BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu jenis bahan pencemar yang dapat membahayakan kesehatan manusia adalah logam berat. Zat yang bersifat racun dan sering mencemari lingkungan misalnya logam timbal, merkuri, kadmium dan tembaga. Kontaminasi logam berat diperairan meningkat dengan adanya pembuangan limbah yang mengandung logam berat ke badan perairan. Hal ini menjadi pusat perhatian besar karena logam berat tidak dapat terdegradasi dilingkungan dan dapat membahayakan beberapa spesies hidup di perairan. Logam berat seperti Pb(II) dan Cd(II) dapat menimbulkan efek toksik pada manusia, hewan dan tanaman lainnya di lingkungan bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah dimana logam berat terakumulasi melalui rantai makanan sehingga dapat mempengaruhi kesehatan manusia, sedangkan logam Zn(II) walaupun termasuk kedalam logam esensial tapi jika masuk kedalam tubuh dalam jumlah berlebihan dapat mengakibatkan keracunan (Metcalf, 2003; Das, 2007).

Sumber utama kontaminasi logam berat seperti Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) dari berbagai kegiatan industri antara lain industri pertambangan, batere, cat, kabel, alloy dan baja, plastik, pelapisan logam, pabrik perangkat listrik, elektroplating, elektrolisis, fotografi, pembakaran batu bara, industri printer dan sebagainya (Metcalf, 2003; Abbas *et al*, 2008).

Berbagai metode kimia dan fisika telah digunakan untuk menghilangkan ion logam berat dari larutan dalam beberapa dekade terakhir. Metode ini meliputi filtrasi, co-presipitasi, ekstraksi cair-cair, koagulasi atau flokulasi, pertukaran ion, penguapan, reverse osmosis, elektrolisis, proses membrane (Juang dan Siau, 2000; Amuda dan Amoo, 2006; Amuda dan Alada, 2006), adsorbsi dengan karbon aktif (Jun *et al*, 2010; Ilamathi *et al*, 2014), penggunaan lumpur aktif aerobik dan anaerobik dan pemisahan secara magnetik (Predescu dan Nicolae, 2012).

Adsorpsi telah dianggap sebagai metode hemat biaya untuk menghilangkan ion logam berat, terutama pada konsentrasi rendah, karena prosesnya sederhana dan pemakaian bahan kimia dalam jumlah sedikit. Adsorben yang umum digunakan adalah karbon aktif, namun harganya relatif mahal

sehingga membutuhkan biaya yang besar untuk menyerap ion logam berat dari air limbah (Jun *et al*, 2010).

Beberapa material biologis telah dipelajari dalam penyerapan ion logam berat dalam air dengan cara biosorbsi seperti rumput laut, alga, jamur dan mikroorganisme baik secara *living cell* dan *non living cell* (Volensky, 2001). Limbah pertanian yang digunakan sebagai biosorben logam berat adalah kulit jengkol untuk penyerapan ion logam Pb(II), Cu(II), Cd(II) dan Zn(II) (Hamzah dkk 2013; Isnaini dkk, 2013), Penyerapan Pb(II) meggunakan biji nangka (Okolo *et al*, 2012), biji buah sirsak (*Annona Muricata*) untuk penyerapan ion logam Cd(II) dan Zn(II) (Rahmadani dkk, 2013) serta untuk penyerapan ion logam Pb(II) dan Cu(II) (Kurniawan *et al*, 2014), kulit semangka untuk penyerapan ion logam Cu(II) (Banerjee *et al*, 2012), biji selasih (*Ocimum bacilicum*) untuk penyerapan ion logam Cu(II) (Adeel *et al*, 2013), biosorpsi Zn pada biji *Carica Papaya* (Ong *et al*, 2012) serta biosorbsi Cd(II) pada kulit durian (Saekaew, 2010).

Biosorbsi dengan menggunakan biosorben limbah pertanian memiliki kemampuan sebagai biosorben logam berat karena memiliki gugus aktif dalam bahan tersebut. Gugus-gugus itu diantaranya adalah gugus hidroksil, gugus fosfat pada asam nukleat, sulfohidril dan karboksil pada protein. Gugus-gugus inilah yang akan menarik dan mengikat ion logam pada biosorben (Ahalya *et al*, 2003) baik terjadinya pembentukan kompleks *chelat* atau pertukaran ion.

