

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu ciri dari dunia memasuki era modern adalah adanya dominasi warna, seperti pada pakaian, makanan, kosmetik, elektronik, maupun peralatan rumah tangga. Pada era modern ini, desain dan pigmentasi produk menjadi faktor yang diperhatikan agar lebih menarik dan digemari oleh masyarakat. Hal ini membuat penggunaan zat warna sangat berkembang di industri, seiringan dengan tuntutan pengolahan limbah agar menjadi lebih efisien.

Kontaminasi zat warna di lingkungan perairan merupakan masalah yang krusial untuk ditangani. Berbagai jenis zat warna yang digunakan bersifat stabil dan tidak mudah terdegradasi, sehingga keberadaan limbah zat warna di lingkungan bersifat racun bagi manusia dan makhluk hidup di ekosistem yang tercemar. Berkurangnya penetrasi cahaya pada perairan, terhambatnya proses fotosintesis, dan berkurangnya estetika perairan merupakan efek buruk dari keberadaan zat warna di lingkungan perairan (Pereira & Alves, 2012).

Sebagian zat warna yang digunakan pada industri tekstil merupakan zat warna sintetik. Zat warna sintetik merupakan senyawa turunan hidrokarbon benzen (C_6H_6). *Indigo carmine* merupakan zat warna sintetik anionik yang sering dijumpai pada industri tekstil. *Indigo carmine* adalah pewarna biru tua yang terutama digunakan dalam industri tekstil pewarnaan *blue jeans*, selain itu zat warna anionik *indigo carmine* ini juga digunakan dalam industri makanan dan kosmetik. Zat warna ini digolongkan sebagai pewarna bersifat toksik bilamana terjadi kontak dengan kulit dan mata, dapat menimbulkan efek iritasi dan kerusakan permanen pada kornea. Konsumsi dari pewarna *indigo carmine* dapat berakibat fatal, karena bersifat karsinogenik, serta dapat menghambat perkembangan reproduksi dan persarafan (Olas *et al.*, 2021).

Zat warna *indigo carmine* bersifat kompleks dan stabil terhadap proses degradasi. Berbagai macam proses yang berbeda telah digunakan untuk mengolah limbah yang mengandung zat warna, seperti adsorpsi (Ramesh & Pavagada Sreenivasa, 2015), koagulasi (Shi *et al.*, 2007), flokulasi (Harrelkas *et al.*, 2009), perlakuan fotolisis dan

fotokimia (Zilfa *et al.*, 2018) (Kashyap *et al.*, 2017), serta ultrafiltrasi (Kesraoui *et al.*, 2017). Namun, teknologi yang ada tersebut terkadang tidak efisien dan terkadang mahal. Diantara metoda pengolahan limbah tersebut, penggunaan metoda biosorpsi merupakan metoda yang efisien dan unggul. Biosorpsi merupakan metoda yang ramah lingkungan untuk mengatasi pencemaran lingkungan dengan menggunakan material biologis berupa biomassa seperti limbah dari kegiatan pertanian dan perikanan (Ramalingam *et al.*, 2014).

Beberapa limbah alami biomassa telah dilaporkan berpotensi sebagai penyerap zat warna diantaranya adalah kulit udang (Ramadhani *et al.*, 2020), cangkang pensi (Zein, *et al.*, 2019), kulit pisang (Dahiru *et al.*, 2018), ampas serai wangi (Zein, *et al.*, 2022), cangkang ketapang (Hevira, *et al.*, 2020), biji buah durian (Chaidir *et al.*, 2015), jamur (Maurya *et al.*, 2006), dan biji buah leci (Sahu *et al.*, 2020). Penggunaan limbah biomassa dapat dimanfaatkan keberadaannya sebagai biosorben zat warna kationik maupun anionik karena mengandung gugus aktif. Penggunaan material biologis ini juga memberikan manfaat dalam penanggulangan limbah padat organik di lingkungan. Pemanfaatan biomassa tidak hanya menyerap kontaminan zat warna di lingkungan, melainkan juga dapat mengurangi jumlah biomassa yang tidak dimanfaatkan, yang mengakibatkan terjadinya penumpukkan dan mengurangi kebersihan lingkungan (Michalak *et al.*, 2013).

