

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Industri di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami perkembangan yang signifikan. Perkembangan industri tersebut dipengaruhi oleh beberapa aspek yaitu antara lain adanya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, serta kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Dampak yang dapat ditimbulkan dari adanya perkembangan industri adalah semakin meningkatnya limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri tersebut. Kegiatan industri dapat menghasilkan limbah berupa cair, padat, gas, dan residu yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah dari kegiatan industri ini mengandung ion logam berat yang dapat dilepaskan ke lingkungan terutama pada limbah cair (Kristiyani dkk., 2012).

Logam berat merupakan jenis pencemar yang sangat berbahaya dalam sistem lingkungan hidup karena bersifat tidak dapat terbiodegradasi, toksik, serta mampu mengalami bioakumulasi dalam rantai makanan (Anis & Gusrizal, 2006). Logam berat dapat masuk ke lingkungan dengan berbagai cara, dimana masuknya logam berat tersebut ke lingkungan disebut dengan pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat dapat terjadi pada air, tanah, ataupun udara, namun dalam penyebarannya pencemaran logam berat pada badan air lebih cepat. Pencemaran logam berat pada badan air dalam konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun yang mengganggu kehidupan perairan, sehingga

diperlukan penanganan terhadap pencemaran logam berat di perairan agar kualitas air terjaga (Palar, 2008).

Dampak bahaya yang disebabkan adanya pencemaran logam berat bagi lingkungan dan makhluk hidup yaitu dapat mengakibatkan efek-efek jangka pendek ataupun jangka panjang. Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya bila ditemukan di lingkungan (air, tanah, dan udara). Beberapa penyakit yang disebabkan oleh terakumulasinya logam berat dalam tubuh makhluk hidup yaitu minamata, bibir sumbing, kerusakan susunan syaraf, cacat pada bayi, karsinogen, dan terganggunya fungsi imun (Sekarwati dkk., 2015). Beberapa jenis logam berat yang dapat membahayakan lingkungan dan makhluk hidup adalah air raksa atau merkuri (Hg), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan lain-lain (Darmono, 2006).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang bersifat toksik dengan konsentrasinya di lingkungan masuk dalam kategori berbahaya. Bahaya Pb bagi makhluk hidup dikarenakan logam tersebut bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan mutasi, proses penguraiannya membutuhkan waktu yang lama, dan tingkat toksisitasnya tidak mengalami perubahan. Timbal dapat ditemukan pada berbagai media di lingkungan seperti udara, air, debu, dan tanah. Timbal (Pb) masuk ke suatu perairan secara alami melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan serta proses korosifikasi dari batuan mineral akibat gelombang dan angin (Palar, 2008). Timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa jalan yaitu pernafasan 85%, pencernaan 14%, dan kulit 1%. Toksisitas Pb dalam tubuh manusia dapat menghambat enzim yang berperan

sebagai antioksidan dan merusak sel hati (Endrinaldi & Asterina, 2014). Dampak Pb yang terakumulasi pada tubuh manusia yaitu dapat merusak tubuh manusia, terutama pada sistem syaraf, sistem pembentukan darah, sistem pada ginjal, sistem jantung, dan sistem reproduksi (Ardillah, 2016).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam berat dalam limbah cair diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, dan filtrasi. Namun, teknik adsorpsi dianggap sebagai *treatment* yang lebih efektif untuk mengatasi logam berat dalam limbah cair karena tekniknya yang lebih sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan (Zhou dkk., 2014). Metode adsorpsi merupakan metode penjerapan suatu zat dengan bantuan adsorben. Adsorpsi dapat digunakan untuk memurnikan udara (gas), memurnikan pelarut, menghilangkan bau dalam pemurnian minyak nabati dan gula, menghilangkan warna yang merupakan produk alam, serta penjerapan ion logam berat, namun dalam prosesnya perlu memperhatikan karakteristik adsorbennya (Nurhasni dkk., 2018).

Adsorben merupakan penjerap berbagai polutan antara lain yaitu senyawa organik contohnya zat warna dan senyawa anorganik contohnya logam berat dengan mekanisme yang dapat dilakukan antara lain yaitu adsorpsi, filtrasi, penukaran ion, dan pengendapan (Nurhasni dkk., 2018). Adsorben dapat dibuat dengan mengaktifkan bahan atau material yang mengandung karbon. Contoh bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben berupa kayu, tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi, biji buah-buahan, kulit kacang, dan lain sebagainya, bahan-bahan tersebut merupakan bahan biomaterial yang banyak

terdapat di alam (Sembiring & Sinaga, 2003). Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan memperlihatkan bahwa biomaterial mengandung gugus fungsi antara lain karboksil, amino, sulfat, polisakarida, lignin, dan sulfhidril mempunyai kemampuan untuk penyerapan yang baik dan dapat digunakan sebagai adsorben untuk berbagai ion logam berat (Volesky & Naja, 2005). Beberapa contoh adsorben yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion logam berat adalah arang bambu aktif (Widayatno dkk., 2017); cangkang keong bakau (Setianingsih, 2016); kulit pisang (Purnama dkk., 2015); jerami (Dini dkk., 2016); dan serabut kelapa (Zuhroh, 2015).

