

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan pertambahan jumlah penduduk menyebabkan bertambahnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri dan domestik. Air limbah yang berasal dari industri sangat beragam tergantung dari jenis industrinya, salah satu limbah yang dihasilkan adalah logam berat (Said, 2017). Logam berat yang sering terdapat dalam air limbah adalah logam Tembaga (Cu) (Sumardjo, 2006). Logam Cu umumnya dijumpai dalam air limbah industri cat, industri papan sirkuit dan industri elektroplating (Said, 2017). Industri elektroplating adalah industri pelapisan logam yang melibatkan reaksi elektrokimia. Industri ini berkembang semakin pesat seiring dengan kebutuhan masyarakat (Pratiwi dkk., 2015). Logam Cu merupakan logam berat dengan tingkat toksik tinggi (Darmono, 2005) dan termasuk logam berat esensial, meskipun beracun tetapi tetap dibutuhkan tubuh manusia dalam jumlah kecil (Irianti dkk., 2017).

Beberapa penelitian terkait pengujian konsentrasi logam Cu pada berbagai air limbah industri di Indonesia telah pernah dilakukan di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Nuriadi dkk. (2013) bahwa kadar logam Cu pada limbah pertambangan adalah 158,94 mg/L dan penelitian yang dilakukan oleh Alifaturrahma & Hendriyanto (2018) pada air limbah industri elektroplating didapatkan kadar logam Cu sebesar 128,9 mg/L. Baku mutu logam Cu pada air limbah industri elektroplating menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 0,5 mg/L, berdasarkan penelitian di atas kadar logam Cu melebihi baku mutu sehingga perlu dilakukan pengolahan.

Beberapa teknologi pengolahan untuk menyisahkan logam Cu dari air limbah telah banyak dikembangkan di antaranya menggunakan metode presipitasi, pertukaran ion, elektrokimia, filtrasi membran dan adsorpsi. Metode adsorpsi paling disukai karena memiliki beberapa keuntungan yaitu sederhana, desain yang serbaguna,

kebutuhan energi yang rendah, dan murah. Adsorpsi adalah fenomena permukaan di mana adsorbat melekat pada permukaan pori adsorben. Adsorbat merupakan konstituen yang tertarik ke permukaan, dan adsorben merupakan padatan di mana konstituen teradsorpsi (Piccin dkk., 2017).

Berbagai jenis adsorben telah banyak dikembangkan seperti silika mesopori, polimer organik berpori, oksida logam dan material dua dimensi (2D) (Zhang dkk., 2020). Material 2D banyak dikembangkan, namun sebagian besar adalah semikonduktor, semi logam, atau isolator dengan konduktivitas elektrik rendah, hidrofobik dan tidak stabil di udara. Oleh karena itu, penemuan keluarga karbida dan nitrida 2D dengan konduktivitas logam, hidrofilik, kemudahan pemrosesan dan hasil yang relatif tinggi memiliki peran yang penting pada bidang ilmu material (Naguib dkk., 2021). Pada tahun 2011, material 2D MXene ditemukan oleh peneliti di Universitas Drexel (Ihsanullah, 2020). MXene terdiri dari logam transisi berbahan karbida/karbonitrida/nitrida berbentuk bubuk dengan rumus kimia $M_{n+1}X_nT_x$. MXene diproduksi dengan menghilangkan lapisan A pada bubuk MAX ($M_{n+1}AX_n$) dalam larutan asam fluorida (HF) pada suhu ruang (Guo dkk., 2015). MXene memiliki karakteristik permukaan yang luas, hidrofilik, dan aktivitas tinggi terhadap pertukaran ion (Tunesi dkk., 2021) serta memiliki gugus fungsi permukaan ($-F$, $-O$, dan $-OH$) yang menjadikan MXene efektif untuk proses adsorpsi. Sifat dan karakteristik tersebut menjadikan MXene efektif dalam berbagai aplikasi seperti elektronik, penyimpanan energi, sensor, katalis dan remediasi lingkungan. Bahan ini efisien untuk menyisihkan logam Cu dalam air karena memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi serta proses pembuatan yang mudah (Shahzad dkk., 2017).

MXene memiliki kelemahan yaitu mengalami oksidasi, pembentukan kristal TiO_2 dari waktu ke waktu pada permukaannya sehingga mempersempit luas antar lapisan MXene karena penumpukan ulang lapisan, dan mengurangi gugus aktif permukaan sehingga mengurangi kemampuan adsorpsi (Sharma dkk., 2022) MXene yang diperoleh dari sintesis larutan HF memiliki gugus fungsi $-F$ yang lebih banyak, kondisi ini dapat mengganggu proses adsorpsi (Wei dkk., 2018). Hal ini dapat diatasi dengan modifikasi pada MXene. Modifikasi pada MXene dapat dilakukan dengan berbagai cara di antaranya yaitu delaminasi yang

merupakan proses fisik berupa pengelupasan lapisan menjadi beberapa lapis dengan alat ultrasonik (Shahzad dkk., 2017) dan interkalasi yang merupakan proses kimia berupa pembentukan ikatan dari berbagai ion dan molekul untuk menyangga antar lapisan permukaan, salah satunya menggunakan alkali (Mashtalir dkk., 2013). Proses modifikasi bermanfaat untuk menambah stabilitas, memperluas jarak antar lapisan MXene dan transformasi gugus fungsi permukaan menjadi $-OH$ (Shahzad dkk., 2017). Kandungan $-F$ bersamaan dengan adanya ion logam alkali (Na) bermanfaat untuk transformasi gugus $-F$ menjadi $-OH$ (Wei dkk., 2018). MXene dengan gugus $-F$ yang sedikit dan gugus $-OH$ lebih banyak menunjukkan kinerja adsorpsi yang lebih tinggi (Chen dkk., 2019).

