

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber penting bagi keberadaan semua organisme hidup, namun sumber kualitas air sangat memprihatinkan karena meningkatnya populasi dan aktivitas industri. Peningkatan jumlah penggunaan air akan menghasilkan peningkatan jumlah air limbah. Mengenai tantangan lingkungan, air limbah industri tidak berhasil diolah dengan metode pengolahan konvensional dan metode yang digunakan saat ini memberikan air berkualitas rendah yang tidak dapat digunakan untuk penggunaan rumah tangga. Penyebabnya adalah adanya bahan organik dalam air limbah, bahan organik ini sebagian dapat terurai dan banyak yang tidak dapat terurai. Pengolahan biologis air limbah saja biasanya tidak efektif, sehingga dapat mengakibatkan kualitas air yang buruk (Edzwald, J.K., dan Tobiasson, 2011).

Pada industri tekstil khususnya pembuatan batik, di dalam proses produksinya mempunyai unit finishing-pewarnaan (dyeing) dan pencelupan yang mempunyai potensi besar sebagai penyebab pencemaran air. Proses finishing-pewarnaan (dyeing) dan pencelupan biasanya menggunakan zat warna organik sintetis. Sekitar 60%-70% zat warna yang digunakan dalam pencelupan tekstil adalah zat warna organik sintetis golongan kuning metanil dan turunannya yang berpotensi mencemari lingkungan. Selain itu, limbah cair industri batik memiliki karakteristik berwarna keruh, berbusa, pH tinggi, konsentrasi BOD tinggi, kandungan lemak alkali dan zat warna dimana didalamnya terdapat kandungan logam berat, misalnya krom (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), tembaga (Cu), dan mangan (Mn) (Natalina dan Firdaus 2017).

Penghasil limbah industri lainnya adalah industri pangan berbahan utama organik, misalnya industri tahu. Limbah dari pengolahan tahu mempunyai kadar BOD (Biological Oxygen Demand) sekitar 5.000 - 10.000 mg/l, COD (Chemical Oxygen Demand) 7.000 - 12.000 mg/l, serta mengandung amoniak dan fosfat yang jika langsung dibuang ke badan air, maka akan menurunkan daya dukung lingkungan pada perairan (Sayow dkk. 2020), misalnya kadar amoniak di atas 0,1 mg/L akan mengakibatkan terganggunya ekosistem biota perairan. Kandungan fosfat yang menyebabkan terjadinya pertumbuhan tanaman air yang tidak terkendali, mengganggu cahaya yang masuk ke perairan dan mengurangi distribusi oksigen (Rohman dkk. 2018).

Secara umum, untuk mengolah air limbah hasil buangan adalah dengan cara pengendapan kimia dan koagulasi. Namun metode ini membutuhkan pengolahan awal dengan biaya cukup besar dan menghasilkan sludge (lumpur) sebagai limbah sekunder yang berbahaya sehingga membutuhkan perlakuan lebih lanjut (Rahman, 2012). Salah satu alternatif potensial yang bisa digunakan untuk mengatasi dua masalah tersebut adalah menggunakan metode degradasi fotokatalitik. Dari berbagai hasil penelitian, diketahui bahwa senyawa toksis di dalam air limbah batik dan tahu dapat didegradasi melalui serangkaian proses fotolisis dengan menggunakan sinar UV buatan atau sinar UV dari radiasi sinar matahari. Proses tersebut dapat dipercepat dengan menggunakan material yang bersifat fotokatalis yaitu material yang dapat mempercepat laju reaksi fotokimia.

Beberapa senyawa kimia yang memiliki sifat sebagai fotokatalis adalah oksida titan (TiO_2) dan zinc oksida (ZnO). TiO_2 paling banyak digunakan sebagai fotokatalis

dalam aplikasi reaksi fotokatalitik karena keunggulannya dibandingkan jenis semikonduktor lain (Rahman, 2012) dan terbukti mampu mendegradasi senyawa rhodamin B sebanyak 90% (Paul 2020). Selain itu adsorpsi ZnO telah dianggap efektif menghilangkan polutan air dengan teknik fisik tradisional (adsorpsi pada karbon aktif, pertukaran ion pada resin adsorben sintetik, ultra filtrasi, koagulasi oleh teknik kimia), dan umumnya dapat digunakan secara efisien.

Permasalahan khusus yang terjadi pada limbah cair batik dan tahu yang dihadapi pengusaha kedua industri tersebut adalah jumlah tanah resapan yang sudah tidak memadai bagi pembuangan limbah. Tanah resapan sudah berkurang jumlahnya dari segi luas wilayah maupun kontur disebabkan kepadatan pemukiman penduduk dan erosi.

Guna menghilangkan bahan berbahaya seperti pewarna, adsorpsi dengan bantuan resin, seperti Dowex 11, sudah banyak digunakan (Swati 2013). Penggunaan resin ini menjadi salah satu alternatif terhadap metode konvensional, dan para peneliti menyebutnya dengan istilah “advanced oxidation processes” (AOPs) (Swati dkk. 2012).

Metode degradasi fotokatalitik secara AOPs sebelum perlakuan resin TiO dan ZnO dicangkokkan ke dalam limbah yaitu analisis komposisi, salah satunya proses pembuatan ramuan TiO dan ZnO dalam suhu ruang. Suhu ruang merupakan faktor yang dapat memengaruhi kinerja resin. Analisis perlakuan resin TiO dan ZnO setelah proses pencampuran juga perlu dilakukan guna mengetahui seberapa banyak Ion yang tereduksi sehingga dapat dipastikan seberapa banyak BOD dan COD (limbah sekunder) yang tersisa.

