

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

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

DEA AMANDA

NIM. 150704011

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M/1440 H**

Lembar Persetujuan

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

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia

Oleh

DEA AMANDA

NIM. 150704011

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Kimia

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

(Febrina Arfi, M.Si)
NIDN: 2021028601

Pembimbing II

(Khairun Nisah, M.Si)
NIDN: 2016027902

Lembar Pengesahan

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

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Kimia

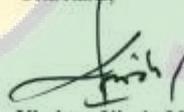
Pada Hari/Tanggal: Senin, 23 Desember 2019
26 Rabi'ul Akhir 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi,

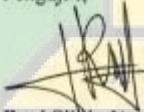
Ketua,


Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601

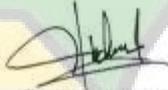
Sekretaris,


Khairun Nisah, M.Si
NIDN. 2016027902

Penguji I,


Reni Silvia Nasution, M.Si
NIDN. 2022028901

Penguji II


Cut Nuzlia, M.Sc
NIDN. 2014058702

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dea Amanda
NIM : 150704011
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi (FST)
Judul Skripsi : Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Ion Logam Kobalt (II) oleh Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Penaeus monodon*).

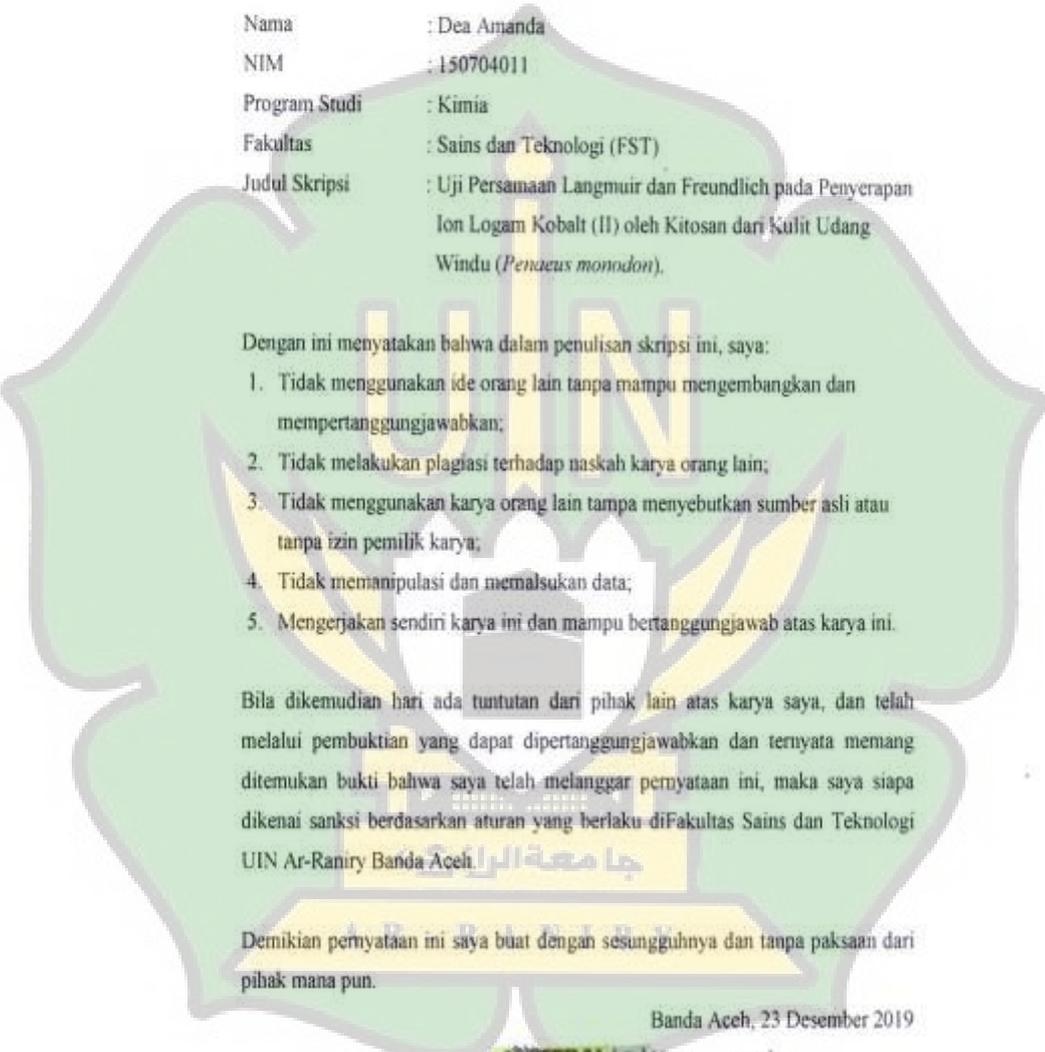
Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siapa dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. جامعة الرانيري

