

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan akibat limbah industri tekstil semakin meningkat dan menjadi masalah serius di banyak negara, termasuk Indonesia. Salah satu polutan utama dalam limbah tersebut adalah Metilen Biru (MB), yang sering digunakan sebagai zat pewarna dalam berbagai produk tekstil seperti katun, wol, sutra, dan kertas. Selain itu, MB juga banyak digunakan dalam industri percetakan, cat, serta kosmetik (Sihombing & Sarungu, 2022). Keberadaan MB dalam limbah industri memiliki dampak merugikan bagi ekosistem perairan dan kesehatan manusia, terutama ketika konsentrasi melebihi batas regulasi yang ditentukan. Di Indonesia konsentrasi maksimum MB diizinkan dalam limbah domestik berkisar antara 5-10 mg/L untuk melindungi lingkungan perairan (Hulupi dkk., 2023).

Pencemaran air yang disebabkan oleh zat warna MB banyak ditemukan karena penggunaannya yang luas dalam berbagai bidang dan banyak dideteksi pada perairan yang berdekatan dengan kawasan industri. Polusi MB pada lingkungan perairan yang bersifat toksik bagi berbagai organisme perairan yang menunjukkan gangguan pertumbuhan, reproduksi, dan stres fisiologis (Patel & Patel, 2023). Selain itu, air yang mengandung MB jika dikonsumsi dalam waktu lama akan berbahaya karena sifat karsinogenik, merusak jaringan, serta dapat menyebabkan masalah jantung yang dapat berbahaya bagi kelangsungan hidup manusia (Hamed dkk., 2014).

Pengolahan limbah yang tepat sebelum dilepaskan ke lingkungan merupakan aspek penting untuk menjaga kualitas lingkungan dan kesehatan ekosistem perairan. Salah satu metode yang memenuhi standar baku mutu dari pemerintah dalam pengolahan dan penanggulangan limbah zat warna adalah fotokatalisis. Fotokatalisis merupakan metode yang banyak digunakan untuk menghilangkan polutan berbahaya seperti MB pada lingkungan perairan. Fotokatalisis menggunakan bahan semikonduktor yang mampu menyerap energi cahaya seperti UV atau cahaya tampak yang dapat mengeksitasi elektron dan menciptakan pasangan *electron-hole* (Hassan dkk., 2023). *Electron-hole* bereaksi dengan molekul air dan oksigen untuk menghasilkan radikal hidroksil (-OH) dan ion superoksida (O_2^-) yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi polutan organik, termasuk zat warna menjadi senyawa non-toksik seperti karbon dioksida dan air (Mohamadpour & Amani, 2024). Metode ini banyak digunakan karena memiliki efisiensi yang tinggi, lebih murah, material yang dapat digunakan kembali, serta ramah lingkungan (Markushyna dkk., 2020).

Titanium oksida (TiO_2) merupakan material fotokatalis yang banyak digunakan karena proses oksidatifnya yang kuat di bawah sinar UV atau cahaya tampak. Keunggulan ini mencakup stabilitas kimia yang baik, rendahnya toksisitas, dan biaya yang lebih murah. (Alhawiti dkk., 2021). Salah satu pendekatan inovatif dalam pengolahan limbah adalah penggunaan *Molecularly Imprinted Membran* (MIM) yang merupakan membran hasil sintesis khusus memiliki situs ikatan yang disesuaikan dengan molekul target tertentu. Pemanfaatan polieugenol sebagai matriks MIM memberikan keunggulan tambahan dalam hal stabilitas dan interaksi

molekul spesifik melalui pencetakan untuk selektivitas dalam aplikasinya pada degradasi zat warna (Kowalewska & Majewska-Smolarek, 2023). Kombinasi MIM berbasis polieugenol dan TiO_2 juga dapat membentuk suatu material fotodegradasi dengan dua keunggulan yaitu selektivitas molekul dari MIM dan aktivitas fotokatalitik dari TiO_2 .

MIM pada aktivitas fotokatalitik memanfaatkan situs ikatan yang selektif sehingga meningkatkan kinerja adsorpsi yang spesifik dan degradasi zat warna. TiO_2 berperan sebagai fotokatalis yang menghasilkan spesies oksigen reaktif untuk mendegradasi molekul polutan MB. Struktur MIM meningkatkan selektivitas dengan pembentukan rongga yang sesuai dengan struktur MB sehingga meningkatkan proses adsorpsi sebelum degradasi fotokatalitik (Kubiak dkk., 2023). Komposit ini menunjukkan efisiensi degradasi dan selektivitas yang lebih baik dibandingkan TiO_2 murni atau polimer *non-imprinting*.

Riset sebelumnya menunjukkan bahwa degradasi zat warna *rhodamine B* menggunakan Fe- TiO_2 /MIP memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan Fe- TiO_2 . Hal ini menunjukkan adanya peningkatan efisiensi degradasi, yang dibuktikan melalui analisis menggunakan *mass spectrometry* (He dkk., 2014).

Penelitian mengenai pemanfaatan MIM berbasis *polyeugenol* dengan penambahan TiO_2 dapat membantu peningkatan efisiensi degradasi polutan zat warna MB. Hasil penelitian ini berupa membran dengan matriks *polyeugenol* dengan penambahan TiO_2 yang dapat mendegradasi zat warna MB melalui sifat selektivitas secara molekular yang ada pada membran dan aktivitas fotokatalitik yang diperoleh dari material TiO_2 . Karakterisasi yang dilakukan meliputi

karakterisasi Polieugenol dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), karakterisasi TiO_2 dengan FTIR, *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy* (UV-Vis DRS), serta karakterisasi membran dengan FTIR, *Scanning Electron Microscope* (SEM-EDX), dan analisis fisik yang meliputi berat dan ketebalan, derajat pengembangan (*swelling degree*), serapan air (*water uptake*), porositas dan sudut kontak.

I.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Melakukan sintesis dan karakterisasi serta analisis data TiO_2 .
2. Melakukan sintesis dan karakterisasi serta analisis data *non imprinted membran* (NIM) berbasis *polyeugenol* dengan penambahan TiO_2 .
3. Melakukan sintesis dan karakterisasi serta analisis data *molecularly imprinted membran* (MIM) berbasis *polyeugenol* dengan penambahan TiO_2 .
4. Melakukan pengujian fotodegradasi zat warna *methylene blue* menggunakan NIM dan MIM berbasis *polyeugenol* dengan penambahan TiO_2 .