

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metilen biru merupakan senyawa organik yang diaplikasikan dalam jumlah besar sebagai pewarna kertas, wol, sutra, dan kapas (Zannah, 2020). Air limbah hasil kegiatan pewarnaan menggunakan metilen biru dapat menyebabkan risiko kesehatan dan merugikan lingkungan. Risiko kesehatan yang ditimbulkan seperti penyakit nekrosis jaringan, muntah, diare, penyakit kuning, syok, dan peningkatan detak jantung (Oladoye dkk., 2022). Hal ini menjadikan metilen biru menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan air limbah (Amelia, 2019).

Kandungan metilen biru dalam air limbah bervariasi. Kandungan metilen biru pada air limbah industri tekstil di Probolinggo sebesar 24,7 mg/L (Triana, 2015). Pada air limbah batik di Solo terdapat kandungan metilen biru sebesar 14,159 mg/L (Masnesia, 2017). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, kadar metilen biru yang diperbolehkan pada air limbah golongan I sebesar 5 mg/L dan golongan II sebesar 10 mg/L.

Pewarna seperti metilen biru dapat disisihkan dari air limbah dengan metode adsorpsi (Riwayati dkk., 2019). Metode adsorpsi adalah proses transfer molekul yang dilakukan pada permukaan dari padatan (Reynolds & Richards, 1996). Metode adsorpsi digunakan karena memiliki nilai efektivitas yang tinggi, biaya operasional rendah, dan prosesnya sederhana (Hidayati dkk., 2016). Adsorpsi terdiri dari dua sistem, yaitu sistem *batch* dan kontinu (Tchobanoglous dkk., 2003).

Adsorben berbahan dua dimensi (2D) terus dikembangkan, salah satunya adalah MXene. MXene adalah material logam fasa padat yang disintesis dari fase MAX melalui proses etsa dalam larutan yang mengandung fluor seperti asam fluorida (HF), asam klorida (HCl), dan litium fluorida (LiF). MXene memiliki rumus kimia $M_{n+1}X_nT_x$ ($n = 1, 2$, atau 3), dengan M merupakan logam transisi awal, X mewakili karbon (C) dan/atau nitrogen (N), dan T_x mewakili gugus fungsi permukaan. Adsorpsi menggunakan MXene memiliki banyak keuntungan, yaitu hidrofilik, luas

permukaan spesifik yang besar, dan efektif untuk menghilangkan polutan organik dan anorganik dalam larutan (Zhihao dkk., 2020).

MXene memiliki struktur yang berlapis sehingga tidak mudah digunakan sebagai adsorben karena jarak antar lapisan yang cukup dekat (Vakili dkk., 2019). Kekurangan MXene ini dapat diatasi dengan melakukan rekayasa material nanokomposit untuk memperbesar luas permukaannya (Carey & Barsoum, 2021). Nanokomposit yang dapat memperbesar jarak antar lapisan MXene dapat berupa serat alam maupun serat buatan. Salah satu serat alam yang dapat digunakan adalah eceng gondok. Elbasiouny dkk., (2021) mendapatkan bahwa batang eceng gondok memiliki jumlah selulosa (35%) dan hemiselulosa (30%) yang bisa dijadikan sebagai alternatif dalam mengolah air limbah.

Penelitian mengenai uji kemampuan adsorpsi MXene untuk menyisihkan metilen biru telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Jun, dkk., (2020b) menggunakan adsorben MXene dengan bantuan *ultrasound assisted* (AS) pada konsentrasi awal metilen biru 20 mg/L memperoleh penyisihan terbaik terjadi pada pH 7 dengan efisiensi penyisihan 70% dan kapasitas adsorpsi 60 mg/g. Penelitian lain Carneiro dkk., (2022) menunjukkan kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyisihan metilen biru menggunakan batang eceng gondok sebesar 50,42 mg/g dan 90,8% dengan konsentrasi awal 300 mg/L.