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Banda Aceh, 23 Desember 2019


Yang menyatakan,

Dea Amanda
NIM. 150704011

ABSTRAK

Nama : Dea Amanda
NIM : 150704011
Program Studi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Ion Logam Kobalt (II) oleh Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Penaeus Monodon*).
Tanggal Sidang : 23 Desember 2019/ 26 Rabiul Akhir 1441 H
Tebal Skripsi : 90 Halaman
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si
Pembimbing II : Khairun Nisah, M.Si
Kata Kunci : Efektivitas Adsorpsi, Persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich.

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 Infra Red*. 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 gram 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 isotem Langmuir dan Freundlich dapat menunjukkan penyerapan ion logam kobalt (II) oleh kitosan.

ABSTRACT

Name : Dea Amanda
NIM : 150704011
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technology
Title : Test Langmuir and Freundlich Equations on Absorption Cobalt Metal Ion (Ii) by Chitosan from Tiger Skin (*Penaeus Monodon*).
Session Date : 23 December 2019
Thesis Thickness : 90 Pages
Advisor I : Febrina Arfi, M.Sc.
Advisor II : Khairun Nisah, M.Sc
Keywords : Adsorption Effectiveness, Langmuir and Isotherm Equations Ferundlich

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 grams 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 AAS (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.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Selanjutnya shalawat beriring salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat sekalian yang telah membimbing umat manusia dari zaman jahiliyah ke zaman yang islamiyah yang bisa kita rasakan sampai saat ini.

Pada kesempatan ini penulis menulis skripsi berjudul **“Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Ion Logam Kobalt (II) oleh Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Panaeus Monodon*)”** yang ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selama menyelesaikan skripsi, penulis banyak mendapatkan pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berharga. Sehingga penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia dan Dosen Pembimbing II, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Febrina Arfi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Bapak/Ibu dosen di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang turut serta membantu dan mendukung penulisan skripsi.

6. Teman dan kerabat seperjuangan angkatan 2015 yang memberikan dukungan penuh.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membantu demi perbaikan skripsi yang lebih baik lagi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Banda Aceh, 23 Desember 2019
Penulis,

Dea Amanda



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIANSKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II : LANDASAN TEORITIS	
2.1 Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	7
2.2 Kitosan	8
2.2.1 Sifat Kitosan.....	11
2.2.2 Manfaat Kitosan	11
2.3 Proses Pembuatan Kitosan	12
2.4 Adsorpsi	14
2.4.1 Jenis – Jenis Adsorpsi.....	14
2.4.2 Isoterm Adsorpsi	16
2.4.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi	17
2.4.4 Adsorben.....	18

2.5	Pencemaran Logam	19
2.6	Logam Berat Co	20
2.6.1	Karakteristik Logam Co.....	20
2.6.2	Toksisitas Logam Co	21
2.7	<i>Fourier Transfrom – Infra Red (FT – IR)</i>	21
2.8	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	24
BAB III	: METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2.	Pengambilan Sampel	28
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.3.1	Alat Penelitian	28
3.3.2	Bahan Penelitian.....	29
3.4	Prosedur Kerja.....	29
3.4.1	Preparasi Sampel Kulit Udang	29
3.4.2	Pembuatan Kitin dan Kitosan.....	29
3.4.3	Penentuan Derajat Deasetilasi Kitosan.....	30
3.4.4	Pembuatan Larutan Induk Logam Co (II) dari Senyawa CoCl_2	31
3.4.5	Proses Penyerapan Ion Logam dengan Kitosan	31
3.4.6	Penentuan Efektivitas Adsorpsi	32
3.4.7	Penentuan Persamaan Langmuir.....	32
3.4.8	Penentuan Persamaan Freundlich	33
BAB IV	: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1	Data Hasil Pengamatan	34
4.2	Pembahasan	38
BAB V	: PENUTUP	
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56

DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Udang Windu.....	7
Gambar 2.2	(a) Struktur Kitin; (b) Struktur Kitosan.....	10
Gambar 2.3	Logam Berat kobalt (Co).....	21
Gambar 2.4	Skema Alat Spektroskopi <i>InfraRed</i>	23
Gambar 2.5	Skema Alat SepktofotometerSerapan Atom.....	25
Gambar 4.1	Mekanisme Perubahan Kitin Menjadi Kitosan.....	44
Gambar 4.2	Hubungan Antara Variasi Massa Kitosan dan Efektivitas Adsorpsi (Mg/G) Kitosan Terhadap Logam Co	48
Gambar 4.3	Hubungan Antara Waktu Kontak dan Efektivitas Adsorpsi (Mg/G) Kitosan Terhadap Logam Co dengan Konsentrasi 4 ppm dan Massa Kitosan 0,5 gram.....	49
Gambar 4.4	Mekanisme Reaksi Penyerapan Ion Logam Co (II).....	50
Gambar 4.5	(A) Isoterm Freundlich Untuk Adsorpsi Ion Logam Co (II) oleh Kitosan (B) Isoterm Langmuir Untuk Adsorpsi Ion Logam Co (II) oleh Kitosan dari Data Variasi Massa Kitosan..	52
Gambar 4.6	(A) Isoterm Freundlich Untuk Adsorpsi Ion Logam Co (II) oleh Kitosan (B) Isoterm Langmuir Untuk Adsorpsi Ion Logam Co (II) oleh Kitosan dari Data Variasi Waktu Kontak Kitosan.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Serapan FTIR Untuk Kitin dan Kitosan	10
Tabel 2.2	Gugus Fungsi pada Bilangan Gelombang Tertentu.....	23
Tabel 2.3	Panjang Gelombang Serapan Maksimum Berbagai Atom Logam.	26
Tabel 4.1	Tahap Proses Pembuatan Kitin dan Kitosan	34
Tabel 4.2	Hasil Serapan FTIR Kitin dari Kulit Udang Windu Hasil Isolasi	34
Tabel 4.3	Hasil Serapan FTIR Kitosan dari Kulit Udang Windu Hasil Isolasi	35
Tabel 4.4	Pengaruh Massa Kitosan Terhadap Adsorpsi Ion Co (II) dengan Konsentrasi 4 Ppm.....	35
Tabel 4.5	Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Ion Logam Co (II) dengan Konsentrasi Awal 4 Ppm	36
Tabel 4.6	Penentuan Kapasitas Adsorpsi Persamaan Langmuir dan Freundlich dari Data Hasil Variasi Massa Kitosan.....	36
Tabel 4.7	Penentuan Kapasitas Adsorpsi Persamaan Freundlich dan Langmuir dari Data Hasil Variasi Waktu Kontak.....	37
Tabel 4.8	Penentuan Harga Konstanta Freundlich dan Langmuir Berdasarkan Data Hasil Variasi Massa Kitosan	37
Tabel 4.9	Penentuan Harga Konstanta Freundlich dan Langmuir Berdasarkan Data Hasil Variasi Waktu Kontak	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	: Skema Kerja	62
Lampiran 2.	: Dokumentasi Penelitian	66
Lampiran 3.	: Pembuatan Larutan Induk CoCl_2	70
Lampiran 4.	: Nilai Rendemen Proses Pembuatan Kitosan	72
Lampiran 5.	: Nilai Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan	73
Lampiran 6.	: Pembuatan Kurva Kalibrasi Ion Logam Co (II)	74
Lampiran 7.	: Perhitungan Jumlah Ion Logam Co (II) yang Teradsorpsi pada Variasi Massa Kitosan dalam Konsentrasi 4 Ppm	76
Lampiran 8.	: Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Persamaan Langmuir dan Freundlich	78
Lampiran 9.	: Perhitungan Jumlah Ion Logam Co (II) yang Teradsorpsi pada Variasi Waktu Kontak Kitosan dalam Massa 0,5 Gram	81
Lampiran 10.	: Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Persamaan Langmuir dan Freundlich	83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

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 makhluk 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, Ihsan, dan Pratiwi, 2017).

Keracunan unsur ion logam berat Co(II) dapat berakibat pada jantung seperti naiknya tekanan darah dan gagal jantung, serta keracunan. Ion logam Co (II) yang masuk ke dalam tubuh secara terus-menerus dalam tingkat tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada sel-sel dalam tubuh. Selain itu juga dapat mengakibatkan sindrom radiasi akut yang memiliki gejala seperti mual, muntah, diare, pendarahan dan bahkan kematian (Edwin, Ihsan, dan Pratiwi, 2017).

