

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri tekstil di Indonesia telah berkembang sangat pesat dan menyumbang dua per tiga dari total pasar zat warna. Selama proses pencelupan sekitar 10-15% dari pewarna yang digunakan dilepaskan ke dalam air limbah (Samchetshabam *et al.*, 2017). Apabila limbah cair tersebut di buang ke badan air maka dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat. Limbah zat warna dari industri tekstil juga sering menyebabkan peningkatan kondisi keasaman di perairan. Terdapatnya senyawa-senyawa organik penyusun zat warna sintetik dalam limbah cair menyebabkan efek buruk bagi makhluk hidup seperti terhambatnya proses fotosintesis yang mempengaruhi ekosistem di perairan, dapat mengurangi estetika terhadap lingkungan serta masalah yang sangat serius terhadap lingkungan (Ramadhani *et al.*, 2019; Safni *et al.*, 2008).

Zat warna sintetik yang sering digunakan dalam industri adalah turunan indigo, antrakuinon, sulfur, trifenilmetil (tritol), dan azo. Namun sebagian besar pewarna sintetis yang saat ini digunakan dalam industri adalah turunan azo (Samchetshabam *et al.*, 2017). Pewarna azo mengandung gugus N=N sebagai kromofor. Pewarna ini stabil dan tidak terdegradasi yang dapat menghasilkan amina aromatik yang berpotensi bersifat karsinogenik sehingga dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia (Garg *et al.*, 2019). Salah satu zat warna sintetik yang banyak digunakan dalam industri adalah *methylene blue*. *Methylene blue* adalah senyawa kimia aromatik heterosiklik dengan rumus molekul  $C_{16}H_{18}N_3SCl$ . *Methylene blue* dapat menyebabkan luka bakar pada mata yang mungkin dapat menyebabkan cedera permanen pada mata manusia maupun hewan air. *Methylene blue* juga dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan dengan gejala mual, muntah, diare dan iritasi pada kulit (Umoren *et al.*, 2013).

Keberadaan zat warna dalam perairan mudah dideteksi bahkan oleh mata manusia, serta dampak yang ditimbulkan dari penggunaan zat warna pada industri tekstil perlu diupayakan dalam penanggulangan dampak dari pencemaran tersebut (Ramadhani *et al.*, 2019). Beberapa metode telah banyak dilakukan dalam menanggulangi dampak negatif zat warna diantaranya degradasi (Routoula & Patwardhan, 2020), koagulasi (Shi *et al.*, 2007), oksidasi (Türgay *et al.*, 2011), enzimatis (Shoabargh *et al.*, 2014), elektroflotasi (Haryono *et al.*, 2018) serta fotolisis (Zilfa *et al.*, 2018). Salah satu metode yang saat ini berkembang yaitu metode adsorpsi. Metode ini menggunakan adsorben sebagai penyerap zat-zat pencemar seperti zat warna, ion logam dan polutan lainnya dari limbah cair industri. Saat ini sedang berkembang upaya untuk produksi adsorben berbiaya rendah yang lebih baik sebagai alternatif seperti pemanfaatan limbah padat organik yang berasal dari produk samping pertanian dan perikanan (Ramadhani *et al.*, 2019).

Beberapa limbah pertanian dan perikanan telah digunakan dalam penyerapan zat warna diantaranya cangkang ketapang (Hevira, Zilfa, *et al.*, 2020), kulit singkong (Scheufele *et al.*, 2020), gandum (Araújo *et al.*, 2020), cangkang pensi (Zein, Ramadhani, *et al.*, 2019), sutra jagung (Mbarki *et al.*, 2018), biji buah psyllium (Malakootian & Heidari, 2018), biji buah durian (Chaidir *et al.*, 2015), biji buah rambutan (Zein *et al.*, 2015), biji buah sirsak (Fauzia *et al.*, 2015), ampas sereh wangi (Zein, Purnomo, *et al.*, 2022), eceng gondok yang dimodifikasi dengan asam sitrat (Siswoyo *et al.*, 2018) dan ADSW yang dimodifikasi dengan asam sitrat (Purnomo, 2022). Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan maksimum zat warna dibawah 320 mg/g sehingga dilakukan penelitian untuk mendapatkan adsorben terbaru dengan kapasitas penyerapan yang lebih tinggi menggunakan limbah pertanian dan perikanan.

Kapuk (*Ceiba pentandra L.*) adalah tumbuhan yang dibudidayakan di Indonesia. Tumbuhan kapuk memiliki banyak manfaat bagi masyarakat seperti seratnya dijadikan isian kasur dan bantal. Namun penggunaan serat kapuk menghasilkan limbah seperti kulit kapuk yang dibuang begitu saja oleh masyarakat, hal ini menimbulkan penimbunan limbah biomassa yang mengurangi nilai estetika pada lingkungan. Dilihat dari kandungan kimianya, kulit kapuk memiliki selulosa dan lignin yang cukup tinggi, serta memiliki gugus aktif seperti hidroksil, karbonil dan karboksilat untuk menyerap polutan kationik (Farooq *et al.*, 2019; Hori *et al.*, 2000).

