

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat selain memberikan dampak positif terhadap perekonomian, juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh penanganan limbah cair industri yang tidak sesuai standar, sehingga sering mengandung bahan-bahan pencemar yang berbahaya dan beracun seperti zat warna. Zat warna banyak diaplikasikan pada industri tekstil, plastik, kertas, dan banyak industri lainnya. Di seluruh dunia, 280.000 ton zat warna tekstil dibuang dari aktivitas produksi suatu industri setiap tahun (Sen et al., 2016).

Salah satu zat warna azo yang cukup banyak diaplikasikan dalam industri yaitu zat warna *metanil yellow*. Keberadaan zat warna dalam konsentrasi tinggi di perairan dapat menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis bagi tumbuhan karena menghalangi masuknya sinar matahari. Zat warna memiliki toksisitas tinggi pada kehidupan air, sehingga dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia, seperti disfungsi ginjal, sistem reproduksi, hati, otak, dan sistem saraf pusat (Zein et al., 2015).

Penghilangan zat warna di dalam perairan penting dilakukan karena dampak yang dihasilkan sangat berbahaya meski keberadaan zat warna tersebut dalam konsentrasi yang rendah. Beberapa metode dalam penanggulangan permasalahan zat warna telah banyak dilaporkan seperti fotolisis (Zilfa et al., 2018), koagulasi dan presipitasi (Sabur et al., 2015), foto-oksidasi (Deshannavar et al., 2012), proses pemisahan dengan membran (Thamaraiselvan et al., 2018), dan degradasi dengan mikroba (Patil, 2016). Namun metode-metode tersebut memiliki banyak kekurangan, mahal, rumit dan berbiaya mahal.

Metode adsorpsi umumnya menggunakan karbon aktif dengan harganya relatif mahal jika diaplikasikan dalam industri, sehingga saat ini banyak penelitian dilakukan untuk mencari alternatif lain yang dapat diaplikasikan sebagai adsorben. Salah satunya penggunaan biosorben yang ramah lingkungan dan berbiaya murah. Biosorben berasal dari bahan-bahan alami seperti limbah padat pertanian dan perikanan yang dinilai lebih ramah lingkungan dan efisiensi tinggi (Zein et al., 2015, 2010). Pemanfaatan limbah-

limbah padat pertanian dan perikanan menjadikan limbah padat memiliki nilai tambah dan meningkatkan nilai estetika lingkungan.

Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan limbah padat organik sebagai biosorben telah dilaporkan diantaranya biji rambutan (Zein et al., 2015), biji sirsak (Chaidir, Furqani, et al., 2015), biji durian (Chaidir, Zein, et al., 2015), sekam padi (Wong et al., 2014), cangkang pensi (Zein et al., 2018), tulang ikan (Ribeiro et al., 2015), cangkang telur (Babuponnusami & Velmurugan, 2017), membran kulit telur (Hevira, Rahmi, et al., 2020), cangkang keong (Ouahabi et al., 2018), silika dari sekam padi dan modifikasi silika-*Bovine Serum Albumin* (BSA) (Zein et al., 2020), cangkang ketapang (Hevira et al., 2021) dan lain-lain. Bahan alami tersebut mengandung gugus-gugus fungsi yang berperan dalam proses adsorpsi seperti hidroksil, karbonil, amina, karboksil, oksida logam dan gugus fungsi lainnya. Gugus-gugus fungsi tersebut bertindak sebagai sisi aktif yang mengikat molekul-molekul zat warna, sehingga konsentrasi zat warna di dalam larutan menjadi berkurang (Zein et al., 2018).

Limbah perikanan seperti limbah kulit udang memenuhi kriteria adsorben berbiaya murah, berasal dari bahan alami, mudah diperoleh dan dapat diperbaharui, sekitar 50% udang tidak dapat dimanfaatkan dan sejumlah besar kulit udang hanya menjadi limbah padat yang dibuang setiap tahunnya. Biosorben yang disintesis dari kulit udang telah dilaporkan sebagai adsorben pestisida, fenol dan kromium (Salamat et al., 2019).

