

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metilen biru merupakan salah satu zat warna yang digunakan dalam industri pewarna kain, kulit, dan percetakan. Metilen biru salah satu pewarna jenis basa yang larut di dalam air, bersifat kationik. Triana, (2015) memperoleh konsentrasi metilen biru dalam air limbah tekstil sebesar 24,7 mg/L. Beberapa penelitian lainnya memperoleh konsentrasi metilen biru sekitar 4-60 mg/L (Lestari dkk., 2015; Masnesia, 2017; Dwiasi dkk., 2018; Wei dkk., 2018; Hardiyati dkk., 2022). Konsentrasi maksimum metilen biru menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah adalah sebesar 5 mg/L untuk golongan I dan 10 mg/L untuk golongan II. Efek yang dapat ditimbulkan dari metilen biru, di antaranya iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis (kulit membiru) jika terhirup, dan iritasi jika terkena kulit (Hadayani dkk., 2015). Metilen biru yang melebihi baku mutu di perairan akan menghambat oksigen yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis (Baunsele & Missa, 2020).

Salah satu metode penyisihan kandungan zat warna metilen biru dapat dilakukan dengan adsorpsi. Kelebihan metode adsorpsi mudah dilakukan, sederhana, biaya ekonomis, dan cocok untuk zat yang beracun (Maryudi dkk., 2021). Proses adsorpsi yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya jenis adsorben yang digunakan. Adsorben yang digunakan dalam menyisihkan metilen biru, seperti karbon aktif, abu alang-alang, dan material dua dimensi (2D) (Hanum dkk., 2017; Riwayati dkk., 2019). Material dua dimensi (2D) memiliki area spesifik yang besar karena berlapis-lapis dan memiliki ruang kosong agar gugus fungsi aktif dapat berikatan dengan adsorbat (Zhang dkk., 2018). Salah satu bahan dua dimensi yang dikembangkan sebagai adsorben adalah MXene.

MXene adalah material 2D ($M_{n+1}X_nT_z$) terdiri atas lembaran 2D dari karbida logam transisi, nitride, atau karbonitrida yang berasal dari MAX Phase. MXene memiliki struktur unik dengan sifat stabilitas kimia dan konduktivitas listrik yang tinggi, serta

ramah lingkungan. MXene dapat menjadi adsorben yang efektif untuk molekuler atau ionik karena sifat hidrofilik dan situs fungsional yang sangat aktif dan melimpah di permukaannya (Carey & Barsoum, 2021). Selain itu, MXene dapat diregenerasi untuk digunakan kembali hingga 4 siklus dengan kemampuan adsorpsi yang masih baik (Jeon dkk., 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh Tran dkk., (2021) MXene dapat menyisihkan metilen biru 1,4 kali lebih tinggi dari karbon aktif dengan efisiensi penyisihan sebesar 91,9%.

Namun, MXene memiliki kelemahan, seperti stabilitas di dalam air, agregasi dalam air yang mengakibatkan lembaran 2D menumpuk sehingga luas permukaan menjadi kecil (Carey & Barsoum, 2021). Kelemahan ini dapat diatasi dengan cara interkalasi agar ruang kosong yang kurang terbentuk dapat disanggah dengan material lain sehingga tidak terlalu rapat dan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi. Penggunaan partikel nano dipilih untuk membuka agregasi yang terjadi di dalam air yang dicobakan dengan serat eceng gondok. Adsorpsi zat warna oleh tumbuhan air eceng gondok sudah pernah dilakukan dengan konsentrasi awal metilen biru 300 mg/L. Efisiensi penyisihan zat warna metilen biru sebesar 90,8 % dan 89,9% berturut-turut menggunakan batang dan daun eceng gondok yang digiling, dioven, dan diayak (Carneiro dkk., 2022).

