

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Limbah cair dari suatu industri merupakan suatu masalah dan menjadi perhatian bagi masyarakat dan pemerintah Indonesia, terutama bagi perkembangan industri ini yang terus meningkat setiap tahunnya. Kehadiran industri ini memberikan dampak positif bagi sektor perekonomian dan menjadi penopang bagi perbaikan perekonomian Indonesia. Namun, jika limbah dari industri tidak diolah dengan baik, maka akan berdampak negatif terhadap pencemaran lingkungan yang mengakibatkan tercemarnya air dan senyawa yang terkandung dapat membahayakan terhadap lingkungan. Bila senyawa yang terkandung melebihi konsentrasi maksimal maka dapat mengakibatkan air tidak dapat digunakan semestinya (Ginting, 2007).

Salah satu pencemar yang menyebabkan rusaknya tatanan lingkungan yaitu limbah yang mengandung logam berat. Pencemaran logam berat telah menyebar keseluruh belahan dunia sejalan dengan perkembangan industri (Singh, 2001). Hal ini juga menyebabkan limbah yang dihasilkan meningkat dan karakteristik limbah semakin kompleks. Sifat nondegradable dari logam berat menyebabkan sulitnya dilakukan degradasi secara alami. Kurangnya sistem pengamanan pembuangan limbah industri ke dalam lingkungan mengakibatkan efek toksisitas terhadap tumbuhan, hewan, dan manusia (USDA NRCS, 2000). Logam berat masuk ke lingkungan melalui berbagai media, seperti udara, makanan, dan air yang terkontaminasi. Logam berat dapat merusak ekosistem pada lingkungan dan menimbulkan penyakit yang resikonya sangat berbahaya (Islam *et al.*, 2007).

Logam berat merupakan zat pencemar yang berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan, dan tubuh organisme (Harun *et al.*, 2008). Adanya kemajuan industri menyebabkan masuknya pencemaran logam berat dalam badan air yang berbentuk padatan yang terdapat dalam perairan seperti sedimen. Kontaminasi logam berat pada ekosistem perairan secara intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat oleh limbah domestik, industri dan aktivitas manusia lainnya.

Beberapa logam berat yang terkandung dalam pengolahan air limbah industri sangat berbahaya yaitu Cd, Cr, Cu, Ni, As, Pb dan Zn. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dibagi menjadi 2 jenis diantaranya yaitu logam esensial dan non esensial. Logam berat esensial adalah logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Akan tetapi, logam tersebut bisa menimbulkan efek racun jika dalam jumlah yang berlebihan. Contohnya yaitu: Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain-lain. Logam berat non esensial adalah logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat racun. Contohnya yaitu: Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain. Logam berat yang mencemari lingkungan, baik dalam udara, air, dan tanah berasal dari proses alami dan kegiatan industri. Salah satu logam berbahaya yang dihasilkan adalah Zn(II). Zn(II) termasuk dalam unsur esensial bagi makhluk hidup. Menurut Priadi dkk (2014), Zn(II) dapat menyebabkan dehidrasi, diare, sakit perut, mual dan pusing.

Limbah yang mengandung logam berat tidak boleh dibuang ke badan air sembarangan, oleh karena itu ditetapkan regulasi yang mengatur. Peraturan yang

membahas hal tersebut salah satunya adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah menyebutkan bahwa baku mutu air limbah yang mengandung Zn(II) tidak lebih dari 1 mg/L. Jika jumlahnya melebihi batas tersebut, maka akan membahayakan lingkungan dan kesehatan. Logam ini akan terakumulasi di dalam tubuh manusia seumur hidup dan secara normal dikeluarkan dengan cara yang lambat. Dengan demikian limbah Zn(II) harus diolah agar tidak mencemari kesehatan individu dan lingkungan.

