

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri di Bali saat ini menghadapi biaya produksi yang masih tinggi dari tahun ke tahun. Selain memberikan banyak manfaat bagi kesejahteraan manusia, pembangunan ini juga menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan. Hal ini disebabkan oleh limbah yang dihasilkan, yang paling menonjol adalah zat warna hasil proses pewarnaan tekstil. Zat warna tekstil adalah salah satu dari sedikit bahan yang dikategorikan tidak dapat terurai secara hayati; biasanya terbuat dari senyawa azo dan komponen turunannya, yaitu gugus benzena. (Nurlaili *et al.*, 2017)

Pada proses pewarnaan tekstil lebih banyak menggunakan zat warna sintetis dibandingkan dengan zat warna alam karena pada umumnya pewarna sintetis memiliki beberapa keunggulan antara lain; jenis warna beragam dengan rentang warna luas, ketersediaan terjangkau, cerah, stabil, tidak mudah luntur, tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, daya mewarnai kuat, mudah diperoleh, murah, ekonomis, dan mudah digunakan (Pujilestari, 2015). Sekitar 70% zat warna sintetis yang digunakan hanya memiliki sedikit ikatan ganda N=N atau dikenal dengan zat warna golongan azo (Sutanto *et al.*, 2020). Fitur utama dari zat warna azo ini adalah memberikan peringatan yang jelas dan sulit. Senyawa azo merupakan sensitizer yang paling banyak terdapat pada serat tekstil, dengan prevalensi antara 60% dan 70%. Zat azo apabila berada di lingkungan dalam jangka waktu lama akan menimbulkan suatu kondisi karena sifat mutagenik dan karsinogeniknya. Kadar zat warna azo yang berlimpah pada limbah pabrik menyebabkan limbah bersifat mutagenik dan karsinogenik. Hal ini dikarenakan adanya gugus aromatik amina dalam zat warna azo yang dapat menyebabkan terjadinya mutasi genetik yang memicu terbentuknya tumor. Oleh karena itu, alternatif yang efektif harus dikembangkan untuk mengurangi limbah tersebut. *Methylene blue* adalah satu-satunya warna peringatan azo yang sering digunakan dalam proses pencelupan. (Sukarta, 2020)

*Methylene blue* merupakan salah satu dari ratusan jenis pewarna yang ada. *Methylene blue* adalah polutan organik yang sulit didegradasi oleh alam sehingga merusak estetika dan meracuni biota air di dalam badan air (Sastrawidana, 2020). Mengandung turunan amina, *methylene blue* adalah salah satu warna kationik. Zat warna azo saat ini tidak mudah rusak baik oleh produksi fotografis maupun kimia. Dengan demikian, bila air limbah tekstil yang mengandung zat warna azo terbuang ke lingkungan, maka dapat bertahan lama dan mengalami akumulasi sampai pada tingkat konsentrasi tertentu dapat menimbulkan dampak negatif terhadap daya dukung lingkungan (Sains *et al.*, 2017). Disamping sifatnya cukup toksik, keberadaan zat warna azo dalam perairan dapat menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu aktivitas fotosintesis mikroalga. Selain itu ada juga dampak bagi udara yang dimana keberadaan zat warna azo di udara mungkin menghambat penetrasi matahari ke atmosfer dan mengganggu aktivitas fotosintesis alga mikroskopis (Slama *et al.*, 2021).

Upaya untuk menangani dampak dari limbah tekstil banyak dilakukan. Pengelolaan limbah cair industri tekstil dapat dilakukan dengan beberapa proses, dari proses kimia, proses fisika, proses biologi, hingga ada pula proses yang memakai ketiga proses tersebut atau kombinasi ketiga proses tersebut. Beberapa metode yang telah dikembangkan diantaranya metode adsorpsi, koagulasi, sedimentasi dan lumpur (Wardani *et al.*, 2015). Cara yang paling mudah diterapkan adalah cara adsorpsi, yaitu suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Salah satu metode alternatif untuk menghilangkan zat warna dari air yang tercemar oleh *mehtyelene blue* adalah adsorpsi dengan menggunakan adsorben (Velasco *et al.*, 2020). Adsorben atau kebanyakan zat pengadsorpsi adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu di dalam partikel itu. Karena pori-pori adsorben biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih luas dari permukaan luar. Adsorben yang telah jenuh dapat diregenerasi agar dapat digunakan kembali untuk proses adsorpsi. Suatu adsorben dipandang

sebagai suatu adsorben yang baik untuk adsorpsi dilihat dari sisi waktu. Lama operasi terbagi terbagi menjadi dua, yaitu waktu penyerapan hingga komposisi diinginkan dan waktu regenerasi/pengeringan adsorben. Makin cepat dua variable tersebut, maka semakin baik unjuk kerja adsorben tersebut (Jauhan *et al.*, 2007). Adsorben yang murah dan mudah di dapatkan, seperti cangkang telur ayam.