Penggunaan biopolimer alami saat ini cukup berkembang salah satunya kitosan. Kitosan merupakan polisakarida alami turunan dari hasil deasetilasi kitin dalam kondisi basa yang banyak ditemukan pada *crustacea* (udang, kepiting, kerang dan lain-lain) (Crini & Badot, 2008). Sintesis kitosan dari kulit udang dapat dilakukan melalui tahap demineralisasi, tahap deproteinasi dan tahap deasetilasi. Dalam proses deasetilasi, gugus asetil (NHCOCH_3) pada kitin dihidrolisis menjadi gugus amina (NH_2). Keberadaan gugus fungsi amina dalam kitosan merupakan salah satu alasan penting senyawa ini memiliki potensi yang besar untuk berbagai aplikasi dibandingkan kitin (Naghizadeh & Nabizadeh, 2016). Beberapa penelitian melaporkan bahwa kitosan

merupakan biosorben yang efektif terhadap beberapa ion logam, zat warna dan kontaminan organik lain yang bersifat toksik (Crini & Badot, 2008).

Modifikasi adsorben kulit udang dengan penambahan *polyethylenimine* (PEI) bertujuan untuk meningkatkan jumlah sisi aktif adsorben agar terjadi peningkatan kapasitas penyerapan *metanil yellow*. *Polyethylenimine* merupakan polimer multifungsi yang mengandung gugus amina primer (25%), sekunder (50%), dan tersier (25%), sehingga memiliki kapasitas penukar anion yang kuat dalam berbagai kondisi (Santos & Fernandez-lafuente, 2017). Keberadaan gugus fungsi amina pada PEI, tentunya menguntungkan untuk proses penyerapan anion *metanil yellow* salah satunya melalui interaksi elektrostatis. Pada penelitian ini digunakan PEI berbentuk cabang, karena diharapkan dengan struktur bercabang, PEI memiliki reaktifitas tinggi untuk berikatan dengan anion *metanil yellow*.

Kebaharuan dari penelitian ini yaitu sintesis biosorben baru dari pemanfaatan limbah padat perikanan (kulit udang) dengan biaya murah, isolasi kitosan dan modifikasi kulit udang dengan PEI untuk meningkatkan kapasitas penyerapan terhadap zat warna *metanil yellow*. Pemanfaatan limbah ini bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah padat organik di lingkungan agar target *zerowaste* dapat tercapai, sehingga meningkatkan nilai estetika lingkungan. Selain itu pemanfaatan ini juga untuk meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut.

Hasil penelitian sebelumnya diperoleh kapasitas penyerapan zat warna *metanil yellow* oleh cangkang pensil yaitu sebesar 2,591 mg/g (Zein et al., 2018). Rendahnya nilai kapasitas penyerapan *metanil yellow* oleh cangkang pensil disebabkan oleh kandungan senyawa CaCO_3 yang tinggi pada cangkang pensil. Senyawa tersebut memiliki struktur kristal aragonit, sehingga memiliki reaktifitas yang rendah (Zein et al., 2018).

Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dikaji kemampuan kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan kulit udang-*polyethylenimine* (KU-PEI) sebagai penyerap zat warna *metanil yellow*. Penentuan kondisi optimum penyerapan dilakukan secara *batch* dengan parameter pH, konsentrasi, waktu kontak, suhu pemanasan biosorben, massa biosorben, ukuran partikel. Biosorben sebelum dan

setelah proses adsorpsi dikarakterisasi dengan *Thermogravimetry Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray spectroscopy* (SEM-EDX).