Penelitian Tran dkk., (2021) menjelaskan bahwa variasi dosis adsorben MXene, yang digunakan, yaitu 0,2-1,6 g/L dan memiliki kondisi terbaik pada dosis 0,8 g/L dengan kapasitas adsorpsi 64,3 mg/g. Hal ini menunjukkan saat dosis adsorben ditingkatkan kapasitas adsorben menurun. Kapasitas adsorpsi yang menurun pada dosis lebih dari 0,8 g/L disebabkan oleh penumpukan situs aktif adsorben. Penelitian lain yang pernah dilakukan menggunakan MXene/eceng gondok adalah penyisihan logam Cu dengan variasi dosis 0,1; 0,5; 1; 1,5 g/L Penyisihan Cu terbaik pada dosis 1 g/L dan rasio nanokomposit 20:1 sebesar 76,17% dan kapasitas adsorpsi 19,04 mg/g (Melliaroza, 2022). Hal ini menunjukkan MXene data digunakan sebagai adsorben.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian mengenai proses adsorpsi menggunakan adsorben nanokomposit MXene/eceng gondok untuk menyisihkan zat warna metilen biru dari larutan artifisial. Penelitian dilakukan untuk penentuan

dosis optimum, rasio nanokomposit terbaik, kinerja MXene/eceng gondok dalam menyisihkan metilen biru dari larutan artifisial selain itu ditentukan kinetika adsorpsi dan persamaan isoterm adsorpsi metilen biru oleh MXene/eceng gondok. Rasio nanokomposit yang digunakan adalah 10:1 dan 20:1 yang bertujuan untuk melihat pengaruh perbandingan material dengan interkalasi terhadap kemampuan adsorpsi. Hasil yang didapat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai kemampuan MXene/eceng gondok sebagai adsorben dan dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan material nanokomposit MXene/eceng gondok sebagai adsorben dalam menyisihkan zat pewarna metilen biru dalam air.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan zat warna metilen biru pada variasi dosis adsorben dan rasio nanokomposit menggunakan adsorben MXene/eceng gondok;
2. Menentukan kapasitas adsorpsi adsorben MXene/eceng gondok pada variasi dosis adsorben dan rasio nanokomposit;
3. Menganalisis perbedaan variasi dosis adsorben dan rasio nanokomposit terhadap efisiensi penyisihan metilen biru dan kapasitas adsorpsi adsorben MXene/eceng gondok menggunakan uji ANOVA dan uji-t;
4. Menentukan persamaan isoterm adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan nanokomposit MXene/eceng gondok;
5. Menentukan kinetika adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan nanokomposit MXene/eceng gondok.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kemampuan adsorben MXene dalam menyisihkan zat warna metilen biru dengan menggunakan nanoserat eceng gondok;

2. Memanfaatkan efektivitas MXene/eceng gondok dalam penyisihan zat warna metilen biru agar air limbah yang dibuang memenuhi baku mutu.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Percobaan menggunakan MXene ($Ti_3C_2T_x$) yang dibuat dari fasa MAX (Ti_3AlC_2) dengan asam fluorida (HF);
2. Percobaan menggunakan eceng gondok yang dibuat dengan proses *digestion-sonication*;
3. Percobaan dilakukan pada larutan artifisial yang mengandung zat warna metilen biru;
4. Percobaan adsorpsi dilakukan secara *batch* dengan variasi dosis adsorben dan rasio nanokomposit MXene/eceng gondok;
5. Analisis konsentrasi metilen biru dilakukan dengan metode spektrofotometri (Baird & Bridgewater, 2017);
6. Analisis statistik menggunakan uji normalitas, ANOVA, korelasi, dan uji-t;
7. Analisis karakteristik MXene/eceng gondok menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *Particle Size Analysis* (PSA);
8. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya, yaitu Freundlich dan Langmuir;
9. Kinetika adsorpsi MXene/eceng gondok terhadap metilen biru diuji kesesuaiannya, yaitu 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 berisikan 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 tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

