

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil menjadi industri yang berkembang cukup pesat di Indonesia. Tekstil dan produk tekstil memberikan kontribusi yang cukup signifikan bagi perekonomian, yang mana rata-rata devisa yang dihasilkan mencapai US\$7.92 miliar (Kumbara, 2020). Selain itu, sektor pakaian jadi dan garmen di Indonesia juga mampu menyokong mata pencaharian hingga 2 juta orang. Pada tahun 2022, pertumbuhan tahunan sebesar 5,84% terjadi pada sektor pakaian jadi di Indonesia (Febi, 2023). Hal ini tentu berdampak pada tumbuh dan berkembangnya industri tekstil di Indonesia. Tetapi, seiring dengan banyaknya pertumbuhan industri tersebut, semakin banyak pula produk samping yang dihasilkan. Produk samping yang dihasilkan oleh industri tekstil berupa limbah cair sisa proses pewarnaan. Sekitar 1-20% zat warna akan hilang selama proses pewarnaan dan dibuang dalam bentuk limbah (Hanafi & Sapawe, 2020). Limbah yang berasal dari industri tekstil memiliki sifat yang kompleks dengan karakteristik seperti pH yang tinggi, salinitas, warna yang mencolok, dan bau cukup kuat (Pipil *et al.*, 2022).

Seperti yang diketahui, industri tekstil banyak menggunakan zat warna sintetik yang tentunya berbahaya bagi kesehatan manusia serta menyebabkan masalah bagi lingkungan perairan seperti rusaknya ekosistem dan menurunnya kualitas air. Hal tersebut disebabkan karena zat warna sintetik memiliki sifat karsinogenik dan sulit untuk terurai oleh mikroorganisme (Hamzah *et al.*, 2023; Hossain *et al.*, 2021). Meskipun demikian, zat warna sintetik masih tetap digunakan karena karena harganya yang lebih murah, warna yang beragam, praktis, menghasilkan warna yang lebih cerah, dan tidak mudah luntur (Alfajar *et al.*, 2023). Sekitar 70% dari zat warna sintetik yang digunakan pada industri tekstil merupakan zat warna golongan azo. Zat warna yang termasuk golongan azo mengandung paling sedikit satu ikatan ganda (-N=N-). Keunggulan zat warna ini adalah terikat kuat pada kain, tidak mudah luntur, dan harganya lebih ekonomis (Setyopratomo *et al.*, 2022). Salah satu zat warna sintetik yang digunakan pada industri tekstil adalah *methyl orange* (Darwish *et al.*, 2019).

Methyl orange merupakan zat warna dengan rumus molekul $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ dengan berat molekul 327,33 g/mol (Darwish *et al.*, 2019). Pada limbah tekstil, kandungan zat warna *methyl orange* dapat mencapai 50-100 mg/L (Silviyanti, 2012). Pewarna jenis ini merupakan pewarna sintetis yang bersifat toksik, karsinogenik, dan mutagenik (Iwuozor *et al.*, 2021; Pratiwi *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020). Zat warna ini dapat merusak ekosistem perairan serta dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti peningkatan denyut jantung, muntah, syok, sianosis, penyakit kuning, bahkan kematian sel dan jaringan dalam tubuh manusia (Darwish *et al.*, 2019).

Melihat dampak yang ditimbulkan oleh limbah zat warna ini, maka perlu dilakukan pengolahan agar polutan yang terkandung dapat berkurang. Banyak penelitian telah dilakukan untuk pengolahan limbah zat warna *methyl orange* dengan menggunakan berbagai metode. Metode-metode yang digunakan seperti oksidasi tingkat lanjut, degradasi fotokatalitik, ultrafiltrasi, degradasi elektrokimia, serta koagulasi-flokulasi. Tetapi metode-metode tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu kompleksitas, biaya operasional yang tinggi, dan memerlukan waktu yang cukup lama (Iwuozor *et al.*, 2021). Maka dari itu, diperlukan metode yang lebih sederhana sehingga mudah untuk diaplikasikan untuk menghilangkan zat warna *methyl orange*. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode adsorpsi.

Adsorpsi dapat menghilangkan berbagai jenis pewarna pada berbagai konsentrasi. Selain itu metode ini mudah untuk diaplikasikan dan biayanya yang relatif lebih rendah (Setyoprato *et al.*, 2022). Adsorpsi dapat dilakukan menggunakan adsorben untuk menghilangkan polutan dalam air yang tercemar. Suatu bahan dapat digunakan sebagai adsorben apabila memiliki daya serap yang tinggi, luas permukaan yang besar dan berpori, serta ramah lingkungan (Rahmi & Sajidah, 2018). Bahan alam yang memiliki sifat dan dapat digunakan sebagai adsorben adalah batu kapur.

Batu kapur merupakan mineral anorganik yang berasal dari alam. Batuan jenis ini biasanya terbentuk akibat pengendapan cangkang atau organisme laut yang sudah mati. Batu kapur dapat berwarna putih, putih kekuningan, abu-abu, hingga hitam. Di Indonesia, cadangan batu kapur diketahui sekitar 28,7 miliar yang

tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Batu kapur mengandung 95% kalsium karbonat (CaCO_3) dengan kandungan CaO sebesar 56,03% (Habibie *et al.*, 2017; Sirait *et al.*, 2020). Kandungan CaCO_3 pada batu kapur hampir sama dengan CaCO_3 pada cangkang kerang hijau yaitu sebanyak 95,69% (Edahwati *et al.*, 2023), tetapi lebih besar dibandingkan dengan cangkang telur yaitu sebanyak 94% (Shi *et al.*, 2021). Karena keberadaannya yang melimpah serta kandungan CaCO_3 yang tinggi menyebabkan batu kapur dapat digunakan sebagai sumber kalsium pada sintesis hidroksiapatit sehingga meningkatkan nilai guna dari batu kapur.

