

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri yang semakin cepat mengakibatkan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan sehingga terjadi pencemaran lingkungan pada air menjadi masalah yang sering terjadi pada daerah pesisir yang berdekatan dengan kawasan industri, sering kali disebabkan oleh limbah pewarna sintetik seperti *methylene blue*, *rhodamine B*, *brilliant green*, *methylene red*, *methylene orange*, *crystal violet*, *malachite green*, *congo red* (Pereira dkk., 2021). *Methylene blue* adalah senyawa yang sangat stabil dan sulit terurai secara alami, sehingga keberadaan pada lingkungan dapat menimbulkan dampak negatif. Selain menyebabkan perubahan warna pada air, senyawa ini juga menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan, yang dapat mengganggu proses fotosintesis dan merusak keseimbangan ekosistem laut (Khan dkk., 2022).

Untuk mengatasi masalah tersebut banyak metode yang digunakan untuk degradasi larutan zat warna yaitu adsorpsi, koagulasi, elektrolisis dan fenton (Zahro & Adityosulindro, 2023) dan salah satu metode yang sedang di kembangkan adalah fotodegradasi berbasis semikonduktor (Chang dkk., 2024a). Prinsip dasar metode ini adalah dengan memanfaatkan energi cahaya untuk menghasilkan radikal aktif. Radikal ini yang kemudian akan memutus ikatan pewarna organik, sehingga berubah menjadi senyawa yang sederhana dan ramah lingkungan (Wang dkk., 2025).

Material semikonduktor yang digunakan untuk fotodegradasi adalah TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 dan CuO (Jamjoum dkk., 2021). Salah satu material semikonduktor yang banyak digunakan adalah kadmium sulfida (CdS), karena CdS memiliki nilai *band gap* yang relatif sempit, yaitu sekitar 2,4 eV, sehingga dapat diaktifkan oleh cahaya tampak. Hal ini menjadikan CdS berpotensi tinggi sebagai fotokatalis dalam proses degradasi senyawa organik. Namun demikian, CdS memiliki beberapa kelemahan, antara lain laju rekombinasi pasangan elektron-hole yang tinggi, sehingga menurunkan efisiensi fotokatalitik. Selain itu, CdS kurang stabil karena mudah mengalami fotokorosi ketika terpapar cahaya dalam waktu lama, yang dapat menyebabkan penurunan kinerja serta pelepasan ion Cd^{2+} yang bersifat toksik ke lingkungan (Zabuha dkk., 2025). Oleh karena itu digunakan silika (SiO_2) yang berfungsi sebagai material pendukung CdS . Silika memiliki luas permukaan yang besar, stabilitas kimia yang tinggi, serta sifat *inert* yang baik terhadap reaksi fotokatalitik. Dengan melapisi CdS pada permukaan silika, distribusi partikel CdS menjadi lebih merata dan aglomerasi dapat dicegah, sehingga memperluas area aktif yang berperan dalam proses fotodegradasi. Selain itu, keberadaan silika juga dapat menghambat proses fotokorosi CdS dengan membentuk lapisan pelindung yang menstabilkan struktur semikonduktor tersebut (Sun dkk., 2025).

Untuk meningkatkan performa CdS sebagai fotokatalis, material ini kemudian dimodifikasi dengan indium sulfida (In_2S_3). Indium sulfida merupakan semikonduktor dengan kestabilan kimia yang baik dan *band gap* sempit, sehingga mampu menyerap cahaya tampak secara efektif. Kombinasi antara CdS dan In_2S_3 dapat membentuk struktur *heterojunction* yang berfungsi untuk memisahkan

pasangan elektron-*hole* secara lebih efisien, sehingga mengurangi laju rekombinasi dan meningkatkan aktivitas fotokatalitik (Yuan dkk., 2025). Dengan demikian semikonduktor CdS/In₂S₃ diharapkan dapat memiliki kinerja yang lebih baik dalam proses fotodegradasi *methylene blue* baik dari segi efisiensi degradasi maupun stabilitas material selama proses penyinaran.

Untuk membuat lapisan tipis kadmium sulfida (CdS) dan modifikasi indium sulfida (In₂S₃), digunakan metode *Chemical Bath Deposition* (CBD). Metode ini tergolong sederhana, efisien, dan mudah dikontrol dalam pembentukan lapisan tipis semikonduktor. Pada proses deposisi, salah satu parameter penting yang memengaruhi hasil akhir adalah waktu deposisi, karena parameter ini berperan dalam menentukan ketebalan, kristalinitas, dan morfologi lapisan yang terbentuk. Variasi waktu deposisi akan berdampak langsung pada sifat optik dan kemampuan fotokatalitik lapisan CdS maupun In₂S₃ yang dihasilkan (Smairi dkk., 2022). Oleh karena itu, pengaturan kondisi deposisi menjadi faktor penting dalam upaya memperoleh material dengan performa fotokatalitik yang optimal untuk proses degradasi *methylene blue*.

Sehingga diharapkan melalui penelitian ini dapat mengetahui bagaimana variasi waktu deposisi pada lapis tipis CdS berpengaruh terhadap kinerja setelah di modifikasi dengan indium sulfida, hasil ini tidak hanya memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu material semikonduktor, tetapi juga menjadi salah satu solusi dalam pengolahan limbah cair industri.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Melakukan sintesis lapis tipis CdS dengan variasi waktu deposisi pada permukaan substrat silika.
2. Melakukan deposisi lapis tipis In_2S_3 di atas permukaan CdS yang telah terbentuk.
3. Mengkarakterisasi struktur dan sifat CdS yang dimodifikasi In_2S_3 pada substrat silika menggunakan XRD, SEM-EDX, UV-Vis DRS, LSV serta uji fluoresensi
4. Menguji kemampuan fotokatalisis dalam degradasi *methylene blue* menggunakan sampel CdS hasil sintesis di atas permukaan silika yang divariasi waktu CdS dan modifikasi In_2S_3 .