

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Belakangan ini, aktivitas industri meningkat dengan sangat pesat. Salah satunya adalah industri tekstil. Kegiatan industri tekstil ini menghasilkan limbah cair sisa pencucian bahan tekstil yang bersifat sangat toksik, karena zat warna tersebut bersifat molekular besar sehingga jika langsung dibuang ke perairan maka akan sulit terurai. Dampak negatif dari perkembangan industri ini adalah pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air. Salah satu pewarna yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah *methylene blue*.

*Methylene blue* sering digunakan sebagai pewarna tekstil di industri karena *Methylene blue* mudah didapat dan relatif murah. Pada proses pencelupan *Methylene blue* hanya 5% pewarna yang digunakan, dan 95% sisanya terbuang percuma. Pewarna *Methylene blue* cukup stabil sehingga sulit didegradasi secara alami dan berbahaya bagi lingkungan, terutama pada konsentrasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan senyawa tersebut dapat meningkatkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan mengganggu keseimbangan ekosistem lingkungan dengan ditandai adanya kematian organisme sekitar pembuangan limbah tersebut (Rizqi dan Purnumo., 2014).

Berbagai metode telah digunakan sebagai penanganan masalah limbah industri khususnya untuk menghilangkan zat pewarna, antara lain dengan metode koagulasi, penukar ion, dan ozonasi. Tetapi metode-metode tersebut memiliki kekurangan yaitu membutuhkan biaya yang relatif tinggi dalam pengoperasiannya (Riwayati et al, 2019). Oleh karena itu, diperlukan teknologi baru yang lebih praktis, murah, dan efisien sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas. Salah satunya adalah *fotodegradasi* melalui fotokatalis (bahan semikonduktor dan radiasi *ultraviolet*). *Degradasi* adalah reaksi kimia yang secara bertahap mengubah senyawa makromolekul menjadi senyawa yang lebih sederhana (Wildan dan Erlita, 2019).

Material semikonduktor memiliki kemampuan fotokatalitik apabila dikenai cahaya yang energinya sesuai atau lebih besar dari *band gap energy* fotokatalis tersebut, maka akan menghasilkan spesies *oksidator* yang dapat mendegradasi zat warna. Fotokatalis yang banyak digunakan yaitu  $\text{TiO}_2$  dikarenakan memiliki aktifitas yang tinggi serta *band gap energy* sebesar 3,2 eV. Besar kecilnya celah pita tergantung pada jumlah elektron yang membentuk gugus dalam senyawa atau atom. Oleh karena itu, energi celah pita yang

dimiliki  $\text{TiO}_2$  hanya dapat bekerja pada sinar UV (Sivakumar et al, 2015). Berdasarkan hal tersebut, energi celah pita pada  $\text{TiO}_2$  harus diperkecil melalui berbagai pengontrolan agar dapat bekerja lebih efisien pada sinar tampak.

Upaya untuk memperkecil celah pita dapat dilakukan dengan cara pendopongan, *doping* merupakan penambahan *dopan* pada suatu material dengan tujuan untuk memodifikasi karakteristik material penyusunnya (Fauriani et al, 2019). Pendopongan dapat dilakukan dengan bahan non logam di karenakan bahan non logam dianggap lebih aman dan tidak membahayakan. *Doping* non Logam yang umumnya digunakan sebagai dopan pada  $\text{TiO}_2$  diantaranya N, C, S, P dan F (Karim et al, 2016). Dari berbagai unsur non logam tersebut, Nitrogen adalah dopan yang cukup efektif karena ukurannya yang mirip dengan oksigen dan kompleks cacat metastabil, serta energi ionisasi yang kecil serta memiliki stabilitas yang tinggi. Selain itu, nitrogen juga dapat menurunkan *band gap energy*  $\text{TiO}_2$  sehingga dapat meningkatkan kualitas lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  (Lin et al, 2015). Adanya dopan N dalam  $\text{TiO}_2$  dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik di daerah sinar tampak (Wildan dan Erlita, 2019). Salah satu alternatif sumber dopan nitrogen adalah urea karena memiliki kandungan nitrogen yang cukup tinggi, mudah didapat, dan harganya relatif murah. Urea memiliki elektron-elektron yang lebih leluasa bergerak dari satu atom ke atom yang lain sehingga berhasil mempersempit *band gap energy* secara lebih signifikan (Fraditasari et al, 2015; Effendi dan Bilalodin, 2012).

