

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu komponen penting dalam kehidupan adalah air, karena air merupakan kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari – hari diantaranya yaitu digunakan untuk memasak, membersihkan diri, dan sebagainya. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat, kebutuhan akan air bersih juga terus meningkat tetapi hal ini tidak diikuti dengan bertambahnya jumlah dari kualitas air bersih itu sendiri. Air yang terdapat di lingkungan sekarang telah banyak tercemar oleh bahan-bahan anorganik yang berbahaya dari berbagai macam industri misalnya industri pelapisan logam. Logam berat dikategorikan sebagai logam pencemar karena sifat dari logam berat yang tidak dapat terurai (non-degradable) dan mudah diadsorpsi, salah satu logam berat yang biasanya digunakan pada industri pelapisan logam adalah kadmium (Cd). Limbah industri pelapisan logam yang tidak dapat diolah dapat mencemari lingkungan misalnya pada air. Air yang telah tercemar logam berat dapat mengganggu kesehatan manusia, mencemari lingkungan serta ekosistem yang ada di dalamnya [1].

Pada dasarnya pencemaran logam berat dapat terbawa oleh air, tanah dan udara. Apabila semua komponen tersebut telah tercemar oleh senyawa anorganik, maka di dalamnya kemungkinan dapat mengandung berbagai logam berat seperti Cr, Zn, Pb, Cd, Fe, dan sebagainya. Semua logam-logam tersebut sangat berbahaya apabila terakumulasi dalam tubuh manusia. Salah satu logam berat tersebut adalah kadmium (Cd). Bahaya dari kadmium (Cd) apabila terakumulasi dalam tubuh manusia adalah dapat menyebabkan terganggunya sistem reproduksi, tidak berfungsinya ginjal, kerusakan sistem saraf [2]. Kadmium dengan konsentrasi lebih dari 5 mg/L juga dapat bersifat toksik bagi organisme di dalam air.

Beberapa cara telah dilakukan untuk mengurangi kadar logam berat yang mencemari lingkungan terutama pada perairan seperti metode – metode konvensional misalnya koagulasi. Metode ini merupakan suatu metode yang digunakan industri besar untuk mengurangi pencemaran dari logam berat dalam jumlah besar.

Metode ini adalah suatu proses untuk menghilangkan partikel-partikel yang ada di dalam media cair dengan penambahan bahan kimia yang dapat mengikat partikel tersebut [3]. Metode koagulasi hanya dapat diaplikasikan dalam jumlah besar, sehingga masih dibutuhkan metode yang mampu menganalisa kandungan apa saja yang masih tertinggal ditahap koagulasi terakhir. Menurut penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, untuk penanganan dalam jumlah kecil biasanya paling banyak digunakan metode penguapan, elektrokimia, presipitasi, penggunaan resin penukar ion. Akan tetapi metode tersebut masih kurang efektif khususnya pada perlakuan logam konsentrasi rendah [4]. Dari metode-metode yang sudah ada seperti koagulasi, penguapan elektrokimia, presipitasi, penggunaan resin penukar ion dapat disimpulkan bahwa, masih dibutuhkan suatu metode yang lebih efektif, ramah lingkungan, tidak mengandung toksik, dan prosesnya juga tidak membutuhkan biaya yang tinggi, metode tersebut adalah adsorpsi. Metode ini dapat digunakan dalam jumlah skala kecil untuk menganalisa kandungan logam apa saja yang masih tertinggal pada pembuangan akhir, selain itu perlakuannya juga sederhana dan mudah dalam perlakuannya. Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Zat yang menyerap disebut adsorben dan zat yang diserap disebut adsorbat. Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi adsorpsi adalah pH larutan, luas permukaan adsorben, jenis dan sifat adsorben, konsentrasi adsorbat, ukuran molekul adsorbat, temperatur, waktu kontak, dan pengocokan.

Proses adsorpsi terjadi dari interaksi antara ion logam dengan gugus fungsional yang terdapat pada bagian adsorben, dengan adanya interaksi pembentukan kompleks [5]. Adsorben yang dapat digunakan yaitu mempunyai banyak gugus hidroksil dan amida untuk bisa mengadsorpsi ion logam, salah satunya yaitu kitin.

Salah satu metode adsorpsi menggunakan biosorben alami adalah biosorpsi. Biosorben dipilih karena merupakan biosorpsi yang dapat digunakan untuk mengurangi limbah logam berat, biosorpsi yang banyak tersedia di alam dan mudah untuk didegradasi adalah kitin. Kitin merupakan polisakarida alami terbanyak kedua di dunia setelah selulosa. Polisakarida (kitin) merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbarui. Menurut Ravikumar [6], dari berbagai macam polisakarida yang telah diidentifikasi, kitin dan

turunannya perlu diperhatikan khusus karena kitin merupakan biosorben yang dapat diperbarui dan mudah terurai. Pada tahun 1811 Henry Brocnot menemukan kitin dari hasil isolasi pada jamur. Kitin merupakan bahan organik dan penyusun utama pada crustaceae, insekta, fungi, mollusca, dan arthropoda. Bahan dasar pembuatan kitin telah banyak didapatkan dari cangkang kepiting, udang, dan lobster. Kandungan kitin pada cangkang arthropoda cukup tinggi yaitu 20-50% [7]. Senyawa kitin atau ( $\alpha(1-4)$ -N-asetil-D-glukosamin) dapat dikatakan sebagai turunan selulosa, dimana gugus asetamida ( $\text{NH-COCH}_3$ ) menggantikan gugus hidroksil pada atom C-2 [8].

Udang merupakan komoditas ekspor non migas yang dapat diandalkan dan bernilai ekonomis tinggi. Udang di Indonesia pada umumnya diekspor dalam bentuk beku yang telah dibuang kepala, ekor dan kulitnya. Sampai saat ini limbah tersebut belum diolah dan dimanfaatkan secara maksimal sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan khususnya bau dan estetika lingkungan yang buruk [9]. Didalam kulit udang mengandung protein (25-40%), kitin (15-20%) dan kalsium karbonat (45-50%). Dengan kandungan tersebut, seharusnya limbah kulit udang yang tidak digunakan tersebut dapat digunakan lebih lanjut. Salah satu pemanfaatan limbah kulit udang adalah sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat pada limbah industri. Kitin yang dihasilkan dari kulit udang dapat digunakan untuk proses adsorpsi logam berat misalnya Cd. Dari proses demineralisasi dan deproteinasi kulit udang dapat dihasilkan kitin[10].

Pada pembentukan kitin terikat silang glutaraldehid dibutuhkan suatu porogen yang dapat membentuk pori dari kitin tersebut. Porogen adalah senyawa yang dapat digunakan untuk pola dan dihilangkan agar membentuk pori. Salah satu porogen yang dapat digunakan adalah NaCl (garam dapur). NaCl adalah salah satu porogen yang sangat umum digunakan untuk pembentukan pori. Penggunaan NaCl sebagai porogen dapat merubah konfirmasi rantai polimer kitin menjadi lebih rigid (kompak) dan sifat kelarutannya dapat berkurang[11].

Pada penelitian ini akan dilakukan uji tiga parameter dalam pengujian terhadap proses adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  menggunakan

adsorben kitin dari limbah kulit udang. Parameter yang digunakan yaitu pH larutan, waktu kontak, dan variasi konsentrasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka pada skripsi ini dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pH terhadap daya adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid?
2. Bagaimana pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi terhadap daya adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kitin di ambil dari kulit udang.
2. Glutaraldehid untuk ikatan silang berasal dari LSIH UB.
3. Pembuatan kitin terikat silang glutaraldehid dilakukan menggunakan bahan dasar kitin.
4. Porogen yang digunakan adalah NaCl.
5. Ion logam yang akan di uji adalah ion logam  $Cd^{2+}$ .

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pH terhadap daya adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid.
2. Mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid.

3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan logam terhadap daya adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah didapatkan hasil yang dapat memberikan informasi tentang pengaruh pH, waktu kontak, dan variasi konsentrasi terhadap proses adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid.





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udang (*Crustacea*) Sebagai Sumber Kitin

Crustacea merupakan kelas dari phylum Arthropoda, yang mempunyai ciri umum bagian tubuh luar yang dilindungi oleh karapaks yang tersusun dari *calcareous* dan kitin, tubuh simetris bilateral [12].

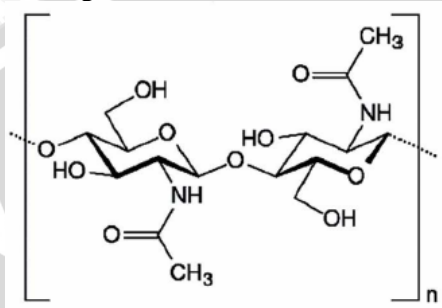
Crustacea adalah filum *Arthropoda* yang sebagian besar hidup di laut dan bernapas dengan insang. Tubuhnya terbagi dalam kepala (*cephalo*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Kepala dan dada bergabung membentuk kepala-dada (*cephalothorax*). Kepalanya biasanya terdiri dari lima ruas yang tergabung menjadi satu. Mereka mempunyai dua pasang antena, sepasang mandibel (*mandible*) atau rahang dan dua pasang maksila (*maxilla*). Beberapa diantaranya digunakan untuk berjalan. Ruas *abdomen* biasanya sempit dan lebih mudah bergerak dari pada kepala dan dada. Ruas-ruas tersebut mempunyai embelan yang ukurannya sering mengecil [13].

Crustacea mempunyai kulit (cangkang) yang keras disebabkan adanya endapan kalsium karbonat pada kutikula. Semua atau sebagian ruas tubuh mengandung apendik yang aslinya biramus. Bernapas dengan insang atau seluruh permukaan tubuh. Kelenjar antena (kelenjar hijau) atau kelenjar *maxilla* merupakan alat ekskresi. Kecuali jenis-jenis tertentu, crustacea pada umumnya dioecious, pembuahan di dalam. Sebagian besar mengerami telurnya. Tipe awal larva crustacea pada dasarnya adalah larva nauplius yang berenang bebas sebagai plankton [14].

### 2.2 Kitin Hasil Isolasi dari Kulit Udang

Kitin ( $C_8H_{13}NO_5$ ) merupakan biopolimer tersusun oleh unit-unit N-asetil-D-glukosamin, dimana ikatan glikosida terdapat pada posisi  $\beta$  (1-4) yang paling banyak dijumpai di alam setelah selulosa. Secara umum kitin merupakan bahan organik utama yang banyak terdapat di eksoskeleton atau kutikula pada kelompok hewan crustaceae, serangga, fungi, dan moluska [9]. Kitin adalah polisakarida yang sangat sukar dilarutkan pada pH netral seperti air

sehingga pelarutan dilakukan dalam suasana asam atau basa. Kitin secara alami berbentuk kristal yang mengandung rantai-rantai polimer berkerapatan tinggi yang terikat satu sama lain dengan ikatan hidrogen yang sangat kuat. Kitin bersifat mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun[15].



**Gambar 2.1** Struktur kitin

Sedangkan spesifikasi umum dari kitin tersaji pada data Tabel 2.1 [16]:

**Tabel 2.1 Spesifikasi Umum Kitin**

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar air	< 10%
2	Nitrogen	< 1%
3	Abu	< 2,5%
4	Derajat Deasetilasi	< 70%
5	pH	7-9
6	Penampakan	Serpihan putih/kekuningan

Kitin memiliki kombinasi sifat khas seperti bioaktivitas, biodegradabilitas dan sifat liat, sehingga merupakan jenis polimer yang menarik dan dapat dimanfaatkan diberbagai bidang industri, misalnya bidang pangan, pertanian, mikrobiologi, penanganan air limbah, industri-industri kertas, tekstil, kosmetika, dan lain-lain [17].



### 2.3 Kadmium (Cd)

Kadmium memiliki nomor atom 48 dan memiliki massa atom sebesar 112,40. Warna dari kadmium itu sendiri adalah putih keperakan dengan titik lebur 320,9 °C dan titik didih sebesar 767 °C, kadmium yang terlarut dalam air membentuk ion logam  $Cd^{2+}$ . Kegunaan dari kadmium itu sendiri adalah sebagai adsorpsi neutron pada reaktor nuklir, lampu warna, pewarna, layar pendar fluor, pelapis anti karet, semi konduktor, logam yang titik leburnya rendah, sel sumber listrik. Ion logam  $Cd^{2+}$  banyak didapat pada limbah jenis pertambangan logam yang tercampur Cd, Pb, dan Zn, yang berupa sedimen maupun di dalam air minum [18].

Ion logam kadmium  $Cd^{2+}$ , tidak larut dalam basa, logam yang cukup aktif, jika dipanaskan akan membentuk asam coklat CdO, larut dalam alkohol dan asam  $HNO_3$  pekat [19].

### 2.4 Adsorpsi

Suatu proses penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain disebut *adsorpsi*. Zat yang menyerap disebut adsorben dan zat yang diserap disebut adsorbat. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik menarik molekul – molekul dipermukaan adsorben dapat. Proses adsorpsi akan berlangsung terus menerus sampai mencapai sistem kesetimbangan yaitu antara konsentrasi yang tinggal di dalam larutan dengan konsentrasi yang diadsorpsi oleh adsorben [20]. pH larutan, luas permukaan adsorben, jenis dan sifat adsorben, konsentrasi adsorbat, ukuran molekul adsorbat, temperatur dan waktu kontak merupakan faktor – faktor yang mempengaruhi adsorpsi.