Penelitian terkait upaya penyisihan logam Cu menggunakan MXene yang didelaminasi telah dilakukan Shahzad dkk. (2017) didapatkan hasil kapasitas adsorpsi 78,45 mg/g dengan efisiensi penyisihan 80% pada konsentrasi 25 mg/L. Tidak hanya logam Cu penelitian terkait penggunaan MXene untuk menyisihkan logam lain telah dilakukan Peng dkk. (2014) untuk menyisihkan Timbal (Pb) menggunakan MXene yang dimodifikasi dengan NaOH 1 M dengan kapasitas adsorpsi 140,1 mg/g dengan efisiensi penyisihan 95,2% dan pada penelitian Wei dkk. (2018) didapatkan bahwa MXene yang dimodifikasi dengan alkali yaitu dengan NaOH 1 M, LiOH 1 M dan KOH 1 M memiliki kapasitas adsorpsi 189 mg/g, 121 mg/g, 77 mg/g berturut-turut untuk menyisihkan pewarna. Namun, belum pernah dilakukan penelitian adsorpsi logam Cu menggunakan MXene yang dimodifikasi dengan berbagai variasi konsentrasi NaOH.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian mengenai proses adsorpsi menggunakan adsorben MXene yang dimodifikasi dengan berbagai variasi konsentrasi NaOH untuk menyisihkan logam Cu dari larutan artifisial. Percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi NaOH terbaik pada modifikasi MXene. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi tentang kemampuan MXene sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Cu dari larutan artifisial dan menjadi alternatif pengolahan air limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi MXene dengan modifikasi menggunakan NaOH untuk menyisihkan logam Tembaga (Cu) dari larutan artifisial. Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi logam Cu dengan adsorben MXene yang dimodifikasi dengan NaOH dari larutan artifisial Cu;
2. Menentukan konsentrasi NaOH terbaik adsorben MXene yang dimodifikasi;
3. Menentukan persamaan isoterm dan kinetika adsorpsi yang sesuai pada proses adsorpsi logam Cu oleh adsorben MXene dengan konsentrasi NaOH terbaik;
4. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi logam Cu oleh adsorben MXene konsentrasi NaOH terbaik pada percobaan aplikasi menggunakan air limbah elektroplating artifisial.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menginformasikan kemampuan material MXene yang dimodifikasi sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Cu;
2. Memanfaatkan MXene yang dimodifikasi dengan NaOH dalam menyisihkan logam Cu sehingga dapat diaplikasikan penggunaannya untuk pengolahan air limbah;
3. Memperbaiki kualitas air limbah sehingga tidak berbahaya jika digunakan sebagai sumber air baku.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Percobaan dilakukan menggunakan MXene yang dibuat dari fasa MAX ($Ti_3Al_2C_2$);
2. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* menggunakan larutan artifisial Cu dan percobaan aplikasi menggunakan sampel air limbah elektroplating artifisial;

3. Analisis proses adsorpsi dilakukan pada ukuran partikel 500 *mesh*, pH 5, dosis adsorben 1 g/L, dan konsentrasi awal 25 mg/L (Shahzad dkk., 2017);
4. Percobaan modifikasi dilakukan pada variasi konsentrasi NaOH yaitu NaOH 0,5 M; NaOH 1 M; NaOH 1,5 M; dan NaOH 2 M;
5. Analisis konsentrasi logam Cu dilakukan menggunakan metode *Direct Air-Acetylene Flame* dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) sesuai dengan *Standard Methods APHA, 22nd, Ed, 2012 Part 3111* dan SNI 6989.6:2009;
6. Analisis karakteristik material MXene yang dimodifikasi dan tanpa modifikasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM);
7. Analisis statistik menggunakan uji ANOVA;
8. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya dalam proses adsorpsi logam Cu dengan MXene yang dimodifikasi yaitu Freundlich dan Langmuir;
9. Model kinetika yang diuji kesesuaiannya dalam proses adsorpsi logam Cu dengan MXene yang dimodifikasi dengan NaOH yaitu orde nol, orde satu dan orde dua.

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 pencemaran oleh air limbah, air limbah elektroplating, adsorpsi, adsorben, MXene, modifikasi MXene, 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, serta metode analisis adsorpsi untuk menyisahkan logam Cu menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasannya yaitu analisis karakteristik, percobaan adsorpsi logam Cu yang dimodifikasi, perbandingan dan konsentrasi NaOH terbaik, penentuan persamaan isoterm, kinetika adsorpsi, dan analisis statistik.

BAB V PENUTUP

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