Dalam sepuluh tahun terakhir, orang telah menggunakan beberapa metode seperti presipitasi, kopresipitasi, pertukaran ion, oksidasi dan adsorpsi untuk menghilangkan logam berat dalam larutan. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menurunkan kadar logam berat pada limbah yaitu adsorpsi. Adsorpsi dipilih karena merupakan salah satu metode yang relatif sederhana dan dapat menggunakan adsorben bahan alam dari biomassa. Adsorpsi adalah penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penjerapan. Pada adsorpsi ada yang disebut adsorbent dan adsorbat. Adsorbent adalah suatu media zat penjerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon, sedangkan adsorbat adalah zat yang dijerap (Carolina P., 2012).

Umumnya adsorpsi meningkat seiring dengan menurunnya pH dan waktu kontak. Waktu kontak merupakan suatu hal yang menentukan dalam adsorpsi. Waktu kontak yang lama memungkinkan difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik. Secara umum, unsur-unsur dengan berat molekul yang lebih besar akan lebih mudah diadsorpsi. Beberapa

kelebihan dari penggunaan proses adsorpsi untuk mengolah limbah cair diantaranya yaitu, biaya yang digunakan lebih murah, kecepatan alir influen dan konsentrasi influen.

Menurut Sari dkk (2017), ada beberapa kondisi yang mempengaruhi besarnya kapasitas suatu adsorbent dalam menjerap adsorbat yaitu pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan suhu. Menurut Syauqiah dkk (2011), pH larutan akan mempengaruhi aktivitas gugus fungsi adsorbent. Menurut Puspita dkk (2017), Variasi waktu kontak perlu dilakukan untuk melihat banyaknya arang aktif yang dibutuhkan untuk menyerap zat warna secara optimal.

Menurut Madinah dkk (2017), berat adsorbent akan mempengaruhi gugus aktif dari adsorbent itu sendiri sedangkan suhu akan mempengaruhi daya jerap adsorben terhadap adsorbat. Menurut Apriyanti dkk (2018), kapasitas adsorpsi menyatakan banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorbent sehingga ketika adsorpsi berlangsung pada kondisi optimum maka akan diperoleh adsorbent dengan kapasitas adsorpsi yang maksimum.

Adsorbent dapat didefinisikan sebagai zat padat yang dapat menjerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Arfan, 2006). Adsorbent merupakan material berpori, dan adsorpsi berlangsung di dinding pori-pori atau pada lokasi tertentu pada pori tersebut. Adsorbent berpori yang telah digunakan secara komersial antara lain adalah karbon aktif, zeolit, silika gel, dan *activated alumina* (Asgher dan Bhatti, 2012). Pemilihan adsorbent pada adsorpsi harus sesuai dengan karakter dan keadaan zat yang diadsorpsi. Adsorbent yang digunakan dalam adsorpsi bermacam-macam.

Penelitian sebelumnya menggunakan salah satu contoh adsorbent yang berasal dari beberapa jenis cangkang kerang yang telah diteliti dengan memanfaatkan cangkang kerang bulu, cangkang kerang dan cangkang telur untuk adsorpsi ayam. Cangkang kerang bulu didapatkan hasil persentase adsorpsi  $\text{Cd}^{2+}$  sebesar 99%, sedangkan pada  $\text{Pb}^{2+}$  sebesar 99,96% dengan konsentrasi awal 80 ppm (Iriany, 2015). Cangkang kerang memiliki daya jerap lebih rendah terhadap Cu, Pb, dan Zn dengan presentase rata-rata Cu 96,39%, Pb 39,47%, dan Zn 92,26%. Cangkang telur dapat menjerap ion Pb dan Cd dengan persentase efisiensi masing-masing sebesar 91,12% dan 99,95%. Cangkang telur juga dapat mengadsorpsi Zn pada tingkat efisiensi 99,81% (Karo *et al.*, 2018). Namun, untuk mendapatkan efisiensi tertinggi tersebut, adsorben cangkang kepiting perlu diaktifkan dengan perlakuan panas pada suhu 800 – 1.200°C. Pada saat yang sama, dalam adsorbent cangkang telur, perlu menggunakan HCl untuk aktivasi kimia.