Durian dikenal sebagai "The King of the fruit". Durian khas dengan ukuran yang besar, bau yang unik dan kulit berduri. Tingginya konsumsi durian di Indonesia mengakibatkan jumlah limbah kulit dan biji yang dibuang akan meningkat sehingga dapat menyebabkan masalah lingkungan. Oleh karena itu, maka potensi dari limbah durian berupa kulit dan biji sebagai biosorben dengan biaya yang murah untuk penghilangan kationik, anionik dan pewarna non-ionik telah dilakukan dalam beberapa penelitian (Saikaew dan Kawsarn, 2009; Ahmad *et al*, 2014).

Biji (*Durio zibethinus*) terdiri dari holoselulosa (26,4%), selulosa (60,5%), hemiseluosa (13,1%) (Ahmad *et al*, 2014), karakteristik ini membuat biji durian dapat digunakan sebagai biosorben untuk ion logam berat. Beberapa penelitian melaporkan tentang kemampuan biji durian sebagai adsorben dalam bentuk

karbon aktif (Ismail *et al*, 2010), penyerapan zat warna metil merah (Ahmad *et al*, 2014) dan penarikan zat warna metil orange (Chaidir *et al*, 2015).

Alginat merupakan anionik kopolisakarida yang terdiri dari residu β-1-4 D-manuronat (M) dan α-L-guluronat (G). Alginat merupakan polisakarida alam yang umumnya terdapat dalam dinding sel dari semua spesies alga coklat (*phaeophyceae*), bersifat tidak toksik, dapat terdegradasi dan biokompatibel (Verma *et al*, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perbandingan kapasitas penyerapan biji durian non amobilisasi dan teramobilisasi dalam Ca-alginat untuk penyerapan ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II). Keuntungan biosorben teramobilisasi kedalam Ca-alginat adalah dapat meningkatkan performance biosorben pada proses penyerapan secara dinamis (meningkatkan kekuatan mekanik), rigiditas, ukuran dan karakteristik porositas (Zulfadhyl *et al*, 2001), meningkatkan kapasitas penyerapan, memudahkan pemisahan biosorben dari larutan, biosorben dapat diregenerasi tanpa merusak struktur biosorben serta dapat digunakan secara berulang-ulang (regenerasi) (Aksu *et al*, 1998).

Dalam penelitian ini dipelajari kinetika dan isotherm adsorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) pada biosorben biji durian non amobilisasi dan teramobilisasi Ca-alginat. Kinetika adsorbsi dibutuhkan untuk menentukan tahap pengontrol kecepatan adsorbsi dari proses perpindahan massa adsorbat dalam fasa cair ke fasa padat. Kecepatan keseluruhan proses adsorbsi pada adsorben dapat dijelaskan melalui empat tahapan mekanisme (Hu *et al*, 2015) yaitu : 1. Perpindahan zat terlarut dari larutan ke *boundary film* disekitar partikel (*bulk diffusion*). 2. Difusi dari film ke permukaan biosorben, 3. Difusi dari permukaan ke sisi intrapartikel (*intra particular diffusion*) dan 4. Biosorbsi pada sisi intrapartikel melalui bidang batas ke permukaan adsorben (*film diffusion*). Mekanisme reaksi digunakan untuk melihat apakah proses adsorbsi terjadi secara pertukaran ion, presipitasi atau pembentukan kompleks antara gugus fungsi dengan ion logam. Konsentrasi ion logam yang tidak diserap di analisis dengan Spektrofotomtere serapan Atom (SSA) sedangkan data isotherm adsorbsi di analisis dengan menggunakan isotherm adsorbsi model Langmuir, Freundlich,

Dubinin-Radushkevich (D-R) dan Temkin. Karakterisasi antara biosorben dengan ion logam di analisis dengan menggunakan FTIR, SEM-EDX dan XRF.

Schiewer dan Balaria (2009) melakukan biosorbsi Pb^{2+} dengan kulit jeruk terprotonasi dan original didapatkan kapasitas penyerapan pada 300 mgL^{-1} adalah 2 $mmolg^{-1}$, kinetika biosorbsi mengikuti pseudo second order dan kesetimbangan isotherm adsorbsi mengikuti model isotem Langmuir. Biosorbsi Cd(II) menggunakan serbuk kayu *Areca catechu* dipelajari oleh Chakravarty *et al* (2010), kecepatan persamaan kinetika adsorbsi mengikuti pseudo second order dan isotherm adsorbsi mengikuti model Langmuir, Freundlich dan Dubinin-Radushkevich. Hu *et al* (2015) mempelajari biosorbsi Cu(II) pada kulit bambu (*Acidosa edulis*) dan dipelajari kinetika biosorbsi secara difusi intrapartikel, sedangkan isotherm adsorbsi mengikuti model Langmuir. Biosorbsi Pb(II) pada biomassa *Phaseolus vulgaris* L diperoleh kapasitas biosorbsi maksimum adalah $2{,}064x10^{-4}$ $molg^{-1}$ atau 42,77 mgg^{-1} dan isotherm adsorbsi mengikuti model Langmuir dan Dubinin-Radushkevich. Data termodinamika biosorbsi dijelaskan bahwa proses biosorbsi terjadi secara endoterm dan spotan (Ozkan *et al*, 2009).

