

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri batik merupakan salah satu sektor penghasil limbah cair dengan kandungan zat warna tinggi yang berpotensi mencemari lingkungan perairan. Limbah ini terutama dihasilkan pada tahap pewarnaan kain batik (Lestari, 2014). Zat warna yang digunakan umumnya berupa senyawa organik sintetis yang sulit terurai secara biologis sehingga dapat meningkatkan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam air limbah (Widiyaningsih, 2014). Selain menurunkan kualitas estetika perairan, tingginya kandungan warna juga menghambat penetrasi cahaya matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis organisme akuatik. Apabila dibuang tanpa pengolahan, limbah batik dapat menyebabkan pencemaran air dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia (Grezechulska dan Morawski, 2002).

Berbagai teknologi telah digunakan untuk menurunkan kandungan pencemar dalam limbah batik, seperti teknologi membran, fitoremediasi, fotokatalitik, koagulasi dua tahap (Putri & Soewondo, 2010), serta adsorpsi. Salah satu metode yang cukup efektif adalah fotokatalisis menggunakan titanium dioksida (TiO_2), yang mampu menguraikan senyawa organik melalui reaksi oksidasi dengan bantuan sinar UV (Kholidah et al., 2021). Namun, TiO_2 murni memiliki kelemahan karena partikel mudah mengalami aglomerasi dan sulit dipisahkan kembali dari larutan sehingga efisiensinya menurun. Oleh karena itu, TiO_2 dapat dikompositkan dengan karbon aktif yang memiliki struktur berpori dan luas permukaan tinggi sehingga mampu meningkatkan area kontak reaksi serta kemampuan adsorpsi terhadap senyawa organik (Jia et al., 2024).

Karbon aktif dapat diproduksi dari berbagai biomassa, termasuk ampas tebu dan tempurung kelapa yang melimpah sebagai limbah pertanian. Karbon aktif dari ampas tebu memiliki kandungan karbon tinggi dan struktur pori yang baik sehingga berpotensi sebagai adsorben. Sementara itu, karbon aktif dari tempurung kelapa

memiliki porositas dan stabilitas struktur yang tinggi sehingga efektif dalam menyerap senyawa organik. Pemanfaatan kedua biomassa tersebut tidak hanya meningkatkan nilai guna limbah pertanian, tetapi juga menghasilkan material adsorben yang ramah lingkungan dan ekonomis. Namun, karbon aktif hasil pirolisis umumnya masih mengandung abu dan mineral anorganik yang dapat menutupi pori aktif. Oleh karena itu, diperlukan aktivasi menggunakan asam klorida (HCl) untuk menghilangkan pengotor dan memperbaiki struktur pori sehingga permukaannya lebih reaktif terhadap penempelan partikel TiO_2 (Lestari et al., 2020). Kombinasi karbon aktif teraktivasi dengan TiO_2 memberikan sinergi antara proses adsorpsi dan fotokatalisis sehingga degradasi senyawa pencemar dapat berlangsung lebih efektif (Rasyid et al., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan penggunaan TiO_2 maupun karbon aktif secara terpisah dalam pengolahan limbah berwarna. Grezechulska dan Morawski (2002) menunjukkan bahwa fotokatalisis menggunakan TiO_2 mampu mendegradasi zat warna azo secara signifikan. Penelitian lain juga melaporkan bahwa karbon aktif dapat menurunkan kandungan warna serta parameter pencemar seperti COD dan BOD melalui proses adsorpsi. Selain itu, Kholidah et al. (2021) menunjukkan bahwa fotokatalisis TiO_2 efektif menurunkan konsentrasi zat warna dalam limbah cair. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menggunakan satu jenis karbon aktif sebagai pendukung fotokatalis. Oleh karena itu, penelitian mengenai komposit TiO_2 dengan karbon aktif berbahan ampas tebu dan tempurung kelapa teraktivasi HCl dilakukan untuk memberikan alternatif material fotokatalis yang diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengolahan limbah cair batik melalui kombinasi proses adsorpsi dan fotokatalisis.

Penelitian ini mengkaji efektivitas komposit TiO_2 –karbon aktif berbahan ampas tebu dan tempurung kelapa teraktivasi HCl dalam menurunkan kadar warna dan COD serta memantau perubahan pH pada limbah cair industri batik melalui variasi waktu penyinaran. Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa variasi rasio pencampuran material, optimaasi massa komposit, dan durasi waktu penyinaran

memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efektivitas penyisihan polutan, diperkuat oleh bukti statistik melalui uji korelasi *Spearman's rho* yang mengonfirmasi adanya hubungan positif yang sangat kuat ($r = 0,876$) antara efisiensi penurunan kadar warna dengan pendegradasian senyawa organik (COD). Dengan demikian, Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah batik yang lebih efektif sekaligus meningkatkan pemanfaatan limbah biomassa sebagai material bernilai tambah.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perbandingan rasio pencampuran karbon aktif terhadap efektivitas penurunan parameter kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik?
2. Bagaimana pengaruh variasi massa campuran karbon aktif yang dikompositkan dengan TiO_2 terhadap efektivitas penurunan parameter kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik?
3. Bagaimana pengaruh variasi lama waktu penyinaran sinar uV-A terhadap kinerja fotokatalis TiO_2 –karbon aktif dalam menurunkan parameter kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan ialah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh perbandingan rasio pencampuran karbon aktif terhadap efektivitas penurunan parameter kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik.
2. Menganalisis pengaruh variasi massa campuran karbon aktif yang dikompositkan dengan TiO_2 terhadap efektivitas penurunan parameter kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik.

3. Menganalisis pengaruh variasi lama waktu penyinaran sinar uV-A terhadap kinerja fotokatalis TiO_2 -karbon aktif dalam menurunkan parameter kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pengalaman dan pengetahuan bagi penulis tentang kombinasi karbon aktif dengan komposit TiO_2 dalam menurunkan kadar warna, COD, dan perubahan pH pada air limbah industri batik.
2. Memberikan referensi penelitian bagi akademisi dengan topik yang sama untuk diteliti lebih lanjut.
3. Memberikan teknologi alternatif bagi masyarakat dalam pengolahan air limbah industri batik dengan parameter kadar warna, COD, dan pH.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Sampel penelitian berupa air limbah industri batik yang diambil dari usaha pembuatan batik di Jetis Sidoarjo.
2. Parameter yang dianalisis adalah kadar warna, COD, dan pH.
3. Material yang digunakan dalam reaktor adalah komposit TiO_2 -Karbon Aktif.
4. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Air dan Laboratorium Riset Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
5. Uji parameter warna awal dilakukan di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya. Analisa awal untuk parameter COD dan pH dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.