Hidroksiapatit merupakan senyawa apatit dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Hidroksiapatit dapat digunakan dibidang kedokteran, bioteknologi, dan lingkungan. Di bidang kedokteran dan bioteknologi hidroksiapatit digunakan untuk implan biomedis, regenerasi tulang, dan rekonstruksi jaringan tulang yang rusak. Sedangkan dibidang lingkungan, hidroksiapatit dapat digunakan dalam pengolahan air limbah karena kemampuannya yang dapat mengadsorpsi logam berat. Hidroksiapatit dapat diperoleh dari bahan-bahan alami, karena dengan menggunakan bahan alami risiko yang ditimbulkan lebih rendah dibandingkan hidroksiapatit sintetis. Pembuatan hidroksiapatit memerlukan bahan dengan kandungan kalsium dan fosfat yang selanjutnya akan disintesis menjadi hidroksiapatit dengan menggunakan berbagai metode, seperti metode presipitasi, hidrotermal, dan sol-gel (Habibie *et al.*, 2017; Sirait *et al.*, 2020; Siswanto *et al.*, 2021).

Penelitian mengenai sintesis hidroksiapatit dan adsorpsi zat warna *methyl orange* sudah banyak dilakukan. Penelitian oleh Sirait *et al.* (2020) yaitu mengenai sintesis hidroksiapatit dari batu kapur menggunakan metode presipitasi dengan suhu kalsinasi 600°C selama 4 jam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan bahwa hidroksiapatit yang disintesis mengandung gugus fungsi fosfat (PO_4^{3-}), karbonat (CO_3^{2-}), gugus hidroksil (OH^-), dan senyawa CaO. Cahyaningrum & Insiyah (2019) telah melakukan penelitian mengenai sintesis hidroksiapatit dari batu kapur menggunakan metode pengendapan basah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persen hasil hidroksiapatit dengan metode *wise drop* sebesar 99,10% sedangkan dengan metode *single drop* sebesar 83,77%. Penelitian yang dilakukan oleh

Wardiana *et al.* (2019) yaitu pembuatan hidroksiapatit dari batu kapur dengan metode sol gel. Hasil yang diperoleh yaitu hidroksiapatit dengan kemurnian sebesar 83% dan kristalinitas sebesar 91,27%. Elsayy *et al.* (2022) melakukan penelitian mengenai adsorpsi zat warna *methyl orange* menggunakan hidroksiapatit. Hasil yang diperoleh yaitu efisiensi adsorpsi maksimum zat warna *methyl orange* sebesar 88,3% pada kondisi waktu kontak 90 menit, pH 4, konsentrasi zat warna 0,5 mg/L dan adsorben sebanyak 2 g/L.

Pada penelitian ini, sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan menggunakan metode presipitasi. Metode ini dipilih karena reaksinya yang sederhana, tidak memerlukan banyak biaya, dan tidak mencemari lingkungan. Hidroksiapatit hasil sintesis akan dikalsinasi pada variasi suhu 700, 800, 900, dan 1000°C kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung. Hidroksiapatit selanjutnya diaplikasikan pada zat warna *methyl orange* dengan variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi zat warna serta dilakukan penentuan pola isoterm pada adsorpsi zat warna *methyl orange*.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik hidroksiapatit yang disintesis dari batu kapur dengan variasi suhu kalsinasi 700, 800, 900, dan 1000°C?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu kontak, pH, dan konsentrasi terhadap adsorpsi zat warna *methyl orange* oleh hidroksiapatit dari batu kapur?
3. Bagaimana pola isoterm adsorpsi zat warna *methyl orange* oleh hidroksiapatit dari batu kapur?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui karakteristik hidroksiapatit yang disintesis dari batu kapur dengan variasi suhu kalsinasi 700, 800, 900, dan 1000°C.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu kontak, pH, dan konsentrasi terhadap adsorpsi zat warna *methyl orange* oleh hidroksiapatit dari batu kapur.
3. Untuk menentukan pola isoterm adsorpsi zat warna *methyl orange* oleh hidroksiapatit dari batu kapur.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian diatas, manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1.4.1 Manfaat Teoritis

Memberikan kontribusi positif pada perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang kimia dalam rangka penelitian dan pengembangan lebih lanjut terkait penjerapan zat warna *methyl orange* menggunakan adsorben dari hidroksiapatit dengan bahan dasar batu kapur. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah batu kapur sebagai material yang bermanfaat.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Penulis

Mendapatkan pengetahuan dan pengalaman mengenai sintesis hidroksiapatit dari batu kapur yang dapat digunakan sebagai adsorben zat warna *methyl orange*.

2. Bagi Industri Terkait

Sebagai acuan dalam pengolahan limbah tekstil dengan menggunakan hidroksiapatit dari batu kapur sebagai adsorben untuk menghilangkan kandungan zat warna *methyl orange* pada limbah tekstil yang dapat mencemari lingkungan perairan.

3. Bagi Instansi Terkait

Penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair tekstil yang efektif dan efisien sehingga dapat dijadikan sebagai referensi tambahan dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan perairan terutama yang disebabkan oleh limbah zat warna.