Keterbaharuan penelitian ini adalah didapatkannya biosorben baru yaitu biji durian teramobilisasi kedalam polimer Ca-alginat untuk biosorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II). Dari studi literatur belum ditemukan penggunaan biosorben serbuk biji durian non amobilisasi dan teramobilisasi dalam Ca-alginat untuk biosorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) serta bagaimana bentuk kinetika dan isotherm adsorbsinya. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan "Studi Kinetika dan isotherm adsorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) pada biosorben biji durian (*durio zibethinus*) non amobilisasi dan teramobilisasi dalam Ca-alginat".

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

1.2. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah biji durian berpotensi sebagai biosorben ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II)?
2. Apakah biji durian yang di amobilisasi dapat meningkatkan kapasitas penyerapan terhadap ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II)?

3. Bagaimana kinetika dan isotherm adsorbsi yang sesuai untuk biosorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) pada biosorben serbuk biji durian (SBD) non amobilisasi dan teramobilisasi dalam Ca-alginat?
4. Bagaimana faktor parameter termodinamika yang mempengaruhi dalam proses biosorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II), dan Zn(II) meliputi perubahan entalpi (ΔH), perubahan energi bebas Gibbs (ΔG) dan perubahan entropi (ΔS) pada biosorben SBD-non amobil dan teramobilisasi dalam Ca-alginat?
5. Bagaimana pengaruh kompetisi antar ion-ion logam dalam proses penyerapan untuk larutan multikomponen?
6. Bagaimana karakterisasi biomaterial yang meliputi gugus fungsi yang berperan dalam biosorbsi, bentuk morfologi permukaan dan komposisi unsur yang terkandung dalam biosorben SBD-non amobil dan teramobilisasi dalam Ca-alginat sebelum dan setelah penyerapan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari kondisi optimal parameter adsorbsi ion-ion logam berat (Pb, Cd dan Zn) meliputi pH (2-7), waktu kontak (5-150 menit), konsentrasi (10-300 mgL^{-1}) serta suhu larutan (27-45^{o}C) pada biosorben SBD-non amobil dan teramobilisasi dalam Ca-alginat.
2. Menentukan kinetika adsorbsi dari variasi waktu kontak dan isotherm adsorbsi dari variasi konsentrasi untuk adsorbsi ion-ion Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) menggunakan biosorben biji durian non amobilisasi dan teramobilisasi dalam Ca-alginat.
3. Menentukan faktor parameter termodinamika dari data konsentrasi yang mempengaruhi dalam proses biosorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) meliputi perubahan entalpi (ΔH), perubahan energi bebas Gibss (ΔG) serta Perubahan entropi (ΔS).
4. Melakukan analisis multikomponen antara ion-ion logam Pb-Cd-Zn pada proses penyerapan Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) untuk menentukan efek sinergis atau antagonis pada penyerapan ion logam dalam larutan multikomponen.

5. Menentukan kharakterisasi gugus fungsi biomaterial dengan FT-IR, morfologi permukaan dengan SEM-EDX, analisis unsur dan oksida logam dengan XRF dari biosorben SBD-non amobil dan teramobilisasi dalam Ca-alginat sebelum dan setelah penyerapan ion logam.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi tentang karakterisasi dari biomaterial, kinetika dan isotherm untuk biosorbsi ion-ion logam Pb(II), Cd(II) dan Zn(II) menggunakan biosorben serbuk biji durian secara non-amobil dan teramobilisasi dalam Ca-alginat.
2. Memberikan informasi dalam pengolahan air limbah yang mengandung ion-ion logam berat dengan cara biosorbsi.
3. Memanfaatkan biosorben yang ramah lingkungan, murah biaya dan tersedia secara melimpah di alam.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA