

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Limbah pada badan air umumnya berasal dari industri kosmetik, pembuatan kertas, industri karet, percetakan dan tekstil. Zat warna pada industri tekstil menghasilkan limbah pada proses pewarnaan kain, yang sebagian besar zat warna tidak terikat pada kain dan larut dalam air. Pewarna tekstil mudah larut dalam air, sehingga mudah mencemari sistem akuatik. Limbah ini juga sulit untuk terdegradasi di alam, karena strukturnya yang stabil dan kompleks. Oleh karena itu, pencemaran oleh pewarna tekstil yang berlebih akan menyebabkan masalah lingkungan yang serius pada badan air, seperti laut, sungai, danau, kolam alami dan lainnya. Rata-rata konsentrasi limbah pewarna tekstil mencapai 300 mg/L, tetapi pada konsentrasi rendah pun ( $>1$  mg/L) limbah pewarna tekstil tetap terlihat dan sangat membandel. Warnanya yang gelap dan kekeruhannya yang tinggi membuat limbah ini menjadi pengganggu penyerapan cahaya matahari pada air dan menurunkan jumlah oksigen yang terlarut serta mengganggu pH dalam air. Faktor-faktor ini menjadi penyebab beberapa dampak ekologi pada sistem perairan, seperti menghambat proses fotosintesis pada tanaman air, kemampuan *biodegradable* oleh mikroorganisme aerobik menjadi rendah, dan dampak berbahaya pada rantai makanan (Slama *et al.*, 2021) (Wang *et al.*, 2022).

Salah satu pewarna yang banyak digunakan adalah metilen biru (MB). Dalam industri tekstil, MB digunakan untuk pewarnaan kain sutra, wool, kapas, dan kertas. Pewarna tekstil ini termasuk ke dalam senyawa golongan organik heterosiklik azo dan memiliki sifat yang berbahaya bagi kesehatan manusia, serta memiliki efek merusak pada lingkungan. Hal ini karena MB memiliki sifat beracun, karsinogenik, mutagenik dan tidak *biodegradable*. MB memiliki nilai ambang batas sebesar 5-10 mg/L dalam badan air (Selfira & Aini, 2021) (Dewi *et al.*, 2019) (Khan *et al.*, 2022). Maka dari itu, limbah zat warna perlu diolah kembali agar tidak mencemari lingkungan. Banyak metode usaha telah dilakukan untuk mengolah limbah dari pewarna tekstil ini. Beberapa metode yang digunakan adalah adsorpsi

(Wang *et al.*, 2020), koagulasi (Lau *et al.*, 2015), biodegradasi (Eslami *et al.*, 2017), fotodegradasi (Samuel & Yam, 2020), dan lain-lain.

Fotodegradasi menjadi metode yang banyak digunakan pada pengolahan limbah zat warna. Hal ini karena fotodegradasi merupakan metode yang efisien, murah, dan memiliki proses yang ramah lingkungan. Fotodegradasi merupakan proses oksidasi yang mengubah molekul kompleks menjadi molekul yang lebih simpel dan tidak berbahaya, umumnya seperti air dan karbon dioksida, dengan bantuan paparan cahaya. Maka dari itu, fotodegradasi bekerja paling baik dengan zat organik seperti limbah zat warna (Khan *et al.*, 2022) (Samuel & Yam, 2020) (Vallejo *et al.*, 2020). Proses fotodegradasi ini memerlukan material aktif untuk membantu jalannya proses degradasi. Beberapa material aktif yang biasa digunakan adalah ZnO, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan TiO<sub>2</sub> (Guo *et al.*, 2019).

Penggunaan TiO<sub>2</sub> telah banyak dilakukan secara luas, karena sifatnya yang tidak berbahaya, sifat kimianya yang stabil dan murah (Guo *et al.*, 2019). TiO<sub>2</sub> memiliki *band gap* atau celah pita pada rentang 3.0-3.2 eV, sehingga diperlukan sumber cahaya UV untuk menginduksi fotokatalis karena cahaya tampak tidak memiliki energi yang cukup untuk menginduksi fotokatalis. Hal ini menjadi salah satu kelemahan dari TiO<sub>2</sub>, hingga perlu dilakukan modifikasi struktur TiO<sub>2</sub> agar dapat meningkatkan aktivitasnya. Salah satunya adalah mengkombinasikan antara HAp dengan TiO<sub>2</sub> menjadi sebuah komposit. Modifikasi struktur ini meningkatkan sifat strukturalnya, sehingga memiliki stabilitas fotokatalis yang baik. Peningkatan stabilitas fotokatalis ini akan menghalangi TiO<sub>2</sub> mengalami aglomerasi pada saat pemakaian dan kehilangan aktivitas setelah beberapa kali penggunaan. Hal ini membuat komposit HAp/TiO<sub>2</sub> dapat digunakan secara berulang dan mengurangi biaya produksi. Komposit HAp/TiO<sub>2</sub> dikalsinasi pada suhu 250°C. Kalsinasi dilakukan untuk meningkatkan stabilitas struktural dan kinerja katalitik. Kalsinasi pada suhu rendah dapat mencegah perubahan fase kristal TiO<sub>2</sub> dari *anatase* menjadi *brookite* yang kurang baik untuk digunakan sebagai material aktif. Komposit HAp dengan TiO<sub>2</sub> memiliki kemampuan untuk menyerap dan mendekomposisi bakteri dan material organik, sehingga dikatakan baik untuk aplikasi antibiobakteri dan pemurnian lingkungan (Anmin *et al.*, 2006) (Samuel & Yam, 2020) (Deng *et al.*, 2009) (Tan *et al.*, 2011) (Kato *et al.*, 2022) (Salama *et al.*, 2022).