Teknologi fotokatalitik telah banyak dipelajari sejak 1970 dan diketahui sebagai metode yang pengolahan limbah cair berwarna yang cepat, tidak menghasilkan lumpur, reproduksibilitas yang tinggi dan relatif berbiaya rendah. Proses fotokatalitik berlangsung melalui fotoinduksi senyawa oksida katalis yang menghasilkan spesies-spesies oksidatif yang mampu mendestruksi zat warna. Reaksi fotokatalitik diaktivasi oleh absorpsi foton dengan level energi yang sama atau lebih tinggi dari energi celah pita (band-gap) pada katalis. Reaksi tersebut diinisiasi oleh pemisahan muatan yang dihasilkan oleh promosi electron (e^-) dari pita valensi ke pita konduksi pada katalis, yang menghasilkan lubang (h^+) pada pita valensi. Elektron yang dihasilkan mampu mereduksi warna atau bereaksi dengan akseptor elektron seperti O_2 yang teradsorpsi pada permukaan katalis atau terlarut dalam air, untuk membentuk anion radikal superoksida ($O_2^{\cdot-}$). Lubang yang dihasilkan mampu mengoksidasi molekul organik atau bereaksi dengan OH^- atau H_2O untuk memproduksi OH^{\cdot} . $O_2^{\cdot-}$ and OH^{\cdot} adalah spesies yang sangat kuat yang mampu mendegradasi hampir seluruh zat warna azo menjadi produk-produk akhir mineral.

Penelitian teknologi hibrida untuk teknik pengolahan air limbah batik dan tahu ini diharapkan dapat mendegradasi dan mengoksidasi sebagian besar polutan organik yang larut dalam air dan sedikit polutan anorganik secara berkelanjutan, ekonomis, dan ramah lingkungan tanpa menghasilkan polutan sekunder. Penelitian ini merupakan proses degradasi menggunakan resin fotokatalitik tingkat lanjut yang diharapkan akan mendekati penyelesaian masalah pencemaran air termasuk polutan organik yang tidak dapat terurai secara alami. Pada penelitian lanjutan ini akan banyak kendala yang dihadapi penulis mengingat belum banyak referensi teknologi degradasi metode

fotokatalitik dari penelitian sebelumnya, meskipun dapat ditemukan degradasi metode fotokatalitik telah diaplikasikan dalam proses pengolahan limbah industri (Sugiyana dan Notodarmojo 2015).

Sampel pada penelitian ini diambil dari Industri Batik tulis rumahan di Kecamatan Tanjung Bumi Bangkalan dan pabrik Industri Pabrik Tahu Muncul Surabaya, Jawa Timur. Pertimbangan peneliti menggunakan sampel dari pabrik tahu Muncul karena lokasi pabrik yang letaknya berada di perkampungan padat penduduk, memungkinkan limbah produksi mencemari lingkungan sekitarnya. Pertimbangan yang sama ditujukan pada pengambilan sampel limbah batik.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana komposisi resin immobilized dengan fotokatalis TiO_2 dan ZnO yang optimum dalam mendegradasi polutan organik dan anorganik?
2. Bagaimana efektivitas resin immobilized fotokatalis TiO_2 dan ZnO terhadap kualitas efluen limbah cair batik dan limbah tahu?
3. Bagaimana karakteristik resin immobilized fotokatalis TiO_2 dan ZnO ?

1.3 Batasan Penelitian

1. Penelitian dilakukan menggunakan 2 (dua) jenis katalis yaitu ZnO dan TiO_2
2. Resin yang digunakan adalah resin penukar kation
3. Jenis limbah yang digunakan berasal dari industri tekstil batik dan industri tahu
4. Lokasi pengambilan sampel limbah industri tahu dilakukan di Industri Pabrik Tahu Muncul Surabaya, sedangkan sampel limbah industri tekstil pada Industri Batik Tulis Rumahan di Kecamatan Tanjung Bumi Bangkalan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui komposisi resin immobilized fotokatalis senyawa TiO_2 dan ZnO yang optimum dalam mendegradasi polutan organik dan anorganik.

2. Mengetahui efektivitas resin immobilized fotokatalis TiO_2 dan ZnO terhadap kualitas efluen limbah cair batik dan limbah tahu.
3. Mengetahui karakteristik resin immobilized fotokatalis TiO_2 dan ZnO .
4. Mengetahui kemampuan RIP dalam pengolahan limbah batik dan limbah tahu serta dampak terhadap lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan informasi pada pengamat dan pelaksana lingkungan pada masyarakat maupun negara tentang perbandingan efektivitas resin immobilized fotokatalis TiO_2 dan ZnO dalam proses degradasi fotokatalitik senyawa toksik limbah batik dan tahu berdasarkan senyawa toksik yang terdegradasi (%).

2. Manfaat Teoritis

Pengembangan dari penelitian terdahulu yang berfokus pada Teknik lingkungan yang berupaya menjawab urgensi solusi pencemaran lingkungan dengan metode yang relevan dan aman.

1.6 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2021 terhadap pabrik industri tekstil batik dan industri tahu yang terdaftar sebagai pelaku usaha mikro di Pemerintah Provinsi Jawa Timur. Serta hasil data analisis dari karakteristik fotokatalis terimobilisasi resin ZnO dan TiO_2 .