Penelitian tentang pemanfaatan kulit kapuk sebagai penyerap ion logam Pb(II) dan Cd(II) sebelumnya telah dilakukan. Kapasitas adsorpsi Pb(II) sebesar 223,72 mg/g dan Cd(II) 88,7 mg/g (Zein, Nofita, *et al.*, 2019). Sementara itu untuk penyerapan zat warna menggunakan kulit

kapuk belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga pada penelitian ini dimanfaatkan kulit kapuk sebagai adsorben zat warna *methylene blue* dengan melihat nilai kapasitas penyerapan. Untuk meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna maka digunakan asam sitrat sebagai modifier, asam sitrat banyak mengandung gugus karboksilat dan gugus hidroksil untuk peningkatan kapasitas adsorpsinya (Xu *et al.*, 2016). Sebagai asam organik sederhana dan tidak beracun, asam sitrat sangat murah dan melimpah karena dapat diperoleh dari biomassa alam. Selain itu, gugus  $-OH$  dan  $-COOH$  dalam asam sitrat tidak hanya sebagai gugus penghubung yang efektif untuk asam sitrat pada adsorben tetapi juga gugus pengkelat yang baik untuk pewarna organik dan penghilangan logam berat (H. Zhang *et al.*, 2019).

Beberapa tahun terakhir telah dilaporkan adsorben yang dimodifikasi asam sitrat untuk adsorpsi pewarna dan logam berat. Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini dikaji kemampuan kulit kapuk sebagai penyerap zat warna *methylene blue* dengan melihat kapasitas adsorpsi sebelum dan sesudah modifikasi dengan memperhatikan parameter pH, konsentrasi, waktu kontak dan pemanasan biosorben menggunakan metode *batch*, serta mempelajari model isotherm, kinetika dan termodinamika adsorpsi. Karakterisasi biosorben sebelum dan setelah adsorpsi menggunakan *Thermogravimetry Analysis* (TGA), *Fourier Transform InfraRed* (FTIR), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray spectroscopy* (SEM-EDS).

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dijabarkan beberapa permasalahan yaitu:

1. Apakah kulit kapuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap zat warna *methylene blue*?
2. Apakah kulit kapuk yang dimodifikasi dengan asam sitrat mampu meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna *methylene blue*?
3. Berapakah nilai  $pH_{pzc}$  kulit kapuk setelah aktivasi dan modifikasi serta pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap penyerapan zat warna *methylene blue*?
4. Bagaimana model isotherm, kinetika dan termodinamika adsorpsi dalam menjelaskan lapisan yang terbentuk, jenis interaksi serta parameter termodinamika pada penyerapan zat warna *methylene blue* oleh kulit kapuk?
5. Bagaimana karakterisasi kulit kapuk seperti gugus fungsi, morfologi permukaan dan komposisi kimia sebelum dan sesudah adsorpsi serta stabilitas termal kulit kapuk?

6. Apakah kulit kapuk dapat dipakai berulang (*reusability*) dan bagaimana pengaruh kondisi optimum untuk aplikasi penyerapan zat warna *methylene blue* pada limbah cair?

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Membuktikan kemampuan kulit kapuk dalam menyerap zat warna *methylene blue*.
2. Mempelajari kemampuan daya serap kulit kapuk yang telah dimodifikasi dengan asam sitrat untuk penyerapan zat warna *methylene blue*?
3. Menentukan nilai  $pH_{pzc}$  kulit kapuk setelah aktivasi dan modifikasi serta pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap penyerapan zat warna *methylene blue*.
4. Menganalisis model isoterm adsorpsi dari data variasi konsentrasi awal, model kinetika adsorpsi dari data variasi waktu kontak dalam menjelaskan lapisan yang terbentuk, jenis interaksi, mekanisme serta parameter termodinamika pada penyerapan zat warna *methylene blue* oleh kulit kapuk.
5. Menganalisis gugus fungsi yang terlibat selama adsorpsi menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR), menganalisis komposisi kimia biosorben sebelum dan sesudah penyerapan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF), menganalisis morfologi permukaan kulit kapuk menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) sebelum dan sesudah adsorpsi, serta studi stabilitas termal kulit kapuk menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA).
6. Menentukan *reusability* kulit kapuk dari data studi adsorpsi-desorpsi dan membuktikan kondisi optimum berpengaruh terhadap penyerapan zat warna *methylene blue* pada limbah cair.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dalam penyerapan limbah zat warna kationik (*methylene blue*) menggunakan kulit kapuk dan memberikan solusi terhadap pencemaran air yang mengandung limbah zat warna *methylene blue* serta pengendalian limbah cair. Selain itu juga mengembangkan penelitian tentang biosorben baru yang ramah lingkungan dan berbiaya murah.