

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat dan berperan besar dalam perekonomian. Meskipun kemajuan tersebut telah dicapai, terdapat tantangan lingkungan yang substansial, khususnya terkait limbah yang dihasilkan dari proses produksi. Salah satu komponen umum dalam limbah tersebut adalah pewarna sintesis yang digunakan untuk mewarnai berbagai produk tekstil. Zat warna ini umumnya memiliki konsentrasi tinggi dan bersifat toksik, sehingga dapat menimbulkan dampak serius terhadap kesehatan manusia serta mencemari lingkungan [1].

Zat warna merupakan senyawa organik tak jenuh yang mengandung gugus azo ($-N=N-$), hidrokarbon aromatik, dan fenol, sehingga sulit terurai secara biologis dan berpotensi mencemari perairan [1]. Salah satu contoh zat warna ini adalah *Reactive Blue 19* (RB 19), yang memiliki gugus kromofor sehingga menghasilkan warna cerah, tahan luntur, dan stabil terhadap oksidasi kimia berkat struktur aromatik antrakuinonnya.[2]. Limbah dari zat warna ini tidak hanya mencemari air, tetapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap organisme perairan dan kesehatan manusia [3].

Berbagai metode untuk mengolah limbah cair telah dikembangkan, baik melalui proses fisika, kimia, maupun biologi, dan masing-masing memiliki kelebihan serta kekurangannya. Metode konvensional, seperti fitoremediasi, filtrasi, dan adsorpsi, banyak digunakan karena biayanya rendah dan penerapannya mudah, namun metode tersebut kurang efektif dalam menguraikan senyawa organik kompleks seperti zat pewarna yang banyak dijumpai dalam limbah industri tekstil [4].

Sebagai alternatif, metode *Advanced Oxidation Process* (AOP) dikembangkan karena mampu mendegradasi senyawa organik kompleks secara lebih efektif. Metode ini memanfaatkan kombinasi beberapa proses, seperti ozonasi, sinar ultraviolet, karbon aktif, hidrogen peroksida, dan katalis, yang menghasilkan radikal hidroksil ($\bullet OH$) [5]. Keunggulan AOP antara lain dapat menguraikan

berbagai senyawa organik dan zat warna, mengubah limbah beracun menjadi tidak beracun, tidak memerlukan lahan luas, tidak menghasilkan lumpur tambahan, serta tidak membutuhkan regenerasi seperti pada penggunaan adsorben atau membran penyaring [6].

Berdasarkan penelitian Alhamad dkk. (2016), pengolahan zat warna *Reactive Blue 19* menggunakan metode *Advanced Oxidation Process* (AOP) berbasis plasma gliding-arc nontermal/ H_2O_2 secara efektif dengan efisiensi penyisihan mencapai 98,9% dalam 60 menit, sedangkan tanpa penambahan H_2O_2 efisiensi yang diperoleh hanya 87%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan H_2O_2 meningkatkan pembentukan spesies oksidatif reaktif sekaligus menghambat pembentukan produk samping selama proses degradasi [7]. Selain itu, penelitian oleh Gholizade (2023) menerapkan metode AOP berupa kombinasi radiasi *Ultraviolet Light-Emitting Diodes* (UV-LED) dan klorin untuk mendegradasi zat warna RB 19, yang terbukti mampu menghilangkan lebih dari 99% zat warna serta menyisihkan 98% nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam waktu 30 menit [8].

Selanjutnya terdapat kajian kinetika reaksi sangat penting untuk merancang pengolahan limbah cair yang efisien. Misalnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Henry dkk. (2016) degradasi pewarna reaktif *Remazol Red B* menggunakan AOP Fenton mengikuti kinetika orde dua pada pH 3 dan suhu 27 °C. Pemahaman kinetika ini memungkinkan penentuan parameter operasi optimal seperti waktu kontak, pH, konsentrasi oksidan, dan suhu, sehingga proses degradasi zat warna dapat lebih efektif dan layak diterapkan pada skala industri. [9].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas teknologi *Advanced Oxidation Process* (AOP) Ozon/UV dalam mengolah limbah pewarna tekstil sintetis menggunakan *Reactive Blue 19* sebagai model pencemar. Pengaruh variasi konsentrasi awal zat warna terhadap penurunan parameter kualitas limbah seperti konsentrasi zat warna, COD, TDS/DHL, dan pH akan dikaji. Selain itu, analisis kinetika degradasi dilakukan untuk memahami laju reaksi yang terjadi selama proses pengolahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas sistem AOP Ozon/UV dalam mendegradasi *Reactive Blue 19* pada berbagai konsentrasi limbah pewarna tekstil sintetis?
2. Bagaimana perubahan parameter kualitas limbah yang meliputi COD, TDS/DHL, dan pH selama proses pengolahan *Reactive Blue 19* menggunakan sistem AOP Ozon/UV?
3. Bagaimana model kinetika dan konstanta laju degradasi *Reactive Blue 19* pada masing-masing variasi konsentrasi limbah menggunakan sistem AOP Ozon/UV?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Metode pengolahan yang digunakan adalah *Advanced Oxidation Process (AOP)* Ozon/UV
2. Sampel yang digunakan pada penelitian ini air limbah sintetis pewarna tekstil *Reactive Blue 19*.
3. Pengukuran konsentrasi zat warna menggunakan Spektrofotometer UV-Vis
4. Parameter analisis yang digunakan pada percobaan ini meliputi konsentrasi zat warna, COD, TDS/DHL, dan pH.
5. Variasi konsentrasi yang digunakan pada proses *Advanced Oxidation Process (AOP)* adalah 20; 40; 80; 120 mg/L dengan laju alir (*flow rate*) 5L/menit
6. Analisis kinetika dilakukan menggunakan model orde nol, orde satu, dan orde dua.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis efektivitas sistem AOP Ozon/UV dalam mendegradasi zat warna *Reactive Blue 19* pada berbagai konsentrasi limbah pewarna tekstil sintetis.
2. Menganalisis perubahan parameter kualitas limbah yang meliputi COD, TDS/DHL, dan pH selama proses pengolahan menggunakan sistem AOP Ozon/UV
3. Menentukan model kinetika dan konstanta laju degradasi *Reactive Blue 19* pada masing-masing variasi konsentrasi limbah pewarna tekstil sintetis menggunakan sistem AOP Ozon/UV.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran tentang pengaruh teknologi AOP dalam mengurangi kadar zat warna, COD, TDS,DHL, dan pH pada air limbah tekstil.
2. Menunjukkan hasil analisis kinetika degradasi zat warna yang dapat digunakan untuk menentukan kecepatan dan mekanisme reaksi pada proses oksidasi.
3. Menjadi acuan dalam menentukan kondisi operasi yang optimal, seperti waktu reaksi dan laju alir, untuk meningkatkan efisiensi pemurnian air limbah.
4. Memberikan hasil yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah cair tekstil yang lebih efisien dan ramah lingkungan.