Kapuk (*Ceiba pentandra L.*) merupakan tumbuhan yang banyak dijumpai di Indonesia. Serat dari tumbuhan kapuk dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengisi kasur, bantal, serta boneka. Bagian serat yang dimanfaatkan oleh masyarakat menghasilkan limbah berupa kulit buah kapuk yang dibiarkan menumpuk di lingkungan atau terkadang dibakar untuk memusnahkannya. Kulit buah kapuk memiliki kandungan dan komponen kimia berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai biosorben. Komponen kimia dalam kulit buah kapuk mengandung gugus aktif seperti hidroksil, karbonil, dan karboksil yang berperan dalam penyerap polutan zat warna (Sudiarta *et al.*, 2022).

Pemanfaatan kulit buah kapuk sebagai biosorben telah dilakukan sebelumnya. Kulit buah kapuk mampu menyerap polutan ion logam Pb(II) dan Cd(II) dengan

kapasitas adsorpsi sebesar 223,72 mg/g dan 88,7 mg/g (Zein, *et al.*, 2019). Sementara itu penyerapan polutan berupa zat warna anionik menggunakan kulit buah kapuk belum dilakukan. Dalam upaya meningkatkan kapasitas penyerapan kulit buah kapuk, maka digunakan daging bekicot (*Achatina Fulica*) sebagai *modifier*. Daging bekicot merupakan hewan dengan kandungan protein yang tinggi dengan kadar protein yang terkandung dalam tepung bekicot mencapai 61,60% (Ovis, 2022). Dengan demikian daging bekicot banyak memiliki gugus amina yang dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas adsorpsi zat warna anionik *indigo carmine*. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuktikan kemampuan adsorpsi kulit buah kapuk dengan *modifier* daging bekicot untuk menyerap zat warna *indigo carmine*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana kemampuan daya serap kulit kapuk sebelum dan setelah dimodifikasi dengan daging bekicot terhadap *indigo carmine*?
2. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap penyerapan *indigo carmine*?
3. Bagaimana model isoterm, kinetika, termodinamika adsorpsi serta karakteristik gugus fungsi, morfologi permukaan, komposisi kimia, stabilitas termal, ukuran diameter pori, luas permukaan spesifik, dan volume pori biosorben sebelum dan sesudah adsorpsi untuk menjelaskan mekanisme penyerapan zat warna *indigo carmine* oleh biosorben?
4. Berapa jumlah siklus berulang biosorben (*reusability*) dan aplikasi penyerapan zat warna *indigo carmine* pada limbah cair industri tekstil?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari kemampuan daya serap kulit kapuk sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan daging bekicot terhadap *indigo carmine*.
2. Mempelajari pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap penyerapan zat warna *indigo carmine*.

3. Menganalisis model kinetika, model Isoterm, dan termodinamika adsorpsi dari parameter ΔG , ΔH dan ΔS , serta karakteristik gugus fungsi yang terlibat selama adsorpsi menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform Infrared* (FTIR), menganalisis morfologi dan komposisi permukaan biosorben menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) sebelum dan sesudah adsorpsi, menganalisis komposisi kimia biosorben dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF), menganalisis ukuran diameter pori, luas permukaan spesifik dan volume pori menggunakan *Brunauer-Emmett-Teller* (BET) dan studi stabilitas termal biosorben menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA).
4. Menganalisis *reusability* biosorben kulit kapuk dari data studi adsorpsi-desorpsi dan membuktikan kondisi optimum berpengaruh terhadap penyerapan zat warna *indigo carmine* pada limbah cair industri tekstil.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mengambil peran dalam memberikan solusi dalam mengurangi kadar polutan zat warna anionik *indigo carmine* dalam air limbah dengan memanfaatkan material biologis kulit kapuk sebagai biosorben dengan biaya murah, mudah, dan efisien.