Penelitian yang meneliti tentang adsorpsi kitin telah banyak dilakukan misalnya, Purnasiwi, dkk [21] meneliti adsorpsi Ca(II) menggunakan kitin. Pada penelitian tersebut, digunakan konsentrasi Ca(II) 20, 100, 200, 300, 400, 500, 600 ppm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi adsorbat maka semakin tinggi pula jumlah logam yang dapat teradsorpsi oleh kitin yaitu 4,55; 21,04; 43,04; 51,61; 57,82; 56,32; dan 58,03 mg/g.

Selain Purnasiwi dkk, ada juga Xiong [22] telah meneliti tentang adsorpsi logam  $Cd^{2+}$  menggunakan kitin dengan berbagai variasi pH (pH 3,5 – 6,5). Adsorpsi maksimum ion logam  $Cd^{2+}$  pada

kitin dalam penelitian Xiong yaitu 93,3 mg/g pada pH 5,41. Mengacu pada penelitian tersebut, kitin dapat dikatakan sebagai suatu adsorben yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam dengan baik.

## 2.5 Crosslinking

Agen ikat silang dapat meningkatkan stabilitas kimia dari kitosan dalam aplikasinya terhadap media asam. Agen ikat-silang yang umum digunakan adalah senyawa epoksi, glutraldehid, dan formaldehid. Agen ikat-silang lainnya yang memiliki tingkat toksisitasnya rendah yaitu genipin, epichlorohydrin, dan etilen glycoldiamin[23].

Pada umumnya ikat-silang dibedakan menjadi 2 yaitu, ikat-silang fisika (*physical crosslinking*) dan ikat-silang kimia (*chemical crosslinking*). Ikat-silang kimia dapat terjadi melalui ikatan kovalen maupun ion. Ikat-silang fisika terdiri dari ikatan ikat-silang yang labil secara termal, yakni ikatan yang putus oleh pemanasan dan mengikat kembali setelah pendinginan[24].

## 2.7 Koagulasi

Koagulasi adalah penggumpalan partikel koloid akibat penggabungan partikel koloid yang bermuatan sehingga membentuk partikel yang lebih besar. Koagulan adalah bahan yang menyebabkan koagulasi. Beberapa contoh bahan koagulan adalah khitin/khitosan, resin, biji kelor (*Moringa oleifera*), enceng gondok (*Eichhomia crassipes*) yang diaktivasi, dan azolla (*Azolla sp.*) yang diaktivasi[20].

## 2.8 Porogen

Porogen adalah senyawa yang dapat digunakan untuk pola dan dihilangkan agar dapat membentuk pori. Porogen berfungsi mengontrol ukuran pori membran berdasarkan ukuran partikel dari porogen itu sendiri. Sifat dari bahan yang dijadikan porogen yaitu, bersifat inert, pelarut organik, dan termasuk senyawa garam. Pemilihan jenis porogen harus mudah larut dalam monomer dan agen

ikat silang (*Croslingked*), dapat melakukan pemisahan secara bertahap pada proses polimerisasi monomer, dan tidak mudah larut dalam media pendispersi[25].

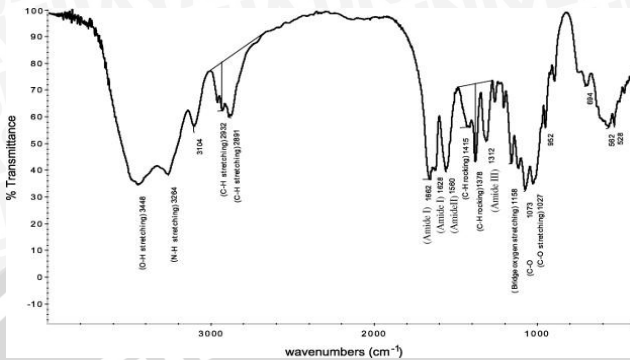
## 2.9 Spektrofotometer Inframerah (IR) Kitin

Untuk melakukan analisis kimia dan penetapan struktur dapat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometer inframerah. Prinsip metode ini didasarkan pada prinsip vibrasi molekul yang terjadi didaerah infra merah dari spektrum elektromagnetik dan gugus fungsi yang mempunyai ciri frekuensi yang khas [6]. Berikut ini adalah tabel beberapa daerah pita serapan pada spektrum inframerah dari senyawa kitin [26]:

**Tabel 2.2 Gugus fungsi kitin**

Gugus Fungsi	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )
	Kitin
OH	3448
N-H ulur	3300-3250
C-H ulur	2891,1
C=O ulur	1680-1660
N-H bengkok	1560-1530
CH <sub>3</sub>	1419,5
C-O-C	1072,3
N-H kibasan	750-650

Sedangkan spektra IR kitin secara lengkap seperti tersaji pada Gambar 2.2 [27]:



**Gambar 2.2** Spektra IR Kitin

## 2.10 Penentuan Ion Logam $\text{Cd}^{2+}$ dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Suatu metode analisis kimia yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom bebas yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*) disebut Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Terjadinya eksitasi elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi (*excited state*) disebabkan oleh adanya penyerapan radiasi. Pengurangan intensitas radiasi sebanding dengan jumlah atom yang menyerap energi tersebut. Dengan mengukur intensitas radiasi yang diserap, maka konsentrasi unsur di dalam cuplikan dapat ditentukan [28].

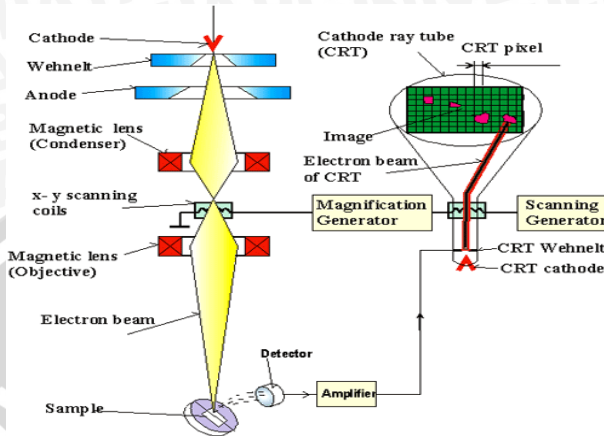
Perubahan unsur dalam larutan menjadi atom-atomnya dilakukan dengan menyempotkan larutan ke dalam nyala. Mula-mula larutan dikabutkan (dalam sistem pengkabutan), kemudian dimasukkan dalam nyala (dalam sistem pembakar). Pada sistem pengabut, larutan ditarik melalui kapiler dengan penghisapan pancaran gas bahan bakar dan oksidan, kemudian disempotkan ke ruang pengkabutan. Pada ruang pengkabut ini larutan direduksi menjadi titik-titik kabut yang halus, sedangkan titik kabut yang besar dialirkan melalui saluran pembuangan. Secara umum, rangkaian proses dalam spektrofotometer serapan atom yaitu lampu katoda berongga menghasilkan berkas radiasi resonansi dan dilewatkan pada nyala (pembakar). Pada pembakar, sampel, dan oksidan yang membentuk kabut bercampur dengan gas pembakar dan menghasilkan atom. Radiasi diabsorpsi oleh atom-atom pada

keadaan dasar dan sebagian lainnya akan diteruskan ke monokromator. Monokromator akan mengisolasi garis resonansi yang dikehendaki kemudian diteruskan ke detektor dan detektor akan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Selanjutnya, amplifier akan memperbesar arus listrik yang terjadi untuk menggerakkan alat baca dan akhirnya hasil pembacaan akan dicatat oleh recorder [29].

## 2.11 Scanning Electron Microscopy (SEM)

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah sebuah instrumentasi yang bekerja menggunakan sinar, menghasilkan hamburan elektron berenergi tinggi dan membentuk sinyal yang berinteraksi dengan permukaan sampel. Interaksi tersebut dapat memberikan informasi tentang tekstur morfologi eksternal, struktur kristal, dan komposisi kimia yang membentuk sampel [31]. Pada instrumentasi ini terdapat dua bagian utama yaitu kolom elektron dan detektor elektron. Kolom elektron berfungsi menarik berkas elektron yang terdapat dibagian atas kolom melalui sebuah anoda yang kemudian dikondensasikan oleh lensa kondensor. Lensa objektif didasar kolom akan membentuk sebuah titik yang terfokus menuju sampel. Tekanan yang terdapat di dalam kolom elektron mencapai  $1 \times 10^{-6}$  torr. Sedangkan detektor kolom berfungsi menangkap atau mengumpulkan sinyal yang terbentuk dari kolom elektron menuju sampel sehingga dapat terlihat gambaran struktur permukaan sampel. Gambaran yang dihasilkan berupa tampilan tiga dimensi dikarenakan kedalaman yang sangat tinggi mencapai puluhan micrometer pada perbesaran 103-104 kali (**Gambar 2.3**)[32].





**Gambar 2.3 SEM (Scanning Electron Microscopy)**

## 2.12 Prinsip Kerja SEM

Prinsip dari *Scanning Electron Microscopy* (SEM) berdasar pada pengamatan material dengan cara menembakkan elektron berenergi tinggi (10 keV) oleh pistol elektron dibagian permukaan sampel. Sinar elektron akan difokuskan menuju sampel melalui sebuah lensa magnetik sehingga terjadi pemindaian (*scanning*) yang dapat diarahkan oleh koil pemindai. Sampel akan mengeluarkan elektron sekunder ketika elektron mengenai sampel dan akan meradiasikan emisi elektron Auger, sinar x, dan *backscattering* dari elektron utama, kemudian masuk ke detektor dan diteruskan ke monitor. Hasil emisi yang berbeda tersebut akan memberikan gambaran lengkap mengenai sampel, salah satunya melalui analisa elektron sekunder yang menghasilkan gambaran topografi. Emisi elektron sekunder sangat sensitif untuk menggambarkan topografi. Berkumpulnya elektron pada detektor akan menghasilkan gambar sampel yang diperbesar[33].

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang dan Pt. Petro Kimia Gresik yang akan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2014.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah labu ukur (pyrex) 25, 50, dan 1000 mL, pipet tetes, pengaduk magnetik 3 cm dan 2 cm, gelas kimia (pyrex) 100, 250, dan 1000 mL, gelas ukur (pyrex) 100 mL, pipet ukur, gelas arloji 76 mm dan 100 mm, neraca analitik (summit series SI-234), mortar, bola hisap, desikator (IWAKI pyrex), kertas saring what man 42, botol semprot, pengocok elektrik (Compactstar CS 4 Centrifuge "VWR Brand"), oven (memmert), pH-meter (metrohm), dan Spektrofotometer *FT-IR*, AAS, SEM.

##### **3.2.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan yaitu kulit udang, NaOH Pa, HCl 37%, ion logam  $Cd^{2+}$ , glutaraldehid, NaCl Pa,  $HNO_3$  65% dan akuades.

#### **3.3 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Peparasi kitin terikat silang glutaraldehid
2. Penentuan pH optimum
3. Penentuan lama kontak optimum
4. Penentuan kapasitas adsorpsi kitin terikat silang glutaraldehid terhadap ion logam  $Cd^{2+}$
5. Analisa data

#### **3.4 Prosedur Kerja**

### 3.4.1 Preparasi Kitin

Pada percobaan ini yang dilakukan pertama kali adalah ditimbang kulit udang sebanyak 100 g, kemudian dicuci dengan air hingga bersih, kemudian dioven pada temperatur 40°C selama 3 jam. Kulit udang yang sudah bersih dan kering ditumbuk dengan mortar hingga halus. Kulit udang yang telah di tumbuk selanjutnya diayak dengan ayakan 120 mesh dan serbuk kulit udang yang lolos dari ayakan 120 mesh diayak kembali dengan ayakan 150 mesh. Serbuk kulit udang yang tertampung pada ayakan 150 mesh digunakan sebagai bahan baku pada penelitian ini.

### 3.4.2 Preparasi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

Kitin ditimbang sebanyak 10 g dan dimasukkan kedalam gelas kimia 1 L. Kemudian ditambah 2,5 g NaOH Pa. Kemudian di aduk selama 30 menit. Kemudian campuran ditambah glutaraldehid sebanyak 18 mL dan ditambah NaCl Pa sebanyak 5 g, kemudian diaduk pada temperatur 40 °C selama 5 jam menggunakan stirer. Campuran dibiarkan sampai dingin kemudian dicuci dengan air bebas ion sampai pH sesuai dengan pH air. Campuran dibiarkan kering pada udara terbuka selama 30 menit kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 70 °C sampai kering. Kemudian didesikator sampai dingin.

### 3.4.3 Pembuatan Kurva Baku Ion Logam $Cd^{2+}$

Larutan ion logam  $Cd^{2+}$  100 mg/L dipipet 10 mL dan dimasukkan dalam labu takar 100 mL. Kemudian ditambah aquades hingga tanda batas, kemudian dikocok hingga homogen. Larutan kadmium 10 ppm dipipet sebanyak 5 sampel yaitu 1,5; 3,0; 4,5; 6,0, dan 7,5 mL masing-masing berkonsentrasi 0,6; 1,2; 1,8; 2,4, dan 3,0 ppm. Larutan kadmium yang dipipet dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan dengan aquades hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen. Masing-masing variasi konsentrasi larutan dimasukkan kedalam botol sampel, setelah itu ditambahkan 1 mL  $HNO_3$  untuk pengukuran absorbansi larutan kadmium menggunakan alat spektrofotometer serapan atom. Kurva ini

digunakan untuk menentukan konsentrasi ion logam  $Cd^{2+}$  setelah proses adsorpsi.