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

- 1) Apakah kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan KU-PEI dapat diaplikasikan sebagai biosorben zat warna *metanil yellow*?
- 2) Bagaimana nilai pH_{pzc} kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan KU-PEI serta pengaruh pH larutan, konsentrasi, waktu kontak, suhu pemanasan biosorben, massa biosorben dan ukuran partikel terhadap kapasitas penyerapan zat warna *metanil yellow*?
- 3) Apakah model isoterm Langmuir, Freundlich, Temkin dan Dubinin-Radushkevich serta kinetika adsorpsi dengan model *pseudo*-orde-pertama dan *pseudo*-orde-kedua dapat menunjukkan interaksi kimia atau fisika pada proses penyerapan? Serta bagaimana faktor parameter termodinamika yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi zat warna *metanil yellow* meliputi perubahan entalpi (ΔH), perubahan energi Gibbs (ΔG) dan perubahan entropi (ΔS) pada biosorben?
- 4) Bagaimanakah pengaruh siklus adsorpsi-desorpsi terhadap regenerasi (*reusability*) biosorben?
- 5) Bagaimanakah stabilitas termal biosorben sebelum perlakuan adsorpsi? Apakah gugus fungsi, komposisi kimia, dan morfologi permukaan biosorben sebelum dan sesudah adsorpsi menunjukkan bukti dapat terjadinya proses penyerapan zat warna *metanil yellow*?
- 6) Bagaimana aplikasi kondisi optimum penyerapan zat warna *metanil yellow* oleh kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan KU-PEI terhadap limbah cair industri batik tanah liat?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Mempelajari kemampuan kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan KU-PEI sebagai penyerap zat warna *metanil yellow*.
- 2) Mempelajari nilai pH_{pzc} kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan KU-PEI serta pengaruh pH larutan, konsentrasi, waktu kontak, suhu pemanasan biosorben, massa biosorben dan ukuran partikel terhadap kapasitas adsorpsi zat warna *metanil yellow*.
- 3) Menganalisis model isoterm adsorpsi dari data variasi konsentrasi, model kinetika adsorpsi dari data variasi waktu kontak dan faktor parameter termodinamika dari data pengaruh suhu dan konsentrasi untuk penyerapan zat warna *metanil yellow* menggunakan biosorben.
- 4) Mempelajari pengaruh siklus adsorpsi-desorpsi terhadap regenerasi (*reusability*) biosorben.
- 5) Menganalisis kestabilan termal biosorben sebelum perlakuan adsorpsi serta menganalisis gugus fungsi yang terdapat pada biosorben dengan FTIR, menganalisis komposisi kimia biosorben sebelum dan sesudah penyerapan dengan menggunakan XRF, dan mengkarakterisasi morfologi biosorben dan komposisi unsur sampel secara kualitatif sebelum dan sesudah penyerapan dengan menggunakan SEM-EDX.
- 6) Mengaplikasikan kondisi optimum penyerapan zat warna *metanil yellow* oleh kulit udang yang telah diaktivasi, kitosan dari kulit udang, dan KU-PEI terhadap limbah cair industri batik tanah liak.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu ditemukannya biosorben baru dari pemanfaatan limbah padat perikanan (kulit udang) yang berbiaya murah dan ramah lingkungan. Serta, dengan mengaplikasikan kondisi optimum penyerapan dan kapasitas penyerapan zat warna *metanil yellow* oleh biosorben, maka diharapkan dapat

memberi manfaat dalam mengembangkan penelitian biosorben baru dan pemecahan masalah pencemaran air serta penanganan limbah cair yang mengandung zat warna.

1.5.Kebaruan Penelitian

Adapun kebaruan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan limbah perikanan kulit udang sebagai biosorben zat warna *metanil yellow*.
2. Pemanfaatan limbah perikanan kulit udang sebagai bahan baku sintesis kitosan sebagai biosorben zat warna *metanil yellow*.
3. Pemanfaatan modifier *polyethylenimine* dan *crosslinker* asam sitrat untuk peningkatan kapasitas penyerapan zat warna *metanil yellow*.