Pada penelitian ini, dilakukan proses adsorpsi menggunakan adsorben MXene yang dimodifikasi dengan serat eceng gondok untuk menyisihkan larutan artifisial metilen biru. Percobaan dengan variasi pada pH adsorbat dan rasio nanokomposit untuk mendapatkan pH optimum dan rasio nanokomposit terbaik. Selain itu, persamaan isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, serta mekanisme adsorpsi yang terjadi juga ditentukan. Hasil yang didapat diharapkan dapat menambah informasi mengenai kemampuan MXene/eceng gondok untuk menghilangkan metilen biru dan dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan air limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini, yaitu untuk menguji pengaruh variasi pH adsorbat dan variasi rasio nanokomposit MXene/eceng gondok dalam menyisihkan zat warna

metilen biru. Variasi pH yang digunakan adalah 4, 5, 7, dan 10 dan variasi rasio nanokomposit 10:1 dan 20:1.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi zat pewarna metilen biru oleh adsorben MXene/eceng gondok pada variasi pH adsorbat dan variasi rasio nanokomposit;
2. Menentukan pH optimum penyisihan zat pewarna metilen biru dari MXene/eceng gondok dan rasio nanokomposit terbaik ;
3. Menentukan persamaan isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi MXene/eceng gondok terhadap zat pewarna metilen biru;
4. Menentukan pengaruh variasi pH adsorbat dan variasi rasio nanokomposit MXene/eceng gondok terhadap penyisihan metilen biru menggunakan analisis statistik.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah meningkatkan kemampuan MXene sebagai adsorben dalam menyisihkan metilen biru, menjadi alternatif dalam pengolahan air limbah, dan memberikan informasi serta penawaran penggunaan MXene yang telah dimodifikasi untuk menyisihkan metilen biru dari air limbah yang lebih efektif.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. MXene ($Ti_3C_2T_x$) dibuat dari fasa MAX (Ti_3AlC_2) melalui etsa dalam larutan asam fluorida (HF);
2. Eceng gondok dibuat menggunakan proses *digester-sonication*;
3. Nanokomposit MXene/eceng gondok dibuat dengan menggabungkan suspensi MXene dan eceng gondok dengan perbandingan massa MXene terhadap eceng gondok 10:1 dan 20:1;
4. Percobaan adsorpsi menggunakan adsorben nanokomposit MXene/eceng gondok untuk menyisihkan larutan artifisial metilen biru dengan konsentrasi awal 50 mg/L menggunakan sistem *batch*;

5. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan variasi pH adsorbat (4, 5, 7, dan 10) dan variasi rasio nanokomposit MXene/eceng gondok (10:1 dan 20:1);
6. Analisis konsentrasi metilen biru dilakukan dengan metode spektrofotometri sesuai Baird & Bridgewater (2017);
7. Analisis statistik data hasil penelitian menggunakan uji ANOVA dan uji-t;
8. Analisis karakteristik MXene/eceng gondok menggunakan *Particle Size Analysis* (PSA), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (EDX), dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR);
9. Persamaan isoterm adsorpsi yang diuji kesesuaiannya, yaitu Langmuir dan *Freundlich*;
10. Kinetika adsorpsi MXene/eceng gondok terhadap metilen biru yang diuji kesesuaiannya mencakup orde nol, orde satu, orde dua, *pseudo-first order*, dan *pseudo-second order*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori dan tinjauan pustaka dari metilen biru, parameter metilen biru, proses adsorpsi menggunakan material dua dimensi, adsorben yang efektif, MXene dan nanokomposit eceng gondok sebagai adsorben dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap penelitian yang dilakukan, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis, dan pembahasan hasil percobaan di laboratorium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data karakterisasi adsorben, konsentrasi metilen biru setelah adsorpsi, efisiensi penyisihan, kapasitas adsorpsi, isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, perbandingan kinerja adsorpsi MXene/eceng gondok dengan kontrol, dan analisis statistik disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian.