Konsumsi telur ayam di provinsi Bali meningkat setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan dengan mencapai angka 176 ribu ton pertahunnya. (Badan Pusat Statistik, 2022). Hal ini tentunya menyebabkan menumpuknya limbah cangkang telur. Sekitar 10% dari telur merupakan cangkangnya, cangkang telur mengandung sekitar 94-97% (calcium carbonat)  $\text{CaCO}_3$  dan cangkang telur ayam memiliki 10.000 - 20.000 pori-pori sehingga diperkirakan dapat menyerap suatu solute dan dapat digunakan sebagai adsorben, sehingga sangat berpotensi untuk digunakan dalam mensintesis hidroksiapatit. Selain itu cangkang telur ayam jika setelah dikalsinasi, cangkang telur ayam 89,8%  $\text{CaO}$  dan 0,01%  $\text{MgO}$ , dan bahan organik lainnya (Elettaet *al.*, 2016). Selain memiliki kandungan kalsium yang tinggi, cangkang telur ayam diyakini mengandung hidroksiapatit berupa fasa amorf, sehingga untuk dapat digunakan dalam pembuatan tulang, hidroksiapatit tersebut harus dikalsinasi pada suhu yang cukup tinggi. agar fasa berubah menjadi fasa yang lebih stabil (Hui *et al.*, 2021).

Hidroksiapatit (HAp) merupakan senyawa mineral apatit yang mempunyai struktur heksagonal dan memiliki fase kristal kalsium fosfat yang paling stabil dengan rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Pada umumnya struktur kisi kristalnya adalah heksagonal, sedangkan komposisi unsur penyusun (% berat ideal) yaitu Ca 39,9%, P 18,5%, H 0,2%, O 41,41% dan rasio ideal antara kalsium/fosfat (Ca/P) adalah 1,67. Karena kesesuaiannya dengan mineral fasa pada tulang dan gigi, Hidroksiapatit digunakan sebagai biokeramik dalam bidang medis. Artinya memiliki sifat biokompatibilitas yang memungkinkan jaringan terdekat berpindah ke implan, serta adanya porositas yang memungkinkan penerapan ikatan yang lebih kompatibel dengan jaringan. Selain itu, ada beberapa potensi manfaat lain dari penggunaan logam sebagai

substrat implan tulang, antara lain sifat listrik dan termalnya yang rendah, sifat elastomer yang serupa, dan potensi berfungsi sebagai lapisan penahan (Sha *et al.*, 2021) dan banyak cara untuk melakukan sintesis serbuk hidroksiapatit, beberapa diantaranya adalah dengan metode presipitasi, sol gel, dan larutan padat. Proses sintesis yang berbeda kemungkinan besar akan menghasilkan hidroksiapatit yang berbeda juga, seperti perbedaan ukuran partikel, homogenitas ukuran partikel, dan perbedaan bentuk partikel yang ada (Rahman, 2018). Ukuran partikel hidroksiapatit yang kecil akan memperluas bidang kontak antara implan dengan jaringan sekitar, yang akan membuat ikatan yang diperoleh dapat lebih baik (Setiawan *et al.*, 2017).

Sintesis hidroksiapatit sangat dipengaruhi oleh temperatur kalsinasi dan waktu kalsinasi berdasarkan karakteristik kristalinitas hidroksiapatit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Piranika, 2017) mengenai pembuatan hidroksiapatit dari cangkang keong emas dengan menggunakan metode hidrotermal dengan variabel temperatur kalsinasi 600, 700, 800 dan 900°C serta dengan variabel waktu kalsinasi 1, 2, 3, 4, dan 5 jam, didapatkan hasil bahwa temperatur dan waktu kalsinasi terbaik dalam pembentukan hidroksiapatit adalah pada suhu 900°C dengan waktu kalsinasi 2 jam. Adapun beberapa penelitian yang relevan untuk mendukung penelitian penulis, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh (Purwasasmita *et al.*, 2020) dengan judul Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Cangkang Telur Ayam Ras (*Gallus Gallus*) Menggunakan Metode Pengendapan Basah. Sintesis Hidroksiapatit pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengendapan basah dengan variasi suhu sintering diantaranya yaitu tanpa sintering (TS), 800, 900, dan 1000°C. Kemudian dikarakterisasi menggunakan instrumen SEM, FT-IR, dan XRD. Hasil karakterisasi hidroksiapatit -TS memiliki kristalinitas 97,487%. hidroksiapatit -8 dengan kristalinitas 95,821%. hidroksiapatit dengan kristalinitas 98,004%. hidroksiapatit 10 memiliki kristalinitas 98,080%. hidroksiapatit memiliki bentuk bongkahan tidak beraturan dengan gugus fungsional -OH, -(PO<sub>4</sub>)<sup>32-</sup>, dan -CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Suhu sintering berpengaruh pada sintesis hidroksiapatit.

