

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan oleh limbah pewarna dari industri tekstil menjadi salah satu masalah serius diperairan. Limbah ini sulit untuk terdegradasi dan dapat bertahan lama di lingkungan sehingga mengganggu kesehatan manusia serta organisme hidup lainnya. Salah satu pewarna yang sering digunakan pada industri tekstil adalah *congo red*. *Congo red* merupakan pewarna bis azo anionik yang mempunyai struktur stabil dan sangat sulit didegradasi. *Congo red* yang masuk ke sungai menyebabkan masalah kesehatan, lingkungan, dan ekologi, sehingga diperlukan cara untuk mengatasi limbah pewarna organik sebelum dibuang ke lingkungan. Beberapa metode pengolahan limbah zat warna yang umum dilakukan yaitu penyaringan dengan film, adsorpsi, oksidasi kimia, teknologi pengolahan biologis, dan elektrofotokatalis (El-Katori dkk., 2022; He dkk., 2024).

Proses fotokatalitik berdasarkan bahan semikonduktor merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk degradasi polutan organik. Proses fotokatalitik memberikan keuntungan, yaitu laju degradasi yang cepat memungkinkan beroperasi pada suhu ruangan dan deposisi zat organik menjadi produk samping yang kurang berbahaya, seperti CO_2 dan H_2O . Dalam prosesnya, reaksi ini memanfaatkan energi yang berasal dari cahaya yang memiliki energi lebih besar dari energi celah pita katalis. Energi ini digunakan untuk mengaktifkan proses katalisis pada permukaan dari bahan semi konduktor yang memperoleh radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) dan radikal superoksida ($\text{O}_2^{\bullet-}$). Radikal hidroksil dan radikal superoksida adalah agen reaktif yang akan mengurai polutan organik menjadi molekul yang lebih kecil dan menjadi produk yang kurang berbahaya bagi lingkungan yaitu CO_2 dan H_2O (Le dkk., 2022).

Metode fotokatalis membutuhkan elektroda yang dapat digunakan sebagai substrat. *Indiun Tin Oxide* (ITO) merupakan salah satu elektroda kerja transparan konduktif. Substrat kaca ITO yang transparan dan konduktif, sehingga

memungkinkan penyerapan cahaya secara optimal sekaligus mendukung aliran elektron selama proses fotokatalis (Long dkk., 2022). Selain itu, metode elektrofotokatalis membutuhkan semikonduktor yang berfungsi sebagai fotokatalis.

Semikonduktor ZnO adalah semikonduktor yang tidak beracun, berbiaya rendah, proses pembuatan mudah, memiliki kestabilan kimia dan termal cukup tinggi, energi eksitasi sebesar 60 MeV, dan celah energi *band gap* yang cukup besar yaitu 3,37 eV. ZnO mempunyai kekurangan, yaitu memiliki *band gap* yang lebar dan cepat mengalami rekombinasi pasangan elektron (Abdulrahman, 2022). Untuk mengatasi ini dilakukan penambahan doping seperti Al^{3+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , dan Ni^{2+} . Sifat katalitik nanopartikel ZnO yang didoping Ni^{2+} lebih disukai karena mempunyai keadaan valensi yang sama yaitu (+2) dan jari-jari ion lebih kecil yaitu Ni^{2+} 0,69 Å dan Zn^{2+} 0,74 Å (Naskar dkk., 2020). Selain itu keberadaan Ni^{2+} berfungsi menciptakan keadaan cacat pada celah pita sehingga dapat meningkatkan transfer muatan antarmuka. Keadaan ini akan memerangkap *hole* VB dan *electron* CB yang akan menghambat dan memperlambat rekombinasi *hole* dan *electron*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anujency dkk. (2024) menyiapkan ZnO terdoping Ni^{2+} dapat disintesis menggunakan metode hidrotermal. Penelitian yang dilakukan Caballero dkk. (2023) menjelaskan ZnO disintesis menggunakan metode sol-gel dan dip-coating dengan kaca komersial. Pada penelitian yang terakhir, telah dilakukan pendopongan Ni^{2+} pada ZnO secara efektif menolak rekombinasi pasangan *electron hole* dan mampu mendegradasi 96% selama 150 menit zat warna *methylene blue* (Loyola dkk., 2020).

Sintesis ZnO murni dan terdopan Ni sebagai lapis tipis bisa dilakukan dengan menggunakan metode *sol-gel*. Prinsip dasar *sol-gel* adalah pembentukan larutan prekursor dari senyawa yang diinginkan dalam pelarut, polimerisasi larutan untuk pembentukan gel, pengeringan dan kalsinasi gel untuk menghilangkan NH_3 dan H_2O . Kelebihan metoda *sol-gel* yaitu mempunyai kehomogenitas yang lebih baik, kemurnian yang relatif tinggi, suhu yang dipakai relatif rendah, memperoleh produk berupa film tipis, dan mempunyai sifat optik yang baik (Arya dkk., 2021). Metode ini jika disertai

dengan *dip-coating* memerlukan lebih sedikit energi dan memungkinkan pengendalian sifat fisikokimia semikonduktor (Caballero dkk., 2023).

Berdasarkan uraian di atas, akan dilaksanakan penelitian mengenai ZnO dengan doping Ni^{2+} yang akan disintesis melalui metode sol-gel yang akan dideposisikan pada substrat kaca ITO menggunakan teknik dip-coating. Selanjutnya hasil sintesis digunakan sebagai fotokatalis untuk aplikasi elektrofotokatalis pada zat warna organik *congo red* dengan rentang waktu selama 120 menit.

I.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. memperoleh lapisan tipis Ni-ZnO di atas substrat kaca ITO dengan metode *sol-gel* teknik *dip coating*.
2. menentukan karakteristik elektroda lapis tipis Ni-ZnO
3. menentukan pengaruh perubahan konsentrasi doping Ni pada ZnO terhadap aktivitas elektrofotodekolorisasi pada *congo red*.