Penggunaan serbuk  $\text{TiO}_2$  yang di taburkan secara langsung ke dalam limbah *methylene blue* mendapatkan hasil yang bagus dalam menjernihkan limbah *methylene blue*. Namun masih memiliki kekurangan, yaitu ketika proses pembersihan limbah telah selesai dilakukan, air menjadi tercemar oleh serbuk  $\text{TiO}_2$  (Aliah dan Karlina, 2015). Mengatasi hal ini  $\text{TiO}_2$  dapat dibuat dalam bentuk lapisan tipis. *Deposisi* pada plat kaca akan membuat ukuran partikel  $\text{TiO}_2$  menjadi lebih kecil. Ukuran yang kecil akan memberikan luas permukaan fotokatalis yang lebih besar dibandingkan  $\text{TiO}_2$  serbuk (A'yun et al, 2019).

Berbagai metode telah banyak digunakan dalam deposisi lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  antara lain *sol-gel*, deposisi langsung dari endapan larutan, *sputtering*, *ultrasonic spray pyrolysis*, *laserassisted pyrolysis*, *co-precipitation method*, dan *hydrothermal crystallization*. Penggunaan metode *sol-gel* untuk pembuatan lapisan tipis memiliki banyak keuntungan, antara lain biaya rendah, tidak membutuhkan ruang dengan vakum yang tinggi, komposisi seragam, ketebalan lapisan terkontrol dan struktur mikro yang baik, sehingga metode ini dapat menggantikan pembuatan lapisan tipis (Imawanti et al, 2017). Proses

pendeposisian lapisan tipis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  diatas substrat kaca preparat menggunakan teknik *doctor blade*. *Doctor Blade* adalah metode yang paling sederhana dan banyak digunakan untuk menumbuhkan lapisan tipis pada substrat kaca (Dahlan et al, 2016).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Indriani et al (2017) tentang sintesis  $\text{TiO}_2$  *doping* N untuk degradasi *direct blue 71*. Pada penelitian ini, lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  di-*doping* nitrogen ( $\text{TiO}_2:\text{N}$ ) dideposisikan menggunakan metode *sol gel spray coating* dengan urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  sebagai sumber nitrogen. Sifat optis lapisan tipis  $\text{TiO}_2:\text{N}$  dianalisis dan diujikan untuk *photodegradasi* pewarna Direct Blue 71 (DB 71) menggunakan cahaya matahari dan cahaya UV. Didapatkan hasil efisiensi *photodegradasi* dengan lapisan tipis  $\text{TiO}_2:\text{N}$  sebesar 33,54% di bawah radiasi cahaya matahari dan 58,13% di bawah radiasi sinar UV. Lapisan tipis  $\text{TiO}_2:\text{N}$  lebih efektif dalam mendegradasi DB 71 dibandingkan dengan lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  murni.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Rosanti et al (2020) tentang pengaruh variasi konsentrasi urea terhadap fotoaktivitas material fotokatalis N/ $\text{TiO}_2$ . Pada penelitian ini telah sintesis dengan mereaksikan  $\text{TiO}_2$  yang dilarutkan ke dalam Aqua DM dan urea dengan variasi konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Berdasarkan hasil uji aktifitas fotokatalis N/ $\text{TiO}_2$  terhadap limbah batik tenun diketahui bahwa material katalis dengan hasil limbah paling jernih adalah material konsentrasi urea paling besar, yaitu N/ $\text{TiO}_2$  5%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang ditambahkan maka fotoaktivitas yang dihasilkan akan semakin besar.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Amalina et al (2016) tentang pengaruh *doping-n* pada aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2$  dengan menggunakan metode *sol-gel*. Pada penelitian ini  $\text{TiO}_2$  *doping* N dengan variasi konsentrasi 1%, 3% dan 5%. Ternyata  $\text{TiO}_2$  *doping* N yang telah disintesis menghasilkan *band gap energy* secara berturut-turut yaitu 3,13 eV, 3.12 eV dan 3.11 eV. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan *doping* N dapat menurunkan *band gap energy* atau semakin tinggi persentase konsentrasi *doping* maka semakin kecil *band gap energy* nya.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini akan melakukan sintesis dan karakterisasi lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  yang di tambahkan *doping* N dengan menerapkan metode *doctor-blade* pada fotokatalis degradasi *Methylene blue* menggunakan urea sebagai sumber Nitrogen. Adapun persentase konsentrasi *doping* N yang digunakan ialah 0%, 5%, 10% dan 15%. Pemberian