#### **3.4.4 Penentuan Pengaruh pH pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam $Cd^{2+}$**

Larutan ion logam  $Cd^{2+}$  1000 ppm dipipet 20 mL kedalam gelas kimia 100 mL. Kemudian dilakukan variasi pH (2,3,4,5 dan 6). Setelah itu diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan pelarut yang mempunyai pH sama. Dari perlakuan tersebut didapatkan larutan ion logam  $Cd^{2+}$  200 ppm.

Kemudian larutan ion logam  $Cd^{2+}$  200 ppm dipipet sebesar 25 mL dan dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL. Ditambah adsorben kitin 0,1 g. Kemudian distirer selama 2 jam. Setelah itu di sentrifugasi sampai terbentuk endapan di bawah dan filtrat di atas. Setelah itu dipisahkan filtrat dan endapan.

Kemudian filtrat dipipet sebesar 4 mL dan dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL. Kemudian ditambah  $HNO_3$  sebesar 4 tetes. Setelah itu diencerkan pada labu takar 50 mL. Setelah itu, sampel ion logam  $Cd^{2+}$  tersebut diuji nilai absorbansinya dengan menggunakan AAS. Perlakuan tersebut dilakukan secara triplo.

#### **3.4.5 Penentuan Pengaruh Waktu Kontak pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam $Cd^{2+}$**

Larutan ion logam  $Cd^{2+}$  1000 ppm dipipet 20 mL kedalam gelas kimia 100 mL. Kemudian ditambahkan HCl sampai pH optimum (pH 4). Setelah itu diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan pelarut yang mempunyai pH sama. Dari perlakuan tersebut didapatkan larutan ion logam  $Cd^{2+}$  200 ppm dengan pH optimum.

Dipipet larutan ion logam  $Cd^{2+}$  200 ppm sebesar 25 mL dan dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL. Kemudian ditambahkan adsorben kitin 0,1 g. Kemudian di stirer selama 20, 40, 60, 80, 100, 120 dan 140 menit. Kemudian disentrifugasi sampai terbentuk endapan dibawah dan filtrat di atas. Setelah itu dipisahkan filtrat dengan endapan.



Filtrat dipipet sebesar 4 mL ditambah  $\text{HNO}_3$  4 tetes. Kemudian diencerkan pada labu takar 50 mL. Setelah itu sampel ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  yang didapat diuji absorbansinya dengan menggunakan AAS. Perlakuan tersebut dilakukan secara triplo.

### **3.4.6 Penentuan Pengaruh Konsentrasi pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam $\text{Cd}^{2+}$**

Larutan ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  1000 ppm dipipet 20 mL kedalam gelas kimia 100 mL. Kemudian dilakukan variasi pH (2,3,4,5 dan 6). Setelah itu diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan pelarut yang mempunyai pH sama. Dari perlakuan tersebut didapatkan larutan ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  200 ppm.

Kemudian larutan ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  200 ppm dipipet sebesar 25 mL dan dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL. Ditambah adsorben kitin 0,1 g. Kemudian distirer selama waktu kontak optimum. Setelah itu di sentrifugasi sampai terbentuk endapan di bawah dan filtrat di atas. Setelah itu dipisahkan filtrat dan endapan.

Kemudian filtrat dipipet sebesar 4 mL dan dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL. Kemudian ditambah  $\text{HNO}_3$  sebesar 4 tetes. Setelah itu diencerkan pada labu takar 50 mL. Setelah itu, sampel ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  tersebut diuji nilai absorbansinya dengan menggunakan AAS.

Perlakuan tersebut dilakukan secara triplo dan dilakukan pada variasi konsentrasi sebesar 140, 150, 160, 170, 180, dan 200 ppm.

### **3.4.7 Analisis Data**

Penentuan kondisi optimum adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  dan kapasitas adsorpsi kitin terikat silang glutaraldehid disajikan dalam tiga grafik, yaitu:

- ◇ Variasi pH larutan terhadap adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  (mg/g)
- ◇ Variasi lama kontak terhadap adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  (%)
- ◇ Variasi konsentrasi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  terhadap adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  (mg/g)

Persen ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  teradsorpsi dapat dihitung melalui persamaan:



Persen  $Cd^{2+}$  Teradsorpsi

$$= \frac{\text{mg sebelum adsorpsi} - \text{mg setelah adsorpsi}}{\text{mg sebelum adsorpsi}} \times 100\%$$

$$Q_c = \frac{(C_o - C_s) \times V}{W} \text{ mg/g}$$

dimana,  $C_o$  = konsentrasi  $Cd^{2+}$  sebelum adsorpsi (ppm)

$C_s$  = konsentrasi  $Cd^{2+}$  setelah adsorpsi (ppm)

$V$  = volume larutan total  $Cd^{2+}$  (L)

$W$  = berat adsorben (g)

$Q_c$  = Jumlah  $Cd^{2+}$  teradsorpsi

### 3.4.8 Penentuan Gugus Fungsi IR dan Derajat Deasetilasi dari Kitin

Kulit udang dapat diuji secara kuantitatif dengan perhitungan derajat deasetilasi (DD). Penentuan DD dihitung berdasarkan spektra IR yang dihasilkan. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan absorbansi gugus amida dan gugus hidroksil yang diperoleh dari persen transmitan spektra IR dengan persamaan:

$$A = \log \frac{P_0}{P}$$

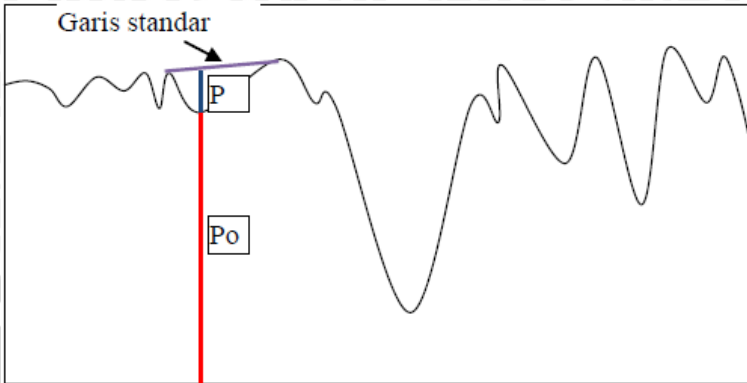
dimana:

$A$  = absorbansi

$P_0$  = intensitas awal

$P$  = intensitas akhir

Spektra IR  $P_0$  diperoleh dengan mengukur *baseline* hingga puncak spektra, sedangkan  $P$  diukur dari puncak hingga garis standar seperti yang ditunjukkan pada sketsa spektra IR berikut :



**Gambar 3.1** Spektra IR Penentuan Derajat Deasetilasi Kitin dengan Metode *Baseline*

### 3.4.9 Perhitungan persamaan Regresi Linier dan Koefisien Korelasi

Persamaan regresi linier digunakan untuk membuat kurva baku ion logam  $Cd^{2+}$ . Secara umum bentuk persamaan regresi linier adalah  $y = ax + b$ ,  $y$  adalah absorbansi, dan  $x$  adalah konsentrasi ion logam  $Cd^{2+}$  yang terukur. Nilai koefisien  $a$  dan  $b$  dihitung dengan persamaan:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

Adapun koefisien korelasi ditentukan dengan persamaan :

$$R^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

#### 3.4.10 Perhitungan Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan :

$$\bar{X} = \frac{(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)}{n}$$

Keterangan:

X=Nilai rata-rata

X<sub>n</sub>=ulangan ke-n

n=banyaknya ulangan

Standar deviasi dihitung menggunakan persamaan :

$$SD = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - \bar{x})^2$$

$$= \sqrt{\frac{((X1 - \bar{X})^2 + (X2 - \bar{X})^2 + (Xi - \bar{X})^2)}{N-1}}$$

Keterangan:

SD = nilai standart deviasi

X = nilai rata-rata

Xi = ulangan ke-n

N = banyaknya ulangan

### 3.4.11 Analisa RAL dan Uji BNT

Data yang diperoleh dianalisa untuk mengetahui pengaruh dari tiap perlakuan dengan uji F pada taraf nyata 5%. Apabila ada perbedaan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan nilai optimum, dengan pola analisis yang disajikan pada Tabel 2.3.

**Tabel 3.1 Analisa RAL dan Uji BNT**

pH	Ulangan % Cd <sup>2+</sup> Teradsorpsi			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>		
B					
C					
Total				Y <sub>u</sub>	

Untuk uji ada tidaknya pengaruh pH, waktu kontak, dan variasi konsentrasi maka dilakukan uji F dengan cara sebagai berikut:

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=2}^n Y_{ij} \right)^2}{pxn}$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

$$JK_{\text{total}} = \sum_{i=2}^p \sum_{j=2}^n Y_{ij}^2 - FK$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = \sum_{i=1}^p \left( \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2$$

$$JK_{\text{galat}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}}$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) Setiap Sumber Keragaman

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}}$$

$$KT_{\text{galat}} = \frac{KT_{\text{galat}}}{dB_{\text{galat}}}$$

Jumlah kuadrat total perlakuan dan galat yang telah diketahui, dibuat tabel analisis variasi seperti yang disajikan pada Tabel 2.4

**Tabel 3.2 Analisis Variasi**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	P-1	JK <sub>p</sub>	KT <sub>p</sub>	KT <sub>p</sub> /KT <sub>g</sub>	-
Galat	P(n-1)	JK <sub>g</sub>	KT <sub>g</sub>		
Total	Pn-1				

Keterangan : P = banyaknya perlakuan  
 n = banyaknya ulangan  
 dB = Derajat bebas

Untuk menghitung beda nyata tiap perlakuan, maka dibuat hipotesis nol (H<sub>0</sub>) dan hipotesis alternatif (H<sub>1</sub>) sebagai berikut :

H<sub>0</sub> : tidak ada pengaruh perlakuan

$H_1$  : minimal 1 pasang perlakuan menunjukkan perbedaan

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, berarti ada perbedaan nyata perlakuan dan dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT).

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima, berarti tidak ada perbedaan nyata perlakuan dan tidak dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT).

1. Menentukan BNT

$$BNT_{5\%} = t_{(0,05, n)} \sqrt{KTG \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

2. Menghitung beda rata-rata antar perlakuan

3. Menarik kesimpulan :

a. jika  $BNT (\alpha) < (X_A - X_B)$  berarti ada beda nyata

b. jika  $BNT (\alpha) > (X_A - X_B)$  berarti tidak ada beda nyata





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Preparasi Adsorben Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

Adsorben kitin diperoleh dari hasil kulit udang yang telah dimurnikan dengan dua tahap yaitu proses deproteinasi dan proses demineralisasi. Deproteinasi yaitu proses untuk menghilangkan kandungan protein dalam kulit udang. Sedangkan pada tahap demineralisasi untuk menghilangkan mineral dan kalsium yang terkandung didalam serbuk kulit udang tersebut. Kitin terikat silang glutaraldehid dilakukan dua uji yaitu uji kualitatif dan uji kuantitatif, untuk uji kualitatif dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri inframerah yang bertujuan untuk mengetahui gugus-gugus fungsional dari kitin terikat silang glutaraldehid. Sedangkan untuk uji kuantitatif dilakukan perhitungan derajat deasetilasi.

Untuk dapat mengetahui apakah sama gugus fungsi dari kitin kulit udang dengan literatur yang sudah ada dapat dilakukan uji Spektrofotometer inframerah (IR). Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

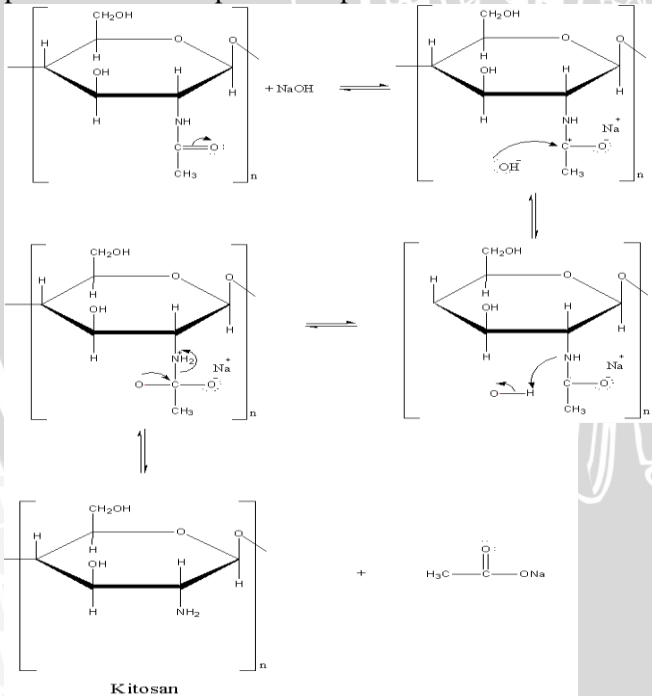
**Tabel 4.1 Data Spektra IR Kitin Hasil Isolasi dari Kulit udang dan Kitin berdasarkan literatur yang ada**

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	
	Kitin Literatur*	Kitin Hasil Isolasi
Vibrasi ulur -OH	3448,72	3444,63
Vibrasi ulur $\text{CH}_3$	2924,09	2931,60
Vibrasi ulur C-H	2854,65	2883,38
Vibrasi ulur C=O	1658,78	1662,88
Vibrasi tekuk N-H	1558,48	1548,73
Vibrasi ulur C-N	1311,59	1317,79

Dari Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa masih menunjukkan adanya perbedaan kitin dari kulit udang dengan literatur. Serapan gugus -OH pada kitin kulit udang muncul pada bilangan gelombang  $344,63 \text{ cm}^{-1}$ . Sedangkan pada puncak serapan bilangan gelombang  $2931,60 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2883,38 \text{ cm}^{-1}$  terdapat vibrasi ulur C-H dan vibrasi ulur  $\text{CH}_3$ . Serapan lain, yaitu pada bilangan

gelombang 1662, 88  $\text{cm}^{-1}$  terdapat vibrasi ulur C=O yang menandakan adanya gugus asetil. Vibrasi tekuk N-H berada pada bilangan gelombang 1548,73  $\text{cm}^{-1}$ . Dan pada bilangan gelombang 1317,79 menunjukkan vibrasi ulur C-N yang juga merupakan bukti keberadaan gugus asetil dari senyawa kitin. Dari data- data tersebut dapat disimpulkan bahwa kitin kulit udang hampir sama dengan literatur kitin.

