

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan industri tekstil di Indonesia telah berkembang sangat pesat. Selain memiliki banyak manfaat, perkembangan ini juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu dampak negatif ditimbulkan oleh limbah zat warna yang dihasilkan dari produksi tekstil. Limbah zat warna tekstil merupakan salah satu pencemar bersifat *non-biodegradable* yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan merusak ekosistem perairan (Widjajanti dkk, 2011).

Dalam produksi tekstil limbah yang diperoleh yaitu zat warna *methylene orange* (MO). MO merupakan salah satu zat warna golongan azo yang digunakan pada industri tekstil, kulit, makanan dan kertas. Pada proses titrasi dimana warna berubah dari merah menjadi kuning pada kisaran pH 3,1-4,4, senyawa ini juga dapat digunakan sebagai indikator asam basa (Yuningrat dkk., 2016). Zat warna MO yang tergolong jenis azo memiliki ikatan azo (-N=N-) yang sangat stabil secara kimia sehingga membuatnya tahan terhadap degradasi oleh proses kimia atau biologis konvensional. Oleh sebab itu, perlu adanya pengolahan secara tepat dan efektif dalam pengolahannya.

Terdapat beberapa metode seperti klorinasi, biodegradasi dan ozonasi dapat digunakan untuk menguraikan kandungan berbahaya seperti padatan *suspense*, mikroba dan senyawa yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme alam terutama senyawa organik namun beberapa metode tersebut membutuhkan biaya operasional yang cukup mahal sehingga kurang efektif untuk diterapkan (Wijaya, 2006). Banyak metode pengolahan limbah, baik secara kimiawi, fisika, maupun biologi banyak diterapkan. Pengolahan secara kimiawi menggunakan mikroorganisme menghasilkan produk samping berupa lumpur, sedangkan pengolahan secara biologi menggunakan banyak zat warna memiliki sifat tahan *biodegradable* sehingga hasil pengolahan tidak maksimal (Manurung dkk., 2004).

Adapun metode yang dapat digunakan untuk menangani permasalahan limbah industri khususnya penghilangan zat warna antara lain metode fotodegradasi. Fotodegradasi merupakan metode yang paling efektif karena dapat menguraikan senyawa zat warna dengan bantuan cahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya

seperti CO₂ dan H₂O tanpa menimbulkan limbah baru. (Fraditasari dkk., 2016) Fotodegradasi membutuhkan semikonduktor aktif seperti TiO₂, ZnO, CuO, Fe₂O₃ dan Al₂O₃. Fotokatalis sebagai semikonduktor sangat menarik karena kemampuannya untuk mendegradasi senyawa-senyawa disekitarnya dengan menggunakan sinar ultraviolet. Semikonduktor yang sering digunakan yaitu TiO₂ karena memiliki fotoaktivitas yang tinggi dan stabilitas kimia yang baik walaupun dalam kondisi keras. TiO₂ mempunyai energi *band gap* (E_g) yang cukup tinggi yaitu 3,0 eV untuk jenis *rutile* dan 3,2 eV untuk jenis anatase dan mempunyai kestabilan yang tinggi terhadap proses biologi dan kimia. Selain itu, TiO₂ bersifat non toksik, memiliki luas permukaan tinggi dan tersedia secara komersial (Prawithasari dkk., 2015). Penggunaan bahan fotokatalis seperti TiO₂ telah banyak dilakukan dalam proses fotodegradasi zat warna. (Barka, 2008) telah melakukan pemodelan kinetik suatu fotokatalitik TiO₂ terhadap fotodegradasi MO. Proses katalisis tersebut dapat menguraikan limbah dengan bantuan cahaya sehingga limbah akan terurai langsung menjadi komponen-komponen yang tidak berbahaya. Selain penelitian fotokatalis pada senyawa mineral oksida, untuk dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik beberapa penelitian menggunakan mineral anorganik sebagai fotokatalis yaitu hidroksiapatit (Fraditasari dkk., 2016).

Hidroksiapatit adalah jenis senyawa mineral yang memiliki rumus kimia Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ yang terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), oksigen (O), dan hidroksil (OH). Hidroksiapatit merupakan mineral anorganik yang dapat ditemukan pada cangkang, tulang dan pelindung hewan lunak. Salah satu material yang digunakan dalam pembuatan hidroksiapatit adalah cangkang telur ayam sebagai sumber Ca dan *diammonium hydrogen fosfat* sebagai sumber fosfat. Nasrullah, (2022) menyatakan produksi telur ayam di Indonesia tahun 2020 sekitar 2 juta ton per tahunnya. Cangkang telur mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO₃) 94%, magnesium karbonat (MgCO₃) 1%, dan kalsium fosfat (Ca₃PO₄)₂ 4% (Hunton, 2005).