*doping* ini diharapkan dapat memperkecil *band gap*  $\text{TiO}_2$ . *Band gap energy* dapat diketahui dengan menggunakan karakterisasi *Spektrofotometer* UV-Vis. Karakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengamati ukuran Kristal yang terbentuk. Serta karakterisasi *Scanning Electrone Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi dari sampel. Pengujian *degradasi* fotokatalis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  menggunakan limbah warna *methylene blue* hasil sintesis dilakukan dibawah cahaya sinar matahari selama 4 jam.

## **1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

### **Identifikasi**

*Methylene blue* merupakan zat warna organik yang banyak digunakan pada industri tekstil, memiliki sifat mudah larut dalam air dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Adanya bahaya yang disebabkan oleh limbah pewarna dalam industri tekstil khususnya *methylene blue* yang mengandung berbagai bahan-bahan pencemar yang bersifat toksik. Mengatasi hal tersebut membuat peneliti tertarik dalam melakukan penelitian tentang  $\text{TiO}_2/\text{N}$  sebagai aplikasi fotokatalis pendegrasi *methylene blue*.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan indentifikasi diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan variasi persen *doping* N terhadap *bandgap energy*  $\text{TiO}_2$  menggunakan *spektrofotometer* UV-Vis ?
2. Bagaimana hasil karakterisasi lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  /N dengan menggunakan XRD ?
3. Bagaimana morfologi dari lapisan tipis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  dengan menggunakan SEM ?
4. Bagaimana aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  terhadap fotodegradasi limbah *methylene blue*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi pengaruh penambahan variasi persen *doping* N terhadap *band gap energy*  $\text{TiO}_2$  menggunakan *spektrofotometer* UV-Vis.
2. Mengetahui hasil karakterisasi lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  /N dengan menggunakan XRD.
3. Mengetahui morfologi dari lapisan tipis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  dengan menggunakan SEM.
4. Mengetahui aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  terhadap fotodegradasi limbah *methylene blue*.

#### 1.4 Mamfaat Penelitian

Mamfaat yang diharapkan dari penelitian adalah :

1. Memberikan informasi tentang pengaruh penambahan variasi persen *doping* Ni terhadap *band gap* energy  $\text{TiO}_2$ .
2. Memberikan informasi tentang aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2/\text{N}$  terhadap fotodegradasi limbah methylene blue.
3. Dapat dijadikan referensi bagi peneletian selanjutnya yang berhubungan dengan Sintesis dan karakterisasi  $\text{TiO}_2/\text{N}$  dalam aplikasi fotokalis pendegrasi *methylene blue*.
4. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang material fotokatalis yang diharapkan mampu diaplikasikan dalam bidang lingkungan dan energi terbarukan.