

## UJI PERSAMAAN LANGMUIR DAN FREUNDLICH PADA PENYERAPAN ION LOGAM KOBALT (II) OLEH KITOSAN DARI KULIT UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)

Dea Amanda<sup>1\*</sup>, Febrina Arfi<sup>1</sup>, Khairun Nisah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

\*E-mail : deaamanda840@gmail.com

**Abstract:** Chitosan is one of the natural adsorbents that are very abundant in nature and found in the outer skin of Crustaceae, one of them is like tiger shrimp (*Penaeus monodon*). The purpose of this study is to determine whether the absorption process of Co (II) metal ions by chitosan meets the Langmuir and Freundlich equations and to determine the maximum adsorption value of Co (II) metal ions by chitosan by using the Langmuir and Freundlich equations. The method used in this research is the process of isolating chitosan, shrimp shells into chitosan through four stages, namely deproteinization, decalcification, decolorization and deacetylation. The results of chitosan isolation were characterized by using FTIR (Fourier Transform Infra Red). The equation used in this study is the Langmuir and Freundlich equation. For the process of absorption of metal ions Co (II) is done by varying the mass of chitosan 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 and 0.5 g and the contact time of chitosan 15, 20, 25 and 30 minutes this treatment was carried out by adding 25 mL of Co (II) 4 ppm metal ions. The results of absorption of cobalt (II) metal ions were analyzed using SSA (Atomic Absorption Spectrophotometer). The results showed that the effectiveness of chitosan mass adsorption on the adsorption of cobalt (II) metal ions was 0,1164 mg/g, 0,1343 mg/g, 0,1464 mg/g, 0,1655 mg/g and 0,1871 mg/g. And the value of the effectiveness of adsorption on chitosan contact time variation of 0,1871 mg/g 0,2027 mg/g 0,2138 mg/g and 0,2083 mg/g. The adsorption isotherm model follows the Langmuir and Freundlich isotherm equations, with the chitosan adsorption power of cobalt metal ions for the Langmuir equation of 0,1116 mg/g and 0,1834 mg/g and the Freundlich equation of 5,7743 mg/g dan 5,3839 mg/g. So the Langmuir and Freundlich isotherm equation test can show the absorption of cobalt (II) metal ions by chitosan.

**Keywords:** Chitosan, Adsorption Effectiveness, Langmuir, Isotherm Equations Freundlich

**Abstrak:** Kitosan merupakan salah satu adsorben alami yang sangat melimpah di alam dan banyak terdapat dalam kulit luar hewan golongan Crustaceae, salah satunya seperti udang windu (*Penaeus monodon*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah proses penyerapan ion logam Co (II) oleh kitosan memenuhi persamaan Langmuir dan Freundlich dan untuk mengetahui nilai daya adsorpsi maksimum ion logam Co (II) oleh kitosan yang paling sesuai dengan persamaan Langmuir dan Freundlich. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah isolasi kulit udang menjadi

kitosan melalui empat tahap, yaitu deproteinisasi, dekalsifikasi, dekolorisasi dan deasetilasi. Hasil isolasi kitosan dikarakteristik dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared*. Persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah persamaan Langmuir dan Freundlich. Untuk proses penyerapan ion logam Co (II) dilakukan dengan cara memvariasikan massa kitosan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 g dan waktu kontak kitosan 15, 20, 25 dan 30 menit perlakuan ini dilakukan dengan penambahan ion logam Co (II) 4 ppm sebanyak 25 mL. Hasil penyerapan ion logam kobalt (II) dianalisis dengan menggunakan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efektivitas adsorpsi massa kitosan pada adsorpsi ion logam kobalt (II) sebesar 0,1164 mg/g, 0,1343 mg/g, 0,1464 mg/g, 0,1655 mg/g dan 0,1871 mg/g. Dan nilai efektivitas adsorpsi pada variasi waktu kontak kitosan sebesar 0,1871 mg/g 0,2027 mg/g 0,2138 mg/g dan 0,2083 mg/g. Model isoterm adsorpsi mengikuti persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich, dengan daya adsorpsi kitosan terhadap ion logam kobalt untuk persamaan Langmuir sebesar 0,1116 mg/g dan 0,1834 mg/g serta persamaan Freundlich sebesar 5,7743 mg/g dan 5,3839 mg/g. Jadi uji persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich dapat menunjukkan penyerapan ion logam kobalt (II) oleh kitosan.

**Kata Kunci :** Kitosan, Efektivitas Adsorpsi, Persamaan Isoterm Langmuir, Freundlich

## PENDAHULUAN

Permasalahan yang banyak dihadapi di masa sekarang salah satunya adalah pencemaran, dan yang menjadi pusat perhatian saat ini adalah limbah industri. Pesatnya pertumbuhan industri saat ini yang diharapkan dapat memudahkan kehidupan, ternyata membawa masalah terhadap pencemaran lingkungan. Pencemaran tersebut terjadi karena adanya limbah yang tidak ditangani dengan baik. Pada umumnya industri tidak mengolah terlebih dahulu limbah yang dihasilkan, namun langsung membuangnya ke lingkungan. Hal ini yang menyebabkan terjadinya pencemaran perairan yang akan merusak ekosistem perairan serta membahayakan bagi manusia yang menggunakan air sebagai kebutuhan hidup (Ayu, 2016).

Pencemaran seperti limbah logam berat biasanya memiliki toksisitas yang tinggi dan dapat menghancurkan tatanan lingkungan hidup. Lingkungan yang tercemar oleh ion-ion logam berat biasanya dapat terbawa oleh makanan. Tahap inilah yang mempercepat ion-ion logam masuk ke tubuh manusia melewati

rantai makanan. Kandungan ion logam berat diklasifikasikan sebagai limbah beracun dan berbahaya oleh karena itu harus adanya penanganan yang lebih serius agar tidak melampaui baku mutu yang telah ditetapkan (Rafly, 2016).

