

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 2.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri di Indonesia terus meningkat, salah satunya adalah industri tekstil (Badan Pusat Statistik, 2024). Hal tersebut berdampak pada perekonomian masyarakat yang menjadi lebih baik. Bertolak dari hal tersebut, peningkatan jumlah industri tekstil mempengaruhi jumlah polutan limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas tersebut (Maghfiroh dkk., 2016). Jenis polutan cair disumbangkan dari zat warna berbahaya yang tidak diolah dengan baik (Maghfiroh dkk., 2016) dan bila ini dibiarkan tanpa penanganan dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Pada kenyataannya, tidak semua zat warna terikat sempurna dengan kain, tergantung kelas zat warna (Lade dkk., 2015). Hal ini dikarenakan tingkat fiksasi beberapa pewarna tekstil tidak 100% dan sekitar 15-50% dari jumlah zat warna yang digunakan dilepaskan ke lingkungan perairan sebagai limbah selama proses pengolahan basah (Rehman dkk., 2018).

Pewarna tekstil jenis azo adalah pewarna yang banyak digunakan di industri tekstil (Gürses dkk., 2020) dimana lebih dari 8.105 ton pewarna tekstil diproduksi setiap tahun di seluruh dunia (Góes dkk., 2016; Wang & Li, 2013). Zat warna tekstil jenis azo merupakan salah satu pencemar yang sulit terdegradasi secara alamiah (Samchetshabam dkk., 2017) karena merupakan senyawa yang mengandung cincin aromatik dan gugus fungsi azo. Sebagian besar pewarna azo yang digunakan pada industri tekstil seperti *methyl orange* (atau disingkat MO),

*trypan blue*, *direct black* merupakan salah satu jenis senyawa azo yang mengandung cincin aromatik (Gürses dkk., 2020).

MO dikenal sebagai pewarna asam karena terbuat dari asam sulfanilat dan N,N-dimetilanilin dengan rumus molekul  $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ . MO dipakai sebagai indikator dalam titrasi asam basa (Nurlaili dkk., 2017). MO yang bersifat stabil menyebabkannya sulit mengalami biodegradasi (Samchetshabam dkk., 2017). MO juga sulit untuk dihilangkan dari larutannya dengan metode pemurnian air biasa (Sejie & Nadiye-Tabbiruka, 2016). Keberadaan MO dalam perairan dapat mengurangi kadar oksigen dalam air karena berkurangnya cahaya yang terserap dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dalam air (Madjid, 2015).

Larutan MO yang tanpa sengaja dikonsumsi oleh manusia dapat memberikan beberapa efek kronis yaitu hipertensi, muntah, diare (Sen dkk., 2016), dan bahkan kematian (Eljiedi & Kamari, 2017). Hal tersebut merupakan akibat dari transformasi MO menjadi amina toksik, mutagenik, dan karsinogenik terutama sebagai akibat pembelahan reduktif mikroba anaerobik ikatan azo menjadi senyawa yang mengandung gugus amina (Franciscon dkk., 2012). Oleh karena itu jumlah MO dalam perairan harus dikurangi.

Upaya penanganan limbah tekstil hingga saat ini telah banyak dilakukan. Pengolahan limbah cair industri tekstil dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa proses baik secara kimia, fisika dan biologi maupun kombinasi ketiga proses tersebut. Banyak metode yang telah dilakukan salah satunya adalah lumpur aktif (Moertinah dkk., 2010). Pada proses lumpur aktif, senyawa organik akan diuraikan secara biologis oleh aktivitas mikroba yang tersuspensi di dalam bioreaktor. Metode lain yang juga telah dilaporkan yaitu elektrodegradasi (Nugroho

dkk., 2013). Prinsip kerja elektrodegradasi dalam menurunkan konsentrasi warna yaitu pemanfaatan reaksi redoks pada kedua elektroda.

Selain lumpur aktif, Rusydi dkk. (2017) melaporkan metode *batch* melalui proses koagulasi-flokulasi. Proses pengolahan air menggunakan zat koagulan atau flokulan adalah salah satu metode umum dalam pemurnian air, biasanya dilakukan di awal sistem pengolahan air. Prinsip kerja dalam proses ini adalah terciptanya koagulasi kimiawi melalui tahapan destabilisasi senyawa organik. Diikuti dengan pengikatan partikel polutan yang telah diubah menjadi tidak stabil sehingga membentuk agregat atau koloid yang dapat dipisahkan dari molekul air (Rusydi dkk., 2017).

Metode lain yang telah dilaporkan adalah elektroflotasi (Haryono dkk., 2018). Elektroflotasi adalah suatu proses dimana polutan dalam cairan dipisahkan dengan mengangkat zat atau partikel polutan yang terdispersi di dalam air ke permukaan melalui gaya angkat yang dihasilkan oleh gelembung gas oksigen dan hidrogen dari hasil reaksi elektrolisis air (Tadesse dkk., 2019).

