

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kontaminasi pewarna sintetis di permukaan air dan air tanah merupakan masalah lingkungan yang penting (de Luna *et al.*, 2013). Pembuangan limbah zat warna secara terbuka menyebabkan pencemaran pada lingkungan, pencemaran air, juga pencemaran tanah sehingga perlu dihilangkan dari limbah cair industri sebelum dibuang ke lingkungan. Dekomposisi tekstil yang dapat terdegradasi menghasilkan metana sedangkan dekomposisi tekstil organik seperti wol menghasilkan ammonia (Dissanayake *et al.*, 2021). Selama proses pencelupan sekitar 10-15% pewarna yang digunakan dilepaskan ke dalam air limbah dan inilah yang menyebabkan pencemaran pada lingkungan perairan. Pewarna tekstil adalah senyawa kimia sintetis memiliki struktur aromatik dan bersifat tidak dapat terdegradasi karena sifat xenobiotik. Sebagian besar pewarna sintetis yang digunakan dalam industri saat ini merupakan turunan azo (Samchetshabam *et al.*, 2017). Pembuangan limbah zat warna dalam jumlah besar maupun sedikit ke lingkungan mengancam flora dan fauna dalam air serta kesehatan manusia (Benkhaya & Harfi, 2018). *Methylene blue* (MB) adalah polutan organik umum dalam air limbah dibuang dari industri tekstil dan kertas (Sen *et al.*, 2019).

Ada berbagai teknik yang dilakukan untuk mengatasi limbah cair zat warna, seperti adsorpsi (Liu *et al.*, 2020), degradasi dan mineralisasi (Putri *et al.*, 2020) flokulasi (Harrelkas *et al.*, 2009), fotokatalitik degradasi (Jorfi *et al.*, 2018), presipitasi (Jaafarzadeh *et al.*, 2018), koagulasi kimia (Dalvand *et al.*, 2017), *reverse osmosis* (Sahinkaya *et al.*, 2018) dan *membrane separation* (Thamaraiselvan *et al.*, 2018). Di antara beberapa metode ini, pengolahan limbah dengan teknik adsorpsi lebih unggul dari teknik lain karena sifatnya yang ramah lingkungan dan hemat biaya (Ngulube *et al.*, 2017).

Karbon aktif merupakan adsorben yang paling sering digunakan untuk pengendalian air limbah zat warna karena memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi. Akan tetapi, karena mahalnya biaya produksi karbon aktif dan regenerasinya yang sulit

menyebabkan dibatasinya pemanfaatan dari adsorben ini (Faisal *et al.*, 2022). Adsorpsi oleh biosorben merupakan teknik populer yang dikenal sebagai biosorpsi. Limbah padat pertanian merupakan biosorben yang paling banyak digunakan akhir-akhir ini karena biaya yang rendah dan ketersediaanya sepanjang tahun (Ighalo & Adeniyi, 2020). Penggunaan limbah padat pertanian untuk memproduksi biosorben memiliki keunggulan karena murah, banyak tersedia, mudah didapat, dan terbarukan (Omodele A.A *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian terkait biosorpsi telah dilakukan dengan menggunakan beberapa biosorben seperti cangkang pensil (Zein *et al.*, 2019), daun serai (Zein, Suciandica, *et al.*, 2022), sekam padi (Zein *et al.*, 2020), ampas serai wangi (Zein, Purnomo, *et al.*, 2022), eceng gondok (Lima & Asencios, 2021), mikroalga (Khorasani & Shojaosadati, 2019), jamur (Mahmoud *et al.*, 2017), pohon shami (Natarajan & Manivasagan, 2020), almon (Suyog N. & Gogate, 2018), rumput laut hijau (Abou Oualid *et al.*, 2020), kulit pisang (Dahiru *et al.*, 2018), semangka (Jawad *et al.*, 2019), kulit kaktus (Gebrezgiher & Kiflie, 2020), biji chia (Deborah Cristina Crominski & Pietrobelli, 2019), dan ampas kopi (Mukti & Hidayat, 2019).