Pembuatan kitin terikat silang glutaraldehid dengan menambahkan NaOH, penambahan NaOH tersebut berfungsi untuk untuk mengubah sebagian gugus asetamida menjadi amina yang dinamakan dekan proses deasetilasi, namun proses ini masih belum bisa dikatakan sebagai proses deasetilasi keseluruhan, karena untuk memecah ikatan rangkap pada proses deasetilasi dibutuhkan suhu yang tinggi, sedangkan pada penelitian ini hanya digunakan 40 °C saja dalam proses pencampurannya sehingga masih ada sebagian gugus asetamida yang belum terpecah membentuk amina. Untuk proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.

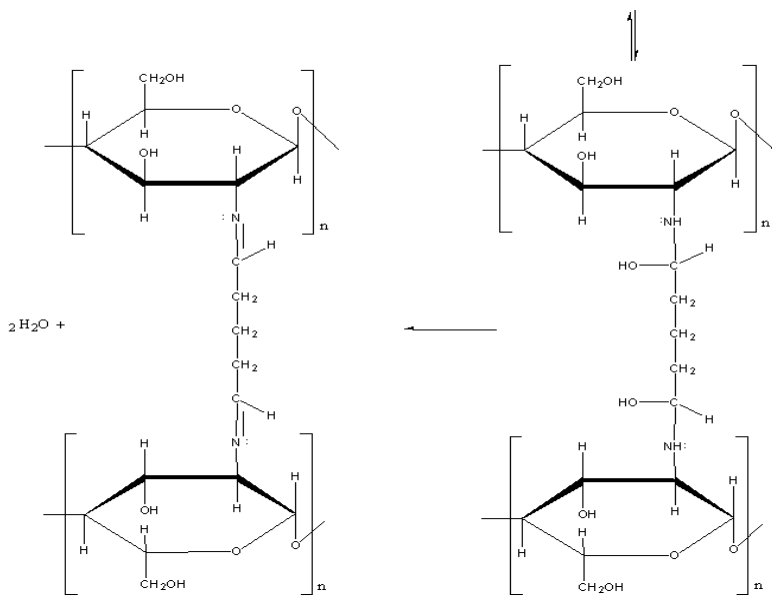
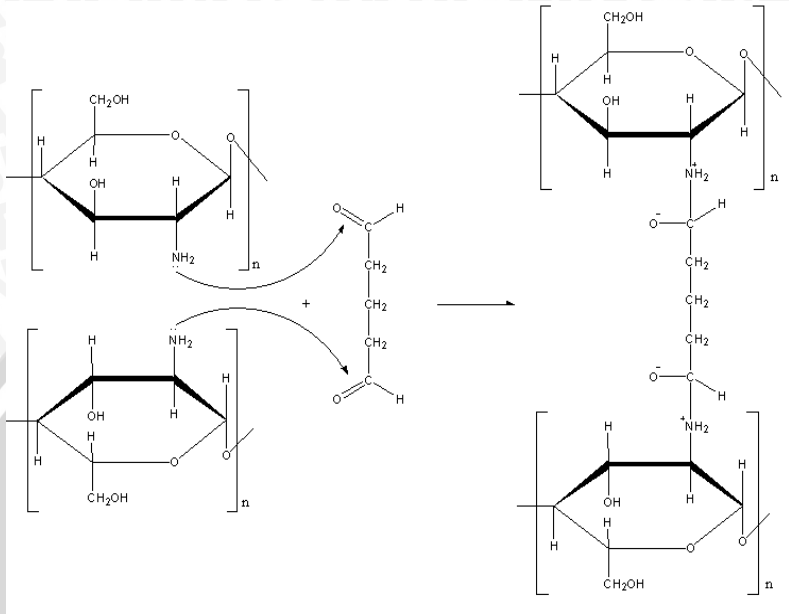


**Gambar 4.1** Mekanisme Deasetilasi

Pada Gambar 4.1 tersebut adalah mekanisme terpecahnya gugus asetamida dan membentuk amina, namun karena pemanasan yang dilakukan hanya 40 °C, maka masih ada gugus asetamida yang masih belum terpecah membentuk amina, oleh karena itu masih dikatakan kitin bukan kitosan.

Kemudian ditambahkan glutaraldehid, dimana penambahan glutaraldehid ini bertujuan sebagai agen ikat silang (*Crosslinking*), dikarenakan penelitian ini melakukan pembentukan pori pada kitin, maka dibutuhkan agen ikat silang (*Crosslinking*) agar pori yang dibentuk tetap dalam kondisi stabil atau tidak rusak. Kemudian ditambahkan NaCl, penambahan NaCl berfungsi sebagai porogen, dengan demikian suatu kitin dapat terbentuk porinya, karena fungsi dari porogen itu sendiri adalah sebagai pengontrol ukuran pori membran. Kitin yang dihasilkan berwarna coklat keputihan dan berbentuk serbuk. Reaksi pembentukan kitin terikat silang glutaraldehid dapat dilihat pada Gambar 4.2.



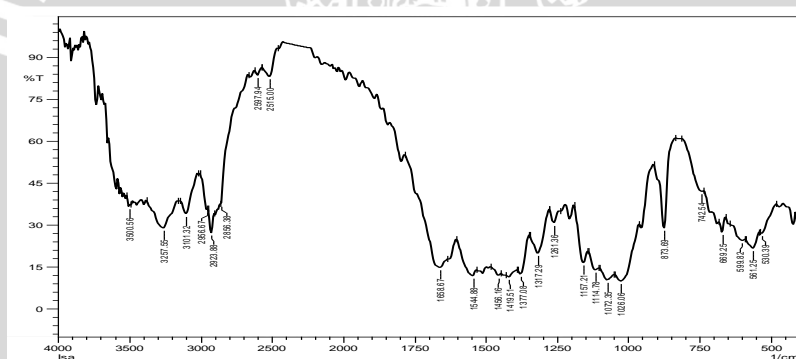


**Gambar 4.2** Mekanisme Reaksi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid



Reaksi pembentukan kitin terikat silang glutaraldehid pada Gambar 4.2, adalah mekanisme yang terjadi pada gugus amina atau gugus yang aktif mengikat glutaraldehid. Sebenarnya pada mekanisme yang terjadi masih terdapat gugus asetamida yang terkandung didalamnya, hal tersebut dapat dibuktikan pada Gambar 4.3, dari gambar tersebut dapat ditentukan derajat deasetilasinya. Derajat deasetilasi dari spektra inframerah kitin terikat silang glutaraldehid sebesar 46, 53%. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa spektra tersebut adalah sama dengan kitin, karena derajat deasetilasi dari kitin sebesar < 70%.

Kitin yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi dengan spektrofotometer inframerah untuk mengetahui gugus fungsi yang ada dalam serbuk kitin terikat silang glutaraldehid, dan untuk memastikan bahwa produk tersebut merupakan kitin terikat silang glutaraldehid. Gambar Spektra dari kitin dapat dilihat pada Gambar 4.3.

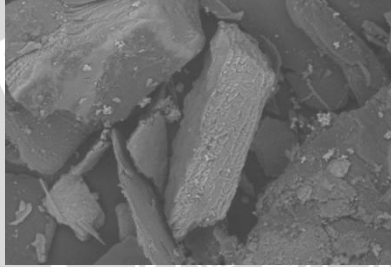


**Gambar 4.3** Spektra inframerah gabungan kitin dan kitin terikat silang glutaraldehid

Dari spektra pada Gambar 4.3 dapat diketahui serapan – serapan yang terjadi pada kitin terikat silang glutaraldehid. Pada bilangan gelombang  $3500,56 \text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus hidroksil sedangkan pada bilangan gelombang  $2956,67 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2856,38 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur  $\text{CH}_3$  dan C-H. Pada bilangan  $1658,67$  terdapat adanya gugus C=N. Gugus C=N pada spektra tersebut menunjukkan bahwa telah dihasilkan kitin terikat silang glutaraldehid. Karena pada gugus-gugus yang terdapat pada kitin tidak terdapat gugus C=N pada strukturnya. Reaksi yang terjadi antara gugus amida pada kitin dan gugus karbonil yang dimiliki oleh

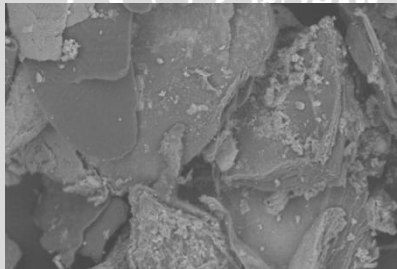
glutaraldehid menyebabkan terbentuknya gugus C=N. Adanya gugus C=N tersebut adalah sebagai bukti berikatan dengan glutaraldehid.

Salanjutnya dilakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Dilakukannya uji SEM ini untuk melihat morfologi dari kitin terikat silang glutaraldehid, dan dari uji SEM dapat diketahui pula ukuran pori yang terbentuk. Untuk bentuk morfologi kitin sebelum terikat silang glutaraldehid dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Bentuk Morfologi Kitin sebelum terikat silang glutaraldehid

Sedangkan bentuk morfologi kitin terikat silang glutaraldehid dapat dilihat dari Gambar 4.5:

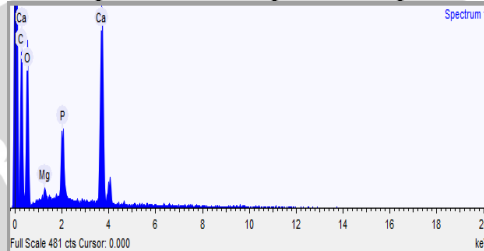


**Gambar 4.5** Bentuk Morfologi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

Berdasarkan hasil uji SEM yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa bentuk morfologi kitin terikat silang glutaraldehid lebih beraturan dibandingkan dengan kitin yang belum terikat silang glutaraldehid. Hal tersebut dikarenakan gugus asetamido ( $\text{NH-COCH}_3$ ) akan melepaskan gugus asetil ( $-\text{OCH}_3$ ), dan digantikan oleh gugus glutaraldehid pada saat penambahan NaOH

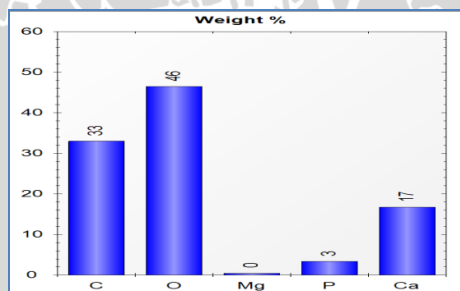
dan glutaraldehid. Adanya gugus glutaraldehid ditandai dengan adanya bentuk bintik putih pada permukaan kitin.

Setelah dilakukannya uji SEM, dilakukan juga karakterisasi dari kitin kulit udang dengan EDX untuk mengetahui kandungan unsur logam pada kitin. Spektra EDX dapat dilihat pada Gambar 4.6.



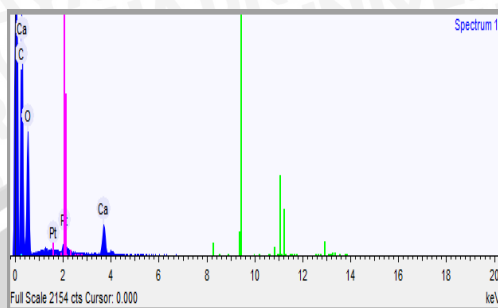
**Gambar 4.6** Spektra EDX Kitin Sebelum Terikat Silang Glutaraldehid

Dari spektra EDX pada Gambar 4.6 tersebut dapat disimpulkan bahwa kitin yang belum terikat silang glutaraldehid mengandung beberapa unsur non logam yaitu O (46%), Ca(3%), Pt(1%) dan C (50%). Unsur Karbon dan Oksigen lebih dominan dibandingkan unsur lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat diketahui pada grafik EDX pada Gambar 4.7.



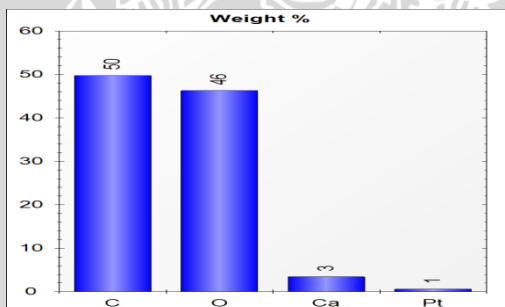
**Gambar 4.7** Grafik EDX Presentase Kandungan Unsur dalam Kitin Sebelum Terikat Silang Glutaraldehid

Sedangkan pada kitin terikat silang glutaraldehid hasil uji EDX untuk mengetahui berbagai macam unsur yang terkandung didalamnya. Spektra EDX kitin terikat silang glutaraldehid pada Gambar 4.8.



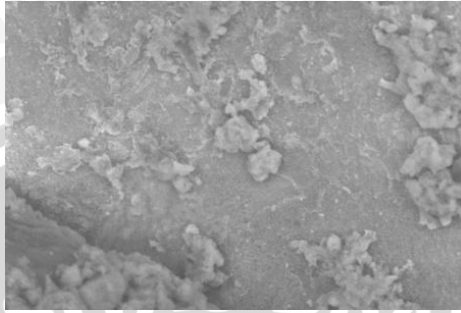
**Gambar 4.8** Spektra EDX Kitin Setelah Terikat Silang Glutaraldehyd

Dari Gambar 4.8 dapat disimpulkan bahwa kitin terikat silang glutaraldehyd mengandung beberapa unsur non logam, yaitu O (46%), Ca (17%), P (3%), Mg (0%), dan C(33%). Perbedaan dengan kitin kulit udang yaitu adanya unsur non logam baru yang terkandung didalamnya yaitu magnesium (Mg) dan fosfor (P). Untuk lebih jelasnya dapat dibuktikan pada grafik EDX pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Grafik EDX Presentase Kandungan Unsur Kitin Setelah Terikat Silang Glutaraldehyd

Untuk dapat mengetahui perbedaan bentuk morfologi kitin terikat silang glutaraldehyd sebelum dan sesudah mengadsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  dapat dilakukan uji karakterisasi SEM-EDX. Bentuk kitin terikat silang glutaraldehyd yang telah menyerap ion logam  $Cd^{2+}$  dapat dilihat pada Gambar 4.10.



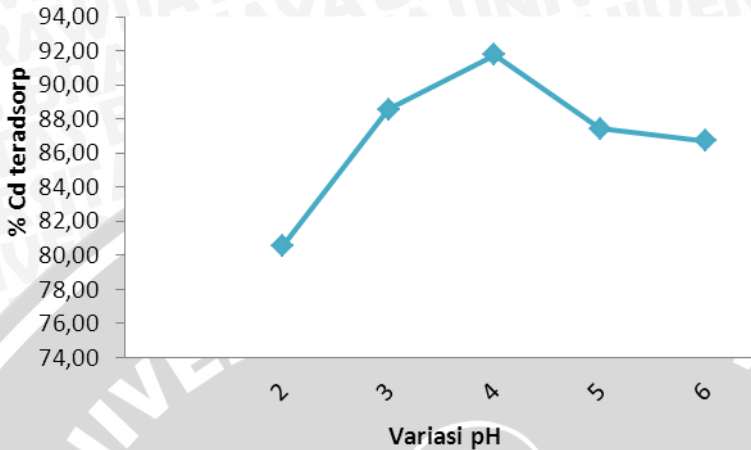
**Gambar 4.10** Bentuk Morfologi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Setelah Mengikat Ion Logam  $Cd^{2+}$  dalam Larutan

Semakin rapatnya bintik putih pada permukaan kitin terikat silang glutaraldehid yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 membuktikan bahwa ion logam  $Cd^{2+}$  berikatan dengan gugus asetil ( $-OCH_3$ ) pada struktur kitin.

#### **4.2 Penentuan Pengaruh pH pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam $Cd^{2+}$**

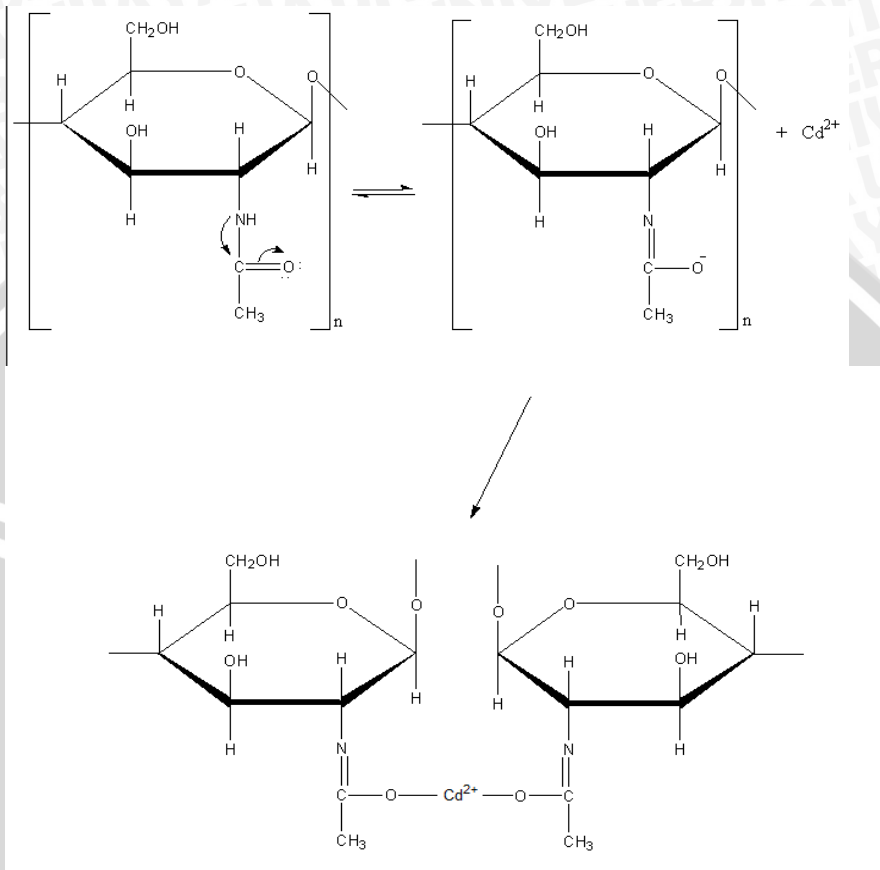
Penentuan pengaruh pH terhadap adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  menggunakan adsorben kitin terikat silang glutaraldehid dilakukan variasi pH 2, 3, 4, 5, dan 6 dengan waktu kontak masing-masing 120 menit, dilakukan pada waktu kontak sebesar 120 menit karena untuk mengetahui besarnya daya adsorpsi kitin terikat silang glutaraldehid pada waktu kontak terbesar yang telah kami lakukan. Hubungan antara pH terhadap persen ion logam  $Cd^{2+}$  teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.11.





**Gambar 4.11** Kurva hubungan variasi pH terhadap persen ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  teradsorp kitin terikat silang glutaraldehid.

Berdasarkan pada Gambar 4.11 terlihat bahwa terjadi peningkatan dari pH 2 sampai pH 4, hal tersebut dikarenakan banyaknya ion  $\text{H}^+$  dalam larutan. Keberadaan ion  $\text{H}^+$  dalam larutan dapat menyebabkan terjadinya persaingan antara ion  $\text{H}^+$  dengan ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  untuk berikatan dengan pasangan elektron bebas pada kitin terikat silang glutaraldehid yaitu elektron bebas dari  $-\text{O}-$  pada gugus amida. Sedangkan pada pH 5 – pH 6 terlihat persen ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  teradsorp menurun, hal ini juga dikarenakan ion  $\text{H}^+$  juga mengalami penurunan dengan kata lain perubahan gugus amida yang bermuatan negatif pada adsorben dan pada adsorbat berubah dengan bertambahnya pH, yang awalnya ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  menjadi  $\text{Cd}(\text{OH})^+$ . Hal ini menunjukkan ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  masih dapat larut dalam bentuk  $\text{Cd}(\text{OH})^+$ . Perubahan adsorben dan adsorbat ini menyebabkan interaksi menjadi lemah sehingga ion  $\text{Cd}^{2+}$  yang teradsorpsi mengalami penurunan. Untuk mekanisme dari adsorpsi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12** Mekanisme Adsorpsi Ion Logam Cd<sup>2+</sup>

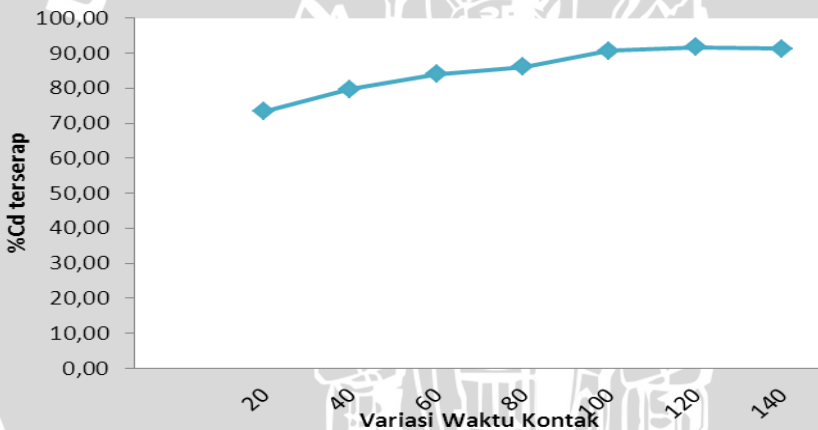
Pada Gambar 4.12 adalah mekanisme yang terjadi pada gugus aktif dari pengikat ion logam Cd<sup>2+</sup> saja. Gugus tersebut adalah gugus asetonida yang terkandung dalam kitin.

Dari hasil perhitungan uji statistik (pada lampiran) diperoleh hasil nilai  $F_{hitung}$  sebesar (102693,0725) persen ion logam Cd<sup>2+</sup> teradsorpsi lebih besar dari  $F_{tabel}$  (3,48) yang telah dilakukan pada taraf nyata 0,05. Hal ini dapat diartikan bahwa pH memiliki perbedaan nyata terhadap persen ion logam Cd<sup>2+</sup> teradsorpsi. Untuk uji BNT yang telah dilakukan, perlakuan pada variasi pH 2 dan 6 memiliki beda nyata pada persen ion logam Cd<sup>2+</sup> teradsorpsi, hal tersebut dapat dilihat dari persen ion logam Cd<sup>2+</sup> terserap yaitu pada

pH 2 sebesar 80,5866%, dan pada pH 6 sebesar 86,7042. Untuk analisis pada pH 3, 4, dan 5 tidak memiliki beda nyata, rata-rata persen ion logam  $Cd^{2+}$  teradsorp pada pH 3 sebesar 88,5748%, pada pH 4 sebesar 91,7456%, dan pada pH 5 sebesar 87,4114%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pH optimum yaitu pH 4.

### 4.3 Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi ion logam $Cd^{2+}$ oleh Adsorben Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

Suatu proses adsorpsi akan dipengaruhi oleh waktu kontak antara adsorben kitin terikat silang glutaraldehid dengan larutan ion logam  $Cd^{2+}$  pada pH optimum yaitu pada pH 4, variasi waktu kontak yang telah dilakukan yaitu pada 20, 40, 60, 80, 100, 120, dan 140 menit. Hubungan antara waktu kontak dengan persen ion logam  $Cd^{2+}$  terserap dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13** Kurva pengaruh variasi waktu kontak terhadap persen  $Cd^{2+}$  teradsorpsi

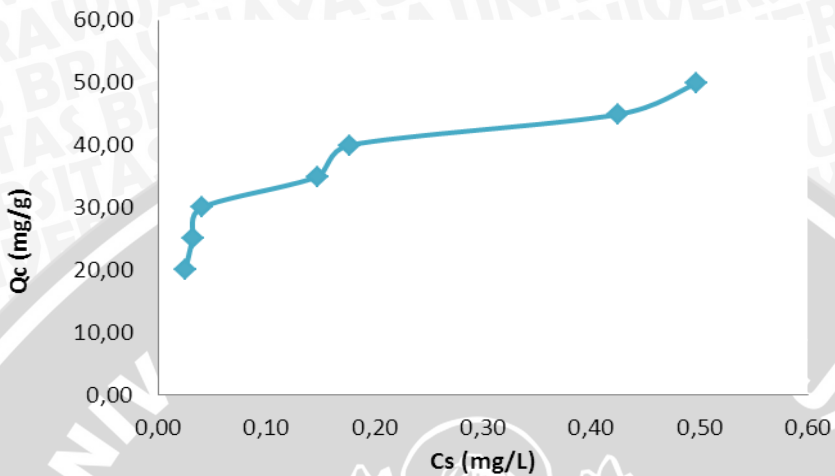
Terlihat dari hasil kurva pada Gambar 4.13 bahwa terjadi peningkatan dari waktu kontak 20 sampai 120 menit. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor kesetimbangan dari kemampuan adsorpsi kitin terikat silang glutaraldehid terhadap ion logam  $Cd^{2+}$  yang tersisa dalam larutan, sehingga mencapai kestabilan antara pengikatan antar ion. Pada saat mencapai kesetimbangan, akan terjadi penurunan pada grafik. Hal tersebut dikarenakan kitin terikat silang

glutaraldehyd tidak mengikat ion logam  $Cd^{2+}$  lagi, karena permukaan kitin terikat silang glutaraldehyd sudah terpenuhi oleh ion logam  $Cd^{2+}$ , hal tersebut dapat dilihat pada menit ke 140 menit yang terjadi penurunan persen penyerapan, yaitu dari 91,64 (120 menit) menjadi 91,26 (140 menit). Hal tersebut juga dapat dikarenakan waktu kontak yang dilakukan sudah melebihi ambang batas daya adsorpsi, dimana ikatan elektrostatis yang terjadi antara gugus amida sebagai gugus aktif pada kitin terikat silang glutaraldehyd dengan ion logam  $Cd^{2+}$  akan terganggu, sehingga terjadi penurunan persen penyerapan.

Dari hasil perhitungan pada (Lampiran), telah diperoleh hasil perhitungan  $F_{hitung}$  (31378,493) lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  (2,85) pada taraf nyata sebesar 0,05. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa percobaan variasi waktu kontak pada persen ion logam  $Cd^{2+}$  terserap memiliki beda nyata. Dari hasil uji BNT pada waktu kontak 20, 40, 60, 80, 100, dan 140 menit memiliki beda nyata pada persen Cd teradsorp. Sedangkan pada waktu kontak 120 menit tidak memiliki beda nyata yaitu dengan nilai persentase sebesar 91,64%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum adalah 120 menit.

#### **4.4 Penentuan Pengaruh Konsentrasi pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehyd Terhadap Ion Logam $Cd^{2+}$**

Penentuan variasi konsentrasi pada larutan ion logam  $Cd^{2+}$  dilakukan untuk dapat mengetahui pengaruh daya adsorpsi kitin terikat silang glutaraldehyd pada ion logam  $Cd^{2+}$ , variasi konsentrasi dilakukan pada pH optimum dan waktu kontak optimum yaitu pada pH 4 dan waktu kontak 60 menit. Variasi konsentrasi yang dilakukan adalah 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200. Hubungan antara konsentrasi dengan jumlah ion logam  $Cd^{2+}$  teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.14** Kurva hubungan konsentrasi sisa ( $C_s$ ) ion logam  $Cd^{2+}$  terserap dengan jumlah  $Cd^{2+}$  teradsorp ( $Q_c$ )

Adsorpsi kitin terikat silang glutaraldehid pada ion logam  $Cd^{2+}$  berbanding terbalik dengan bertambahnya konsentrasi ion logam  $Cd^{2+}$ , dengan kata lain setiap bertambahnya konsentrasi ion logam  $Cd^{2+}$  pada larutan, maka akan terjadi penurunan daya adsorpsi. Hal tersebut dikarenakan situs aktif/pori pada kitin terikat silang glutaraldehid telah mencapai titik optimum dalam mengadsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$ .

Dari hasil perhitungan pada (Lampiran), telah diperoleh hasil perhitungan  $F_{hitung}$  (64729,217) lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  (3,11) pada taraf nyata sebesar 0,05. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa percobaan variasi konsentrasi 140, 150, 160, 170, 180, dan 200 pada persen ion logam  $Cd^{2+}$  terserap memiliki beda nyata. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi konsentrasi sangat berpengaruh pada daya adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$ . Pada jumlah ion logam  $Cd^{2+}$  teradsorpsi paling tinggi pada konsentrasi 200 ppm yaitu sebesar 49,88 mg/g. Seharusnya yang dicari pada variasi konsentrasi ini adalah besar kapasitas adsorpsi, namun karena semua data yang didapat beda nyata sehingga masih belum didapatkan besar kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsorpsi adalah suatu titik dimana pada saat penambahan konsentrasi, sudah tidak lagi terjadi peningkatan jumlah adsorpsi ( $Q_c$ ).



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Kitin terikat silang glutaraldehid memiliki bentuk morfologi lebih rapat dibandingkan dengan kitin kulit udang biasa, dan derajat deasatilasi dari kitin terikat silang glutaraldehid mengalami penurunan yaitu dari 35,35% menjadi 8,7294%.
- Kondisi optimum terjadi pada pH 4 dengan adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  sebesar 91,75%, dan waktu kontak terjadi pada menit ke-120 menit dengan jumlah adsorpsi sebesar 91,64%.
- Kapasitas Konsentrasi terjadi pada 200 ppm dengan jumlah adsorpsi sebesar 49,88 mg/g.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan agen pengikat silang yang lain, supaya mengetahui kemampuan kitin dalam mengikat logam.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmono, 1995, **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**, UI-press, Jakarta
- [2] Berman, E., 1980, **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**, Heyden, UK, pp. 67, 94, 172
- [3] Hammer, M.J., 1986, **Water and Wastewater Technology**, Prentice-Hall Int. Inc., New Jersey
- [4] Volesky, B., 1987, **Biosorbent for Metal Recovery**, Tibtech, 5, pp. 96-101
- [5] Stum, W., and Morgan, J.J., 1996, **Aquatic Chemistry**, John, Wiley and Sons, New York
- [6] Ravikumar, M. N. V., 2000, **A Review of Chitin and Chitosan Application**, Reactive and Functional Polymers, Vol. 46, Hal. 1-27
- [7] Daintith, J., 1994, **Kamus Lengkap Kimia**, Alih Bahasa: Suminar Achmadi, Erlangga, Jakarta
- [8] Pujiastuti, P. 2001, **Kajian Transformasi Khitin Menjadi Khitosan Secara Kimiawi dan Enzimatik**. Seminar Nasional Jurusan Kimia, Surakarta, 13 Oktober 2001, Jurusan Kimia FMIPA UNS
- [9] Anonim, 2006, *Industri Kitin: Dari limbah menjadi bernilai tambah*, Departemen Kelautan dan Perikanan RI, <http://www.dkp.go.id/content>, diakses pada 25 November 2007.
- [10] Suhardi, 1992, *Buku monograf khitin dan khitosan*, PAU UGM, Yogyakarta.
- [11] Mei L., D. Hua, J. Ma, X. Wang, Y. Yang, J. Liu, 2012, **Preparation, characterization and evaluation of chitosan macroporous for potential application in skin tissue engineering**, *International J. Biological Macromolecules*, **51**: 992– 997

- [12] Suwignyo, S. 1989. *Avertebrata* Air. Bogor. Lembaga Sumberdaya Informasi. IPB
- [13] Nontji. 2002. *Laut Nusantara*. Jakarta : Djambatan.
- [14] Ghufron, M.B. 1997. *Potensi Budidaya Udang*. Bina Tjipta, Jakarta
- [15] Rochima, E. (2007). **Karakterisasi Kitin dan Kitosan Asal Limbah Rajungan Cirebon Jawa Barat. Buletin Teknologi hasil Perikanan**. 10(1) Institute Pertanian Bogor.
- [16] Subasinghe S. (1999). **Chitin from Shellfish Waste; Health, Benefits over Shadowing industrial Uses**. *Info Fish International*. No.3: p 58-65.
- [17] Savitha, V. dan Timothy, J.S. (1997). **Chitosan Membrane Interaction And Their Propable Role in Chitosan – Medicated Transfection**. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 27, 265-267
- [18] Palar, H., 1994, **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**, PT. Reneka Cipta, Jakarta
- [19] Missler, G.J., and D.A. Tarr, 1991, **Inorganic Chemistry**, Pretince Hall Inc., New York, Hal.183
- [20] Nursyamsi, D. 2010, **Penelitian Pengembangan Teknologi Pemanfaatan Bahan Koagulan (Khitin/khitosan, Azolla, dan Eneeng Gondok) dan Adsorben Alami (Arang dan Limbah Teh) untuk Menurunkan Kadar Logamlogam Karsinogenik (Cr, Ni, Cu dan Zn) Umbah (air Hingga > 50% uRtuk Air Irigasi**, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian: Jawa Tengah

- [21] Adha, P., Darjito, dan Khunur, M. M., 2013, **Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi Pada Adsorpsi Ca(II) Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*)**, Skripsi, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya, Malang
- [22] Xiong, C., 2010, **Adsorption of Cadmium(II) by Chitin**, *J. Chem. Soc. Pak*, Vol. 32, No. 4, Hal. 429-435
- [23] Miras J., S. Vílchez, C. Solans, and J. Esquena, 2013, **Chitosan macroporous foams obtained in highly concentrated emulsions as templates**, *J. Colloid and Interface Science*, **410**: 33–42
- [24] Stevens, M. P. 1989. **Kimia Polimer**. Terjemahan oleh Lis Sopyan. 2007. Jakarta : Pradnya Paramita
- [25] Silverstein, M.S., N.R. Cameron and M.A. Hilmyer, 2011, **Porous Polymers**, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Canada
- [26] Rahayu, L. H., dan Purnavita, S., 2007, **Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk Adsorben Ion Logam Merkuri**, *Reaktor* Vol.11 No.1, 45-49
- [27] Khopkar, S. M., 2003, **Konsep Dasar Kimia Analitik**, UI Press, Jakarta, hal. 216-217
- [28] Nur, 2001, **Teori Dasar SSA**, BTKL Surabaya, Surabaya
- [29] Sugiharto, E., 1982, **Spektrofotometri Serapan Atom**, Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta
- [30] Aziz, V., 2007, **Analisis Kandungan Sn, Zn, dan Pb dalam Susu Kental Manis Kemasan Kaleng secara Spektrofotometri Serapan Atom**, Skripsi, Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Ilmu Kimia dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta



- [31] Egerton, R.F., 1993,**Physical Principal of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM**, Springer, Canada
- [32] Lee, R.E., 1993,**Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis**, Prentice-Hall, New-Jersey
- [33] Gauglitz, G. and T. Vo-Dinh, 2003,**Handbook of Spectroscopy, Vol 1**, Wiley-VCH Verlag, Weinheim



## Lampiran A

### Skema Kerja

#### A.1 Pembuatan Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

Kitin	<ul style="list-style-type: none"><li>ditimbang sebanyak 10 gram</li><li>dimasukkan dalam gelas kimia 1 L</li><li>ditambahkan 600 mL NaOH 0,07 N</li><li>diaduk selama 30 menit menggunakan stirer</li></ul>
Campuran kitin	<ul style="list-style-type: none"><li>ditambah glutaraldehid 18 ml</li><li>ditambahkan 5 gram NaCl Pa</li><li>diaduk pada temperatur 40 °C selama 5 jam menggunakan stirer.</li></ul>
Kitin-Glutaraldehid	<ul style="list-style-type: none"><li>dibiarkan dingin</li><li>disaring menggunakan kertas saring what-man</li><li>residu dicuci dengan akuades sampai pH sama dengan pH akuades</li><li>dibiarkan kering selama 30 menit</li><li>dikeringkan dalam oven pada temperatur 110 °C hingga berat konstan</li><li>didesikator sampai dingin</li><li>dimasukkan botol sampel</li></ul>
Hasil	

## A.2 Preparasi larutan Induk Ion Logam $Cd^{2+}$ 1000 ppm

Ion Logam  $Cd^{2+}$

- ditimbang 1 gram
- dimasukkan gelas kimia 100 ml
- ditambah sedikit HCl
- dipindah ke labu ukur 1 L
- ditambah aquades hingga tanda batas
- dikocok hingga homogen
- disimpan dalam botol

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  1000 ppm

## A.3 Preparasi larutan stok 100 ppm

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  1000 ppm

- dipipet sebanyak 10 ml
- dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml
- ditambah aquades hingga tanda batas
- dikocok hingga homogen
- disimpan dalam botol

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  100 ppm

## A.4 Preparasi larutan baku 10 ppm

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  100 ppm

- dipipet sebanyak 10 ml
- dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml
- ditambah aquades hingga tanda batas
- dikocok hingga homogen
- disimpan dalam botol

Larutan Ion Logam  $Cd^{2+}$  10  
ppm

### A.5 Preparasi larutan standar

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  10 ppm

dipipet sebanyak 3, 6, 9, 12 dan 15 mL

masing-masing volume dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml  
ditambah aquades hingga tanda batas  
dikocok hingga homogen  
disimpan dalam botol

Larutan Ion Logam  $Cd^{2+}$  standar 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,0 ppm

### A.6 Penentuan kurva baku

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  standar

dimasukkan ke dalam botol sampel  
diukur absorbansinya menggunakan SSA  
dibuat kurva baku

Hasil

## A.7 Penentuan Pengaruh pH pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam Cd<sup>2+</sup>

Larutan Ion Logam Cd <sup>2+</sup> 1000 ppm	dipipet 20 ml ke dalam gelas kimia di tambahkan HCl sampai pH menjadi 2 diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan pH yang sama
Larutan Ion Logam Cd <sup>2+</sup> 200 ppm pH 2	diambil 25 mL dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL ditambah adsorben kitin 0,1 gram distirer selama 2 jam disentrifugasi sampai terbentuk endapan di bawah dan filtrat di atas dipisahkan filtrat dengan endapan
Filtrat	dipipet sebanyak 4 mL ditambah HNO <sub>3</sub> 4 tetes diencerkan 50 mL
Sampel Ion Logam Cd <sup>2+</sup>	dimasukkan botol sampel diukur konsentrasi larutan ion logam Cd <sup>2+</sup> sisa dengan SSA
Konsentrasi Ion Logam Cd <sup>2+</sup> sisa	

\*variasi pH yang digunakan 2, 3, 4, 5, dan 6

\*proses pengukuran dilakukan secara triplo



## A.8 Preparasi Penentuan Pengaruh Waktu Kontak pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam $Cd^{2+}$

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  1000 ppm

- dipipet 20 ml ke dalam gelas kimia
- di tambahkan HCl sampai pH menjadi optimum
- diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan pH yang sama

