

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen penting dalam kebutuhan makhluk hidup. Seiring berjalannya waktu kualitas air terus mengalami penurunan akibat kegiatan antropogenik. Aktivitas manusia seperti pertambangan, pertanian intensif, pembuangan limbah domestik serta industri berkontribusi besar terhadap penurunan kualitas air (Uddin dkk., 2021). Salah satu bentuk pencemaran yang sering ditemukan adalah zat warna sintesis. Pembuangan langsung limbah berwarna menimbulkan kekhawatiran karena komposisi yang kompleks, bersifat toksik dan memiliki kecenderungan untuk terakumulasi ke lingkungan (Alfuraydi dkk., 2023).

Salah satu zat warna yang sering digunakan adalah metilen biru (MB). MB merupakan zat warna kationik yang bersifat karsinogenik, dan sulit terurai secara hayati (non-biodegradable), sehingga menimbulkan ancaman serius terhadap kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem di perairan (Phyllis dkk., 2022). Gangguan kesehatan yang terjadi karena MB dapat berupa gangguan pernapasan, kulit, sistem saraf pusat, hingga kerusakan fungsi reproduksi (Oladoye dkk., 2022). Selain itu kemampuan yang kuat dari MB dalam menyerap cahaya dapat menghambat cahaya masuk ke dalam air, sehingga mengganggu fotosintesis organisme dan menurunkan kadar oksigen terlarut (Moorthy dkk., 2021).

Berbagai metode pengolahan limbah yang efektif untuk menghilangkan zat warna sebelum dibuang ke lingkungan telah dikembangkan, diantaranya koagulasi flokulasi (Ihaddaden dkk., 2022), adsorpsi (Aaddouz dkk., 2023), fotokatalisis,

adsorpsi-fotokatalisis (Xue dkk., 2021), dan fotodegradasi (Brahmi dkk., 2021). Diantara metode-metode tersebut adsorpsi-fotokatalisis menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan karena biaya yang rendah, ramah lingkungan, kinerja yang sangat baik pada suhu dan tekanan ruang serta dapat mendegradasi senyawa kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana (Xue dkk., 2021).

Kitosan merupakan polimer alami yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Keberadaan gugus amina dan hidroksil kitosan memberikan kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap berbagai kation logam berat ataupun senyawa organik lain (Rohmah dkk., 2022). Namun, kitosan murni memiliki kelemahan seperti kekuatan mekanik yang rendah dan kemampuan adsorpsi yang terbatas. Oleh karena itu, dikombinasikan dengan PVA (*polyvinyl alcohol*) yang bersifat larut dalam air, fleksibel, dan mampu meningkatkan stabilitas mekanik membran. Rantai molekul pada PVA mengandung banyak gugus hidroksil yang dapat mengikat polutan organik dalam air limbah melalui ikatan hidrogen, sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi (Wu dkk., 2022). Menurut penelitian Wu dkk (2022) membran kitosan/polyvinylpyrrolidone/polyvinyl alkohol yang disintesis melalui teknik electrospinning mampu menghilangkan polutan organik dan logam berat dari air limbah dengan efisiensi tinggi.

Meskipun kombinasi kitosan PVA mampu meningkatkan efisiensi adsorpsi dan memperbaiki sifat mekanik membran, metode adsorpsi ini bekerja hanya dengan pemindahan polutan dari fase cair ke fase padat tanpa disertai penguraian menjadi senyawa yang tidak berbahaya (Nguyen dkk., 2020). Untuk mengatasi keterbatasan ini, maka diperlukan integrasi dengan metode fotokatalis.

ZnO merupakan salah satu fotokatalisator yang banyak diteliti karena mempunyai stabilitas termal dan kimia yang baik, bahan yang melimpah, serta murah. Namun, ZnO memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi fotodegradasi, terutama karena rekombinasi pasangan elektron-hole yang cepat (Piras dkk., 2022). Selain itu, energi celah pita (*band gap*) yang tinggi sebesar 3,37 eV juga membatasi pengaplikasian ZnO sebagai fotokatalis, karena aktivitas fotokatalitik hanya bekerja di bawah sinar UV sehingga tidak dapat memanfaatkan spektrum cahaya tampak yang dominan di lingkungan (Senasu dkk., 2021). Untuk meningkatkan kinerja ZnO, metode doping dengan ion logam seperti aluminium (Al) banyak digunakan (Mishra dkk., 2022). Doping ini bertujuan untuk mengurangi rekombinasi elektron-hole dan memperluas spektrum penyerapan cahaya ZnO ke wilayah cahaya tampak.

Dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis komposit kitosan/PVA/ZnO-Al melalui metode modifikasi kitosan PVA dengan nanokomposit ZnO yang telah didoping dengan aluminium (Al). Komposit yang dihasilkan dikarakterisasi untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan kimia. Karakterisasi nanokomposit dilakukan menggunakan UV-Vis DRS, XRD, FTIR sedangkan karakterisasi membran kitosan/PVA/ZnO-Al dilakukan dengan SEM-EDX, FTIR, serta dilakukan uji berat, ketebalan, *swelling*, *water uptake*, porositas, dan hidrofilitas. Hasil yang diperoleh kemudian diaplikasikan untuk adsorpsi-fotokatalisis zat warna MB.

I.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan sintesis membran kitosan/PVA dipadukan ZnO-Al.

2. Melakukan karakterisasi nanokomposit ZnO-Al menggunakan UV-Vis DRS, XRD, FTIR dan karakterisasi membran kitosan/PVA/ZnO-Al menggunakan SEM-EDX, FTIR, serta uji fisikokimia.
3. Menentukan efektivitas membran kitosan/PVA dipadukan ZnO/Al untuk adsorpsi-fotokatalisis zat warna MB.