Kobalt (Co) merupakan salah satu logam yang telah diketahui menjadi pencemar ekosistem. Logam berat ini berada pada golongan VIII B yang termasuk ke dalam logam transisi. Limbah ion logam Co (II) biasanya banyak terdapat di sekitar industri penyepuhan besi sebagai campuran anti karat dan asbes. Logam kobalt pada konsentrasi lebih dari 0,01 ppm dapat memberikan pengaruh yang tidak baik bagi ekosistem. Ion logam Co (II) yang terlarut dalam perairan terjadi melalui proses akumulasi dengan konsentrasi tertentu dalam jaringan mahluk hidup air. Ion logam Co (II) yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan, air minum atau udara tidak dapat dihancurkan. Ion logam Co (II) di dalam tubuh memiliki sifat beracun sehingga dapat berdampak pada kesehatan dan dapat menyebabkan kematian (Edwin dkk. 2017).

Salah satu metode penurunan kadar logam berat yang mudah dan ramah lingkungan adalah metode adsorpsi (Khairuni dkk. 2017). Proses adsorpsi dilakukan bertujuan untuk meniadakan bau, rasa dan warna yang tidak dibutuhkan serta senyawa-senyawa organik baik yang berbahaya maupun tidak (Kaavessina, 2005). Proses penyerapan suatu unsur atau senyawa oleh adsorben disebut dengan adsorpsi. Jenis – jenis adsorpsi dapat digolongkan menjadi 2, yaitu adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika. Adsorpsi kimia adalah proses penyerapan yang melibatkan proses kimia (Suriyati, 2012), sedangkan adsorpsi fisika pada molekul-molekul adsorbennya mengalami gaya *Van der waals*. Gaya ini mengakibatkan permukaan adsorben yang akan mengikat molekul-molekul zat yang diadsorpsi (Haryani dkk. 2007).

Isoterm adsorpsi menggambarkan hubungan kesetimbangan dan kinetika antara partikel yang terserap dengan penyerapannya, dan juga merupakan gambaran keadaan setimbang antara jumlah penjerap pada suhu tetap dengan konsentrasi zat terlarut yang terjerap pada permukaan padatan. Jenis-jenis isoterm adsorpsi dapat digolongkan menjadi 2, yaitu isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich. Isoterm adsorpsi Langmuir banyak digunakan untuk proses kimia adsorpsi. Proses dari isoterm adsorpsi Langmuir yaitu penyerapannya akan berlangsung secara terus menerus hingga mencapai lapisan tunggal dan akan terus melakukan adsorpsi sampai tercapai lapisan monolayer, sedangkan isoterm Freundlich merupakan isoterm yang paling umum digunakan karena menghasilkan permukaan yang heterogen dan biasanya banyak terdapat pada bahan alam (Nurdiani, 2005).

Kitosan merupakan salah satu senyawa yang banyak terdapat pada kulit luar hewan golongan *Crustaceae* contohnya seperti udang dan juga merupakan salah satu adsorben alami yang sangat melimpah di alam (Kaimudin

& Leounupun, 2016). Kitosan merupakan turunan dari senyawa kitin yang bersifat polielektrolit dan berbentuk padatan amorf yang berwarna putih kekuningan. Senyawa asam organik biasanya dapat melarutkan kitosan. Kitosan adalah senyawa poliaminosakarida yang diperoleh dari penghilangan sebagian gugus 2-asetil dari kitin dimana nama kimianya yaitu [poli-(2-amino-2-deoksi- $\beta$ -(1-4-D-glukopiranososa)] .Gugus amino bebas (-NH<sub>2</sub>) dan hidroksil pada kitosan berfungsi sebagai situs *chelation* (situs ikatan koordinasi) untuk membentuk *chelate* sehingga kitosan mempunyai kemampuan sebagai adsorben (Supriyantini dkk. 2018).

## METODE

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pengujian ini diantaranya neraca analitik (merek Adam type: PW 254), *beaker glass* (merek duran), spatula, batang pengaduk, Erlenmeyer (merek duran), corong, blender, cawan porselin (merek pudak ukuran 100 ml), penjepit cawan, tisu gulung, oven (merek Memmert, UN110 Universal), kertas saring, gelas ukur (merek duran), pipet tetes, penangas air (merek water bath 8 hole faithful), *Hot plate* (HP0707V2), *Magnetic stirres*, sentrifugasi (merek Hettidz), FT-IR (merek Shimadzu type : IRPrestige 21) dan Spektrofotometri Serapan Atom (merek Shimadzu Typee AA-6300).

Bahan yang digunakan adalah serbuk kulit udang windu, natrium hidroksida (NaOH 3,5%) Merck dan (NaOH 40%) Merck, akuades (H<sub>2</sub>O) Merck, asam klorida (HCl 1N) Merck, aseton (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) Merck, natrium hipoklorit (NaOCl 0,3%) Merck dan kobalt klorida (CoCl<sub>2</sub>) Merck.

### Preparasi Sampel Kulit Udang Windu (Supriyantini dkk. 2018).

Persiapan dimulai dengan memisahkan kulit udang windu dari dagingnya sebanyak 1 Kg kemudian kulit udang windu dicuci dengan air hingga

bersih. Kulit udang windu dikeringkan dibawah sinar matahari sampai berwarna kecoklatan selama 4 hari. Selanjutnya dihaluskan kulit udang dengan menggunakan blender kemudian diayak dengan penyaring 80 mesh.

### **Pembuatan Kitin dan Kitosan**

Prosedur deproteinasi hingga dekalsifikasi merujuk pada Dompeipen dkk. (2017). Deproteinisasi dilakukan dengan mereaksikan serbuk kulit udang yang diperoleh dari proses preparasi sampel dengan NaOH 3,5%, dengan perbandingan 1:10 (b/v). Kemudian larutan direaksikan pada suhu 65°C selama 2 jam sampai terbentuk gumpalan putih kemerahan. Hasil yang diperoleh disaring lalu dicuci dengan akuades sampai netral. Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama ± 3 jam, kemudian hasil ditimbang.

Dekalsifikasi dilakukan dengan cara hasil deproteinisasi ditambahkan HCl 1N dengan perbandingan 1:15 (b/v), setelah itu diaduk selama 30 menit pada suhu 60°C. Kemudian dilakukan dekantasi hingga tidak muncul gelembung lagi. Kemudian disaring larutan dan dicuci residu dengan akuades sampai netral. Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama ± 3 jam, kemudian hasil ditimbang.

