

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan oleh limbah industri tekstil semakin meningkat dan menjadi masalah serius di banyak negara (Zhu dkk., 2020). Menurut Al-Buriahi dkk., (2022) sekitar 10% zat pewarna dilepaskan ke sistem perairan dari total 749 ton zat warna yang dipakai di industri per tahun. Salah satu zat pewarna sintetis yang sering digunakan adalah *Remazol Black B*. *Remazol Black B* (RBB) adalah salah satu zat warna jenis azo yang memiliki gugus kromofor azo yang memberikan warna biru yang kuat dan termasuk dalam kategori zat warna anionik karena memiliki gugus sulfonat yang berperilaku sebagai ion negatif dalam larutan dan digunakan secara luas dalam proses pewarnaan tekstil (Ayuni dkk., 2016).

RBB berdampak buruk terhadap lingkungan karena limbah zat warna tersebut menimbulkan pencemaran air, gangguan ekosistem akuatik, toksisitas dan karsinogenik (Ayuni dkk., 2016), maka diperlukan pengolahan limbah yang tepat sebelum dilepaskan ke lingkungan. Salah satu metode yang memenuhi standar baku mutu dari pemerintah dalam pengolahan dan penanggulangan limbah zat warna yaitu mengkombinasikan proses adsorpsi dengan fotokatalisis (Changmai dan Purkait, 2021). Metode adsorpsi dianggap metode yang sederhana, murah, rendah energi serta ramah lingkungan dengan efisiensi tinggi, sedangkan fotokatalisis memiliki keunggulan yaitu mampu mendegradasi dan memecah molekul organik kompleks menjadi senyawa sederhana dan tidak berbahaya seperti CO₂ dan H₂O.

Hal ini efektif dalam menghilangkan polutan organik yang sulit terurai termasuk pewarna tekstil seperti RBB (Yanto Rahman dan Sulistyowati, 2023).

Bentuk material yang dapat digunakan untuk mengkombinasikan proses adsorpsi dengan fotokatalisis adalah dalam bentuk membran (Diaz dan Kim, 2015). Pada aplikasinya, membran mempunyai berbagai keunggulan diantaranya proses dapat dilakukan secara kontinu, konsumsi energi rendah serta memiliki fleksibilitas untuk dikombinasikan dengan metode atau material pemisahan lainnya (Lusiana dan Prasetya, 2020). Membran dapat berfungsi sebagai media untuk menangkap polutan zat warna melalui adsorpsi dan sekaligus sebagai tempat berlangsungnya reaksi fotokatalisis yang menguraikan zat warna menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya dengan adanya fotokatalisator. Hal ini meningkatkan efisiensi pengolahan limbah karena kedua proses berlangsung secara sinergis dalam satu sistem (Baker, 2023).

Saat ini pengembangan membran berbasis polimer alam semakin meluas, mengingat sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan polimer sintetis (Lusiana dkk., 2024). Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah kitosan. Kitosan adalah polimer alam yang dapat dibentuk menjadi membran dan memiliki sifat biokompatibilitas, kemampuan biodegradasi dan non-toksisitas yang membuatnya cocok untuk aplikasi pengolahan limbah (Diaz dan Kim, 2015).

Secara umum kitosan bersifat adsorben yang cukup baik namun masih ditingkatkan kinerja adsorpsinya melalui memodifikasinya. Salah satu cara untuk meningkatkan proses adsorpsinya adalah melalui pembentukan ikatan silang. Ikatan silang kitosan mampu mempengaruhi permeabilitas, selektivitas, transportasi

molekul dan porositas (Sharmin dkk., 2022), dengan porositas meningkat maka adsorpsinya akan meningkat. Senyawa yang dapat digunakan sebagai penanut silang adalah asam maleat (Ali dkk., 2020). Asam maleat memiliki dua gugus karboksil (-COOH). Gugus ini memungkinkan reaksi kimia dengan polimer atau bahan membran lain dengan membentuk ikatan silang (*crosslinking*) yang kuat dan stabil, sehingga selain dapat meningkatkan porositas juga mengurangi degradasi fisik atau kimia membran selama proses fotokatalisis (Septiawan dkk., 2018). Menurut Ali dkk., (2020), asam maleat dapat dimodifikasi atau digabungkan dengan material semikonduktor untuk aktivitas fotokatalitik membran.

Fotokatalisator yang bisa untuk mendegradasi zat warna salah satunya adalah TiO_2 . Titanium dioksida (TiO_2) adalah semikonduktor yang bisa sebagai fotokatalisator dengan fotoaktivitas yang tinggi dan stabilitas kimia (Eddy dkk., 2023). Upaya merekayasa katalis TiO_2 untuk meningkatkan kinerjanya sebagai fotokatalisator telah banyak dilakukan, seperti halnya dengan merubah ukuran katalis menjadi berukuran nano. Penurunan ukuran TiO_2 menjadi nano juga dapat membentuk kristal yang lebih halus yang meningkatkan efektivitas fotokatalis dan kemampuan adsorpsi TiO_2 (Habiba dkk., 2019).

TiO_2 tergolong sebagai semikonduktor yang baik dalam mendegradasi zat warna namun memiliki keterbatasan karena energi celah pita pada 3,2–3,3 eV sehingga TiO_2 memerlukan sinar UV untuk memicu reaksi fotokatalisis (Eddy dkk., 2023). Menurut Ansari dkk., (2016), pendopingan TiO_2 dengan nitrogen (N) dapat mempengaruhi kinerja TiO_2 dalam fotokatalisis karena nitrogen dapat mengubah sifat elektronik, meningkatkan aktivitas fotokatalitik, konduktivitas, dan stabilitas

TiO₂. Keberadaan nitrogen yang terdoping pada TiO₂ mampu memperkecil *band gap* sehingga untuk memicu reaksi fotokatalitik hanya membutuhkan cahaya tampak. Menurut Kusumawardan, (2009) semakin tinggi jumlah nitrogen yang terdoping, maka rentang serapan cahaya akan semakin bergeser dan meluas ke daerah spektrum tampak

Penelitian ini akan membandingkan efektivitas kinerja dekolorisasi membran kitosan murni dengan membran kitosan tertaut silang asam maleat yang dipadukan dengan TiO₂-N sehingga akan memberikan informasi degradasi larutan zat warna *Remazol Black B* (RBB). Karakterisasi untuk TiO₂-N FTIR, XRD, dan UV-Vis DRS, sedangkan karakterisasi untuk membran menggunakan FTIR, 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

1. Mensintesis TiO₂-N dan membran CS/MA/TiO₂-N.
2. Memperoleh hasil karakterisasi TiO₂-N dan membran CS/MA/TiO₂-N.
3. Menentukan efektivitas kinerja membran CS/MA/TiO₂-N dalam mendegradasi zat warna *Remazol Black B*.