

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Logam berat merupakan salah satu polutan utama yang banyak mencemari perairan. Sumbernya yang berasal dari kegiatan industri dan urbanisasi membuat keberadaan logam berat selalu mengalami peningkatan [1]. Dalam bentuk ioniknya, timbal, kadmium, dan tembaga merupakan logam berat yang banyak ditemukan di perairan. Karakteristiknya yang bersifat tidak *biodegradable*, biomagnifikasi dan mudah terakumulasi dalam rantai makanan menyebabkan ion logam berat tersebut sebagai ancaman serius bagi kesehatan dan lingkungan [2] [3]. Pada konsentrasi yang tinggi ion logam berat dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti iritasi kulit, alergi, tumor, sakit kepala, dan masalah pernafasan. Selain itu, ion logam berat juga merugikan lingkungan dengan mengurangi penetrasi cahaya untuk masuk ke dalam air sehingga menyebabkan ekosistem perairan terganggu [4]. Apabila tidak ditangani dengan baik, ion logam berat akan menjadi ancaman yang sangat serius bagi kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan cara yang tepat untuk menghilangkan ion logam berat di lingkungan perairan.

Adsorpsi merupakan metode yang cocok digunakan untuk menghilangkan ion logam berat di lingkungan [5]. Jika dibandingkan dengan metode lain seperti metode pengendapan, elektrokoagulasi, osmosis balik, pertukaran ion (*ion exchange*), fotokatalis, ekstraksi pelarut, elektrodialisis, elektrokimia, filtrasi dengan membran, dan evaporasi, metode adsorpsi memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh metode lain yaitu pengolahan yang mudah dan ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan efek samping yang beracun dan mampu menghilangkan bahan-bahan polutan organik maupun anorganik [6] [7].

Pada prosesnya, metode adsorpsi melibatkan adsorben sebagai zat yang berperan menyerap ion logam berat di perairan. Banyak adsorben yang sering digunakan untuk menghilangkan logam berat seperti karbon aktif, lempung, oksida logam, silika, dan zeolit. Namun, saat ini karbon aktif lebih banyak disukai sebagai adsorben karena memiliki kapasitas dan laju adsorpsinya yang tinggi, struktur pori dan permukaan internal yang luas, tidak beracun, dan memiliki ketahanan mekanik serta kimia yang tinggi [8] [9].

Berbagai upaya telah banyak dilakukan baik secara fisika, kimia, dan biologi dengan tujuan untuk terus meningkatkan kapasitas adsorpsi agar dapat menghilangkan polutan secara maksimal. Saat ini, modifikasi kimia seperti perlakuan asam, basa, dan penambahan gugus fungsi lebih disukai sebab menunjukkan hasil yang lebih tinggi dan lebih efisien jika dibandingkan dengan modifikasi lain [1]. Banyak penelitian tentang modifikasi kimia terhadap adsorben salah satunya dengan penambahan biopolimer kitosan.

Kitosan merupakan salah satu bahan modifikasi dari jenis adsorben biopolimer yang saat ini sering digunakan karena bersifat alamiah, *biodegradable*, tidak beracun, kesediaan melimpah, dan sangat efektif untuk menghilangkan ion logam berat [10]. Kitosan memiliki karakteristik stabilitas kimia yang tinggi, reaktivitas yang tinggi, sifat *chelation* yang tinggi, dan selektivitas yang tinggi terhadap polutan [11]. Berdasarkan penelitian terdahulu, gugus amina dan hidroksil pada kitosan mampu menyerap ion logam berat lebih baik dan efektif melalui mekanisme interaksi kimia dengan membentuk kompleks [12].

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian tentang adsorben kitosan terhadap ion logam berat timbal, kadmium, dan tembaga telah dilakukan dengan hasil kapasitas adsorpsi 10,37 mg/g dengan efisiensi 95,69% untuk ion logam timbal, efisiensi 98,7% dalam bentuk nanopartikel kitosan untuk ion logam kadmium, dan efisiensi 99,42% dengan waktu kontak 100 menit untuk ion logam tembaga [12] [13] [14]. Berdasarkan hal tersebut, maka kitosan terbukti merupakan bahan yang berpotensi untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi adsorpsi adsorben sehingga dapat menghilangkan ion logam berat lebih maksimal.

Berdasarkan beberapa permasalahan dan beberapa fakta yang telah dituliskan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi karbon aktif menggunakan adsorben biopolimer kitosan untuk mengadsorpsi ion logam timbal, kadmium, dan tembaga di perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi adsorpsi sehingga dapat mengadsorpsi ion logam berat secara maksimal.

