

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pewarna sintetis sangat banyak digunakan untuk memberikan warna pada substrat di industri tekstil, plastik, kertas, percetakan, karet, kulit, dan cat. Pewarna ini digunakan karena murah, warnanya yang tahan lama, mudah diperoleh dan digunakan. Namun penggunaan zat warna sintetis ini menghasilkan limbah cair yang dapat menyebabkan masalah kesehatan dan mencemari lingkungan. Zat warna yang digunakan \pm 15-20 % akan tersisa pada air buangan dan pada akhirnya akan masuk ke dalam lingkungan sekitarnya (Asad *et al.*, 2007; Cheruiyot *et al.*, 2019).

Rhodamin B adalah salah satu zat warna sintetis yang paling sering digunakan. Rhodamin B digunakan untuk memproduksi pulpen, cat, kulit, lembaran karbon, tinta stempel, dan kembang api (Amalina *et al.*, 2022). Pewarna Rhodamin B diketahui beracun bagi kehidupan akuatik dan telah diklasifikasikan sebagai potensi karsinogen oleh Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC, 2022). Ketika dibuang ke badan air, Rhodamin B dapat bertahan lama di lingkungan karena sifat nonbiodegradabilitasnya (Al-Kahtani, 2017). Zat ini juga dapat terakumulasi secara biologis pada organisme akuatik, menyebabkan kerusakan pada kehidupan akuatik dan mengganggu rantai makanan (Lellis *et al.*, 2019). Sementara itu, pada manusia kontak dengan Rhodamin B dapat menyebabkan iritasi kulit, tertelan, gangguan pernafasan, kerusakan hati, dan ginjal (Al-Tohamy *et al.*, 2022).

Beberapa metode telah dilakukan untuk menghilangkan zat warna dari air limbah seperti oksidasi biologis, pengendapan kimia, degradasi fotokatalitik, ozonisasi, koagulasi, dan flokulasi. Namun, ada keterbatasan seperti biaya tinggi, kebutuhan energi, ketidakefisienan dalam penghilangan zat warna dan kebutuhan untuk pengolahan lumpur sisa zat warna yang tepat (Abbas *et al.*, 2014; da Silva *et al.*, 2020). Oleh karena itu, biosorpsi menjadi salah satu metode yang paling banyak digunakan karena kesederhanaannya, biaya rendah, dan efisien (Harrache *et al.*, 2019).

Metode biosorpsi merupakan proses penyerapan menggunakan material biologi (biomaterial). Biomaterial yang digunakan sebagai penyerap disebut juga

biosorben. Bahan yang digunakan sebagai biosorben diharapkan murah dan mudah diperoleh. Sebagai alternatif digunakan bahan yang berasal dari limbah pertanian. Limbah ini dihasilkan dalam jumlah yang tinggi akibat meningkatnya industri makanan yang berhubungan dengan bertambahnya populasi manusia (Alalwan *et al.*, 2020). Limbah pertanian terus dieksplorasi untuk menghilangkan zat warna dari air limbah karena kelimpahannya, kandungan karbon yang tinggi (selulosa, lignin, hemiselulosa), serta kemampuannya penyerapan yang tinggi. Selain itu, limbah pertanian memiliki kualitas kimia dan fisik yang baik untuk adsorpsi pewarna, dan membutuhkan sedikit atau tanpa pemrosesan sebelum digunakan (Rangabhashiyam *et al.*, 2013).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan menggunakan limbah hasil pertanian untuk menyerap Rhodamin B, seperti kulit buah delima dengan kapasitas adsorpsi 30,47 mg/g (Ghibate *et al.*, 2021), buah cemara 6,83 mg/g (Gul *et al.*, 2022) dan kulit kacang almond 14,7 mg/g (Şenol *et al.*, 2023). Salah satu limbah pertanian yang juga dapat dijadikan biosorben yaitu kulit buah kopi. Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar ke-3 dunia setelah Brazil, dan Vietnam. Produksi kopi di Indonesia pada tahun terakhir telah meningkat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi kopi Indonesia pada 2022 mencapai 794,8 ribu ton, meningkat sekitar 1,1% dibanding tahun sebelumnya.

Saat ini keberadaan kulit buah kopi masih merupakan limbah pertanian dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Sejumlah besar limbah kulit buah kopi menumpuk di tempat pengolahannya. Upaya yang biasa dilakukan untuk mengatasi limbah tersebut yaitu dengan dijadikan pakan ternak, dibakar atau dibuang ke sungai. Dampak sederhana yang ditimbulkan adalah bau busuk yang cepat muncul. Hal ini karena Kulit buah kopi masih memiliki kadar air yang tinggi, yaitu 75-80% (Juwita *et al.*, 2017). Oleh karena itu, perlu sebuah terobosan baru guna mengolah limbah kulit buah kopi agar dapat dimanfaatkan dan tidak terbuang sia-sia

Kapasitas serapan kulit buah kopi dapat ditingkatkan melalui modifikasi biosorben. Modifikasi bertujuan untuk meningkatkan jumlah sisi aktif yang berupa gugus fungsi dengan menambahkan *modifier* tertentu. Salah satu *modifier* yang potensial digunakan dalam penelitian ini adalah asam sitrat. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zein *et al.* (2023), modifikasi ampas daun serai

wangi menggunakan asam sitrat mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi dari 43,1556 mg/g menjadi 122,1211 mg/g. Selain itu, prosedur modifikasi dengan asam sitrat dinilai ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah berbahaya dan bahan bakunya juga mudah didapatkan. Modifikasi ini dapat mengaktifkan gugus hidroksil dari selulosa dan gugus karboksilat dalam asam sitrat melalui reaksi esterifikasi (Hoang *et al.*, 2021). Dari beberapa penjelasan tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian menggunakan biosorben kulit buah kopi yang dimodifikasi asam sitrat untuk menyerap zat warna Rhodamin B.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu :

1. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi awal RB, waktu kontak dan suhu biosorben terhadap kapasitas penyerapan RB oleh kulit buah kopi sebelum dan sesudah modifikasi?
2. Bagaimana model isoterm, kinetika, dan termodinamika adsorpsi dapat menjelaskan mekanisme penyerapan zat warna RB oleh biosorben kulit buah kopi?
3. Bagaimana stabilitas termal serta karakteristik biosorben seperti gugus fungsi, morfologi permukaan dan komposisi kimia sebelum dan sesudah adsorpsi?
4. Bagaimana aplikasi biosorben kulit buah kopi dalam menyerap RB pada limbah cair?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh pH (3-11), konsentrasi (100-2400 mg/L), waktu kontak (15-135 menit), dan suhu biosorben (25-200 °C) terhadap kapasitas penyerapan zat warna RB oleh kulit buah kopi sebelum dan sesudah modifikasi
2. Menganalisis model kinetika reaksi dari data waktu kontak, menganalisis model isoterm dari data konsentrasi awal zat warna, dan analisis termodinamika dari parameter ΔG° , ΔH° , dan ΔS° pada saat penyerapan zat warna RB menggunakan biosorben.
3. Menganalisis studi stabilitas termal biosorben menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA), menganalisis gugus fungsi yang terlibat

selama proses adsorpsi menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform Infrared* (FTIR), menganalisis komposisi kimia biosorben sebelum dan sesudah penyerapan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan menganalisis morfologi permukaan biosorben menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) sebelum dan sesudah adsorpsi.

4. Mempelajari efisiensi biosorben kulit buah kopi dalam menyerap RB pada limbah cair.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi solusi untuk mengolah limbah cair zat warna Rhodamin B dengan kapasitas adsorpsi yang tinggi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan memberikan informasi kepada masyarakat bahwa limbah kulit buah kopi yang dimodifikasi dengan asam sitrat dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap zat warna Rhodamin B.

