

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Methylene blue (MB) merupakan salah satu zat warna kationik golongan azo yang sering digunakan pada proses pewarnaan kapas, pencelupan kapas, wol, kain, dan sutra. Zat warna MB memiliki berbagai efek berbahaya pada manusia seperti termasuk peningkatan denyut jantung, muntah, sianosis, penyakit kuning, quadriplegia dan nekrosis jaringan. Pembuangan zat warna sintetik tanpa pengolahan terlebih dahulu menyebabkan tingginya nilai *chemical oxygen demand* (COD) dan meningkatkan toksisitas pada badan air (Mohammed MA *et al.*, 2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 6 Tahun 2021 menetapkan bahwa konsentrasi MB pada air limbah tidak boleh melebihi 5 mg/L (KLHK, 2021). Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk menghilangkan zat warna MB dari air limbah agar ekosistem perairan tetap terjaga dan memastikan ketersediaan air bersih bagi manusia (Patawat *et al.*, 2020).

Beberapa metode yang telah digunakan untuk menghilangkan zat warna tekstil dari air limbah antara lain filtrasi membran (Djenouhat *et al.*, 2018), flokulasi (Xia *et al.*, 2018), oksidasi-reduksi katalitik (Safni *et al.*, 2008), dan pertukaran ion (Maazinejad *et al.*, 2020). Salah satu metode alternatif yang berpotensi menghilangkan polutan MB pada air limbah adalah biosorpsi.

Biosorpsi merupakan metode pengolahan limbah yang tidak membutuhkan biaya besar dan proses pengerjaannya yang tidak sulit (Fauzia *et al.*, 2021). Salah satu kelebihan metode biosorpsi adalah biosorben yang digunakan diperoleh dari alam seperti limbah biomassa pertanian dan limbah perikanan (*biowaste*), sehingga diharapkan mampu menanggulangi pencemaran lingkungan akibat limbah padatan (Zein *et al.*, 2020). Penelitian sebelumnya telah membuktikan kemampuan *biowaste* sebagai biosorben zat warna MB seperti sekam padi yang mempunyai kemampuan adsorpsi MB sebesar 13,50 mg/g (Labaran *et al.*, 2019). Biji kurma mampu menyerap MB dengan kapasitas adsorpsi mencapai 17,30 mg/g (Banat *et al.*, 2003). Beberapa *biowaste* tersebut mampu menyerap MB dengan baik, namun kapasitas adsorpsi belum maksimal.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2017, total luas areal perkebunan serai wangi di Indonesia sebesar 19.300 hektar dan sebanyak 3.100 ton yang digunakan sebagai bahan baku penyulingan (Sulaswatty *et al.*, 2019). Pemanfaatan tanaman serai wangi secara luas tentu akan menghasilkan ampas (*biowaste*) yang tidak ekonomis. Hal tersebut mengakibatkan penumpukan limbah ampas daun serai wangi (ADSW) sehingga mengurangi estetika lingkungan. ADSW berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai biosorben karena ADSW masih terdapat beberapa gugus fungsi seperti karbonil, karboksil, dan hidroksil yang berpotensi menyerap polutan yang berbahaya seperti MB. Beberapa penelitian telah dilaporkan mengenai pemanfaatan ADSW sebagai biosorben logam Pb (II), Cd (II), Zn (II), Cu (II), Ni (II), dan zat warna *Crystal Violet* (Putri *et al.*, 2020).

Penelitian pendahuluan mengenai penyerapan MB menggunakan ADSW tanpa modifikasi telah dilakukan dimana kapasitas adsorpsi hanya mencapai 43,1556 mg/g (Zein *et al.*, 2022). Kapasitas adsorpsi ADSW perlu ditingkatkan sehingga biosorben perlu dimodifikasi. Modifikasi biosorben dilakukan untuk meningkatkan sisi aktif yang berupa gugus fungsi untuk terjadinya adsorpsi dengan menambahkan *modifier*. Zein *et al.* (2020) berhasil meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna metanil yellow dari 25,975 mg/g menjadi 82,345 mg/g menggunakan silika dari sekam padi yang dimodifikasi dengan *bovine serum albumin* (BSA) sebagai adsorben (Zein *et al.*, 2020). Penelitian tersebut membuktikan bahwa proses modifikasi biosorben mampu meningkatkan kapasitas penyerapan polutan. Beberapa *modifier* yang telah digunakan untuk memodifikasi biomassa sebagai biosorben diantaranya asam akrilat, hidroksilamin, asam oksalat, dan asam sulfat (Hokkanen *et al.*, 2016).

Modifier yang berpotensi digunakan pada penelitian ini adalah asam sitrat. Selain bahan baku yang mudah didapat, prosedur modifikasi menggunakan asam sitrat tidak menghasilkan limbah yang berbahaya. Modifikasi *biowaste* dengan asam sitrat dapat mengaktifkan gugus hidroksil dari selulosa dan gugus karboksilat dalam asam sitrat melalui reaksi esterifikasi (Hoang *et al.*, 2021). Penelitian relevan melaporkan bahwa alga coklat yang dimodifikasi dengan asam sitrat menghasilkan kapasitas penyerapan zat warna crystal violet yang tinggi sebesar 279 mg/g (Essekri *et al.*, 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari potensi penyerapan zat warna MB dengan metode *batch* oleh ADSW yang dimodifikasi dengan asam sitrat. Proses penyerapan ini mempertimbangkan beberapa parameter optimum seperti pH, konsentrasi awal MB, waktu kontak, dan suhu biosorben. Isoterm, kinetika, termodinamika adsorpsi serta karakterisasi fisikokimia dipelajari guna mengetahui mekanisme adsorpsi MB pada ampas serai wangi yang dimodifikasi dengan asam sitrat (AS-ADSW).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi awal MB, waktu kontak, dan suhu biosorben terhadap kapasitas penyerapan MB oleh ADSW dan AS-ADSW?
2. Bagaimana mekanisme penyerapan MB oleh ADSW dan AS-ADSW?
3. Bagaimana *reusability* ADSW dan AS-ADSW terhadap penyerapan MB?
4. Bagaimana aplikasi AS-ADSW pada proses penyerapan MB pada limbah cair?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh pH, konsentrasi, waktu kontak, dan suhu biosorben terhadap kapasitas penyerapan zat warna MB.
2. Memprediksi mekanisme adsorpsi MB oleh ADSW dan AS-ADSW melalui analisis fisikokimia menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR), titrasi Boehm, *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS), serta studi stabilitas termal AS-ADSW menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA).
3. Mengevaluasi *reusability* AS-ADSW dan aplikasinya terhadap limbah cair yang mengandung MB.
4. Mengevaluasi efisiensi penyerapan MB pada limbah cair oleh AS-ADSW.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa digunakan untuk pengolahan limbah cair zat warna MB dengan kapasitas adsorpsi yang tinggi. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat bahwa limbah padat industri pertanian seperti ampas serai wangi yang dimodifikasi dengan asam sitrat (AS-ADSW) mampu dimanfaatkan sebagai bahan penyerap zat warna MB.

