

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengolahan limbah merupakan salah satu aspek penting dalam pelaksanaan suatu usaha atau kegiatan. Limbah cair menjadi permasalahan yang cukup besar untuk dihadapi oleh para pelaku usaha atau kegiatan terutama yang bergerak di bidang industri tekstil, salah satunya adalah batik. Batik merupakan kebudayaan kuno Indonesia yang sudah ada sejak abad ke – 10 dan sudah ditetapkan oleh UNESCO sebagai Warisan Budaya Tak Benda pada 2 Oktober 2009 (Trixie, 2017). Oleh karena itu hingga saat ini batik masih mengalami perkembangan yang pesat, tidak hanya dari sektor industri tetapi juga dari sektor pendidikan.

Salah satu daerah yang memiliki peranan penting dalam perkembangan dan keberlangsungan budaya batik yaitu Kecamatan Sokaraja, Kabupaten Banyumas dan dikenal dengan sebutan “Batik Khas Banyumasan”. Bagi masyarakat Kecamatan Sokaraja, batik tidak hanya dipandang sebagai busana tetapi juga memiliki kontribusi yang tinggi dalam perekonomian mereka. Saat ini, Kecamatan Sokaraja dikenal sebagai “Kampung Batik” yang merupakan bentuk upaya baru dari para pengrajin batik untuk menarik minat pelanggan guna menjaga eksistensi Batik Banyumasan (Fauzan *et al.*, 2022). Perkembangan batik di wilayah ini tergolong cepat, namun hal tersebut belum diimbangi dengan pengetahuan para pengrajin batik terhadap pengelolaan limbah yang dihasilkan selama proses membatik khususnya limbah warna. Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh penulis kepada beberapa pengrajin batik di Kecamatan Sokaraja pada Rabu, 27 Desember 2023 bahwa sebagian besar pelaku kegiatan atau usaha batik yang ada di Kecamatan Sokaraja belum melakukan pengelolaan terhadap limbah cair batik yang dihasilkan. Sebagian besar dari para pelaku kegiatan atau usaha batik tersebut hanya menampung limbah cair batik yang dihasilkan dalam bak penampung atau membuangnya langsung ke badan air atau pekarangan yang ada di sekitarnya.

Limbah cair batik memiliki karakteristik yang hampir sama dengan limbah cair yang dihasilkan oleh industri tekstil dan tergolong dalam limbah kompleks

dengan kandungan warna, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Febriyanti & Titiek Winanti, 2020). Degradasi warna pada limbah cair batik hingga saat ini masih menjadi tantangan untuk proses pengolahan limbah cair batik. Hal ini karena pewarna yang digunakan merupakan pewarna sintetik yang tersusun atas senyawa aromatik kompleks seperti senyawa azo dan turunannya yang bersifat *nonbiodegradable* karena tersusun atas gugus benzen yang stabil dan bersifat mutagenik, dapat memicu kerusakan ginjal dan hati apabila masuk ke dalam tubuh serta dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari ke badan perairan sehingga mengganggu ekosistem perairan (Permadi, 2019). Berdasarkan analisis awal yang dilakukan oleh penulis terhadap limbah cair batik yang mengandung zat warna *Naphthol* diperoleh bahwa kandungan COD pada limbah cair batik sebesar 774,668 ppm dan konsentrasi warna sebesar 69,543 ppm. Zat warna *Naphthol* seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.1 merupakan jenis pewarna sintetik yang murah, mudah didapatkan serta memiliki karakteristik warna cerah dan pekat sehingga sering digunakan pada proses pewarnaan batik baik sebagai pewarna motif maupun warna dasar pada kain batik (Aulia *et al.*, 2020). Berdasarkan kondisi tersebut, maka proses pengolahan limbah cair batik perlu dilakukan agar mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan apabila limbah cair batik tersebut langsung dialirkan ke lingkungan.



Gambar 1. 1 Pewarna *Naphthol*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pengolahan limbah cair berdasarkan karakteristiknya digolongkan menjadi tiga, yaitu proses fisika, kimia, dan biologi. Salah satu cara yang dapat dilakukan

untuk pengolahan limbah cair industri batik yang mengandung bahan sintetik tinggi yaitu dengan proses kimia. Menurut Sari (2015), beberapa kelebihan dari proses pengolahan limbah secara kimia yaitu tidak dipengaruhi oleh polutan yang bersifat toksik serta perubahan konsentrasi, dan dapat menangani hampir seluruh polutan anorganik yang ada di dalam air limbah. Salah satu metode pengolahan limbah yang dapat menyisihkan seluruh jenis polutan organik dan anorganik serta seluruh jenis kontaminan dalam air limbah yaitu fotokatalisis (Nurhasanah *et al.*, 2018). Fotokatalisis adalah proses fotodegradasi atau degradasi suatu senyawa yang memanfaatkan energi foton atau sinar UV disertai penambahan material semikonduktor yang berperan sebagai katalis (Rosanti *et al.*, 2020). Menurut Raganata *et al.* (2020) menyatakan bahwa fotokatalis dengan material semikonduktor Seng Oksida (ZnO) lebih efisien dibandingkan dengan Titanium Dioksida (TiO₂) apabila diaplikasikan pada larutan yang berair dengan aktivitas katalis dan stabilitas termal yang tinggi, harganya ekonomis dan bersifat tidak beracun.