Hidroksiapatit sendiri merupakan mineral alami dengan formula kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  dan merupakan salah satu bentuk umum dari kalsium fosfat. HAp memiliki sifat yang mumpuni, seperti stabilitas dimensi yang tinggi, dan ketahanan kimia yang baik, selain itu sifat spesial dari struktur HAp terletak pada kemampuannya membentuk *solid solution* atau larutan padat dan menerima banyak *substituent* anionik dan kationik (Fihri *et al.*, 2017) (Kangkan *et al.*, 2020). Salah satu keunggulan lain adalah HAp dapat disintesis dari bahan alam yang mengandung banyak kalsium. Banyak penelitian sebelumnya yang telah mensintesis hidroksiapatit dari berbagai sumber alami, seperti dari tulang hewan, cangkang telur, cangkang kepah, cangkang kerang, batu kapur, dan lain-lain (Noviyanti *et al.*, 2021) (Meski *et al.*, 2019) (Fitriyana *et al.*, 2019) (Kangkan *et al.*, 2020) (Sawada *et al.*, 2021). Batu kapur adalah batu mineral alami yang paling sering digunakan sebagai bahan utama dalam sintesis hidroksiapatit, hal ini karena batu kapur memiliki kandungan kalsium yang melimpah. Kalsium pada batu kapur terkandung dalam bentuk  $\text{CaCO}_3$  yang mengisi 95% dari keseluruhan batu kapur.  $\text{CaCO}_3$  ini dapat dimurnikan menjadi kalsium oksida dengan mengkalsinasi batu kapur dengan suhu tinggi, sehingga batu kapur layak sebagai sumber kalsium alami untuk pembuatan hidroksiapatit (Koshy, *et al.*, 2019) (Sirait *et al.*, 2020).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan fotodegradasi metilen biru dengan HAp/TiO<sub>2</sub>. Penelitian oleh Ouinani *et al.*, (2017) melakukan fotodegradasi metilen biru menggunakan HAp/TiO<sub>2</sub> yang memiliki variasi jumlah TiO<sub>2</sub> yang dikompositkan pada HAp, yang mana jumlah TiO<sub>2</sub> divariasikan pada 0%, 10%, 20% dan 40% dari 1 g HAp dan mendapatkan hasil bahwa 40% TiO<sub>2</sub> memiliki aktivitas fotokatalitik optimal dan mendegradasi MB dengan lebih baik dibawah penyinaran lampu UV. Singh *et al.*, (2018), pada penelitiannya, mensintesis HAp dari tulang domba kemudian membuat komposit dengan TiO<sub>2</sub> pada fase *anatase*, yang menghasilkan efisiensi degradasi sebesar 93% dibawah sinar UV, serta menyatakan bahwa HAp/TiO<sub>2</sub> dapat digunakan berulang hingga 10 siklus.

Pada penelitian ini, memiliki tujuan untuk mensintesis HAp dari batu kapur, mengkompositkan HAp dengan TiO<sub>2</sub>, serta melakukan karakterisasi pada komposit HAp/TiO<sub>2</sub>. Fotodegradasi zat warna MB oleh HAp/TiO<sub>2</sub> dilakukan dengan variasi pH, konsentrasi zat warna, dan massa HAp/TiO<sub>2</sub> yang digunakan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana hasil karakteristik dari komposit HAp/TiO<sub>2</sub> yang dikalsinasi dengan suhu 250°C menggunakan FTIR, XRD, dan SEM-EDX?
- 1.2.2 Bagaimana efisiensi fotodegradasi zat warna metilen biru menggunakan komposit HAp/TiO<sub>2</sub> dengan variasi pH, konsentrasi zat warna dan variasi massa HAp/TiO<sub>2</sub>?
- 1.2.3 Bagaimana pola kinetika dari fotodegradasi zat warna metilen biru menggunakan komposit HAp/TiO<sub>2</sub>?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.3.1 Menganalisa hasil karakteristik dari komposit HAp/TiO<sub>2</sub> yang dikalsinasi dengan suhu 250°C menggunakan FTIR, XRD, dan SEM-EDX.
- 1.3.2 Menganalisa hasil efisiensi fotodegradasi zat warna metilen biru menggunakan komposit HAp/TiO<sub>2</sub> dengan variasi pH larutan, konsentrasi zat warna dan variasi massa HAp/TiO<sub>2</sub>.
- 1.3.3 Menganalisa pola kinetika dari hasil fotodegradasi zat warna metilen biru menggunakan komposit HAp/TiO<sub>2</sub>.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- 1.4.1 Manfaat Teoritis  
Turut andil dalam menambah informasi dan ilmu pengetahuan di bidang ilmu kimia, khususnya dalam mensintesis hidroksiapatit dari batu kapur, mensintesis komposit hidroksiapatit/TiO<sub>2</sub>, dan penggunaan komposit HAp/TiO<sub>2</sub> sebagai material untuk merombak limbah cair dari pewarna tekstil metilen biru.
- 1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi penulis

Memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman dalam mensintesis HAp dari batu kapur dan membuat komposit HAp/TiO<sub>2</sub>, dan mendegradasi zat warna metilen biru pada variasi pH, konsentrasi zat warna dan massa HAp/TiO<sub>2</sub>.

b. Bagi masyarakat

Memberikan informasi lebih dalam mengenai manfaat batu kapur sebagai bahan baku hidroksiapatit dan kegunaan komposit HAp/TiO<sub>2</sub> dalam mendegradasi limbah tekstil.

