

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri tekstil yang pesat dalam beberapa dekade terakhir memberikan dampak negatif terhadap kualitas air akibat pembuangan limbah zat warna yang tidak diolah terlebih dahulu. Sekitar 10-15% limbah zat warna dibuang ke lingkungan selama proses pencelupan berlangsung (He, Hu, & Li, 2004). Dalam limbah zat warna tersebut terkandung lebih dari 50% zat warna golongan azo yang berpotensi karsinogenik (Blackburn & Burkinshaw, 2002). Selain itu, polutan zat warna azo yang dibuang ke lingkungan secara terus menerus mampu menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam air dan mengganggu kehidupan tanaman air (Inamuddin, 2019). Polutan tersebut bersifat toksik dan sulit terdegradasi secara alami sehingga menjadi permasalahan serius bagi lingkungan dan kesehatan. Maka dari itu beberapa peneliti telah berupaya menemukan teknik penguraian polutan zat warna dalam sistem perairan, seperti teknik adsorpsi (Tan, Hameed, & Ahmad, 2007), biodegradasi (Prado, Bolzon, Pedrosa, Moura, & Costa, 2008) dan fotokatalis (Inamuddin, 2019).

Salah satu zat warna azo yang pada umumnya dipakai sebagai pewarna tekstil dan sulit didegradasi ialah Metilen Biru (MB). Zat warna MB juga digunakan sebagai bahan laboratorium dan produk komersil. Zat warna MB ($C_{16}H_{18}ClN_3S$) yang merupakan hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Senyawa ini berupa kristal berwarna hijau gelap yang ketika dilarutkan dalam air atau alkohol akan menghasilkan larutan berwarna biru (Palupi, 2006).

Beberapa teknik pengolahan limbah zat warna konvensional seperti adsorpsi dan biodegradasi tidak sepenuhnya menghilangkan polutan. Adsorpsi merupakan proses akumulasi suatu zat terlarut pada permukaan media penyerap yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul. Namun kelemahan adsorpsi hanya membuat polutan terkonsentrasi dengan memindahkan ke fase lain (Yahya et al., 2018)

Pengolahan limbah warna berikutnya dapat dilakukan secara biodegradasi menggunakan bantuan mikroorganisme untuk menguraikan limbah. Namun siklus pertumbuhan mikroorganisme tertentu relatif sulit dan memakan waktu serta hasil degradasi harus didekomposisi lebih lanjut karena dihasilkan produk amina aromatik yang bersifat karsinogenik (He et al., 2004). Oleh karena itu, diperlukan alternatif baru untuk mengolah limbah zat warna yang lebih efektif dalam mendegradasi polutan organik.

Teknik yang relatif mudah dan efektif diterapkan adalah fotokatalis yang mampu mendegradasi polutan organik dengan bantuan sinar matahari. Fotokatalis apabila diinduksi oleh energi foton yang sesuai, maka energi foton tersebut akan diabsorpsi oleh elektron pada pita valensi untuk berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi, yaitu pita konduksi. Hal ini mengakibatkan terbentuknya pasangan elektron dan *hole* (e^- dan h^+) pada permukaan katalis. Setelah itu akan terjadi pemindahan muatan pada pasangan elektron-*hole* sehingga permukaan katalis mampu mengabsorpsi polutan dan selanjutnya mendekomposisi polutan menjadi zat lain yang tidak berbahaya (Prado et al., 2008).

Fotokatalis berbasis semikonduktor telah menjadi perhatian karena berpotensi mempercepat reaksi degradasi polutan organik. Beberapa peneliti telah melakukan sintesis semikonduktor non logam berupa grafit karbon nitrida ($g-C_3N_4$) sebagai fotokatalis degradasi polutan organik namun tidak cukup efektif karena konstanta degradasinya yang relatif rendah dan kinerja katalitiknya menurun ketika digunakan berulang kali (Masih, Ma, & Rohani, 2017).

Salah satu material yang baik digunakan sebagai fotokatalis adalah nanopartikel bimetalik. Nanostruktur bimetalik AgPt menunjukkan aktivitas elektrokatalis yang superior, stabil, dan memiliki reproduibilitas yang baik. Nanopartikel bimetalik telah menjadi perhatian dalam berbagai penelitian karena sifatnya yang lebih unggul dibandingkan monometalik (Umar et al., 2014).

Beberapa monometalik memiliki kinerja terbatas karena sifatnya yang mudah teroksidasi sehingga mengurangi sensitivitas fotokatalis. Maka dari itu bimetalik hadir untuk mengatasi masalah tersebut dengan meningkatkan resistansi oksidasi dari logam dan mempertahankan sifat magnetiknya. Bimetalik juga meningkatkan aktivitas dan selektivitas serta mampu mengontrol sifat yang diinginkan. Tak hanya itu, bimetalik mampu meningkatkan aktivitas spesifik massa dari nanopartikel (Okumu & Matoetoe, 2016).

Diantara berbagai sistem bimetalik, komposisi sistem AgPt merupakan salah satu bimetalik yang berpotensi sebagai fotokatalis karena Ag memiliki kemampuan absorpsi sinar tampak yang paling tinggi diantara logam lainnya (Lee & Tu, 2008), sedangkan Pt memiliki efisiensi katalitik yang baik pada berbagai reaksi organik (Okumu & Matoetoe, 2016). AgPt memiliki aktivitas katalitik yang baik akibat perpaduan logam Ag dan Pt yang memiliki perbedaan elektronegativitas sehingga mendorong terjadinya perpindahan elektron, dan terjadi perbedaan muatan pada permukaan AgPt (Kohantorabi & Gholami, 2017). Adapun faktor yang terpenting dalam meningkatkan aktivitas katalitik AgPt adalah kontrol morfologi untuk mendapatkan permukaan aktif yang melimpah dan kecenderungan bidang kisi permukaan aktif (Rodrigues et al., 2016). Dalam penelitian Akrajas Ali Umar, fotokatalis AgPt dengan orientasi bidang kisi (001) mampu mendegradasi 20 ppm *Methyl Orange* hanya dalam waktu 8 menit (Umar et al., 2014).

Salah satu cara untuk mendapatkan aktivitas katalitik yang tinggi dari nanostruktur adalah dengan mengoptimalkan morfologi partikel. Logam mulia dengan morfologi seperti dendrit memiliki lengkungan tajam dan sehingga menyediakan banyak situs aktif atau *hot-spots* di celah dendrit (Ji et al., 2014). Struktur dendrit menyediakan lebih banyak situs aktif sehingga dapat meningkatkan reaktivitas dan aktivitas katalitik dari nanostruktur. Namun sejauh ini sebagian besar nanostruktur AgPt dengan morfologi dendrit disintesis menggunakan cara yang kompleks dan banyak menggunakan zat aditif organik sehingga tidak ramah lingkungan (Abdullah, Bakar, Shapter, Salleh, & Umar, 2017; Kim, Park, Lim, Kwon, & Kim, 2013)

Sejauh ini beberapa nanostruktur AgPt telah disintesis dengan berbagai metode seperti hidrotermal (Jiang et al., 2018), *co-reduction* (Feng et al., 2017), sintesis *one-pot* (Shao et al., 2017). Sintesis AgPt dalam beberapa morfologi juga telah dilakukan, mulai dari bentuk *nanofern* (Umar et al., 2014), *shell* (da Silva et al., 2017), hingga *octahedra* (Wilson et al., 2018). Namun tantangan terbesar dalam sintesis AgPt yakni relatif sulit dalam mempreparasi dan mengontrol pertumbuhan nanostruktur akibat adanya perbedaan yang tinggi pada ketidaktercampuran termodinamik dan reduksi kinetiknya (Umar et al., 2014). Sintesis AgPt dalam bentuk yang lain seperti heterostruktur dan *core-shell alloy* telah berhasil dilakukan namun tidak dapat menjelaskan penyebab dari peningkatan sifat katalitik dan pengaruh dari variasi perbandingan logam (Okumu & Matoetoe, 2016). Maka dari itu diperlukan metode sintesis mampu mengontrol morfologi dan komposisi katalis untuk meningkatkan aktivitas katalitik pada degradasi zat warna.

Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan sederhana dalam sintesis lapisan tipis bimetalik AgPt yang ditumbuhkan pada substrat ITO dengan metode elektrodeposisi melalui tekni *square-wave* dalam waktu singkat. Metode elektrodeposisi dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode sintesis konvensional, dimana prosesnya sederhana, murah, dan mudah mengontrol komposisi dan bentuk katalis. Dengan mengatur tegangan pengendapan, metode elektrodeposisi mampu mengontrol morfologi dan komposisi katalis, menghasilkan nanopartikel dengan luas permukaan yang besar dan memiliki efektivitas biaya yang baik (Choi et al., 2016).

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian mengenai preparasi lapisan tipis AgPt dengan aktivitas katalitik yang tinggi menggunakan metode elektrodeposisi. Untuk mendapatkan aktivitas katalitik yang tinggi dapat dilakukan dengan mengatur morfologi dan komposisi nanostruktur. Dalam penelitian ini lapisan tipis AgPt disintesis dengan memvariasikan tegangan atas dan waktu deposisi sehingga dicapai morfologi dan komposisi yang optimal sebagai fotokatalis terhadap zat warna MB.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah penelitian ini adalah, “Bagaimana pengaruh morfologi, komposisi, dan sifat elektrokimia lapisan tipis AgPt terhadap aktivitas katalitik pada reaksi degradasi MB?”

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis lapisan tipis AgPt dengan metode elektrodeposisi, mengetahui karakteristik lapisan tipis AgPt yang disintesis, dan mengetahui pengaruh komposisi dan sifat elektrokimia lapisan tipis AgPt untuk meningkatkan efektivitas katalitik pada reaksi degradasi MB.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai teknik mengontrol morfologi, komposisi, sifat elektrokimia dan aktivitas katalitik lapisan tipis AgPt yang disintesis dengan metode elektrodeposisi. Mendapatkan material fotokatalis yang mudah disintesis dan memiliki kinerja fotokatalitik yang tinggi dalam bentuk lapisan tipis AgPt sebagai upaya mengatasi limbah zat warna berbahaya, salah satunya adalah zat warna MB.