Pemaparan diatas menunjukkan bahwa ZnO memiliki banyak kelebihan. Akan tetapi, ZnO memiliki sifat optik yang kurang efektif apabila dilakukan menggunakan cahaya tampak serta struktur unitnya yang berpengaruh terhadap aktivitas fotokatalitik (Siagian *et al.*, 2022) serta memiliki kemampuan yang terbatas untuk mengadsorpsi zat yang didegradasi sehingga memerlukan modifikasi (Bemis *et al.*, 2019). Selain itu, ZnO memiliki keterbatasan pada pertukaran muatan dari pasangan elektron atau *hole* yang terbentuk saat proses fotodegradasi. Silika, zeolit, lempung, alumina dan karbon aktif merupakan material yang bisa mengurangi keterbatasan pertukaran elektron dan *hole* pada proses fotodegradasi (Syabila & Khair, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nainggolan *et al.*, (2023), disebutkan bahwa pada proses fotodegradasi zat warna Rhodamin B menggunakan material ZnO – SiO₂ yang berasal dari Tetraetil Ortosilikat (TEOS) diperoleh hasil degradasi warna dari konsentrasi awal 99,10 mg/L menjadi 0,0531 mg/L dengan persentase 99,10%. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan silika dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dari ZnO dan meningkatkan aktivitas fotokatalisis dari ZnO.

Silika adalah material berpori yang terdiri dari silikon dan oksigen dengan rumus kimia SiO_2 yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati atau sintesis kristal. Silika nabati adalah silika yang diperoleh dari hasil proses dengan bahan baku berupa tumbuhan sehingga mudah untuk diperbarui. SiO_2 memiliki keunggulan seperti stabilitas termal yang baik, kekuatan mekanik yang baik serta memiliki luas permukaan yang besar (Oktaviani & Haris, 2016). Material *biomassa* yang memiliki kandungan silika tinggi adalah tongkol jagung yang banyak dijumpai khususnya berasal dari limbah pertanian. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Andika (2016), tongkol jagung memiliki kandungan kimia berupa silika 20,6% ; air 10% ; selulosa 36,48% ; hemiselulosa 28,86% dan lignin 3,16%. Walaupun kandungan silika pada tongkol jagung tidak terlalu tinggi, tetapi apabila sudah diabukan tongkol jagung memiliki kandungan silika sebanyak 67,41% (Fathurrahman *et al.*, 2020). Salah satu metode sintesis yang dapat digunakan untuk melakukan sintesis ZnO-SiO_2 yaitu metode sol-gel. Metode sol-gel merupakan metode sintesis yang menerapkan 2 (dua) tahapan fasa yaitu sol dan gel dengan hasil sintesis berupa partikel dengan ukuran dan distribusi yang seragam (Zainul, 2018) serta memiliki kemurnian yang tinggi (Ningsih *et al.*, 2017).

Berdasarkan penjelasan tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis ZnO-SiO_2 yang berasal dari prekursor Seng Nitrat Heksahidrat ($\text{Zn}(\text{NH}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sebagai sumber ZnO dan abu limbah tongkol jagung sebagai sumber SiO_2 dengan metode kopresipitasi. Material fotokatalis ini akan di karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray* (SEM – EDX) dan *X – Ray Diffraction* (XRD) kemudian diaplikasikan pada limbah cair batik dengan fokus degradasi adalah COD, warna dan pH air limbah batik.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh massa SiO_2 Abu Tongkol Jagung terhadap karakteristik morfologi permukaan, ukuran partikel, persentase massa unsur penyusun serta kristalinitas dari material fotokatalis ZnO – SiO_2 Abu Tongkol Jagung yang dihasilkan ?

2. Berapakah waktu kontak optimum yang diperlukan oleh material fotokatalis ZnO/SiO₂ Abu Tongkol Jagung dalam menyisihkan kandungan COD dan warna dengan persentase degradasi paling tinggi serta pengukuran pH limbah cair batik sesuai dengan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil dan Batik ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui pengaruh massa SiO₂ Abu Tongkol Jagung terhadap karakteristik morfologi permukaan, ukuran partikel, persentase massa unsur penyusun serta kristalinitas material fotokatalis ZnO – SiO₂ Abu Tongkol Jagung yang dihasilkan.
2. Mengetahui waktu kontak optimum yang diperlukan oleh material fotokatalis ZnO/SiO₂ Abu Tongkol Jagung dalam menyisihkan kandungan COD dan warna dengan persentase degradasi paling tinggi serta pengukuran pH limbah cair batik sesuai dengan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil dan Batik.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Dapat memberikan masukan kepada pelaku usaha atau kegiatan batik tentang efektivitas fotokatalisis yang digunakan untuk mendegradasi kandungan warna, COD dan pH limbah cair batik.
2. Memberikan informasi mengenai hasil karakterisasi material fotokatalis ZnO/SiO₂ Abu Tongkol Jagung yang telah dibuat.
3. Menyediakan referensi terkait alternatif pengolahan limbah cair industri batik.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Karakteristik fotokatalis ZnO – SiO₂ Abu Tongkol Jagung dilihat berdasarkan analisis morfologi permukaan, ukuran partikel, dan persentase massa unsur penyusun dengan SEM - EDX serta kristalinitas material dengan XRD.
2. Material fotokatalis ZnO – SiO₂ Abu Tongkol Jagung yang digunakan untuk proses pengolahan limbah cair batik adalah material yang memiliki ukuran paling kecil berdasarkan hasil uji SEM - EDX.
3. Material SiO₂ yang digunakan sebagai doping ZnO dalam pembuatan material fotokatalisis berasal dari Abu Tongkol Jagung.
4. Limbah cair batik yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu limbah cair batik yang mengandung zat warna *Naphthol* dan berasal dari proses pewarnaan batik di salah satu Pengrajin Batik dengan volume 100 ml.
5. Sumber energi foton yang digunakan berasal dari lampu UV 7 watt sebanyak 6 buah.