

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu industri berbasis kimia yang paling banyak menggunakan zat warna sintetis yaitu sekitar 60%, di mana 10-15% dibuang ke lingkungan yang menyebabkan pencemaran lingkungan khususnya air. Zat warna yang banyak dipakai di dalam industri ini bersifat karsinogenik dan mutagenik yang sangat berbahaya bagi flora dan fauna serta keberadaan zat warna dalam ekosistem pada konsentrasi rendah dapat menghambat penetrasi cahaya sehingga memperlambat terjadinya proses fotosintesis (Donkadokula *et al.*, 2020).

Tiga jenis zat warna yang digunakan diberbagai industri yaitu zat warna sintetis non-ionik, kationik, dan anionik. Zat warna kationik merupakan zat warna dasar yang digunakan dalam pewarna industri yang sulit terdegradasi secara alami (Omer *et al.*, 2022). Salah satu zat warna kationik yaitu *crystal violet* yang tergolong kedalam zat warna *triphenylmethane*. *Crystal violet* memiliki nama IUPAC *tris(4-(dimethylamino)phenyl) methylum chloride*, dengan rumus kimia $C_{25}H_{30}N_3Cl$. *Crystal violet* menjadi salah satu zat warna yang penting dalam industri tekstil dan kertas karena daya tariknya yang kuat terhadap serat selulosa. Serta zat warna *crystal violet* ini juga biasanya digunakan dalam pewarnaan biologis, agen dermatologis serta kedokteran hewan. Namun, zat warna *crystal violet* memiliki persistensi yang tinggi yang menimbulkan efek toksik bagi lingkungan (Takabi *et al.*, 2021). Zat warna sintetis *crystal violet* tidak dapat terurai dengan mudah, bersifat beracun, dapat menyebabkan kanker kulit dan alergi bahkan pada konsentrasi yang rendah, jika terhirup dapat menyebabkan mual, sakit kepala, pusing, muntah dan diare (Homagai *et al.*, 2022).

Beberapa teknik yang digunakan dalam pengolahan air limbah dari polutan zat warna adalah flokulasi (Harrelkas *et al.*, 2009), fotodegradasi (Hanafi *et al.*, 2020), dekomposisi enzimatis (Mojtabavi *et al.*, 2020), koagulasi (Wei *et al.*, 2020), presipitasi (Espinoza *et al.*, 2020). Teknik ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya pengoperasian yang sulit serta biaya yang tinggi. Metode adsorpsi menjadi salah satu teknik yang lebih sederhana, biaya rendah,

dan desain yang sederhana. Adapun adsorben yang umumnya digunakan berupa karbon aktif, tetapi membutuhkan biaya yang cukup tinggi sehingga kurang ekonomis, membutuhkan perlakuan awal sampel, dan energi yang tinggi sehingga salah satu alternatif agar hemat biaya yaitu memanfaatkan limbah pertanian sebagai biosorben (Cheruiyot *et al.*, 2019).

Penelitian yang memanfaatkan limbah pertanian sebagai biosorben di antaranya yaitu sekam padi (Homagai *et al.*, 2022), batang apel (Takabi *et al.*, 2021), daun kurma (Ghazali *et al.*, 2018), kulit buah kemiri (Franco *et al.*, 2020), kulit buah kelor (Keereerak & Chinpa, 2020), Ampas tebu (Omer *et al.*, 2022), sekam kopi (Cheruiyot *et al.*, 2019), daun serai wangi (Putri *et al.*, 2020), sabut kelapa (Sultana *et al.*, 2022), kulit kentang (Lairini *et al.*, 2017), sekam padi (Zein *et al.*, 2020a), ampas serai wangi (Zein, Satrio Purnomo, *et al.*, 2023).

Pada penelitian ini dimanfaatkan limbah Kulit Batang Sagu (KBS) sebagai biosorben untuk menyerap zat warna *crystal violet*. Tiga jenis limbah utama dari industri sagu adalah ampas sagu, kulit sagu dan air limbah. Limbah tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai produk bernilai lebih tinggi, dan hanya dijadikan sebagai pakan ternak. Penumpukan limbah dapat menimbulkan efek buruk bagi lingkungan seperti menurunnya nilai estetika lingkungan (Amin *et al.*, 2019). Adapun kandungan yang terdapat pada Kulit Batang Sagu (KBS) yaitu kadar lignin sebesar 29,4%, selulosa 44,0 %, dan hemiselulosa 22,8 % (Siruru *et al.*, 2019). Pada struktur senyawa tersebut terdapat gugus hidroksil, karboksil dan karbonil yang paling berperan dalam proses penyerapan zat warna *crystal violet*. Kulit Batang Sagu telah dimanfaatkan sebagai biosorben untuk menyerap logam Pb(II) dengan kapasitas penyerapan 40,15 mg/g, Cu(II) 24,40 mg/g, dan Cr (VI) 61,73 mg/g (Fauzia *et al.*, 2018; Fauzia *et al.*, 2019a; Fauzia *et al.*, 2019b) dan adsorpsi zat warna *methylene blue* menggunakan limbah sagu yang dimodifikasi dengan alkali dan asam untuk meningkatkan daya serap didapatkan kapasitas penyerapannya 36,82 mg/g (Amode *et al.*, 2016).

Saat ini modifikasi biosorben banyak dilakukan oleh peneliti salah satunya modifikasi ampas daun sere wangi dengan asam sitrat untuk menghilangkan zat warna *crystal violet* dengan kapasitas penyerapan 36,10 mg/g (Putri *et al.*, 2020). Biosorben daun mimba dimodifikasi dengan pektin dengan kapasitas penyerapan 72 mg/g untuk menghilangkan zat warna *crystal violet* (Ahmad & Ansari, 2021).

Modifikasi juga dilakukan pada biosorben sekam padi yang dimodifikasi dengan asam sulfat untuk penyerapan zat warna *crystal violet* dengan kapasitas penyerapan 90,02 mg/g

(Homagai *et al.*, 2022). Pada penelitian ini modifikasi biosorben Kulit Batang Sagu (KBS) dengan Natrium Tripolifosfat (NTPF) bertujuan untuk menambah gugus fosfat pada sisi aktif kulit batang sagu agar terjadi peningkatan kapasitas penyerapan zat warna *crystal violet*. Keberadaan unsur oksigen pada gugus fosfat yang telah terikat pada biosorben, akan berperan dalam mengikat kation zat warna *crystal violet*. Modifikasi biosorben secara kimiawi bertujuan untuk menghilangkan zat warna dari larutan berair secara efektif, serta meningkatkan kapasitas penyerapan (Bahrami *et al.*, 2020).

Said *et al.*, (2023) melaporkan bahwa penambahan gugus fosfat pada mikrokristalin selulosa secara signifikan meningkatkan kapasitas penyerapan polutan zat warna *methylene blue* (Said *et al.*, 2023). Bahrami *et al.*, (2020) juga melaporkan tentang penyerapan zat warna *crystal violet* menggunakan pati kentang yang dimodifikasi dengan *sodium hydrogen orthophosphate anhydrat*. Hasil menunjukkan bahwa permukaan adsorben dipenuhi oleh gugus OH dan gugus P=O yang bertindak sebagai sisi aktif dengan membentuk jembatan oksigen dengan N⁺ pada struktur *crystal violet* (Bahrami *et al.*, 2020). Cheruiyot *et al.*, (2019) memanfaatkan biomassa sekam kopi sebagai biosorben zat warna kationik *crystal violet* (CV) dengan kapasitas adsorpsi maksimum hanya sekitar 12,0360 mg/g.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini telah dilakukan proses adsorpsi zat warna *crystal violet* dengan sistem *batch* menggunakan biosorben KBS dan KBS yang dimodifikasi dengan (NTPF).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana kemampuan daya serap biosorben kulit batang sagu sebelum dan setelah dimodifikasi dengan natrium tripolifosfat untuk menyerap zat warna *crystal violet* pada berbagai variasi pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben ?
2. Apakah model isoterm, kinetika, dan termodinamika adsorpsi dapat menjelaskan mekanisme penyerapan zat warna *crystal violet* oleh biosorben?
3. Bagaimana karakteristik biosorben yakni gugus fungsi, morfologi permukaan dan komposisi kimia, ukuran diameter pori, luas permukaan spesifik dan volume pori sebelum dan sesudah adsorpsi serta stabilitas termal biosorben?

4. Bagaimana *reusability* untuk penyerapan zat warna *crystal violet* dan aplikasinya pada limbah cair industri tekstil X wilayah pekalongan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari kemampuan daya serap biosorben kulit batang sagu sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan Natrium Tripolifosfat untuk menyerap zat warna *crystal violet* pada berbagai variasi pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben.
2. Menganalisis model isoterm adsorpsi dari data konsentrasi awal zat warna, mempelajari model kinetika reaksi dari data waktu kontak, dan analisis termodinamika dari parameter ΔG , ΔH , dan ΔS pada saat penyerapan zat warna *crystal violet* menggunakan biosorben untuk menjelaskan mekanisme reaksi.
3. Menganalisis gugus fungsi yang terlibat selama proses adsorpsi, morfologi permukaan biosorben, komposisi kimia biosorben, ukuran diameter pori, luas permukaan spesifik dan volume pori biosorben sebelum dan setelah adsorpsi serta studi stabilitas termal biosorben.
4. Mempelajari *reusability* biosorben untuk penyerapan zat warna *crystal violet* dan mengaplikasikan untuk limbah cair industri tekstil X wilayah pekalongan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan manfaat dalam penanganan limbah dan pengendalian limbah cair, serta menjadikan solusi dalam pengolahan limbah zat warna dengan memanfaatkan biosorben dengan biaya murah, mudah didapat dan proses yang sederhana.