

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas manusia menjadi salah satu penyebab meningkatnya pencemaran logam berat ke lingkungan, baik melalui proses industri, limbah laboratorium, limbah pertambangan, maupun hasil buangan transportasi. Pencemaran logam berat di lingkungan seringkali ditemukan pada perairan yang dapat membahayakan ekosistem perairan dan kesehatan, karena unsur-unsur logam berat bersifat *non biodegradable*, toksik, serta cenderung dapat terakumulasi dalam organisme [1].

Terdapat beberapa logam berat yang dapat ditemukan di lingkungan perairan, diantaranya logam tembaga (Cu), kromium (Cr), timbal (Pb), dan Cadmiun (Cd). Logam timbal (Pb) merupakan logam berat yang sering digunakan pada industri karena memiliki sifat menyerap radiasi, konduktivitas tinggi, dan rentan terhadap korosi. Akan tetapi, logam timbal memiliki toksisitas yang dapat menyebabkan gangguan pada organ tubuh makhluk hidup [2]. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu diadakan pemantauan kualitas perairan dan pengurangan kadar logam berat di perairan dengan berbagai metode. Salah satu metode yang dapat diaplikasikan untuk pengurangan kadar logam berat di perairan adalah metode adsorpsi [3].

Adsorpsi menjadi salah satu fisikokimia yang menjadi solusi untuk mengurangi konsentrasi logam berat pada perairan. Adsorpsi merupakan proses terjadinya kontak antara larutan yang mengandung zat terlarut (adsorbat) dengan permukaan zat padat (adsorben) yang disebabkan proses gaya tarik menarik antara molekul padatan dengan material terjerap ataupun melalui interaksi kimia [4]. Interaksi kimia pada proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gugus-gugus fungsional pada adsorben seperti gugus amina (-NH) dan hidroksil (-OH). Adsorpsi dianggap sebagai metode yang menjanjikan dan hemat biaya dalam menghilangkan logam berat karena teknik ini menghasilkan residu padat dan cocok untuk berbagai konsentrasi logam berat [5].

Banyak adsorben yang biasa digunakan untuk menghilangkan logam berat, seperti karbon aktif, lempung, oksida logam, silika, dan zeolit. Akan tetapi, adsorben yang paling sering digunakan dalam metode adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif dipilih sebagai adsorben karena memiliki permukaan yang luas,

kemampuan adsorpsi yang besar, biaya yang diperlukan relatif murah serta mudah diaplikasikan [6]. Karbon aktif terdiri dari 87-97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Luas permukaan internal karbon aktif yang telah diteliti umumnya lebih besar dari 400 m²/g dan bahkan bisa mencapai di atas 1000 m²/g [5]. Karbon aktif dapat disintesis dari biomassa karena bahannya mudah didapatkan, ketersediaan melimpah, dan memiliki senyawa-senyawa berbasis karbon, sehingga dapat digunakan sebagai bahan utama untuk proses pembuatan karbon aktif [7].

Durian merupakan salah satu tanaman yang jumlahnya sangat banyak di wilayah Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia mencatat bahwa produksi durian di Indonesia mencapai 1,71 juta ton/tahun pada tahun 2022 [8]. Hal tersebut berhubungan juga dengan meningkatnya biomassa yang berasal dari buah tersebut, salah satunya adalah bagian kulitnya. Kulit durian dapat diolah sebagai adsorben untuk penurunan kadar ion logam dalam perairan. Menurut Zarkasi dkk. (2018), kandungan yang terdapat dalam kulit durian terdiri dari *carboxymethyl cellulose* sebesar 50-60% dan lignin sebesar 5% [7]. Kandungan selulosa pada suatu zat berfungsi untuk mengikat logam berat. Selain itu, kulit durian memiliki kandungan pati yaitu sebesar 5% yang menyebabkan kandungan karbon yang dihasilkan dari kulit durian cukup dikategorikan tinggi yaitu sebesar 80-85% [9]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chairunnisa (2022) mengenai adsorpsi ion logam kromium(VI) menunjukkan bahwa karbon aktif kulit durian teraktivasi H₂SO₄ memiliki kapasitas adsorpsi pada angka 40,3190 mg/g [10], serta penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Nasra (2022) menunjukkan kapasitas adsorpsi dari karbon aktif kulit durian teraktivasi NaOH terhadap ion logam timbal sebesar 34,145 mg/g [11].

Dengan beberapa hasil penelitian di atas, karbon aktif dari kulit durian memiliki hasil yang baik untuk mengurangi kadar logam berat dalam perairan. Akan tetapi, seiring berkembangnya bidang penelitian, karbon aktif kulit durian memiliki potensi untuk dikembangkan kembali agar kualitas penyerapannya menjadi lebih besar dan lebih efektif. Maka dari itu, proses modifikasi pada karbon aktif kulit durian dapat dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dari

adsorben sehingga dapat meningkatkan daya adsorpsi terhadap ion logam berat [12].