Pada prosesnya, karbon aktif akan dilakukan aktivasi terlebih dahulu kemudian dilakukan modifikasi menggunakan biopolimer kitosan. Secara kimia, pada tahapan tersebut kitosan akan memodifikasi permukaan karbon aktif sehingga

elektron bebas dari gugus  $-NH_3$  dan  $-OH$  akan mengikat ion logam berat dan membentuk suatu kompleks sehingga dapat meningkatkan kapasitas dan efisiensinya adsorpsinya [9]. Pada penelitian yang dilakukan oleh S. Babel dan T. Kurniawan, H, et al dan O, Amuda, et al menyebutkan bahwa adsorben karbon aktif termodifikasi kitosan berhasil meningkatkan kinerja adsorpsi pada permukaan karbon aktif untuk adsorpsi ion logam berat seperti Cr (IV), Zn, dan ion logam berat lain [15] [16] [17] [18]. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh H. Sharififard menyebutkan bahwa adsorben karbon aktif termodifikasi kitosan menunjukkan hasil yang baik dengan adsorpsi total ion yang lebih tinggi dibanding dengan adsorben karbon aktif dan adsorben kitosan-kitosan [19]. Adapun untuk penelitian yang sejenis, adsorben karbon aktif termodifikasi kitosan menunjukkan efisiensi adsorpsi pada rentang 70-99% dengan rentang kapasitas adsorpsi 0,83-52,63 mg/g [8] [10] [20].

Pada penelitian ini juga, setelah dilakukan tahapan modifikasi maka akan dilakukan karakterisasi adsorben karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi dengan menggunakan SEM dan FTIR. Selanjutnya dilakukan aplikasi sebagai adsorben terhadap ion logam berat timbal, kadmium, dan tembaga serta dilakukan perhitungan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsinya. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan penentuan isoterm untuk mengetahui model adsorpsi manakah yang lebih cocok digunakan untuk adsorben karbon aktif hasil modifikasi. Adapun model isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm *Langmuir* dan isoterm *Freundlich*.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif sebelum dan sesudah dimodifikasi menggunakan biopolimer kitosan?
2. Bagaimana perbandingan kapasitas dan efisiensi adsorpsi yang dihasilkan dari karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi setelah diaplikasikan sebagai adsorben terhadap ion logam berat Pb, Cd, dan Cu?

3. Model isoterm adsorpsi manakah yang sesuai dengan karbon aktif termodifikasi kitosan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi ion logam berat Pb, Cd, dan Cu?

### 1.3 Batasan Masalah

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

1. Karbon aktif yang digunakan merupakan karbon aktif komersial berbentuk granular yang diaktivasi menggunakan HCl 3N.
2. Kitosan yang digunakan sebagai bahan modifikasi merupakan kitosan komersial bahan alami dengan derajat deasetilisasi 75-85%.
3. Modifikasi yang dilakukan merupakan metode modifikasi secara kimia dengan penambahan zat berupa biopolimer kitosan.
4. Metode yang digunakan pada tahapan aplikasi adsorben merupakan metode *batch*.
5. Ion logam Pb, Cd, dan Cu yang digunakan pada tahapan aplikasi merupakan logam artifisial yang sudah diketahui konsentrasinya.
6. Karakterisasi dilakukan pada karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi dengan menggunakan SEM dan FTIR.
7. Isoterm adsorpsi ditentukan berdasarkan model isoterm adsorpsi *Langmuir* dan *Freundlich* untuk adsorben hasil modifikasi.
8. Instrumentasi AAS digunakan untuk menentukan konsentrasi awal dan akhir serta kapasitas adsorpsi adsorben terhadap ion logam berat Pb, Cd, dan Cu.

### 1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mempelajari karakteristik karbon aktif sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan biopolimer kitosan sebagai adsorben ion logam berat timbal.
2. Untuk membandingkan kapasitas dan efisiensi adsorpsi yang paling baik terhadap ion logam berat Pb, Cd, dan Cu setelah ditambahkan adsorben karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi.

3. Untuk menentukan model isoterm adsorpsi yang cocok untuk mengadsorpsi ion logam berat Pb, Cd, dan Cu dengan menggunakan karbon aktif termodifikasi biopolimer kitosan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan baik masalah perairan ataupun udara yang diakibatkan oleh ion logam berat timbal, kadmium, dan tembaga. Membantu dalam mempermudah memonitoring masalah lingkungan dan kesehatan serta memberikan ilmu pengetahuan baru terhadap kemajuan modifikasi adsorben khususnya yang menggunakan biopolimer kitosan untuk menghilangkan ion logam berat.