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  200 ppm pH  
optimum

- diambil 25 mL
- dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL
- ditambah adsorben kitin 0,1 gram
- distirer selama 20 menit
- disentrifugasi sampai terbentuk endapan di bawah dan filtrat di atas
- dipisahkan filtrat dengan endapan

Filtrat

- dipipet sebanyak 4 mL
- ditambah  $HNO_3$  4 tetes
- diencerkan 50 mL

Sampel Ion Logam  
 $Cd^{2+}$

- dimasukkan botol sampel
- diukur konsentrasi larutan Ion Logam  $Cd^{2+}$  sisa dengan SSA

Konsentrasi Ion  
Logam  $Cd^{2+}$  sisa

\*variasi waktu kontak yang digunakan adalah 20, 40, 60, 80, 100, 120, dan 140 menit

\*proses pengukuran dilakukan secara triplo

## A.9 Preparasi Penentuan Pengaruh Konsentrasi pada Daya Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid Terhadap Ion Logam $Cd^{2+}$

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  1000 ppm

- dipipet 20 ml ke dalam gelas kimia
- di tambahkan HCl sampai pH menjadi optimum
- diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan pH yang sama

Larutan Ion Logam  
 $Cd^{2+}$  200 ppm pH  
optimum

- diambil 25 mL
- dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL
- ditambah adsorben kitin 0,1 gram
- distirer selama waktu kontak optimum
- disentrifugasi sampai terbentuk endapan di bawah dan filtrat di atas
- dipisahkan filtrat dengan endapan

Filtrat

- dipipet sebanyak 4 mL
- ditambah  $HNO_3$  4 tetes
- diencerkan 50 mL

Sampel Ion Logam  
 $Cd^{2+}$

- dimasukkan botol sampel
- diukur konsentrasi larutan ion logam  $Cd^{2+}$  sisa dengan SSA

Konsentrasi Ion  
Logam  $Cd^{2+}$  sisa

\*variasi konsentrasi ion logam  $Cd^{2+}$  yang digunakan adalah 80, 100, 120, 140, 160, 180, dan 200 ppm

\*proses pengukuran dilakukan secara triplo

## Lampiran B

### Preparasi Larutan

#### Lampiran B.1 Pembuatan Larutan Induk Ion Logam Cd<sup>2+</sup> 100 ppm

Pembuatan larutan ion logam Cd<sup>2+</sup> 1000 ppm sebanyak 1000 mL dibuat dari padatan ion logam Cd<sup>2+</sup> berdasarkan perhitungan berikut:

$$1 \text{ g ion logam Cd}^{2+} \text{ dalam } 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ ppm}$$

$$0,1 \text{ g ion logam Cd}^{2+} \text{ dalam } 1000 \text{ mL} = 100 \text{ ppm}$$

Massa kadmium yang dibutuhkan untuk membuat ion logam Cd<sup>2+</sup> 100 ppm adalah 0,1 g dalam 1000 mL

#### Lampiran B.2 Pembuatan Kurva Baku Ion Logam Cd<sup>2+</sup>

##### Lampiran B.2.1 Pembuatan Larutan Ion Logam Cd<sup>2+</sup> 100 ppm

Pembuatan larutan ion logam Cd<sup>2+</sup> 100 ppm sebanyak 100 mL dibuat dari larutan stok ion logam Cd<sup>2+</sup> 1000 ppm berdasarkan perhitungan berikut:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Larutan ion logam Cd<sup>2+</sup> 1000 ppm yang dibutuhkan untuk membuat 100 mL ion logam Cd<sup>2+</sup> 100 ppm adalah 10 mL.

##### Lampiran B.2.2 Pembuatan Larutan Baku 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,0 ppm

Pembuatan Larutan ion logam Cd<sup>2+</sup> 0,6 ppm sebanyak 50 mL dibuat dari larutan ion logam Cd<sup>2+</sup> 10 ppm berdasarkan perhitungan berikut:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0,6 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

Volume larutan ion logam Cd<sup>2+</sup> 10 ppm yang diperlukan untuk membuat ion logam Cd<sup>2+</sup> 0,6 ppm adalah 3 mL. Perhitungan volume ion logam Cd<sup>2+</sup> 10 ppm yang digunakan untuk membuat ion logam Cd<sup>2+</sup> 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,0 ppm dihitung dengan rumus yang sama. Untuk pembuatan ion logam Cd<sup>2+</sup> 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,0 ppm membutuhkan ion logam Cd<sup>2+</sup> 100 ppm berturut-turut 6, 9, 12, 15

### Lampiran B.3 Pembuatan Larutan NaOH 0,07 N sebanyak 1000 mL

Pembuatan larutan NaOH 0,07 N dari padatan NaOH (Mr : 40 mg/mmol) berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N &= M \times \text{Valensi} \\ 0,07 \text{ N} &= 0,07 \text{ M} \times 1 \end{aligned}$$

Massa NaOH 0,07 N dalam 1000 mL:

$$M_{\text{NaOH}} = \frac{\text{mol NaOH}}{V_{\text{NaOH}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol NaOH} &= M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \\ &= 0,07 \text{ mmol/mL} \times 1000 \text{ mL} \\ &= 70 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= \text{mol NaOH} \times \text{Mr NaOH} \\ &= 70 \text{ mmol} \times 40 \text{ mg/mmol} \\ &= 2800 \text{ mg} \\ &= 2,8 \text{ g} \end{aligned}$$

Massa NaOH yang dibutuhkan untuk membuat larutan NaOH 0,07 N sebanyak 1000 mL adalah 2,8 g.

### Lampiran B.5 Pembuatan Larutan HCl 1 M

Pembuatan larutan HCl 1M sebanyak 100 mL dilakukan dengan membuat dari larutan induk yang diencerkan. Larutan induk berupa HCl 37%, d: 1,19 g/mL, dan Mr: 36,4609 g/mol dengan perhitungan sebagai berikut:

$$M_{\text{HCl}} = \frac{37 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1,19 \text{ g/mL}}{36,4609 \text{ g/mol}}$$

$$M_{\text{HCl}} = 0,01208 \text{ mol/mL}$$

$$M_{\text{HCl}} = \frac{1,208 \text{ mol}}{100 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$M_{\text{HCl}} = 12,08 \text{ mg/mL}$$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{100 \text{ mL} \times 1 \text{ mg/mL}}{12,08 \text{ mg/mL}} \\ &= 8,278 \text{ mL} \end{aligned}$$

Volume HCl 37% yang diperlukan untuk membuat HCl 1 M sebanyak 100 mL adalah 8,278 mL.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





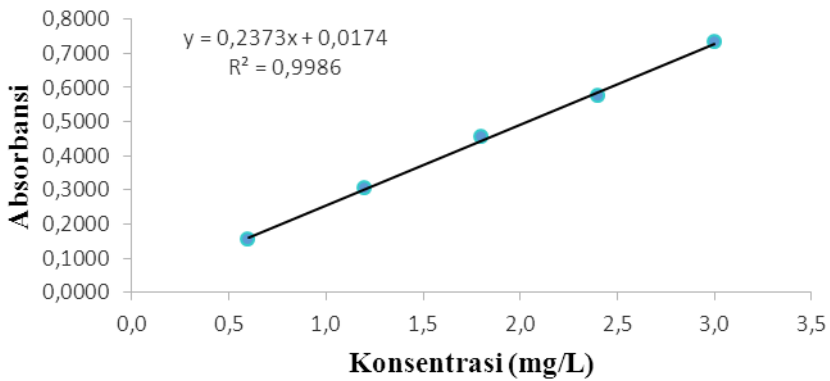
## Lampiran C.

### Pembuatan Kurva Baku Ion Logam Cd<sup>2+</sup>

#### C.1 Data Kurva Baku

**Tabel C. 1** Tabel Kurva Baku

Konsentrasi standard (mg/L)	absorbansi standard
0,6	0,1564
1,2	0,3031
1,8	0,4558
2,4	0,5751
3,0	0,7322



**Gambar C. 1** Kurva Baku

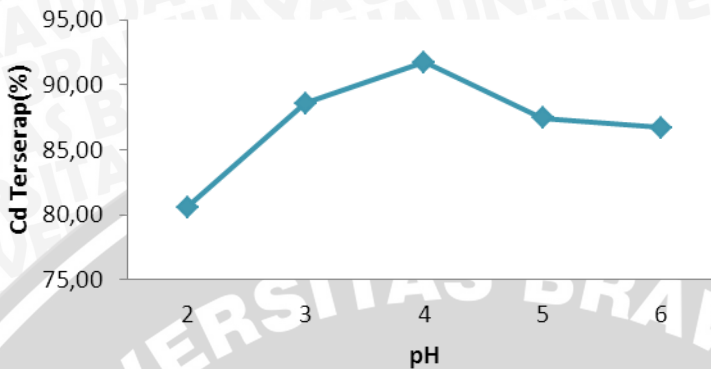
## Lampiran D.

### Penentuan pH Optimum

#### D.1 Data pH Optimum

**Tabel D. 1** Penentuan pH Optimum

pH	Absorbansi	Massa Sisa Logam Cd (mg)	Cd <sup>2+</sup> Terserap (%)	Rata-rata Cd Terserap (%)
6	0,5232	0,6661	86,69	86,70
	0,5226	0,6653	86,70	
	0,5218	0,6642	86,72	
5	0,4956	0,6297	87,41	87,41
	0,4952	0,6292	87,42	
	0,4962	0,6305	87,40	
4	0,3316	0,4138	91,73	91,75
	0,3308	0,4127	91,75	
	0,3306	0,4125	91,76	
3	0,4518	0,5721	88,57	88,57
	0,4510	0,5710	88,59	
	0,4516	0,5718	88,57	
2	0,5693	0,9691	80,63	80,59
	0,5709	0,9719	80,57	
	0,5715	0,9729	80,55	



**Gambar D. 1** Pengukuran Adsorpsi ion logam  $Cd^{2+}$  terhadap Variasi pH

## D. 2 Uji Statistik

**Tabel D. 2** Data Variasi pH

pH	$Cd^{2+}$ Terserap (%)	Rata-rata $Cd^{2+}$ Terserap (%)
6	86,69	86,70
	86,70	
	86,72	
5	87,41	87,41
	87,42	
	87,40	
4	91,73	91,75
	91,75	
	91,76	
3	88,57	88,57
	88,59	
	88,57	
2	80,63	80,59
	80,57	
	80,55	

**1. Perhitungan Faktor Koreksi**

$$FK = \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{pxn} = 113546,7859$$

**2. Perhitungan Jumlah Kuadrat**

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK \\ &= (86,69^2 + 86,70^2 + \dots + 80,55^2) - FK \\ &= 199,1745 \end{aligned}$$

$$JK \text{ perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^p \left( \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{n} - FK = 199,1695$$

$$\begin{aligned} JK \text{ galat} &= JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \\ &= 199,1743 - 199,1695 \\ &= 0,00485 \end{aligned}$$

**3. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)**

$$KT \text{ perlakuan} = \frac{JK \text{ perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} = 49,7923$$

$$KT \text{ galat} = \frac{JK \text{ galat}}{dB \text{ galat}} = \frac{0,00485}{10} = 0,000485$$

**4. Perhitungan Nilai  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$**

$$F_{hitung} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = 102693,0725$$

$$F_{tabel} (f_1, f_2) = (4, 10) \text{ pada taraf beda nyata } \alpha = 5\% = 3,48$$

**Tabel D. 3** Analisa Sidik Ragam Satu Arah Penentuan pH

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	4	199,16955	49,79239	102693,07	3,48
Galat	10	0,0048487	0,000485		
Total	14	199,174398	49,79287221		

$F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, yaitu ada perbedaan yang nyata dalam perlakuan pH sehingga perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT.

$$\begin{aligned}
 BNT_{5\%} &= t_{(0,05, 10)} \sqrt{KTG\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} \\
 &= 2,228 \cdot \sqrt{0,000485\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)} \\
 &= 0,04006
 \end{aligned}$$

**Tabel D. 4** Selisih antar perlakuan variasi pH

pH	Rata-rata adsorpsi	pH				
		2	3	4	5	6
		Rata-rata adsorpsi				
		80,59	88,57	91,75	87,41	86,70
2	80,59	0				
3	88,57	7,98*	0			
4	91,75	11,16*	3,18*	0		
5	87,41	6,82*	-1,16*	-4,34*	0	
6	86,70	6,11*	-1,87*	-5,05*	-0,71*	0

Keterangan : (\*) = Berbeda nyata pada taraf 5%



## Lampiran E.

### Pengukuran Adsorpsi Ion Logam Cd<sup>2+</sup> terhadap Variasi Waktu E.1 Data Variasi Waktu Kontak

**Tabel E. 1** Tabel Variasi Waktu Kontak

Waktu (menit)	Absorbansi	Massa Cd <sup>2+</sup> sisa (mg)	Cd <sup>2+</sup> terserap (%)	Rata-rata Cd <sup>2+</sup> terserap (%)
20	0,5555	1,3301	73,41	73,35
	0,5570	1,3341	73,33	
	0,5575	1,3354	73,31	
40	0,4374	1,0153	79,71	79,70
	0,4377	1,0161	79,69	
	0,4375	1,0155	79,70	
60	0,3584	0,8047	83,92	83,93
	0,3581	0,8039	83,93	
	0,3577	0,8028	83,95	
80	0,5822	0,7006	85,99	86,03
	0,5801	0,6978	86,05	
	0,5804	0,6982	86,04	
100	0,4092	0,4700	90,60	90,59
	0,4098	0,4708	90,59	
	0,4101	0,4712	90,58	
120	0,3738	0,4229	91,55	91,64
	0,3737	0,4227	91,55	
	0,3633	0,4089	91,83	
140	0,3856	0,4386	91,23	91,26
	0,3847	0,4374	91,26	
	0,3834	0,4357	91,29	