Salah satu metode penurunan kadar logam berat yang mudah dan ramah lingkungan adalah metode adsorpsi (Khairuni, Alfian, dan Agusnar, 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, Hargono, dan Budiyati, 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 *Crustacea* contohnya seperti udang dan juga merupakan salah satu adsorben alami yang sangat melimpah di alam (Kaimudin dan 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- β -(1-4-D-glukopiranos))]. Gugus amino bebas ($-NH_2$) dan hidroksil pada kitosan berfungsi sebagai situs *chelation* (situs ikatan koordinasi) untuk membentuk

chelates sehingga kitosan mempunyai kemampuan sebagai adsorben (Supriyantini, Yulianto, Ridlo, Sedjati, dan Nainggolan, 2018).

Beberapa penelitian telah dilakukan oleh para ilmuwan untuk memanfaatkan kulit udang sebagai adsorben logam berat, menurut Dian Nurdiani (2005), kitosan dari kulit udang dapat mengadsorpsi ion logam Cu (II) dengan menggunakan persamaan Freundlich diperoleh daya adsorpsi sebesar 2,08 mg/g dan menurut Ana Andriana (2009), logam tembaga (II) dan kromium (III) dapat diserap oleh kitosan dari cangkang rajungan dengan persamaan Freundlich diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 4,20 mg/g untuk logam tembaga (II) dan 11,98 mg/g untuk logam kromium (III). Serta menurut Ayu (2016), kitosan dari kulit udang dapat menyerap logam Pb dengan persamaan Freundlich diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 62,5 mg/g. Oleh karena itu berdasarkan uraian di atas penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan kitosan hasil pengolahan dari kitin kulit udang windu (*Penaeus monodon*) untuk menyerap ion logam Co (II) sehingga dapat dijadikan upaya untuk mengurangi cemaran ion logam Co (II) yang terlarut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah proses penyerapan ion logam Co (II) oleh kitosan memenuhi persamaan Langmuir dan Freundlich ?
2. Berapakah daya adsorpsi maksimum penyerapan ion logam Co (II) oleh kitosan dengan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui apakah proses penyerapan ion logam Co (II) oleh kitosan memenuhi persamaan Langmuir dan Freundlich.
2. Untuk mengetahui nilai daya adsorpsi maksimum penyerapan ion logam Co (II) oleh kitosan dengan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai penyerapan ion logam berat Co (II) dengan memanfaatkan limbah kulit udang, serta membantu mengurangi limbah kulit udang tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampel kulit udang yang diambil berasal dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Desa Lampulo, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.
2. Kulit udang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit udang windu (*Penaeus monodon*).
3. Logam yang diuji adalah logam berat Co (II)
4. Variasi massa sampel terhadap penyerapan ion logam Co (II) yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5.
5. Variasi waktu penyerapan ion logam Co (II) yaitu 15, 20, 25, dan 30 menit.
6. Penetapan gugus fungsi senyawa dilakukan dengan menggunakan alat instrumen *Fourier Transform Infra Red* dan penetapan kadar ion logam berat Co (II) dilakukan dengan alat instrumen Spektrofotometer Serapan Atom.

7. Untuk menghitung daya adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dari kulit udang windu menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Udang windu atau *Penaeus monodon* merupakan salah satu jenis udang yang bernilai ekonomis tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia, udang ini juga sering dikenal dengan udang *Penaide*. Udang windu ini memiliki warna hijau kebiruan dengan garis-garis loreng dibagian tubuh (Yuliana, 2015).



Gambar 2.1 Udang Windu (Dokumentasi Pribadi)

Klasifikasi udang windu adalah sebagai berikut: (Kementrian riset, 2019)

- Regnum/Kingdom : *Animalia*
- Sub Kingdom : *Tracheobionta*
- Sub Phylum : *Ecdysozoa*
- Phylum : *Arthropoda*
- Class : *Malacostraca*
- Sub Class : *Eumalacostraca*

Ordo	: <i>Decapoda</i>
Family	: <i>Penaeidae</i>
Genus	: <i>Penaeus</i>
Species	: <i>Penaeus monodon</i>

Udang yang digunakan telah dilakukan uji identifikasi di Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Universitas Syiah Kuala pada tanggal 18 Februari 2019.

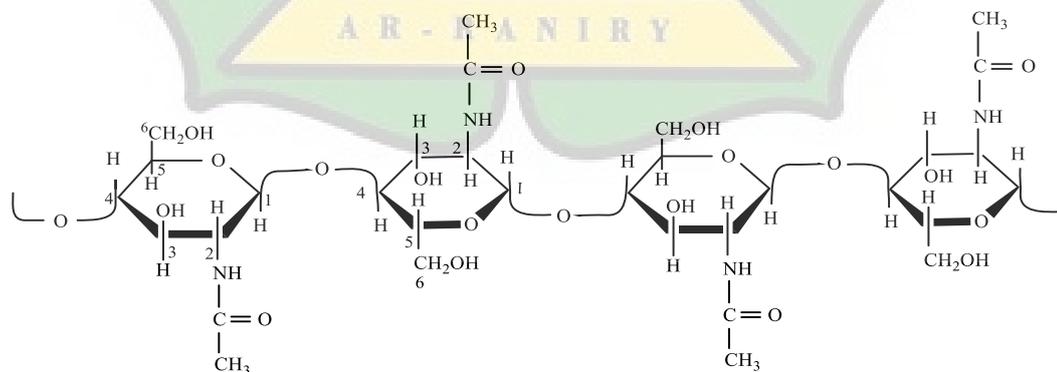
Limbah kulit udang sebagian besar dihasilkan dari kepala, kulit dan ekor udang. Kandungan yang terdapat pada kulit udang yaitu kitin (15-20%), protein (25-45%) dan kalsium karbonat (45-50%). Limbah yang mudah didapat dan tersedia dalam jumlah yang banyak salah satunya adalah limbah kulit udang yang banyak mengandung senyawa kitin dan kitosan, limbah kulit udang tersebut sampai saat ini masih belum dikelola secara optimal. Potensi yang ditimbulkan oleh limbah kulit udang yang melimpah dapat menyebabkan dampak pencemaran lingkungan sehingga perlu mendapatkan penanganan lebih. Akibat yang terjadi apabila limbah tersebut dibiarkan maka akan membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (Arif, 2013).

2.2 Kitosan

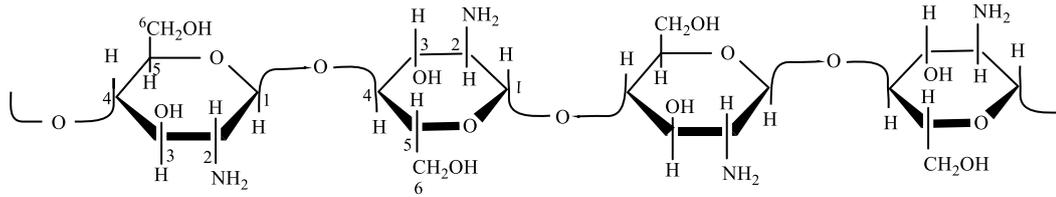
Kitosan merupakan suatu senyawa dihasilkan dari proses penghilangan gugus asetil dari kitin (Agustina, Swantara, dan Suartha, 2015). Senyawa kitin di alam adalah senyawa yang bergabung dengan senyawa lain seperti pigmen, protein dan mineral (Adiarto, Savitri, dan Soeseno, 2010). Bentuk molekul kitin hampir mirip dengan selulosa, yang merupakan polisakarida yang tersusun dari molekul-molekul glukosa sederhana (Harianingsih, 2010). Senyawa kitin biasanya

memiliki derajat deasetilasi kurang dari 10% dan secara alami tidak memiliki tingkat asetilasi yang lengkap, kitin memiliki rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$ (Hartati, Susanto, Rakhmadiono, dan Adi, 2002). Pemanfaatan kitin sangat dibatasi sehingga perlu diubah terlebih dahulu menjadi kitosan dikarenakan sifat-sifat kitin yang sulit dipisahkan dan tidak larut dengan bahan lain (Hendri, 2008).

Kitosan merupakan jenis rantai polimer yang tidak lurus dengan rumus kimia $(C_6H_{11}O_4)$ atau disebut dengan (1,4)-2-amino-2-deoksi- β -D-glukosa. Kitosan memiliki 3 gugus fungsi yaitu gugus hidroksil primer, sekunder dan gugus amino. Kitosan dapat berperan sebagai donor elektron (penyumbang elektron) karena adanya gugus fungsi tersebut sehingga mengakibatkan reaktivitas kitosan tinggi. Pada saat pembentukan ion logam dengan kitosan, akan menghasilkan ikatan kovalen koordinasi dimana ligan NH_2 berperan sebagai basa Lewis yang menyumbangkan sepasang elektron ke ion logam (asam Lewis) (Marganof, 2003; Rahayu dan Purnavita 2007; Syahmani dan Arif Sholahuddin, 2009). Berikut merupakan struktur kimia dari kitin dan kitosan.