Produksi kerang di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Dari tahun 2000-2010, data produksi kerang meningkat sebesar 5,18% per tahun, namun pemanfaatan limbah yang dihasilkan berupa kerang dari komoditas ini belum mencapai kondisi terbaik (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2011). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi cangkang kerang untuk Zn(II) adalah 92,26%, dan konsentrasi awal adalah 57,93 ppm (Ifa *et al.*, 2018). Penelitian adsorpsi lain adalah penggunaan cangkang bulu. Penelitian menunjukkan bahwa persentase adsorpsi  $\text{Cd}^{2+}$  adalah 99%, sedangkan  $\text{Pb}^{2+}$  adalah 99,96%, dengan konsentrasi awal adalah 80 ppm (Iriany, 2015).

Salah satu alternatif pemilihan adsorbent yang efektif digunakan berasal dari limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*). Cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) mengandung komposisi kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) hingga 95% (Mijan *et al.*, 2015). Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) merupakan bahan yang sesuai dalam penghilangan senyawa toksik seperti limbah logam. Menurut Suratmin (2007) kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku adsorbent dikarenakan tingginya kadar kalsium dari cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*). Penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat digunakan sebagai adsorbent  $\text{Cu}^{2+}$  dengan kapasitas adsorpsi  $\text{Cu}^{2+}$  sebanyak 0,051 mg/g (Nidyasari, 2019).

Kerang tahu (*Meretrix meretrix*) merupakan salah satu jenis kerang yang sering ditemukan di pasaran dengan cangkang berbentuk segitiga pipih, halus dan berkilau. Ada berbagai warna dan pola di permukaan luar cangkang, dengan garis konsentris paralel sebagai garis pertumbuhan (Gifari, 2011). *Meretrix meretrix* sebagai hewan pemakan plankton mampu hidup di daerah intertidal hingga subtidal dengan kedalaman 20 m, salinitas berkisar antara 10 – 30 ppm, temperatur 26 – 31°C, pH = 7, menyukai area pasir halus karena substratnya memiliki tingkat kehilangan air yang lebih tinggi dan substratnya mudah digali. Kerang tahu (*Meretrix meretrix*) selalu ada di pasaran karena penangkapannya yang mudah.

Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat disintesis dengan kalsinasi. Kalsinasi merupakan proses tahap awal yang berupa reaksi secara endotermik yang berfungsi melepaskan gas-gas dalam bentuk

karbonat sehingga menghasilkan bahan dalam bentuk oksida (Kurniawan, 2014). Proses yang dilakukan pada suhu optimum untuk melakukan kalsinasi pada kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yaitu pada suhu  $600^\circ\text{C}$  bertujuan untuk memperbaiki cangkang kerang dalam penjerapan logam berat.

Oleh karena itu, pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) memiliki potensi yang besar sebagai adsorbent untuk penyisihan kadar Zn(II). Pada penelitian ini analisis yang digunakan untuk karakteristik adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) adalah analisis pH *Point of Zero Charge* (pHpzc) yang berfungsi untuk suatu keadaan dari adsorbent yang bermuatan netral, *Thermogravimetric Analysis* (TGA) yang berfungsi untuk penentuan kestabilan thermal dengan menghitung perubahan berat dengan perubahan temperatur, *Fourier Transform Infrared* (FTIR) berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi aktif yang terdapat pada adsorben yang menggunakan panjang gelombang 400-4000 cm, dan *X-Ray Diffraction* (XRD) berfungsi untuk penentuan struktur kristal dari suatu adsorben sehingga termasuk dalam rumusan masalah 1 dalam penelitian.

