

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

Penggunaan zat warna dalam industri tekstil masih banyak dilakukan secara konvensional tanpa melalui berbagai tahapan pengolahan limbah yang aman dan lebih memadai. Limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke saluran air seperti selokan, aliran air, kanal, parit dan gorong-gorong sehingga dapat menyebabkan peningkatan potensi pencemaran lingkungan. Zat warna tersebut adalah penyebab kenaikan nilai parameter seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD), intensitas warna, dan *Total Suspended Solids* (TSS), yang memiliki dampak negatif terutama pada kualitas air. Oleh sebab itu, limbah zat warna perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena zat warna memiliki sifat toksik dan mencemari lingkungan (Indah dkk., 2024). Pada umumnya industri tekstil menggunakan pewarna sintetis hal ini karena ketersediaannya yang sangat banyak dan memiliki kemampuan dalam menghasilkan warna-warna yang cerah dan menarik. Banyak sekali zat warna yang digunakan dalam industri tekstil; seperti *indigosol*, *naphtol*, *crystal violet*, *direk*, *metil orange*, *coomassie brilliant blue*, *malachite green*, *metil blue*, *remazol yellow*, *rhodamin B* dan *metil violet* (Subagyo, 2021). Salah satu pewarna yang sering digunakan adalah *Malachite Green*, yang termasuk golongan *trifenilmetana* kationik dan memiliki sifat toksik serta sulit terurai.

secara alami, sehingga diperlukan metode pengolahan yang efektif dan efisien (Sanjaya, 2023).

Berbagai metode dapat diterapkan untuk mendegradasi larutan zat warna, antara lain teknik klorinasi, biodegradasi, dan ozonasi. Metode tersebut memiliki kekurangan karena memerlukan biaya yang cukup tinggi sehingga kurang efektif untuk dipenerapan secara luas (Nurullita dkk., 2022).

Pengolahan limbah zat warna telah dikembangkan dengan berbagai metode seperti adsorpsi, koagulasi, dan elektrolisis. Metode adsorpsi dan koagulasi memerlukan waktu yang relatif lama serta meninggalkan residu zat warna dalam bentuk padatan yang membutuhkan proses lanjutan. Sebaliknya, metode elektrolisis lebih efektif dalam mengurangi limbah zat warna karena dapat menguraikan tanpa menghasilkan sisa limbah tambahan (Rosigita dkk., 2023).

Metode elektrolisis sering disebut sebagai elektrodekolorisasi, merupakan salah satu teknik pengolahan limbah cair yang mengandung zat warna. Dalam penelitian ini, elektroda memegang peran krusial dalam menentukan jenis reaksi yang berlangsung. Proses ini dapat melibatkan mekanisme, seperti elektrooksidasi yang bersifat destruktif, elektrokoagulasi, serta elektroflotasi, masing-masing memiliki karakteristik sendiri dalam mengurangi dan menghilangkan zat warna limbah cair (Lidiawati, 2025).

Reaksi elektrolisis *Malachite Green* melibatkan proses oksidasi dan reduksi yang sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor elektrolisis, seperti jenis elektroda, potensial yang diterapkan, dan pH larutan. Proses degradasi ini menciptakan radikal bebas seperti hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang memainkan peran dalam memecah struktur molekul pewarna tersebut. Selain itu, melalui proses reduksi, struktur kimia *Malachite Green* dapat berubah menjadi bentuk yang lebih stabil dan lebih terurai di lingkungan. Reaksi degradasi ini memiliki peranan penting dalam pengelolaan limbah industri yang mengandung zat pewarna berbahaya (Rahman dkk., 2013).

Keberhasilan proses elektrodekolorisasi sangat bergantung pada jenis elektrolit dan elektroda yang digunakan. Dalam penelitian ini, NaCl dipilih sebagai elektrolit karena memiliki konduktivitas yang tinggi serta mampu menghasilkan radikal aktif seperti klorin yang berperan dalam mempercepat degradasi warna. Penambahan NaCl dapat meningkatkan konduktivitas larutan dan menghasilkan radikal bebas seperti klorin (Cl_2 , HOCl, dan Cl) yang mempercepat dalam proses degradasi warna (S & Babu dkk., 2015).

Elektroda Pb-PbO₂ dipilih karena memiliki stabilitas elektrokatalitik yang baik, serta mampu mendekomposisi *Malachite Green* secara lebih efektif melalui mekanisme elektro-oksidasi, sehingga efektif digunakan untuk degradasi zat warna sintesis (Liu dkk., 2025).

Pada penelitian terdahulu dilaporkan telah dilakukan penelitian tentang degradasi elektrokimia *Malachite Green* dengan elektroda nanostruktur β -PbO₂. Hasil penelitian tersebut menunjukkan metode elektrokolorisasi mampu menurunkan intensitas warna dan juga COD secara signifikan, sehingga terbukti efektif dalam mendegradasi zat warna organik (Ansari dkk., 2018). Dengan menggunakan metode yang serupa, namun dengan modifikasi elektroda yang berbeda yaitu menggunakan elektroda Pb-PbO₂ diharapkan dapat memberikan kestabilan elektrokatalitik lebih baik dan efisiensi degradasi yang lebih tinggi. Dengan menggunakan kombinasi NaCl yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas proses elektrokolorisasi.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas elektroda Pb-PbO₂ dalam proses elektrokolorisasi larutan *Malachite Green* pada limbah artifisial menggunakan elektrolit NaCl. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai potensial elektroda Pb-PbO₂ dan elektrolit NaCl sebagai alternatif dalam pengolahan limbah industri yang mengandung zat berbahaya.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis efektivitas elektroda Pb-PbO₂ dalam proses elektrokolorisasi zat warna *Malachite Green* menggunakan elektrolit NaCl serta mengevaluasi nilai COD.
2. Mengevaluasi nilai AAS, TDS dan TSS pada larutan hasil elektrolisis.