Diantara berbagai jenis adsorben yang masih banyak dan belum dimanfaatkan salah satunya yaitu kulit buah kakao. Kulit buah coklat di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan tersebut diakibatkan adanya peningkatan luas areal penanaman maupun peningkatan produksi kakao persatuan luas perkebunan kakao. Peningkatan rata-rata luas areal perkebunan kakao pada kurun waktu 1980-2017 adalah sebesar 11,12% per tahun. Luas areal perkebunan kakao dari pendataan terakhir pada tahun 2017 sebesar 1.691.334 ha (Anonim, 2017). Komponen limbah kakao yang terbesar adalah berasal dari kulit buahnya. Apabila limbah dari kulit buah kakao ini tidak ditangani dengan serius akan menimbulkan banyak masalah lingkungan. Kulit kakao ini masuk dalam limbah organik yang apabila tidak dilakukan penanganan akan menimbulkan bau yang tidak sedap. Pemanfaatan kulit buah kakao masih sangat sedikit yaitu sebagai tambahan pakan ternak dan kompos secara manual pada tanah perkebunan (Purnamawanti & Utami, 2014).

Penelitian yang memanfaatkan kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai adsorben ion logam berat masih terbatas, terdapat penelitian yang dilakukan oleh Njoku dkk. (2011) menggunakan adsorben kulit buah kakao yang digunakan untuk menurunkan kadar ion logam Pb(II) pada limbah sintesis dengan konsentrasi  $1000 \text{ mg/dm}^3$ . Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *batch*, dengan cara mengontakkan 0,5 g adsorben kulit kakao dengan  $0,1 \text{ dm}^3$  larutan ion logam Pb(II) pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dan pada pH asli dari larutan ion logam Pb(II) tersebut, kemudian dilakukan *shaker* dengan kecepatan 150 putaran/menit dan waktu kontak sesuai kesetimbangan. Hasil dari penelitian ini adalah waktu kesetimbangan untuk adsorpsi ion logam Pb(II) adalah 120 menit, sedangkan pH optimum yang dapat memaksimalkan proses adsorpsi adalah pH 6.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas, akan dicoba penelitian dengan perlakuan variasi suhu pemanasan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan berbagai macam temperatur dan penelitian ini sebelumnya masih belum pernah dilakukan. Variabel lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi pH pada proses adsorpsi. Fungsi adanya variasi pada variabel pH adalah untuk mengetahui efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) optimum pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.), disamping itu juga akan dipelajari karakteristik adsorben kulit buah kakao tersebut yang dapat menunjang adsorpsi ion logam Pb(II) berdasarkan beberapa analisis yaitu analisis *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *pH Point of Zero Charge* ( $\text{pH}_{\text{pzc}}$ ).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebelum adsorpsi berdasarkan analisis *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *pH Point of Zero Charge* ( $\text{pH}_{\text{pzc}}$ )?
2. Apakah ada perbedaan efisiensi adsorpsi larutan ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan variasi suhu pemanasan adsorben berturut-turut sebesar 120°C, 150°C, dan 200°C, serta berapakah suhu pemanasan optimumnya?
3. Apakah ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan perlakuan pemanasan optimum berdasarkan variasi pH, serta berapakah pH optimumnya?

## 1.3 Asumsi Penelitian

Pada penelitian ini diasumsikan bahwa penyisihan kadar ion logam Pb(II) dapat dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.). Dikarenakan kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) mengandung selulosa yang dapat mengadsorpsi (menjerap) ion logam Pb(II). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi diantaranya adalah karakteristik adsorben, suhu pemanasan adsorben, dan pH. Penyisihan kadar ion logam Pb(II) secara optimum dapat dipengaruhi oleh karakteristik adsorben, suhu pemanasan optimum, dan pH optimum. Kondisi optimum pada proses adsorpsi

ion logam Pb(II) tersebut dapat diterapkan untuk penyisihan kadar ion logam Pb(II) pada limbah cair industri.

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis statistik dari penelitian ini terdiri dari:

H<sub>01</sub>: Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan variasi suhu pemanasan adsorben.

H<sub>a1</sub>: Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan variasi suhu pemanasan adsorben.

H<sub>02</sub>: Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan variasi pH.

H<sub>a2</sub>: Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan variasi pH.

#### 1.5 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebelum adsorpsi berdasarkan analisis *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan pH *Point of Zero Charge* (pH<sub>pzc</sub>).

2. Mengetahui perbedaan efisiensi adsorpsi larutan ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan variasi suhu pemanasan adsorben berturut-turut sebesar 120°C, 150°C, dan 200°C, serta mengetahui suhu pemanasan optimumnya.
3. Mengetahui perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan perlakuan pemanasan optimum berdasarkan variasi pH, serta mengetahui pH optimumnya.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi alternatif dalam pengolahan limbah cair industri yang mengandung ion logam Pb(II) dengan prinsip adsorpsi menggunakan kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) yang telah dilakukan proses pemanasan adsorben pada suhu pemanasan optimum dan telah dilakukan proses adsorpsi dengan pH optimum, serta karakteristik dari adsorben yang telah dianalisis dan memiliki potensi dalam adsorpsi ion logam Pb(II).

### **1.7 Batasan Penelitian**

Penelitian ini dimulai dengan pengujian kemampuan adsorpsi dari tiga adsorben yaitu kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan variasi suhu pemanasan adsorben yaitu 120°C, 150°C, dan 200°C. Adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi terbaik pada penelitian pendahuluan akan digunakan sebagai adsorben untuk adsorpsi ion logam Pb(II) pada limbah cair buatan. Adsorpsi ion



logam Pb(II) pada limbah cair buatan dilakukan dengan variasi pH untuk mengetahui efisiensi adsorpsi secara optimum.