Untuk analisis hidroksiapatit pada penelitian ini, metode presipitasi digunakan sebagai metode pilihan. Metode ini merupakan variasi dari metode kimia basah yang terkenal dan paling banyak digunakan karena memiliki sejumlah keunggulan, seperti kebutuhan bahan pembuat kue yang lebih terjangkau, kondisi reaksi kimia yang lebih baik, ukuran partikel dan homogenitas yang lebih baik, serta hanya udara sebagai bahan baku produk. Juga tidak membahayakan lingkungan atau menimbulkan kontaminasi pada saat pengolahan, sehingga proses produksi menghasilkan tingkat kemurnian cukup baik. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu, waktu kontak, pH dan konsentrasi zat warna, sedangkan variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini yaitu massa hidroksiapatit dari cangkang telur ayam.

## 1.2. Rumusan Masalah

Cangkang telur ayam mengandung kalsium yang cukup tinggi, dimana kalsium merupakan bahan utama pembuatan hidroksiapatit. Sintesis hidroksiapatit dapat dilakukan dengan metode presipitasi dan dilanjutkan dengan kalsinasi suhu tinggi. Suhu dan waktu kalsinasi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap struktur hidroksiapatit yang digunakan. Oleh karena itu, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik hidroksiapatit dari cangkang telur ayam yang dikalsinasi pada variasi suhu 700, 800, 900, dan 1000°C?
2. Bagaimana pengaruh waktu kontak, pH, konsentrasi zat warna terhadap efisiensi perombakan warna menggunakan hidroksiapatit cangkang telur ayam?
3. Bagaimana model istorem adsorpsi zat warna *methylene blue* menggunakan hidroksiapatit dari cangkang telur ayam?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik hidroksiapatit dari cangkang telur ayam yang dikalsinasi pada variasi suhu 700, 800, 900, dan 1000°C
2. Untuk menganalisis pengaruh waktu kontak, pH, konsentrasi zat warna terhadap efisiensi perombakan warna menggunakan hidroksiapatit cangkang telur ayam

3. Untuk mengetahui model istorem adosrpsi zat warna *methylene blue* menggunakan hidroksiapatit dari cangkang telur ayam

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Untuk meningkatkan kualitas cangkang telur ayam limbah dan memberikan informasi tentang produksi hidroksiapatit dari cangkang telur ayam dan meningkatkan dampak ekonomi dari limbah cangkang telur ayam serta berfungsi sebagai limbah cair yang teradsorpsi. Selain itu juga dapat digunakan sebagai pengembangan ilmu khususnya dalam bidang lingkungan dalam pengolahan zat warna *methylene blue* yang terkandung dalam limbah industri, serta dapat dijadikan sebagai masukan untuk pengembangan ilmu kesehatan lingkungan yang berkelanjutan di masa mendatang

##### **1.4.2 Manfaat Praktis**

###### **a. Bagi instansi terkait**

Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh otoritas lingkungan sebagai penilaian dan masukan untuk upaya pengendalian pencemaran, khususnya untuk mengembangkan pencemaran pewarna tekstil *methylene blue*.

###### **b. Bagi Industri tekstil**

Memberikan informasi kepada pemilik industri tekstil terkait penggunaan limbah cangkang telur sebagai adsorben yang bisa dimanfaatkan untuk menurunkan kadar zat warna *methylene blue* pada limbah tekstil.

###### **c. Bagi Mahasiswa**

Ini memberikan pengetahuan dan wawasan baru tentang sintesis hidroksiapatit dari cangkang telur ayam yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna tekstil *methylene blue*. Dan juga merupakan suatu pengalaman yang sangat berharga dalam mengaplikasikan ilmu yang telah didapat dan menambah wawasan pengetahuan.