Beberapa peneliti lainnya telah melakukan sintesis hidroksiapatit dari cangkang telur umumnya dilakukan melalui pembentukan CaO hasil kalsinasi CaCO₃ digunakan sebagai bahan baku untuk fotokatalitik (Sitohang dkk., 2016). Proses kalsinasi digunakan untuk menghilangkan ion karbonat yang dapat mengganggu proses sintesis (Noviyanti dkk., 2017). Beberapa peneliti lainnya telah melakukan sintesis hidroksiaptit dari cangkang telur yaitu (Ahmed, 2008) telah melakukan

sintesa HAp dari cangkang telur dan di-ammonium *hydrogen fosfat* $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ menggunakan metode presipitasi. Cangkang telur dikalsinasi pada dua variasi suhu yakni 900 °C selama 5 jam dan 1000 °C selama 5,10,15 jam. Variasi konsentrasi Ca dan P yaitu (0,01/0,006); (0,05/0,03); dan (0,05/0,03) dan suhu kalsinasi produk yaitu 110°C, 800°C dan 900°C selama 3 jam. Perbandingan konsentrasi Ca dan P pada suhu 110°C kalsinasi 800 °C dan 900 °C selama 3 jam menunjukkan semua fasa yang terbentuk adalah HAp.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya cangkang telur mengandung sekitar 94-97% CaCO_3 sehingga sangat berpotensi untuk digunakan dalam mensintesis hidroksiapatit. Metode yang paling umum digunakan yaitu metode basah (presipitasi) karena sederhana dan dapat menghasilkan HAp yang sebagian besar tidak memiliki struktur kristal yang teratur (amorf). Adapun keuntungan yang diperoleh hasil samping sintesisnya adalah air sehingga memungkinkan kontaminasi selama pengolahan sangat rendah (Noviyanti dkk., 2017). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan sintesis hidroksiapatit dari limbah cangkang telur menggunakan metode presipitasi dan dikalsinasi dengan suhu 1000 °C. Kalsinasi digunakan karena lebih ekonomis, efisien dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan senyawa yang diinginkan relatif lebih singkat. Wiana dkk., (2017) menyatakan tingkat kemurnian hidroksiapatit dari cangkang telur ayam pada suhu 1000 °C memiliki sifat mekanik yang baik, membantu menghilangkan pengotor organik sehingga mampu meningkatkan efisiensi pada fotodegradasi.

Material HAp yang terbentuk akan digunakan sebagai pendukung katalis TiO_2 . HAp digunakan sebagai katalis pendukung TiO_2 karena HAp dapat meningkatkan efisiensi fotokatalitik dan mengurangi laju rekombinasi elektron-hole sehingga meningkatkan degradasi polutan (Esmaeili dkk., 2011). Kemudian komposit HAp- TiO_2 yang terbentuk dikalsinasi kembali pada suhu 250 °C. Kalsinasi pada suhu 250 °C memberikan aktivitas fotokatalitik dan stabilitas yang baik karena pada suhu tersebut tidak mengalami perubahan yang signifikan. Pada suhu 200 °C-400 °C, TiO_2 berada dalam fase anatase yang aman untuk menyerap sinar UV sehingga mampu mempertahankan aktivitas fotokatalitik sedangkan pada suhu yang lebih tinggi memungkinkan fase anatase dapat berubah menjadi fase rutil akibatnya aktivitas fotokatalitik menjadi berkurang (Sheng dkk., 2011). Kemudian material HAp- TiO_2 dikarakterisasi untuk melihat gugus fungsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*), mengetahui morfologi permukaan HAp- TiO_2 dengan analisa SEM-EDX

(*Scanning Electron Miscroscopy*), mengamati derajat kristalinitas menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), serta untuk mengetahui efesiensi degradasi (%) zat warna *methylene orange* menggunakan HAp-TiO₂ yang diuji dengan Spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan uraian sebelumnya, maka dilakukan penelitian Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Ayam Sebagai Katalis Pendukung TiO₂ untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methylene Orange*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- 1.2.1 Bagaimana karakteristik hidroksiapatit/HAp-TiO₂ dari limbah cangkang telur ayam yang dikalsinasi pada suhu 250 °C?
- 1.2.2 Bagaimana kemampuan degradasi zat warna *methylene orange* oleh HAp-TiO₂ pada uji variasi pH, konsentrasi dan massa?
- 1.2.3 Bagaimanakah analisa kinetika dari fotodegradasi zat warna *methylene orange* oleh HAp-TiO₂?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- 1.3.1 Untuk mengetahui karakteristik hidroksiapatit/HAp-TiO₂ dari limbah cangkang telur ayam yang dikalsinasi pada suhu 250 °C.
- 1.3.2 Untuk mengetahui kemampuan degradasi zat warna *methylene orange* oleh HAp-TiO₂ pada uji variasi pH, konsentrasi dan massa.
- 1.3.3 Untuk menganalisis pola kinetika dari fotodegradasi zat warna *methylene orange* oleh HAp-TiO₂.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1.4.1 Bagi Mahasiswa

Mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan penelitian melalui pengalaman langsung dalam perencanaan, pelaksanaan, dan analisis data dari penelitian yang telah dilaksanakan.

1.4.2 Bagi Universitas

Penelitian ini dapat menjadi kontribusi positif terutama dalam hal keberhasilan penelitian dan partisipasi dalam konferensi ilmiah sehingga dapat membantu meningkatkan akademik Universitas.

1.4.3 Bagi Masyarakat

Penelitian ini memberikan solusi atau alternatif serta menjadi landasan untuk pengembangan teknologi ramah lingkungan dalam penanganan limbah industri yang mengandung zat warna.

