

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tingkat pencemaran badan air semakin tinggi seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan industri. Terdapat lebih dari 700.000 ton bahan pewarna yang diproduksi tiap tahun dengan 10.000 jenis pewarna dan sekitar 10-20% dari zat warna tekstil yang telah digunakan akan terbuang bersama limbah pada tahap pewarnaan [1]. Salah satu jenis pewarna kationik yang umum digunakan dalam industri tekstil adalah Metilen Biru (MB). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair konsentrasi maksimum MB yang diperbolehkan yaitu 5-10 mg/L [2]. Keberadaan pewarna dalam air dapat menyebabkan berbagai gangguan seperti alergi, dermatitis, iritasi kulit, kanker, mutasi, dan proses fotosintesis tanaman air [3]. Oleh karena itu kandungan zat pewarna di dalam air industri yang hendak dibuang ke badan air harus dikurangi semaksimal mungkin. Berbagai teknik pengolahan telah digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan keberadaan polutan pewarna dalam air limbah seperti adsorpsi, proses biologis, oksidasi, pemisahan menggunakan membran, fotodegradasi, dan masih banyak lainnya [4]. Diantara sejumlah metode tersebut, proses adsorpsi termasuk metode yang efektif dalam menghilangkan berbagai polutan baik anorganik maupun organik, termasuk zat pewarna, karena prosesnya relatif sederhana dan memiliki tingkat efisiensi pemisahan yang tinggi [5,6].

Berbagai adsorben telah dikembangkan dengan tujuan untuk memaksimalkan kuantitas polutan yang dapat diadsorpsi oleh adsorben. Salah satu adsorben yang banyak mendapat perhatian saat ini adalah *Metal-Organic Framework* (MOF). MOF merupakan material kristal yang terdiri

dari logam dan ligan organik yang berikatan dan membentuk dua atau tiga dimensi dengan struktur tertentu tergantung dari proses pembuatannya dan menghasilkan material dengan sifat uniknya dalam hal luas permukaan, stabilitas termal, stabilitas kimia, dan ukuran pori yang dapat diatur sesuai aplikasinya. Luas permukaan yang besar dan memiliki pori yang baik dapat membuat MOF memiliki kemampuan atau kapasitas adsorpsi yang lebih baik daripada silika, zeolit, dan karbon aktif [7]. Oleh karena itu MOF telah dicoba untuk digunakan sebagai adsorben untuk pewarna *malachite green*, *methylene blue*, *rhodamin B*, *xylene orange*, dan *methyl orange* [8]. MOF ZnBDC dilaporkan memiliki sifat-sifat unik seperti stabilitas kimia, luas permukaan, dan porositas yang baik sehingga efektif dalam proses adsorpsi, terutama terhadap zat warna dan logam berat sehingga MOF jenis ini berpotensi untuk digunakan sebagai penyerap limbah pewarna tekstil [8,9].

Modifikasi MOF dengan ekstrak tanaman menghasilkan adsorben dengan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan MOF murni. Omana et al. (2024) memodifikasi *Mg-based* MOF dengan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) dan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi adsorben terhadap adsorbat logam Fe dengan faktor 1,1 [10]. Arunkumar et al. (2024) juga melaporkan adanya peningkatan kapasitas adsorpsi *Zn-based* MOF sebesar 95% (hampir dua kali lipat) setelah MOF tersebut dimodifikasi dengan ekstrak daun teh [11]. Modifikasi MOF dengan ekstrak tanaman akan menghasilkan adsorben dengan permukaan yang dilapisi oleh biomolekul sehingga menghasilkan matriks ZnBDC-organik yang memfasilitasi interaksi yang kuat antara permukaan MOF dengan molekul pewarna. Dengan mempertimbangkan adanya peningkatan kinerja adsorpsi dari adsorben MOF yang dimodifikasi dengan ekstrak tanaman tersebut di atas, maka dapat terus dilakukan upaya peningkatan kapasitas adsorpsi MOF dengan ekstrak tanaman lainnya sehingga dapat dihasilkan

adsorben yang lebih baik lagi dalam menghilangkan polutan zat pewarna dalam air limbah industri tekstil.

Salah satu ekstrak tanaman yang dapat digunakan adalah ekstrak kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*). Kulit jeruk purut mengandung berbagai komponen seperti hesperidin, rutin, hesperetin, dan lain-lain [12]. Keberadaan molekul-molekul organik besar ini dapat dicoba untuk memodifikasi permukaan MOF ZnBDC sehingga dapat meningkatkan interaksi antara molekul MB dengan permukaan MOF ZnBDC. Selain itu, kulit jeruk purut merupakan produk samping tanaman yang belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga keberhasilan dalam upaya ini dapat meningkatkan nilai ekonomisnya serta tidak menjadi kompetitor produk pangan. Oleh karena itu, penelitian ini merupakan upaya berkelanjutan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi adsorben berbasis MOF dengan melapisinya dengan ekstrak kulit jeruk sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi eliminasi MB dalam air limbah industri tekstil. MB dipilih sebagai target adsorbat pada studi ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini akan dijelaskan melalui beberapa poin utama berikut ini, yang mencakup:

1. Mempelajari karakterisasi MOF ZnBDC dan ZnBDC-ekstrak
2. Mempelajari pengaruh pH dan konsentrasi awal MB terhadap kinerja adsorpsi MOF ZnBDC dan ZnBDC-ekstrak yang ditinjau dari parameter kapasitas adsorpsi.
3. Mempelajari kinetika, isoterm, dan termodinamika adsorpsi MB menggunakan adsorben ZnBDC-ekstrak.

I.3 Pembatasan Masalah

Dari studi literatur dan penelitian yang telah membahas kemampuan adsorpsi dari MOF ZnBDC maka dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Ekstrak tanaman yang digunakan adalah kulit buah jeruk dengan jenis jeruk purut (*Citrus hystrix*).
2. Buah jeruk purut diperoleh dari Pasar Keputran Surabaya.