Kitosan merupakan hasil deasetilasi kitin yang terkandung dalam eksoskeleton hewan air golongan *crustacea* seperti udang dan kepiting. Proses deasetilasi sendiri akan membebaskan gugus asetil yang terikat pada gugus $-NH$ menjadi amina bebas. Biopolimer ini juga mudah diperoleh, ramah lingkungan karena mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, dan memiliki gugus-gugus fungsi yang berbeda seperti hidroksil dan amina. Keberadaan gugus tersebut menyebabkan kitosan mempunyai kemampuan lebih besar sebagai ligan pengompleks ion-ion logam transisi, sehingga kitosan dapat dimanfaatkan sebagai penjerap ion logam berat yang terdapat dalam air [13]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Iriana, dkk. (2018), kapasitas adsorpsi dari kitosan cangkang udang yang diaplikasikan pada air limbah adalah sebesar 5,36 mg/g [14], serta penelitian yang dilakukan oleh Kusmiati dan Nurhayati (2020), menunjukkan kapasitas adsorpsi kitosan dari cangkang udang sebagai adsorben logam berat timbal pada limbah farmasi sebesar 10,3678 mg/L [15]. Keberadaan gugus-gugus pada kitosan memungkinkan peningkatan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi pada karbon aktif yang dimodifikasi dengan bahan tersebut.

Dalam beberapa tahun ke belakang, penelitian tentang kitosan/karbon aktif terhadap ion logam telah dilakukan. Diantaranya penelitian Adawiah (2022) memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 46,75 mg/g untuk ion logam timbal [16], penelitian Nurhidayanti, dkk. (2022) memiliki hasil efisiensi adsorpsi sebesar 90,2% untuk ion logam timbal, 92,50% untuk ion logam kadmium, dan 85,32% untuk logam Arsen [17], penelitian Alsohaimi, dkk (2023) memiliki hasil efisiensi dan kapasitas adsorpsi sebesar 85% dan 50 mg/g untuk logam timbal(II) [18]. Berdasarkan hasil penelitian dan beberapa hal di atas, kitosan menjadi bahan yang berpotensi untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas adsorpsi pada adsorben sehingga dapat memaksimalkan kinerja adsorben dalam menghilangkan logam berat.

Berdasarkan beberapa permasalahan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi karbon aktif dari limbah kulit durian termodifikasi kitosan sebagai adsorben ion logam timbal(II). Penelitian ini

mengadaptasi penelitian dari Nurhidayanti, dkk. (2022) dan Adawiah (2022) tentang modifikasi kitosan-karbon aktif [17] [16]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang dihasilkan dari adsorben limbah kulit durian yang termodifikasi kitosan dalam penghilangan kandungan ion logam timbal (II).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik morfologi serta gugus fungsi karbon aktif kulit durian sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan biopolimer kitosan?
2. Bagaimana perbandingan kapasitas dan efisiensi adsorpsi dari karbon aktif kulit durian sebelum dan sesudah modifikasi yang diaplikasikan pada larutan ion logam timbal(II)?
3. Model isoterm adsorpsi manakah yang sesuai dengan karbon aktif dari kulit durian termodifikasi kitosan sebagai adsorben ion logam timbal(II)?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Karbon Aktif yang akan disintesis berasal dari limbah kulit durian dengan cara karbonasi (pengarangan).
2. Kitosan yang digunakan sebagai bahan modifikasi merupakan kitosan komersil bahan alami dengan derajat deasetilasi 88%.
3. Modifikasi yang dilakukan merupakan metode modifikasi secara kimia dengan penambahan zat berupa biopolimer kitosan.
4. Metode yang digunakan pada proses aplikasi adsorben merupakan metode *batch*.
5. Ion logam timbal(II) yang digunakan pada tahapan aplikasi merupakan logam artifisial yang sudah diketahui konsentrasinya.
6. Karakterisasi karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi dianalisis menggunakan instrumentasi SEM dan FTIR.

7. Variasi massa adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi adalah 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,1 g.
8. Variasi waktu kontak yang digunakan pada proses adsorpsi adalah 30; 60; 90; 120; dan 150 menit.
9. Variasi konsentrasi larutan ion logam timbal(II) yang digunakan pada proses adsorpsi adalah 80; 100; 120; 140; dan 160 mg/L
10. Konsentrasi ion logam timbal(II) sebelum dan sesudah pengaplikasian karbon aktif dianalisis dengan menggunakan instrumentasi AAS.
11. Model Isoterm Adsorpsi yang digunakan pada adsorben hasil modifikasi adalah model isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis karakteristik morfologi dan gugus fungsi karbon aktif kulit durian sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan menggunakan biopolimer kitosan,
2. Untuk menganalisis kapasitas dan efisiensi adsorpsi dari karbon aktif kulit durian sebelum dan sesudah modifikasi yang diaplikasikan pada larutan ion logam timbal(II), dan
3. Untuk mengidentifikasi model isoterm adsorpsi yang sesuai dengan karbon aktif dari kulit durian termodifikasi kitosan sebagai adsorben ion logam timbal(II).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya yang memiliki kaitan dengan pencemaran oleh ion logam timbal (II). Selain itu, hasil ini diharapkan untuk memberikan ilmu pengetahuan baru terhadap kemajuan terbaru tentang modifikasi adsorben sebagai media adsorpsi untuk degradasi ion logam berat lainnya.