoelektrokatalisis membutuhkan semikonduktor yang berfungsi sebagai fotokatalis.

ZnO merupakan material semikonduktor yang biasa digunakan sebagai fotokatalis. ZnO merupakan unsur golongan 12 yang memiliki nilai *band gap* sebesar 3,37 eV pada 300K dalam bentuk kristal *wurtzite*. ZnO sendiri memiliki keunggulan, yaitu biaya produksi yang cukup murah, ramah lingkungan, dan proses

produksi yang cukup mudah. Namun, ZnO memiliki kekurangan, yaitu elektron yang terfotoeksitasi pada pita konduksi dan lubang pada pita valensi akan mudah bergabung kembali (rekombinasi) yang menyebabkan menurunnya efisiensi fotokatalitik dan memiliki *band gap* yang lebar sehingga tidak optimal bekerja di bawah sinar tampak (Özgür dkk., 2005); dan (Popy dkk., 2023). Oleh karena itu, diperlukan material tambahan yang dapat meningkatkan kinerja fotokatalis ZnO.

Reduced Graphene Oxide (rGO) merupakan material hasil reduksi dari *graphene oxide* (GO) yang memiliki sifat mirip dengan material *graphene*, yaitu memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi, dan konduktivitas yang tinggi (Jiang dkk., 2022). ZnO yang ditambahkan rGO dapat meningkatkan kemampuan fotokatalitiknya karena memiliki konduktivitas yang tinggi sehingga elektron yang terfotoeksitasi dari pita konduksi dapat diterima oleh rGO dan memperlambat terjadinya rekombinasi *electron-hole* (Azarang dkk., 2015). Selain itu, metode fotoelektrokatalisis membutuhkan teknik untuk melapisi substrat dengan semikonduktor secara merata.

Chemical deposition techniques merupakan teknik fabrikasi, substrat yang ingin dilapisi akan dibiarkan bereaksi dengan bahan pelapis sehingga lapisan akan terbentuk dengan baik (Gunpath dan Le, 2017). Teknik tersebut dapat menggunakan metode *dip coating* sol-gel. *Dip coating* sol-gel merupakan salah satu metode yang proses aplikasinya simpel, sederhana dan biaya dalam prosesnya yang cukup terjangkau. Selain itu, metode *dip coating* sol-gel juga menggunakan suhu rendah dalam prosesnya sehingga mudah untuk diaplikasikan (Braga dkk., 2023).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Habte dkk., (2019) menjelaskan bahwa rGO dapat disintesis menggunakan asam askorbat sebagai agen pereduksi. Penelitian yang telah dilakukan oleh Ghorbani dkk., (2018) menjelaskan bahwa anoda rGO-ZnO dapat disintesis menggunakan metode sol-gel dan *dip coating* dengan FTO sebagai substrat. Penelitian yang telah dilakukan oleh Singhal dkk., (2022) menjelaskan bahwa nano-fotokatalis rGO-ZnO dapat mendegradasi *Rhodamine-B* dengan persentase aktivitas fotokatalitik sebesar 97% di bawah sinar tampak.

Melalui penelitian ini, rGO disintesis menggunakan asam askorbat sebagai agen pereduksi dan elektroda grafit lapis komposit rGO-ZnO disintesis melalui metode *dip coating* sol-gel dengan variasi penambahan rGO untuk meningkatkan efektivitas ZnO pada proses fotoelektrokatalisis terhadap *methyl orange* di bawah sinar UV dan sinar tampak. Keterbaruan pada penelitian, yaitu penggunaan elektroda grafit sebagai substrat untuk komposit rGO-ZnO dan penggunaannya sebagai anoda pada proses fotoelektrokatalisis *methyl orange*.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Memperoleh *Reduced Graphene Oxide* (rGO) dengan mereduksi *Graphene Oxide* (GO) dan menentukan karakteristiknya.
2. Memperoleh elektroda grafit lapis komposit rGO-ZnO (rGZ/Grafit) dan menentukan karakteristiknya.

3. Menentukan efektivitas elektroda grafit lapis komposit rGO-ZnO (rGZ/Grafit) untuk mendegradasi zat warna *methyl orange* menggunakan metode fotoelektrokatalisis.