Penelitian pendahuluan tentang pemanfaatan karbon batang pisang telah dilakukan dengan aktivator  $H_3PO_4$  sebagai penyerap zat warna *methylene blue* dimana kapasitas adsorpsi dicapai sebesar 101,01 mg/g (Misran *et al.*, 2022). Pada penelitian ini digunakan batang pisang tanpa dimodifikasi dan dimodifikasi dengan asam sitrat untuk meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna *methylene blue*. Modifikasi biosorben menggunakan *modifier* dilakukan untuk meningkatkan sisi aktif yang berupa gugus fungsi untuk terjadinya adsorpsi. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Chen *et al.* (2011) menggunakan biosorben rumput yang dimodifikasi dengan asam sitrat juga berhasil meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna *methylene blue* dari 193,0 mg/g menjadi 301,1 mg/g yang membuktikan bahwa proses modifikasi biosorben mampu meningkatkan kapasitas penyerapan polutan (Chen *et al.*, 2011). Asam sitrat merupakan asam organik yang tidak beracun dan keberadaan yang melimpah. Asam sitrat memiliki gugus aktif antara lain gugus hidroksil dan karboksil, yang dapat diterapkan untuk memodifikasi permukaan berbagai biosorben dengan

memasukkan gugus karboksil ke permukaannya sehingga dapat meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna (Xu *et al.*, 2016). Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan batang pisang sebagai penyerap zat warna *methylene blue* dengan melihat kapasitas adsorpsi sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan asam sitrat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh modifikasi asam sitrat terhadap kapasitas penyerapan *methylene blue* oleh biosorben batang pisang?
2. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap penyerapan *methylene blue*?
3. Bagaimana model isoterm, kinetika, dan termodinamika adsorpsi dapat menjelaskan mekanisme penyerapan zat warna *methylene blue* oleh biosorben batang pisang?
4. Bagaimana karakteristik biosorben batang pisang seperti gugus fungsi, morfologi permukaan, ukuran diameter pori, luas permukaan spesifik dan volume pori sebelum dan sesudah adsorpsi serta stabilitas termal?
5. Bagaimana kemampuan biosorben batang pisang dapat dipakai berulang (*reusability*) dan aplikasi penyerapan zat warna *methylene blue* pada limbah cair industri tekstil?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari kemampuan daya serap biosorben batang pisang yang dimodifikasi dengan asam sitrat terhadap *methylene blue*.
2. Mempelajari pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap penyerapan zat warna *methylene blue*.
3. Menganalisis model kinetika reaksi dari data waktu kontak, menganalisis model Isotherm dari data konsentrasi awal zat warna, dan analisis termodinamika dari

parameter  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  dan  $\Delta S$  pada penyerapan zat warna *methylene blue* oleh biosorben batang pisang.

4. Menganalisis gugus fungsi yang terlibat selama adsorpsi menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform Infrared* (FTIR), menganalisis morfologi permukaan batang pisang menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) sebelum dan sesudah adsorpsi, menganalisis ukuran diameter pori, luas permukaan spesifik dan volume pori menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA) dan studi stabilitas termal biosorben batang pisang menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA).
5. Menganalisis *reusability* biosorben batang pisang dari data studi adsorpsi-desorpsi dan membuktikan kondisi optimum berpengaruh terhadap penyerapan zat warna *methylene blue* pada limbah cair industri tekstil.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian mengenai penyerapan zat warna *methylene blue* oleh biosorben batang pisang sebelum dan sesudah modifikasi dengan asam sitrat ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam penyerapan limbah zat warna kationik (*methylene blue*) terhadap penanganan limbah cair dan pengendalian limbah, serta menjadikan solusi pengolahan limbah zat warna dengan memanfaatkan biosorben dengan biaya murah, mudah didapat dan proses yang sederhana.