Metode lainnya yakni proses oksidasi lanjutan (Nugroho & Mahmud, 2018). Proses oksidasi lanjutan atau lebih dikenal dengan istilah *advanced oxidation processes* (AOPs) merupakan salah satu metode yang efektif dalam mengubah senyawa organik dan non-organik berbahaya dalam air menjadi komponen yang ramah lingkungan seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Selain upaya-upaya tersebut, salah satu pilihan untuk degradasi pewarna azo melalui reaksi reduksi gugus fungsi amina kuarternernya. Tujuannya agar produk menjadi tidak berbahaya bagi lingkungan. Reaksi reduksi zat warna dapat dikatalisis menggunakan oksida dari logam blok *d* dalam sistem periodik seperti

Ni, Cu, dan Zn. Oksida tembaga atau CuO dapat mengkatalisis dekolorisasi pewarna MO (Deka dkk., 2016). Material ZnO menunjukkan kemampuan sebagai katalis dekolorisasi MO (Kumar dkk., 2015). Padatan molekul oksida nikel atau NiO juga menunjukkan aktivitas katalisis reduksi MO (Barzinjy dkk., 2020). Komposit NiO dalam polianilin juga dilaporkan berfungsi sebagai katalis reduksi MO dan aktivitas dekolorisasi MO lebih besar dibandingkan dengan mengaplikasikan NiO tunggal (Jamil dkk., 2021).

Potensi senyawa kompleks berbasis ion logam blok *d* yang disintesis menjadi komposit dengan polianilin diasumsikan mampu menjadi katalis reaksi dekolorisasi MO. Kemampuan katalisisnya mungkin dapat lebih kuat dibandingkan dengan kompleks blok *d* tanpa campuran polimer dengan merujuk kepada yang dilaporkan oleh Jamil dkk. (2021).

Merujuk pada informasi di atas, pada penelitian ini, akan dibuat kompleks berbasis ion  $Zn^{2+}$  dengan ligan kondensat salisilaldehida dengan 2-aminofenol. Selanjutnya kompleks dibuat menjadi bentuk komposit melalui reaksi dengan polianilin. Produk komposit akan diuji potensinya dalam mendekolorisasi MO. Untuk selanjutnya, ligan akan disingkat menjadi SalOAP dan senyawa kompleksnya adalah  $[Zn(II)SalOAP]$ .

## 2.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, masalah yang dirumuskan oleh penulis sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik komposit berbasis kompleks  $[Zn(II)SalOAP]$  dengan PANI?

2. Bagaimana kemampuan katalis kompleks  $[\text{Zn}(\text{II})\text{SalOAP}]$  dan komposit  $[\text{Zn}(\text{II})\text{SalOAP}]/\text{PANI}$  dalam mendekolorisasi MO?

### 2.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk menganalisis karakteristik komposit berbasis kompleks  $[\text{Zn}(\text{II})\text{SalOAP}]$  dengan PANI.
2. Untuk menganalisis kemampuan katalis kompleks  $[\text{Zn}(\text{II})\text{SalOAP}]$  dan komposit  $[\text{Zn}(\text{II})\text{SalOAP}]/\text{PANI}$  dalam mendekolorisasi MO.

### 2.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang kemampuan komposit  $[\text{Zn}(\text{II})\text{SalOAP}]/\text{PANI}$  dalam mendekolorisasi zat warna MO.



- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). Karakterisasi Material ; Rifan Hardian. In *UPI Press*.
- Shakir, M., Hanif, S., Sherwani, M. A., Mohammad, O., & Al-Resayes, S. I. (2015). Pharmacologically significant complexes of Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) of novel Schiff base ligand, (E)-N-(furan-2-yl methylene) quinolin-8-amine: Synthesis, spectral, XRD, SEM, antimicrobial, antioxidant and in vitro cytotoxic studies. *Journal of Molecular Structure*, 1092, 143–159. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2015.03.012>
- Singh, Nanhai; Prasad, Akhilesh; Sinha K, R. (2009). Benzothiazole-2-thiolato-Bridged Heterometallic Complexes and Their I2 Doped Product: Preparation, Characterization, and Conducting Properties. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 82(1), 81–85.
- Singh, R. P., Tiwari, A., & Pandey, A. C. (2011). Silver/Polyaniline Nanocomposite for the Electrocatalytic Hydrazine Oxidation. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 21(4), 788–792. <https://doi.org/10.1007/s10904-011-9554-y>
- Smith, B. C. (2011). *Fundamental of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. CRC Press.
- Sobczak, J. W.; Kosinski, A.; Bilinski, A.; Pielaszek, J. and Palczewska, W. (1998). Surface Chemical Sensitivity of Polyaniline Doped with Palladium or Platinum Compounds. *Advanced Materials For Optics and Electronics*, 8.
- Srivastava, G. (1977). *Journal of*. 129, 155–161.
- Suhendra, E., Purwanto, & Kardena, E. (2013). Keberadaan Anilin Di Sungai Citarum Hulu Akibat Penggunaan Azo Dyes Pada Industri Tekstil. *Metana* , 27–40.
- Sumar, H. (1994). *Kimia Analisis Farmasi*. UI Press.
- Syed, A. A., & Dinesan, M. K. (1991). Review: Polyaniline-A novel polymeric material. *Talanta*, 38(8), 815–837. [https://doi.org/10.1016/0039-9140\(91\)80261-W](https://doi.org/10.1016/0039-9140(91)80261-W)
- Tadesse, B., Albijan, B., Makuei, F., & Browner, R. (2019). Recovery of Fine and Ultrafine Mineral Particles by Electroflotation—A Review. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 40(2), 108–122. <https://doi.org/10.1080/08827508.2018.1497627>
- Temel, H., Ilhan, S., Şekerci, M., & Ziyadanoğullari, R. (2002). The synthesis and