**Gambar E. 1** Pengukuran Adsorpsi Ion Logam  $Cd^{2+}$  terhadap Variasi Waktu Kontak

## E. 2 Uji Statistik Pengaruh Variasi Waktu Adsorpsi Ion Logam $Cd^{2+}$

**Tabel E. 2** Tabel Pengaruh Variasi Waktu Kontak Adsorpsi Ion Logam  $Cd^{2+}$

Waktu (menit)	Absorbansi	Massa $Cd^{2+}$ sisa (mg)	$Cd^{2+}$ terserap (%)	Rata-rata $Cd^{2+}$ terserap (%)
20	0,5555	1,3301	73,41	73,35
	0,5570	1,3341	73,33	
	0,5575	1,3354	73,31	
40	0,4374	1,0153	79,71	79,70
	0,4377	1,0161	79,69	
	0,4375	1,0155	79,70	
60	0,3584	0,8047	83,92	83,93
	0,3581	0,8039	83,93	
	0,3577	0,8028	83,95	
80	0,5822	0,7006	85,99	86,03
	0,5801	0,6978	86,05	
	0,5804	0,6982	86,04	

100	0,4092	0,4700	90,60	90,59
	0,4098	0,4708	90,59	
	0,4101	0,4712	90,58	
120	0,3738	0,4229	91,55	91,64
	0,3737	0,4227	91,55	
	0,3633	0,4089	91,83	
140	0,3856	0,4386	91,23	91,26
	0,3847	0,4374	91,26	
	0,3834	0,4357	91,29	

### 1. Perhitungan Faktor Koreksi

$$FK = \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{pxn} = 152492,31$$

### 2. Perhitungan Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK \\ &= (73,41^2 + 73,33^2 + \dots + 91,29^2) - FK \\ &= 840,86 \end{aligned}$$

$$JK \text{ perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^p \left( \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{n} - FK = 840,80127$$

$$\begin{aligned} JK \text{ galat} &= JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \\ &= 840,86 - 840,80127 \\ &= 0,0625227 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$KT \text{ perlakuan} = \frac{JK \text{ perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} = 140,13354$$

$$KT \text{ galat} = \frac{JK \text{ galat}}{dB \text{ galat}} = 0,0044659$$

4. **Perhitungan Nilai  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$**

$$F_{hitung} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = 31378,493$$

$$F_{tabel}(f_1, f_2) = (5, 12) \text{ pada taraf beda nyata } \alpha = 5\% = 2,85$$

**Tabel E. 3** Analisa Penentuan Variasi Waktu

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	6	840,801265	140,13354	31378,49	2,85
Galat	14	0,062522748	0,0044659		
Total	20	840,8637878	140,13801		

$F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, yaitu ada perbedaan yang nyata dalam perlakuan Variasi waktu sehingga perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT.

$$BNT_{5\%} = t_{(0,05, 14)} \sqrt{KTG \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$= 2,145 \cdot \sqrt{0,004466 \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right)}$$

$$= 0,1170406$$

**Tabel E. 4** Selisih antar perlakuan variasi waktu

Variasi Waktu (menit)	Rata-rata adsorpsi	Variasi waktu (menit)						
		20	40	60	80	100	120	140
		Rata-rata adsorpsi						
20	73,35	0	79,70	83,93	86,03	90,59	91,67	91,26
40	79,70	6,35*	0					
60	83,93	10,58*	4,23*	0				
80	86,03	12,68*	6,33*	2,1*	0			
100	90,59	17,24*	10,89*	6,66*	4,56*	0		
120	91,67	17,91*	11,56*	7,33*	5,23*	1,08*	0	
140	91,26	18,32*	11,97*	7,74*	5,64*	0,67*	-0,42*	0

**Lampiran F.**

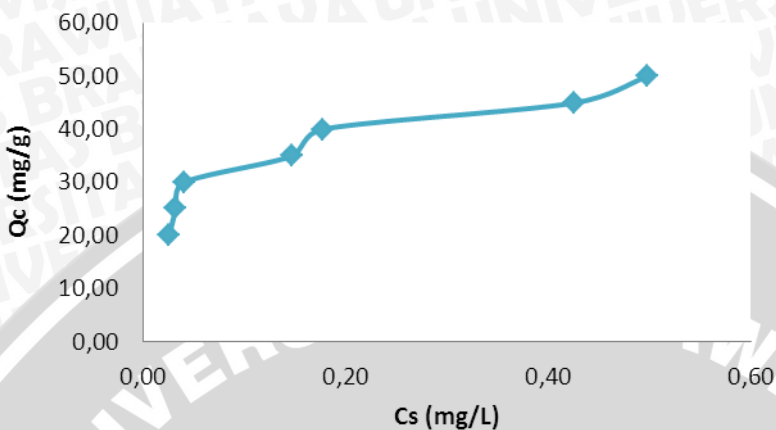
**Pengukuran Adsorpsi Cd<sup>2+</sup> terhadap Variasi Konsentrasi**

**F.1 Data Pengukuran Variasi Konsentrasi**

**Tabel F. 1** Tabel Pengukuran Variasi Konsentrasi

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi	Cs	Rata''	Qc	Rata'' Qc
		(mg/L)	Cs (mg/L)	(mg/g)	(mg/g)
80	0,2494	0,02466	0,03	19,9938	19,99
	0,2472	0,02444		19,9939	
	0,2663	0,02633		19,9934	
100	0,3225	0,03188	0,03	24,992	24,99
	0,32	0,03164		24,9921	
	0,3227	0,0319		24,992	
120	0,4065	0,04019	0,04	29,99	29,99
	0,4079	0,04033		29,9899	
	0,4084	0,04037		29,9899	
140	0,2977	0,14715	0,15	34,9632	34,96
	0,297	0,14681		34,9633	
	0,2979	0,14725		34,9632	
160	0,3572	0,17657	0,18	39,9559	39,96
	0,3573	0,17662		39,9558	
	0,3568	0,17637		39,9559	
180	0,3438	0,42486	0,42	44,8938	44,89
	0,3442	0,42535		44,8937	
	0,3431	0,42399		44,894	
200	0,4002	0,49455	0,5	49,8764	49,88
	0,4031	0,49814		49,8755	
	0,4035	0,49863		49,8753	





**Gambar F. 1** Pengukuran Adsorpsi  $Cd^{2+}$  terhadap Variasi Konsentrasi

**F. 2 Uji Statistik pada Pengaruh Variasi Konsentrasi Adsorpsi  $Cd^{2+}$**

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi	Cs	Rata''	Qc	Rata''
		(mg/L)	Cs (mg/L)	(mg/g)	Qc (mg/g)
80	0,2494	0,02466	0,03	19,9938	19,99
	0,2472	0,02444		19,9939	
	0,2663	0,02633		19,9934	
100	0,3225	0,03188	0,03	24,992	24,99
	0,32	0,03164		24,9921	
	0,3227	0,0319		24,992	
120	0,4065	0,04019	0,04	29,99	29,99
	0,4079	0,04033		29,9899	
	0,4084	0,04037		29,9899	
140	0,2977	0,14715	0,15	34,9632	34,96
	0,297	0,14681		34,9633	
	0,2979	0,14725		34,9632	

160	0,3572	0,17657	0,18	39,9559	39,96
	0,3573	0,17662		39,9558	
	0,3568	0,17637		39,9559	
180	0,3438	0,42486	0,42	44,8938	44,89
	0,3442	0,42535		44,8937	
	0,3431	0,42399		44,894	
200	0,4002	0,49455	0,5	49,8764	49,88
	0,4031	0,49814		49,8755	
	0,4035	0,49863		49,8753	

**Tabel F. 2** Penentuan Pengaruh Konsentrasi pada Kapasitas Adsorpsi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

### 1. Perhitungan Faktor Koreksi

$$FK = \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{pxn} = 209567,61$$

### Perhitungan Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK \\ &= (99,98^2 + 99,98^2 + \dots + 99,75^2) - FK \\ &= 171,02 \end{aligned}$$

$$JK \text{ perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^p \left( \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{n} - FK = 171,01459$$

$$\begin{aligned} JK \text{ galat} &= JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan} \\ &= 171,02 - 171,01459 \\ &= 0,0000039 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$KT \text{ perlakuan} = \frac{JK \text{ perlakuan}}{dB \text{ perlakuan}} = 0,027995$$

$$KT \text{ galat} = \frac{JK \text{ galat}}{dB \text{ galat}} = 0,0000002$$

## 3. Perhitungan Nilai $F_{hitung}$ dan $F_{tabel}$

$$F_{hitung} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = 100412,6313$$

$$F_{tabel} (f_1, f_2) = (5, 12) \text{ pada taraf beda nyata } \alpha = 5\% = 3,11$$

**Tabel F. 3** Analisa Sidik Ragam Satu Arah pada Penentuan Variasi Konsentrasi

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	6	0,167972	34,20292	100412,6313	3,11
Galat	14	0,000002	0,000528		
Total	20				

$F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, yaitu ada perbedaan yang nyata dalam perlakuan Variasi konsentrasi sehingga perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT.

$$\begin{aligned} BNT_{5\%} &= t_{(0,05, 12)} \sqrt{KTG \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} \\ &= 2,201 \cdot \sqrt{0,0000002 \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right)} \\ &= 0,000245 \end{aligned}$$

**Tabel F. 4** Uji Beda Nyata Terkecil Pada Variasi Konsentrasi

Variasi Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata adsorpsi	Variasi Konsentrasi (mg/L)						
		80	100	120	140	160	180	200
		Rata-rata adsorpsi						
		19,9	24,9	29,9	34,9	39,9	44,9	49,9
80	19,9	0,0						
100	24,9	5,0	0,0					
120	29,9	10,0	5,0	0,0				
140	34,9	15,0	10,0	5,0	0,0			
160	39,9	20,0	15,0	10,0	5,0	0,0		
180	44,9	24,9	19,9	14,9	9,9	4,9	0,0	
200	49,9	29,9	24,9	19,9	14,9	9,9	5,0	0,0

**Lampiran G.**

**Perhitungan Derajat Deasetilasi**

$$\%DD = 100 - \left[ \left( \frac{A_{1658,67}}{A_{3500,56}} \times \frac{100}{1,33} \right) \right]$$

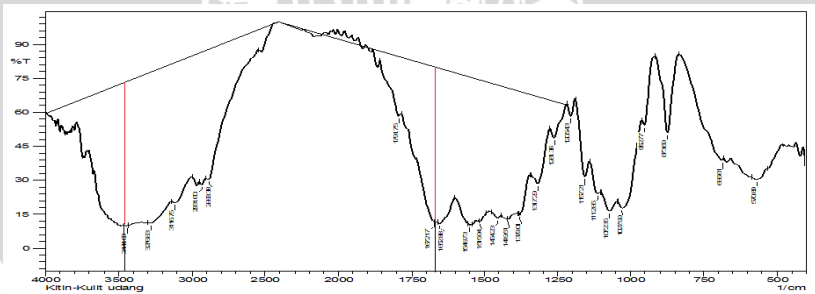
dimana :  $A_{1658,67}$  = Absorbansi gugus hidroksil (-OH)

$A_{3500,56}$  = Absorbansi gugus asetamida ( $\text{CH}_3\text{CONH-}$ )

1,33 = Tetapan yang diperoleh dari perbandingan

$A_{1658,67}/A_{3500,56}$  untuk kitosan dengan asetilasi penuh

**G.1 Derajat Deasetilasi Kitin Kulit Udang Terikat Silang Glutaraldehid**

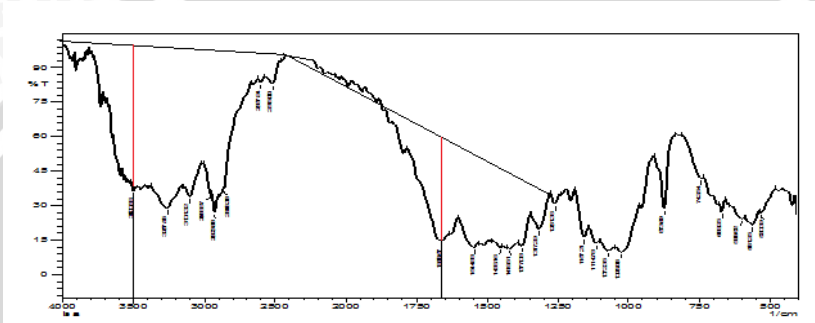


**Gambar G.1** Perhitungan Derajat Deasetilasi Kitin Kulit Udang

$$\%DD = 100 - \left[ \left( \frac{A_{1672,17}}{A_{3444,68}} \times \frac{100}{1,33} \right) \right]$$

$$= 35,35\%$$

## G.2 Derajat Deasetilasi Kitin Kulit Udang Terikat Silang Glutaraldehid



**Gambar G.2** Perhitungan Derajat Deasetilasi Kitin Terikat Silang Glutaraldehid

$$A_{3500,56} = \log (P_0/P)$$

$$= 0,131$$

$$A_{1658,67} = \log (P_0/P)$$

$$= 0,2553$$

$$\%DD = 100 - \left[ \left( \frac{0,1663}{0,1370} \times \frac{100}{1,33} \right) \right] = 8,7294\%$$