Hasil dekalsifikasi dilarutkan dengan aseton hingga basah. Kemudian diaduk hingga rata dan didiamkan hingga kering. Setelah itu ditambahkan NaOCIO 3% dengan perbandingan 1:10 (b/v), kemudian diaduk dan didiamkan selama 2 jam pada suhu 40°C. Setelah 2 jam, larutan disaring dan dicuci dengan akuades hingga netral. Endapan hasil penyaringan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama ± 3 jam, kemudian hasil ditimbang dan dikarakteristik dengan FTIR.

Hasil proses dekolorisasi yang berupa kitin dilarutkan dalam NaOH 100% dengan perbandingan 1:15 (b/v). Campuran direaksikan pada suhu 80°C

selama 1 jam. Kemudian hasil di saring dan dicuci dengan akuades hingga netral. Endapan hasil penyaringan dikeringkan dalam oven suhu 60°C sampai kering. Kitosan yang diperoleh ditimbang dan dikarakterisasi dengan FTIR.

### **Pembuatan Larutan Induk Logam Co(II) dari Senyawa CoCl<sub>2</sub> (Muzdaleni, 2011)**

Untuk pembuatan larutan induk Co(II) dilakukan dengan cara melarutkan 2,20 gram CoCl<sub>2</sub> dengan akuades, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 1000 mL lalu diencerkan hingga tanda batas. Larutan induk Co 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Larutan diencerkan dengan akuades hingga garis batas kemudian dikocok hingga homogen sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 100 ppm. Larutan 100 ppm tersebut, dipipet masing-masing sebanyak 10 mL. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan akuades hingga garis batas dan dikocok hingga homogen sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm. Kemudian diulagi percobaan untuk konsentrasi 2, 4, 6, dan 8 ppm.

### **Proses Penyerapan Ion Logam Co dengan Kitosan.**

Pengaruh Massa Optimum Kitosan Terhadap Penyerapan Ion Logam Co (II) (Nurhayati & Pratiwi, 2016). Proses ini dilakukan dengan cara menyiapkan 5 buah larutan yang mengandung ion logam Co(II) dengan konsentrasi 4 ppm, dengan volume sebanyak 25 mL. Kemudian masing-masing ditambahkan kitosan sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 g. Setelah itu, diaduk selama 20 menit dan didiamkan selama 15 menit. Kemudian larutan disentrifuge dan dianalisis supernatant dengan menggunakan SSA untuk menentukan kadar logam.

Pengaruh Variasi Waktu Kontak Ion Logam Co (II) dengan kitosan (Nurhayati & Pratiwi, 2016 ; Pitriani, 2010).

Proses ini dilakukan dengan cara menyiapkan 4 buah larutan ion logam Co (II) dengan konsentrasi 4 ppm yang ditambah 0,5 g kitosan dengan volume larutan 25 mL. Kemudian diaduk selama 20 menit dan masing-masing dibiarkan selama 15, 20, 25 dan 30 menit. Kemudian larutan disentrifuge dan dianalisis supernatant dengan menggunakan SSA (Adiarto dkk. 2010)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis tahap penentuan massa optimum dari kitosan untuk penyerapan ion logam Co, dimana sebelum dilakukan tahap analisis maka sebelumnya dilakukan tahap preparasi sampel dan tahap isolasi kitin menjadi kitosan.

**Tabel 1.** Larutan Standar Logam Co

No.	Variasi Konsentrasi	Hasil AAS (mg/L)	Absorbansi
1.	2 ppm	2,4189	1,7277
2.	4 ppm	4,3313	1,5468
3.	6 ppm	6,1157	1,4561
4.	8 ppm	8,0451	1,4366
5.	10 ppm	9,6782	1,3826

**Tabel 2.** Variasi Massa Kitosan

No.	Variasi Massa	Hasil AAS (mg/g)	Efektivitas Adsorpsi (mg/g)
1.	0,1	3,8657	0,1164
2.	0,2	3,2565	0,1343
3.	0,3	2,5745	0,1464
4.	0,4	1,6828	0,1655
5.	0,5	0,5875	0,1871

**Tabel 3.** Variasi Waktu Kitosan

No.	Variasi Waktu	Hasil AAS (mg/L)	Efektivitas Adsorpsi (mg/L)
1.	15	0,5875	0,1871
2.	20	0,2764	0,2027
3.	25	0,0542	0,2138
4.	30	0,1653	0,2083

**Tabel 4.** Penentuan harga konstanta Freundlich dan Langmuir

Isoterm	Konstanta	Harga
Langmuir	a	0,1116
	b	2,3792
Freundlich	k	5,7743
	n	4,4014

## Hasil Preparasi Sampel

Kulit udang basah yang masih terdapat pengotor dicuci dengan air bersih sehingga diperoleh kulit udang yang bersih dan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat dalam kulit udang maka diperlukan pengeringan dibawah sinar matahari. Untuk mendapatkan ukuran partikel sampel yang lebih kecil sampel perlu digiling terlebih dahulu. Fungsinya adalah untuk memperluas permukaan sampel sehingga dalam proses penghilangan protein, mineral dan pigmen yang terkandung pada sampel berlangsung lebih sempurna. Dalam proses pengayakan 80 mesh diperoleh berat kulit udang sebesar 25,18 g.

## Hasil Isolasi Kitin dan Kitosan

Deproteinisasi yaitu tahap penghilangan protein yang terdapat didalam kulit udang. Proses deproteinisasi ini dilakukan dengan penambahan larutan NaOH 3,5% 250 mL pada 25 g serbuk kulit udang yang kemudian larutan direaksikan pada suhu 65°C selama 2 jam. Dalam proses ini digunakan NaOH untuk menghilangkan protein. Didalam proses deproteinisasi ini dipengaruhi oleh kelarutan basa dan suhu yang digunakan pada proses isolasi, semakin kuat basa dan suhu yang digunakan maka semakin efektif. Kondisi optimum pada proses ini digunakan NaOH 35% dan suhu 65°C selama 2 jam.

Proses deproteinisasi dilakukan untuk menghilangkan protein yang terdapat pada kulit udang atau suatu proses pelepasan ikatan antara kitin dan protein. Pada proses ini ikatan peptida yang terhubung dengan asam-asam amino pada molekul protein akan diputus

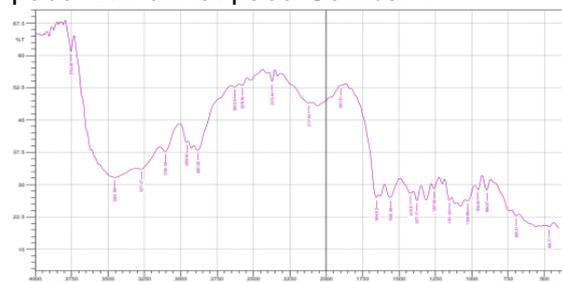
dengan reaksi hidrolisis. Proses deproteinisasi ini dibuat dengan menambahkan larutan NaOH 3,5%. Penggunaan larutan NaOH pada proses deproteinisasi menghasilkan kelarutan protein yang lebih besar dibandingkan dalam suasana asam. Dengan demikian, diharapkan proses deproteinisasi yang terjadi berlangsung lebih maksimal dengan menggunakan larutan NaOH 3,5%. Protein akan dilepaskan oleh NaOH sehingga membentuk Na-proteanat yang akan larut dalam air baik yang berikatan secara fisik (sisa daging yang menempel pada kulit udang) maupun berikatan secara kovalen.

Larutan menjadi kental dikarenakan terdapatnya kandungan protein dari dalam kulit udang yang terlepas dan berikatan dengan ion  $\text{Na}^+$  dalam larutan. Sedangkan dilakukannya pemanasan pada suhu  $65^\circ\text{C}$  selama 2 jam bertujuan agar larutan NaOH benar-benar bereaksi dengan serbuk kulit udang. Pada proses ini dihasilkan gumpalan putih kemerahan dikarenakan ion  $\text{Na}^+$  dari NaOH akan mengikat ujung rantai protein yang bermuatan negatif. Penetrasi menggunakan akuades berfungsi untuk mengikat Na-proteanat yang nantinya akan larut dalam akuades. Sedangkan pengeringan pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 6 jam dilakukan untuk menghilangkan kadar air yang berada pada serbuk kulit udang. Rendemen yang dihasilkan setelah proses deproteinisasi adalah sebesar 63,4% dengan berat sampel sebesar 15,85 gram. Telah dilakukan penelitian oleh Dompeipen dkk. (2017) tentang isolasi kitin dan kitosan dari limbah kulit udang, dimana diperoleh rendemen sebesar 50% dengan berat awal 7 Kg.

Tahap kedua yaitu dekalsifikasi, merupakan tahap yang dilakukan untuk menghilangkan mineral yang terdapat didalam kulit udang. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) adalah kandungan mineral utama yang terdapat dalam kulit udang. Penghilangan kandungan mineral dalam kulit udang dilakukan dengan cara merendam kulit udang dalam larutan HCl dengan tujuan

agar mineral atau senyawa-senyawa anorganik dalam bentuk garamnya akan beraksi dengan HCl sehingga yang nantinya akan membentuk garam klorida yang larut dalam air. Gas  $\text{CO}_2$  yang terbentuk menandai bahwa sudah terjadi proses pemisahan mineral dengan cara menambahkan larutan HCl. Sehingga pada saat penambahan HCl ke dalam sampel dilakukan dengan cara bertahap agar sampel tidak meluap. Rendemen yang dihasilkan setelah proses dekalsifikasi adalah sebesar 68,58% dengan berat sampel 10,87 g.

Tahap ketiga yaitu dekolorisasi merupakan tahap yang dilakukan untuk menghilangkan warna atau pigmen yang terdapat dalam sampel kulit udang. Pigmen warna yang terdapat pada serbuk kulit udang biasanya disebut *Crustacyani* yang merupakan senyawa lipoprotein (Ayu, 2016). Pada tahap proses dekolorisasi ini dilakukan dengan menggunakan larutan NaOCl 0,3%. Fungsi dari NaOCl pada tahap ini yaitu untuk mengikat warna yang memungkinkan ada dalam serbuk kulit udang. Sedangkan fungsi aseton sebelum penambahan larutan NaOCl bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang terdapat pada kulit udang. Rendemen yang dihasilkan dari proses dekolorisasi ini yaitu sebesar 70,28% dengan berat sampel sebesar 7,64 gram dan sampel yang diperoleh dari tahap dekolorisasi merupakan senyawa kitin. Hasil kitin yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan FT-IR untuk melihat gugus fungsi dari kitin tersebut. Berdasarkan hasil analisis serapan diperoleh gugus fungsi yang terdapat pada kitin dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Spektrum serapan FT-IR kitin

**Tabel 5.** Perbandingan gugus fungsi dari kitin hasil isolasi dan kitin standar

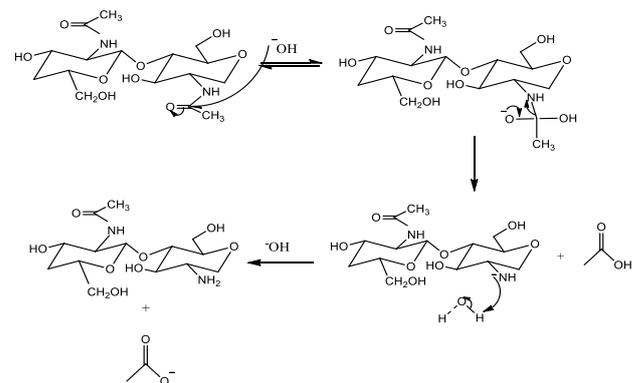
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	
	Kitin Literatur (Gyliene dkk, 2003)	Kitin Hasil Isolasi
OH	3500	3452,58
N-H amida	3300-3250	3271,27
CH (-CH <sub>3</sub> )	2961,32	2958,80
C-H alifatik	2886,81	2881,65
NH(-NH <sub>2</sub> ) <i>stretching</i>	-	-
NH(R-NH <sub>2</sub> ) <i>bending</i>	-	-
CN(-NHCOCH <sub>3</sub> )	1310	1257,59
C=O	1655	1654,92
C-O (-C-O-C-) <i>stretching</i>	1024	1029,99
CH <sub>3</sub>	1419,5	1419,61
C-O-C	896,28	894,97

Hasil analisis pada Tabel 5. diketahui bahwa intensitas serapan pada bilangan gelombang sekitar 3452.58 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan gugus O-H *Stretch*, pada bilangan gelombang 3263.56 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus N-H (NHCOCH<sub>3</sub>) *Stretch* pita serapan ini yang menunjukkan ciri khas dari gugus kitin yang tidak ada pada gugus kitosan, pada bilangan gelombang 2881.65 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-H *stretch* alifatik, bilangan gelombang 1658.78 cm<sup>-1</sup> yaitu gugus C=O *stretching*, pada bilangan gelombang 1562.34 menunjukkan gugus N-H bengkakan (*Bending*), bilangan gelombang 1377.17 cm<sup>-1</sup> menampilkan gugus CH<sub>3</sub> sym, pada bilangan gelombang 1203.58 cm<sup>-1</sup> dan 1261.45 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-O-C dalam siklik dan pada bilangan gelombang 1029.99 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-OH *stretch*.

Tahap terakhir adalah deasetilasi dimana tahap ini diperlukan untuk mengubah kitin menjadi kitosan dengan proses hidrolisis. Kitosan merupakan polisakarida alami yang terdiri dari kopolimer glukosamin dan N-acetylglukosamin, dan dapat diperoleh

dari proses deasetilasi kitin. Tahap deasetilasi ini dilakukan dengan menggunakan NaOH 100% dengan suhu 80°C selama 1 jam. Kondisi ini digunakan karena struktur sel-sel kitin yang tebal dan kuatnya ikatan hidrogen intramolekuler antara atom hidrogen pada gugus amin dan atom oksigen pada gugus karbonil.

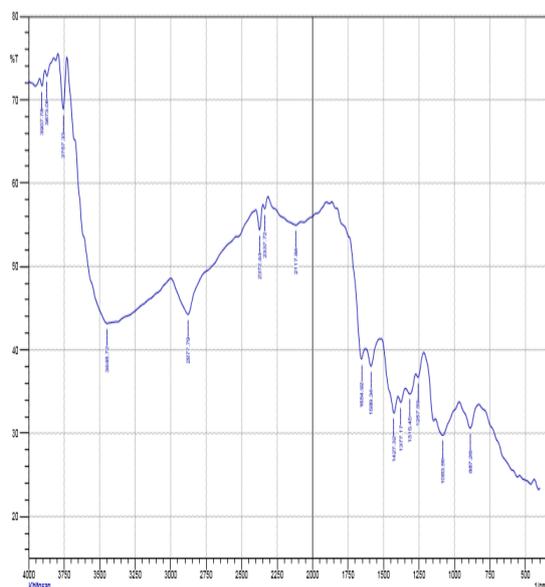
Hilangnya gugus asetil pada kitin melalui pemutusan ikatan antar karbon pada gugus asetil dengan nitrogen pada gugus amin. Reaksi pembentukan kitosan dari kitin ini merupakan reaksi hidrolisa suatu amida oleh suatu basa. Kitin bertindak sebagai amida dan NaOH sebagai basanya. Mula-mula terjadi reaksi adisi nukleofilik, dimana gugus -OH<sup>-</sup> masuk ke dalam gugus NHCOCH<sub>3</sub> kemudian terjadi reaksi eliminasi gugus CH<sub>3</sub>COOH sehingga dihasilkan suatu amina yaitu kitosan. Mekanisme pembentukan kitosan dari kitin dapat dilihat dari persamaan reaksi pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.** Mekanisme Perubahan Kitin Menjadi Kitosan.  
(Kaimudin dan Leounupun, 2016)

Rendemen yang dihasilkan dari proses deasetilasi yaitu sebesar 73,29% dengan berat sampel 5,60 g. Dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agustina dan Kurniasih (2013) yang menggunakan NaOH 60% pada proses deasetilasinya menghasilkan rendemen kitosan sebesar 67,08%. Hal ini disebabkan karena NaOH yang digunakan pada penelitian ini dengan konsentrasi

basa tinggi (100%) menyebabkan zat-zat yang bereaksi semakin cepat berlangsung sehingga semakin besar kemungkinan terjadinya tumbukan antara kitin dan basa kuat tersebut, sehingga semakin banyak kitin yang diubah menjadi kitosan. Pada penelitian ini diperoleh persen derajat deasetilasi (DD) sebesar 77,80%, hal ini menunjukkan bahwa belum seluruhnya kitin terdeasetilasi menjadi kitosan. Kitosan dikatakan telah terdeasetilasi dengan sempurna jika DD >90%. Rendahnya nilai DD kitosan dari hasil penelitian disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya faktor pengadukan, suhu serta pemeliharaan udang yang digunakan. Kitosan yang telah terbentuk dilakukan identifikasi dengan menggunakan spektrofotometer *infrared* (FTIR). Untuk menghitung derajat deasetilasi (DD) kitosan diperlukan hasil dari analisis kuantitatif spektrum FTIR yang didapatkan. Berdasarkan hasil analisis serapan diperoleh gugus fungsi yang terdapat pada kitosan dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Spektrum serapan FT-IR kitosan

Dilihat pada Gambar 3 spektrum serapan FT-IR kitosan, puncak umum pada kitosan dapat ditampilkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan gugus fungsi kitosan hasil isolasi dan kitosan standar

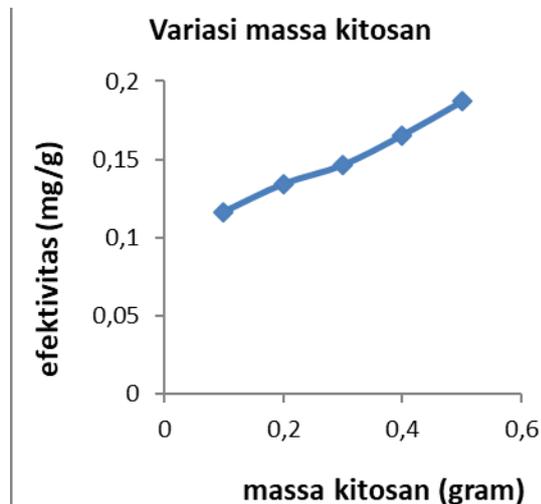
Gugus Fungsi	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> ) Kitosan Sigma (Standar)	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> ) Kitosan Hasil Isolasi
OH <i>stretching</i>	3450, 3340	3448.72
NH (-NH <sub>2</sub> ) <i>stretching</i>	3400	3448.72
CH <i>stretching</i> alifatik	2926	2877.79
C=O <i>stretching</i>	1650 (lemah)	1654.92
NH (R-NH <sub>2</sub> ) <i>bending</i>	1596	1589.34
CH (-CH <sub>2</sub> ) <i>bending asym</i>	1418	1427.32
CH (-CH <sub>2</sub> ) <i>bending sym</i>	1377	1377.17
CN <i>stretching</i>	1350-1000	1315.45
C-O (-C-O-C-) <i>stretching asym</i>	1083	1083.99

Hasil analisis serapan pada Tabel 6. diketahui pada bilangan gelombang 3448.72 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus O-H dan N-H yang saling tumpang tindih hal ini yang memperkuat telah terjadi pelepasan gugus asetil, pada bilangan gelombang 2877.79 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus CH (CH<sub>2</sub>) alifatik, pada bilangan gelombang 1654.92 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C=O stretch yang masih terdapat pada kitosan, pada bilangan gelombang 1589.34 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus N-H (NH<sub>2</sub>) *bending*, pada bilangan gelombang 1377.17 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-H *bending sym* dan 1427.32 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-H *bending asym*, pada bilangan gelombang 1315.45 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-N Stretch dan pada bilangan gelombang 1083.99 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus C-O *Stretch asym*.

### Penentuan Massa Optimum Adsorpsi Ion Co (II) Oleh Kitosan

Data yang diperoleh dari Tabel 2. Menunjukkan bahwa kemampuan kitosan dalam mengadsorpsi logam Co dengan variasi massa kitosan terlihat pada massa

ke 0,5 g dimana efektivitasnya yaitu 0,1871 mg/g. Kapasitas adsorpsi merupakan kemampuan suatu adsorben dalam menyerap atau mengadsorpsi adsorbat. Penentuan kapasitas adsorpsi logam Co (II) oleh kitosan dari kulit udang windu dapat dilihat pada Gambar 4.



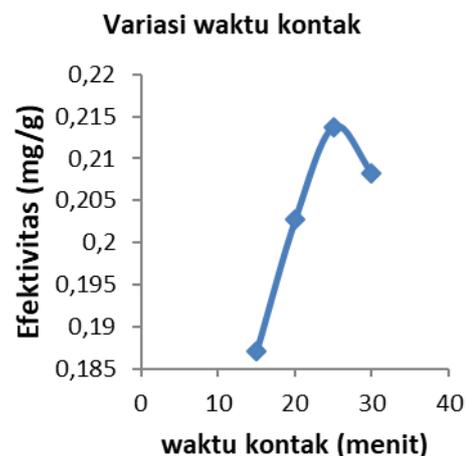
**Gambar 4.** Hubungan antara variasi massa kitosan dan efektivitas adsorpsi (mg/g) kitosan terhadap logam Co.

Efektivitas adsorpsi (W) yang diperoleh menunjukkan peningkatan seiring naiknya massa kitosan dimana dapat diartikan semakin banyak massa kitosan maka semakin banyak logam Co yang teradsorpsi oleh kitosan. Berdasarkan teori, jika dalam adsorpsi telah mencapai massa optimum maka selanjutnya tidak akan terjadi kenaikan atau penurunan adsorpsi akan tetapi bersifat statif dan relatif konstan. Dapat diartikan bahwa proses adsorpsi ini diperkirakan telah mencapai kesetimbangan. Perbedaan efektivitas penyerapan logam Co dapat dilihat dari beberapa sudut pandang. Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam penyerapan logam yaitu berat adsorben (Nurhayati dan Pratiwi, 2016), menurut hasil penelitian dapat ditunjukkan bahwa kitosan yang diisolasi dari limbah kulit udang dapat digunakan sebagai adsorben dalam menurunkan kadar logam Co.

### Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan

Data yang diperoleh dari Tabel 3 menyatakan bahwa kemampuan kitosan dalam mengadsorpsi logam Co (II) dengan variasi waktu kontak terlihat pada menit ke 25 dimana efektivitasnya yaitu sebesar 0,2138 mg/g yang menyatakan bahwa waktu tersebut merupakan waktu kontak optimum kitosan dapat menyerap secara maksimal.

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan adalah waktu kontak adsorpsi. Pengaruh waktu kontak optimum dapat diketahui apabila terjadi perubahan konsentrasi yang teradsorpsi dalam larutan sepanjang waktu yang divariasikan. Efektivitas adsorpsi (W) logam Co oleh kitosan dari kulit udang dapat dilihat pada Gambar 5.

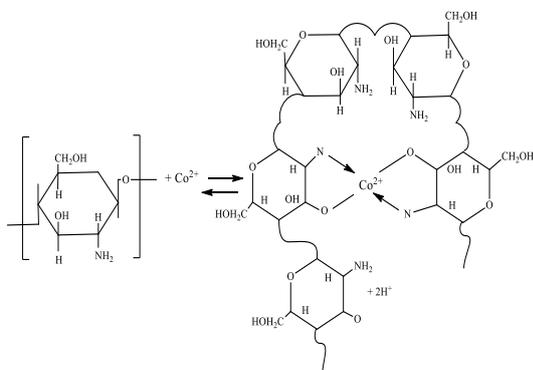


**Gambar 5.** Hubungan antara waktu kontak dan efektivitas adsorpsi (mg/g) kitosan terhadap logam Co dengan konsentrasi 4 ppm dan massa kitosan 0,5 g.

Pada Tabel 3. dan Gambar 5. tersebut dapat dilihat hubungan antara waktu kontak kitosan dengan persen adsorpsi. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada waktu kontak 20-25 menit persentase adsorpsi meningkat namun ketika waktu 30 menit persentase adsorpsi mulai menurun. Berdasarkan teori, semakin lamanya waktu kontak maka

dapat memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Selain itu semakin kecil ukuran partikel kitosan yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya, sehingga dalam waktu 25 menit sudah tercapai waktu yang optimum. Hal ini terjadi karena reaksi yang terjadi berlangsung dengan cepat dan sempurna.

Terjadinya penurunan pada waktu 30 menit, dapat diperkirakan terjadi karena gugus amin dan hidroksil yang terdapat pada kitosan sudah penuh mengikat komponen lain ( $H^+$ ) atau sudah jenuh. Pada kondisi adsorpsi yang terlalu lama, kemungkinan ion logam yang sudah terikat oleh adsorben (kitosan) dapat terlepas lagi atau terjadi desorpsi. Hasil dari penelitian diatas menunjukkan bahwa setelah kondisi optimum tercapai, peningkatan waktu kontak tidak mengikat adsorpsi secara signifikan, dapat dikatakan bahwa situs aktif kitosan telah jenuh oleh ion logam atau telah tercapai kondisi kesetimbangan. Reaksi yang terjadi antara ion logam Co (II) dengan kitosan dapat dilihat pada Gambar 6.



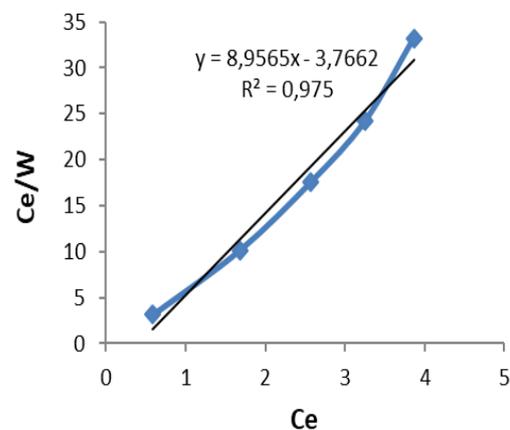
**Gambar 6.** Mekanisme reaksi penyerapan ion logam Co (II).

Reaksi pembentukan senyawa kompleks antara kitosan dengan ion logam, dimana kitosan berperan sebagai ligan dan ion logam sebagai ion pusat. Hal ini terjadi karena melimpahnya pasangan elektron bebas pada oksigen dan nitrogen pada struktur molekul kitosan sehingga kitosan berperan sebagai donor pasangan

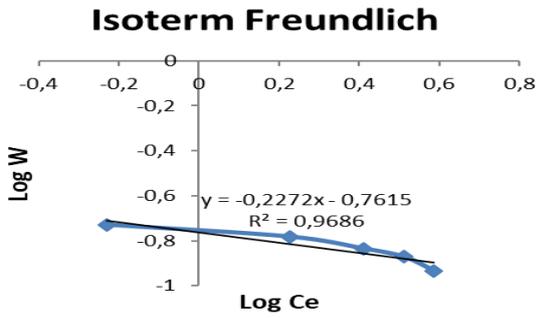
elektron bebas (basa Lewis) dan ion logam sebagai reseptor pasangan elektron bebas (asam Lewis).

Proses adsorpsi oleh suatu adsorben dipengaruhi banyak faktor dan juga memiliki pola isoterm adsorpsi tertentu yang spesifik. Kapasitas adsorpsi dapat dihitung dari slope garafik Freundlich dan langmuir dengan menggunakan persamaan garis linier, dari masing-masing grafik tersebut maka kapasitas adsorpsi kitosan dari kulit udang windu terhadap logam Co dapat diketahui. Setiap adsorben yang menyerap suatu zat satu dengan zat lain tidak akan mempunyai pola isoterm adsorpsi yang sama. Kurva yang menyatakan hubungan antara  $\log w$  (daya serap) dan  $\log C_e$  (konsentrasi sisa) merupakan kurva isoterm adsorpsi Freundlich sedangkan kurva yang menyatakan hubungan antara  $C_e/W$  dan  $C_e$  merupakan kurva isoterm Langmuir. Model isoterm adsorpsi Freundlich dan Langmuir dari hasil data variasi massa kitosan dapat dilihat pada Gambar 7.

### Isoterm Langmuir

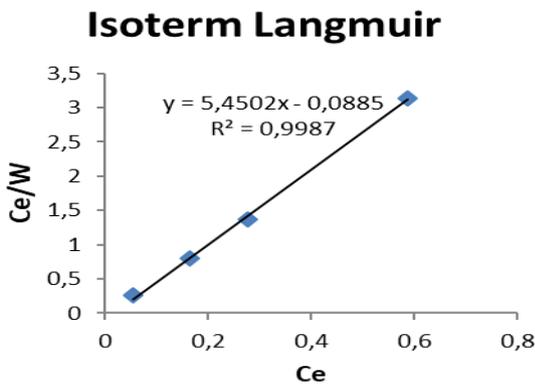


(a)

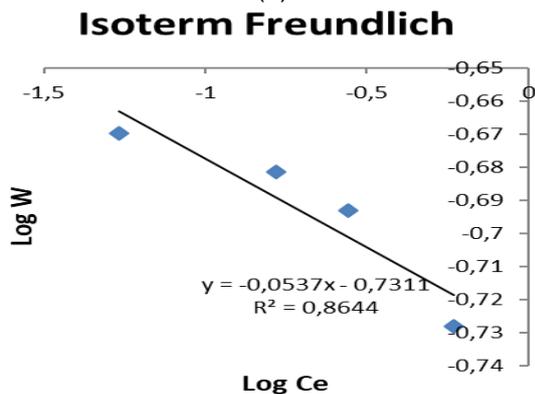


(b)

**Gambar 7.** Grafik Isoterm Langmuir dan Freundlich (a) Isoterm Langmuir untuk adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan (b) Isoterm Freundlich untuk adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dari data variasi massa kitosan.



(a)



(b)

**Gambar 8.** Grafik Isoterm Langmuir dan Freundlich (a) Isoterm Langmuir untuk adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan (b) Isoterm Freundlich untuk adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dari data variasi waktu kontak kitosan.

Untuk menentukan persamaan isoterm Freundlich dan Langmuir dilakukan dengan menghitung harga W, Ce/W, Log Ce/W dan Log Ce seperti pada Tabel 3 dan 4, serta dilakukan pemetaan grafik dengan memasukkan harga Ce/W dengan Ce untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memasukkan harga Log W dengan Log Ce untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Tanda negatif yang diperoleh dari Gambar 7(a) dan Gambar 8(a) dalam persamaan menunjukkan gradient kemiringan kurva ke kiri. Gambar 7(a) dan 8(a) menunjukkan bahwa grafik yang diperoleh berposisi terbalik, hal ini disebabkan oleh nilai efektivitas yang dihasilkan sangat rendah. Faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai efektivitas antara lain konsentrasi awal dari larutan. Adsorpsi sangat kecil pada konsentrasi rendah namun adsorpsi akan meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi larutan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 bahwa konsentrasi Co (II) dalam larutan mula-mula rendah, maka ion logam Co (II) yang terjerap dalam kitosan juga rendah. Hal ini disebabkan adanya reaksi lain dalam larutan yang mengakibatkan penjerapan adsorbat menjadi terhambat. Namun sebaliknya apabila konsentrasi ion logam Co (II) dalam larutan mula-mula besar, maka ion logam yang terjerap dalam kitosan juga besar. Hal ini disebabkan adanya gaya tarik menarik antar adsorbat yang mengakibatkan terjadi adsorpsi gabungan sehingga proses adsorpsi lebih optimal.

Pengujian persamaan adsorpsi Freundlich dan Langmuir dibuktikan dengan grafik linearisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0,9$  (mendekati angka 1). Dari Gambar 7 dan 8 terlihat bahwa persamaan adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan memenuhi persamaan adsorpsi Langmuir dengan nilai  $R^2$  masing-masing 0,975 dan 0,9987. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi kitosan dari kulit udang windu terhadap ion logam Co (II) hanya berlangsung satu lapis dan permukaannya bersifat homogen karena masing-masing

situs aktif hanya dapat mengadsorpsi satu molekul selain itu mampu menggambarkan kondisi kesetimbangan antara permukaan dan larutan yang dapat bersifat bolak-balik (*reversible*).

Dilihat dari nilai  $R^2$  model isoterm adsorpsi ion logam Co (II) mengikuti pola isoterm Langmuir dengan persamaan  $y = 8,9565x - 3,7662$  dengan nilai  $R^2 = 0,975$  dan  $y = 5,4502x - 0,0885$  dengan nilai  $R^2 = 0,9987$ , serta harga konstanta dari kedua persamaan seperti terlihat pada Tabel 5 dan 6. Nilai  $a$  dan  $k$  yang diperoleh dari persamaan menunjukkan kapasitas dari adsorpsi ion logam Co (II), semakin besar nilai  $a$  pada persamaan Langmuir dan nilai  $k$  pada persamaan Freundlich menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi semakin besar pula.

Penentuan daya adsorpsi maksimum kitosan pada proses penyerapan ion logam Co (II) dihitung dengan menggunakan persamaan adsorpsi Freundlich karena mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan yang teradsorpsi dari ion logam Co (II) pada setiap permukaan kitosan dalam satuan mg ion logam Co (II) yang teradsorpsi /gram kitosan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya adsorpsi maksimum adalah 5,7743 mg/g dan 5,3839 mg/g. Telah dilakukan penelitian oleh Adriana (2009) tentang adsorpsi kitosan dari cangkang rajungan terhadap ion logam tembaga (II)

dan kromium (III), dimana diperoleh kapasitas adsorpsi ion tembaga (II) sebesar 4,20 mg/g dan kapasitas adsorpsi logam kromium (III) sebesar 11,98 mg/g.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan adalah Proses adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dari kulit udang windu memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich.

Daya adsorpsi maksimum kitosan terhadap penyerapan ion logam Co (II) dengan menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir adalah 0,1116 mg/g dan 0,1834 mg/g serta Freundlich adalah 5,7743 mg/g dan 5,3839 mg/g.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adiarso, T., Savitri, E., & Soeseno, N. (2010). Sintesis Kitosan, Poli (2-Amino-2 Deoksi-D-Glukosa), Skala Pilot Project dari Limbah Kulit Udang Sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biopolimer. *Proseding Seminar Nasional Teknik Kimia*.
- Ayu. (2016). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Kitin Dari Limbah Kulit Udang Putih (*Penaeus merguensis* de men). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Dompeipen, E.J., Kaimudin, M., & Dewa, R.P. (2017). Isolasi Kitin dan Kitosan Dari Limbah Kulit Udang. *Kementrian Perindustrian* 92.
- Edwin, T., Ihsan, T., & Pratiwi, W. (2017). Uji Toksisitas Akut Logam Timbal

- (Pb), Krom (Cr) dan Kobalt (Co) Terhadap *Daphnia Magna* Acute Toxicity Test Of Metal Lead (Pb), Chromium (Cr) and Cobalt (Co) On *Daphnia Magna*. *Teknik Lingkungan UNAND*,1(14).
- Haryani, K., Hargono, & Budiayati, C.S. (2007). Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang Untuk Mengadsorpsi logam Krom (Cr<sup>6+</sup>) dan Tembaga (Cu). *Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP*, 11 (2).
- Kaavessina, M. (2005). Keseimbangan Adsorpsi Logam (Pb) dengan Adsorben Kitin Secara *Batch*. *Jurusan Teknik Kimia. FT UNS* 1, 4(1).
- Kaimudin, M., & Leounupun, M.F. (2016). Karakterisasi Kitosan dari Limbah Udang dengan Proses *Bleaching* dan Deasetilasi Yang Berbeda. *Kementrian Perindustrian*, 12(1).
- Khairuni, M., Alfian, Z., & Agusnar, H. (2017). Studi Penggunaan Kitosan Komposit CuO Sebagai Adsorben untuk Menyerap Logam Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Seng (Zn) pada Air Sungai Belawan. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(2).
- Muzdaleni. (2011). *Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Fe Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Terhadap Ikan Sardine Di Pekanbaru*, Skripsi, Pekanbaru: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Nurhayati & Pratiwi, D. (2016). Pengaruh Massa dan Wktu Pengadukan Kitosan dalam Menurunkan Timbal dalam Air. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*.
- Nurdiani, D. (2005). Adsorpsi Logam Cu (II) dan Cr (IV) Pada Kitosan Bentuk Serpihan dan Butiran. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Pitriani, P. (2010). Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Untuk Pemurnian Natrium Silikat. Skripsi. Jakarta: Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Rafly, S.M.(2016). Biosorpsi Logam timbal dengan menggunakan Khamir *Saccharomyces Cerevisiae* *Termobilisasi Natrium Alginat*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi: UIN Alauddin Makassar
- Supriyantini, E., Yulianto, B., Ridlo, A., Sedjati, S., & Nainggolan, A.C. (2018). Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1).
- Suriyati. (2012). Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Logam Kadmium (Cd) dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*). Skripsi. Makasar: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makasar.