

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah komponen penting dan berharga untuk menopang kehidupan semua makhluk hidup dan mengembangkan ekosistem yang berkelanjutan. Namun, pencemaran air kini telah menjadi salah satu tantangan yang dihadapi banyak negara seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pembangunan sosial ekonomi. Meningkatnya pencemaran air terutama disebabkan oleh penggunaan berbagai bahan kimia yang tidak terkendali, pembuangan limbah rumah tangga dan pembuangan limbah yang pengolahannya kurang memadai oleh sektor industri. Polutan yang paling umum hadir dalam air limbah industri adalah logam berat, senyawa organik dan senyawa anorganik. Pewarna tekstil adalah salah satu kontributor utama pencemaran air (Pang *et al.*, 2021). Keberadaan industri tekstil menempati urutan kedua setelah industri makanan. Industri tekstil mengubah serat menjadi benang, kemudian menjadi kain atau komoditas sejenis, pewarnaan serta penyelesaian bahan-bahan tersebut melalui beragam operasi produksi. Banyak pewarna, serta bahan kimia tambahan digunakan selama pemrosesan di industri tekstil. Hal ini mengakibatkan pembuangan limbah yang sangat tercemar (Zhou *et al.*, 2018).

Pewarna tekstil dalam air limbah menyebabkan beberapa reaksi kimia dan menimbulkan ancaman besar bagi sistem perairan bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah. Pewarna tekstil dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal dan gangguan reproduksi, bahkan mempengaruhi sistem saraf pusat. Oleh karena itu penghilangan pewarna ini sangat penting. Salah satu pewarna beracun yang paling umum digunakan termasuk *Methylene Blue*. *Methylene blue (methylthioninium chloride, 1876)* adalah pewarna yang banyak digunakan dalam industri tekstil dan limbah industri ini terdiri dari pewarna yang tidak terpakai. Bahkan sejumlah kecil (di bawah 1 ppm) dari kationik *tiazin methylene blue* mempengaruhi keseimbangan lingkungan (Ravi & Pandey, 2019). Limbah zat warna ini dapat menyebabkan berbagai efek samping termasuk sesak napas saat menghirup, sakit kepala, detak

jantung meningkat, mual, tekanan darah tinggi, muntah, diare dan kanker (Rajumon *et al.*, 2019)

Berbagai cara untuk mengatasi permasalahan limbah zat warna baik secara fisik maupun kimia telah banyak dilaporkan, seperti koagulasi kimia (Fosso-Kankeu *et al.*, 2017), degradasi (Sandip, 2015), fotokatalisis (Rahmayeni *et al.*, 2021), presipitasi (Faisal *et al.*, 2021), *membrane separation* (Thamaraiselvan *et al.*, 2018), *reverse osmosis* dan nanofiltrasi (Jafari *et al.*, 2021) serta adsorpsi (Chen *et al.*, 2019). Di antara metode ini, adsorpsi telah menjadi lebih unggul dari teknik lain untuk pengolahan air limbah dalam hal biaya awal, kesederhanaan desain dan kemudahan operasi (Eletta *et al.*, 2020). Teknik yang populer adalah adsorpsi oleh material alami yang juga dikenal sebagai biosorpsi. Biosorpsi memberikan beberapa keuntungan seperti ramah lingkungan, sangat efisien, mudah disiapkan, mengurangi limbah padat organik, dan tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal (Ighalo & Adeniyi, 2020).

Saat ini sedang berkembang metode biosorpsi yang menggunakan adsorben alami yang berasal dari tumbuhan dan hewan (biosorben) seperti limbah pertanian dan perikanan. Limbah tersebut memiliki keuntungan seperti efisiensi tinggi, biosorben dapat dengan mudah diperoleh dan penggunaan kembali, dengan cara ini dapat secara efektif mengurangi limbah organik padat. Beberapa penelitian terkait biosorpsi telah dilakukan dengan biosorben yang berasal dari limbah perikanan, seperti limbah tulang ikan (Ribeiro *et al.*, 2015), cangkang kerang (Sun *et al.*, 2016), cangkang kepiting (Dai *et al.*, 2018), dan cangkang pennis (Zein, 2019).

Menurut Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) RI 2020, produksi udang di Indonesia mencapai 434.872,72 dan diekspor tanpa kulit dan kepalanya sebanyak 239.282 ton. Limbah kulit udang menyumbang 40–66% dari berat udang, dan sebagian besar mengandung kitin, protein, dan kalsium karbonat yang akan berinteraksi dengan molekul zat warna (Ramadhani *et al.*, 2020).