Adanya rumusan masalah 1 pada penelitian dikarenakan untuk membuktikan bahwa karakteristik adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan menggunakan 4 analisis memiliki adanya kandungan  $\text{CO}_3^{2-}$ . Pada penelitian ini limbah cair yang digunakan merupakan limbah cair sintesis biaya. Maka dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat melengkapi penelitian-penelitian lain mengenai adsorbent dari cangkang kerang. Pada penelitian ini akan dilihat kinerja pengadsorpsian dari variabel yang digunakan adalah variasi pH dan pengaruh waktu

kontak sehingga nantinya diperoleh pH dan waktu kontak yang optimum untuk menurunkan kadar Zn(II) pada limbah cair sintesis.

### 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan analisis pH *Point of Zero Charge* (pHpzc), *Thermogravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD)?
2. Apakah ada perbedaan efisiensi penyisihan adsorpsi ion Zn(II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi nilai pH dan berapakah nilai pH optimumnya?
3. Apakah ada perbedaan efisiensi penyisihan adsorpsi ion Zn(II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi lama waktu kontak dan berapakah waktu kontak optimumnya?
4. Bagaimana model kinetika adsorpsi yang terjadi ketika proses penjerapan ion Zn(II) yang terkandung dalam limbah sintesis menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*)?

### 1.3 Asumsi Penelitian

Penelitian ini diasumsikan bahwa efisiensi penyisihan kadar ion Zn (II) dapat dilakukan dengan adsorpsi menggunakan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*). Cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat digunakan sebagai bahan adsorbent untuk mengadsorpsi kandungan ion Zn(II). Penggunaan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terdapat kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

yang memiliki kemampuan penjerapan yang dapat digunakan sebagai adsorbent. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi diantaranya adalah menurunnya pH, dan waktu kontak. Penyisihan ion Zn(II) didapatkan pada pH dan waktu kontak yang optimum untuk menurunkan kadar Zn(II) pada limbah cair sintesis.

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis statistika dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H<sub>01</sub>: Tidak terdapat beda efisiensi adsorpsi Zn(II) pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi pH.

H<sub>a1</sub>: Terdapat beda efisiensi adsorpsi Zn(II) pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi pH.

H<sub>02</sub>: Tidak terdapat beda efisiensi adsorpsi Zn(II) pada limbah cair sintesis menggunakan dengan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi waktu kontak.

H<sub>a2</sub>: Terdapat beda efisiensi adsorpsi Zn(II) pada limbah cair sintesis menggunakan dengan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi waktu kontak.

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) sebelum dan setelah adsorpsi berdasarkan analisis analisis pH *Point of Zero*

*Charge* (pHpzc), *Thermogravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

2. Menganalisis perbedaan efisiensi penyisihan adsorpsi ion Zn(II) pada limbah cair sintetis menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi nilai pH dan mengetahui nilai pH optimumnya.
3. Menganalisis perbedaan efisiensi penyisihan adsorpsi ion Zn(II) pada limbah cair sintetis menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi lama waktu kontak dan mengetahui waktu kontak optimumnya.
4. Mengetahui model kinetika adsorpsi yang terjadi ketika proses penjerapan ion Zn(II) yang terkandung dalam limbah sintetis menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*).

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi alternatif dalam pengolahan limbah cair yang mengandung ion Zn(II) dengan prinsip efisiensi penyisihan adsorpsi menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) yang telah dilakukan adsorpsi dengan variasi waktu kontak dan variasi pH, serta karakteristik dari adsorbent yang telah dianalisis dan memiliki potensi dalam adsorpsi ion Zn(II).

### **1.7 Batasan Penelitian**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan adsorbent cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) yang telah dipanaskan dengan suhu 600°C dan yang lolos *mesh* 100 dan tertahan pada *mesh* ukuran 200.

Adsorbent selanjutnya diberi perlakuan adsorpsi dengan variasi pH yaitu 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 dengan waktu 90 menit, serta dengan variasi waktu kontak yaitu 5, 10, 30, 45, 60, 90, 120, dan 180 menit. Adsorpsi ion Zn(II) pada limbah cair sintetis dilakukan dengan variasi waktu kontak dan pH untuk mengetahui efisiensi adsorpsi secara optimum yang memiliki konsentrasi 50ppm.