Ramadhani *et al.*, (2020) melakukan penelitian tentang kapasitas adsorpsi kulit udang dengan zat warna anionik *metanil yellow*, dimana hasil penelitian menunjukkan kapasitas adsorpsinya sebesar 69,307 mg/g (Ramadhani *et al.*, 2020), setelah biosorben dimodifikasi dengan PEI untuk penyerapan zat warna *metanil*

yellow kapasitas penyerapan meningkat menjadi 231,937 mg/g (Zein, Chaidir, *et al.*, 2022). Penelitian lain terkait modifikasi menggunakan asam sitrat telah dilakukan dengan ampas daun serai wangi sebagai adsorben untuk penyerapan zat warna kationik *methylene blue* dengan kapasitas penyerapan yang didapatkan sebelum modifikasi yaitu 43,1556 mg/g, setelah dimodifikasi menggunakan asam sitrat didapatkan 122,1211 mg/g (Zein, Purnomo, *et al.*, 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna kationik *methylene blue* secara *batch*, dengan melihat kapasitas penyerapan kulit udang sebelum dan sesudah dimodifikasi asam sitrat. Asam sitrat merupakan asam organik yang tidak beracun dan keberadaannya melimpah. Gugus aktif yang terkandung dalam asam sitrat antara lain gugus hidroksil dan karboksil. Asam sitrat dapat diterapkan untuk memodifikasi permukaan berbagai biosorben dengan memasukkan gugus karboksil dan hidroksil ke permukaannya, yang dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi zat warna (Xu *et al.*, 2016). Parameter yang dilakukan seperti pH, konsentrasi awal, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben. Dalam penelitian ini mempelajari isoterm, kinetika dan termodinamika adsorpsi untuk memprediksi mekanisme reaksi yang terjadi selama proses adsorpsi serta stabilitas termal dari kulit udang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Apakah modifikasi kulit udang dengan asam sitrat mampu meningkatkan kapasitas penyerapan terhadap *methylene blue*?
2. Bagaimana nilai pH_{pzc} kulit udang setelah diaktivasi dan dimodifikasi (KU-AS) serta pengaruh pH larutan, konsentrasi, waktu kontak dan suhu pemanasan biosorben terhadap kapasitas penyerapan zat warna *methylene blue*?
3. Apakah model isoterm Langmuir dan Freundlich dapat menunjukkan interaksi kimia atau fisika pada proses adsorpsi *methylene blue* oleh biosorben kulit udang dan KU-AS?
4. Apakah peran gugus fungsi, morfologi permukaan, dan komposisi kimia menunjukkan bukti terjadinya proses penyerapan zat warna *methylene blue*?

5. Bagaimana *reusability* kulit udang dan KU-AS dan apakah kondisi optimum yang diperoleh bisa diaplikasikan pada limbah cair?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mempelajari kemampuan daya serap kulit udang yang dimodifikasi dengan asam sitrat terhadap *methylene blue*.
2. Menentukan nilai pH_{pzc} kulit udang setelah aktivasi dan modifikasi serta menentukan pengaruh pH larutan, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu pemanasan biosorben terhadap kapasitas penyerapan zat warna *methylene blue*.
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 *methylene blue* menggunakan kulit udang dan kulit udang-asam sitrat.
4. Mempelajari gugus fungsi yang terdapat pada biosorben (kulit udang dan kulit udang-asam sitrat) sebelum dan sesudah penyerapan dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), menganalisis komposisi kimia biosorben sebelum dan sesudah penyerapan dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF), mempelajari morfologi permukaan dari biosorben sebelum dan sesudah penyerapan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy - Energi Dispersive X-ray* (SEM-EDX).
5. Menganalisis *reusability* biosorben dan mengaplikasikan kondisi optimum penyerapan zat warna *methylene blue* oleh kulit udang dan kulit udang-asam sitrat terhadap limbah cair.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian mengenai penyerapan zat warna menggunakan kulit udang sebelum dan sesudah dimodifikasi menggunakan asam sitrat diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap penanganan limbah cair dan pencemaran air yang mengandung zat warna. Selain itu juga mengembangkan penelitian biosorben baru sebagai penyerap alternatif dengan biaya yang murah.