(a)



(b)

Gambar 2.2(a) Struktur Kitin; (b) Struktur Kitosan(Dompeipen et al. 2016)

Kitin dan kitosan dapat dibedakan pada perbandingan gugus amida dan amina primer pada atom C-1 unit polimer. Apabila gugus amida lebih sedikit dari pada gugus amina primer (>50%) maka senyawa tersebut dapat dikatakan sebagai kitosan (Pitriani, 2010). Proses perubahan gugus asetil pada kitin menjadi gugus amin dengan dilakukannya penambahan basa kuat berkonsentrasi tinggi akan menghasilkan kitosan (Pitriani, 2010). Perubahan dari proses kitin menjadi kitosan dapat dilihat dari spektrum FT-IR yang diperoleh dengan panjang gelombang tertentu. Berikut merupakan karakteristik gugus fungsi dari spektra FT-IR kitin dan kitosan.

Tabel 2.1 Karakteristik Serapan FTIR Kitin dan Kitosan

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	
	Kitin	Kitosan
OH	3500	3450-3340
N-H amida	3300-3250	-
CH (CH ₃)	2961,32	-
C-H alifatik	2886,81	2886,81
NH (-NH ₂) <i>stretching</i>	-	3400
NH (R-NH ₂) <i>bending</i>	-	1596
CN (-NHCOCH ₃)	1310	-
C=O	1655	1650 (lemah)
C-O (-C-O-C-) <i>stretching</i>	1024	1082
CH ₃	1419,5	1419,5
C-O-C	896,28	-
C-N <i>stretching</i>	-	1200-1020

Sumber: (Gyliene dkk, 2003).

2.2.1 Sifat Kitosan

Kitosan merupakan produk yang biologis karena memiliki sifat yang menguntungkan yaitu tidak memiliki efek samping, alami dan *biokompatibel*, (*biodegradable*) tidak beracun dan mudah diuraikan oleh mikroba (Muzzarelli, 1996). Sedangkan sifat kimianya yaitu memiliki kemampuan mengikat beberapa jenis logam, polikationik serta gugus amino dan hidroksil yang aktif (Fajar, 2017). Salah satu sifat kitosan yang lain yaitu, kitosan dapat larut dalam asam-asam organik tetapi tidak dalam larutan netral atau basa. Kitosan tidak dapat larut pada larutan dengan pH yang lebih rendah atau lebih tinggi melainkan umumnya larut pada kisaran pH 4,5-5 (Dompeipen, 2017). Kitosan sangat efektif dalam mengikat kation dari zat-zat organik (protein dan lemak) maupun kation ion logam berat hal ini ditandai dengan terdapatnya gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimer kitosan (Agustina, Swantara, dan Suartha, 2015)

2.4.1 Manfaat Kitosan

Sumber daya alternatif yang sangat melimpah dan harus dimanfaatkan semaksimal mungkin adalah kitosan. Kitosan menjadi dasar pemanfaatan berbagai bidang dikarenakan sifatnya yang polikationik. Karena sifatnya yang *biodegradable* kitosan banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Kitosan juga banyak digunakan pada berbagai bidang industri seperti, farmasi, pengolahan pangan dan kedokteran (Dompeipen, 2017). Kitosan sudah menjadi bipolimer yang berguna dan aplikasinya sudah banyak diteliti dan dikembangkan. Contohnya dalam industri pangan kitosan digunakan sebagai pengawet, penstabil warna, suspensi padat, pembentuk gel, bahan tambahan pakan ternak dan penstabil makanan. Sedangkan manfaat kitosan dalam bidang pertanian

yaitu sebagai pestisida, herbisida, dan virusida tanaman. Selain itu dalam bidang kedokteran kitosan digunakan sebagai antimikroba, antijamur, dan aditif kosmetik (Purbowati, 2016).

2.3 Proses Pembuatan Kitosan

Kitin dapat diperoleh dari beberapa limbah kulit hewan salah satunya hewan laut seperti kepiting, kerang dan udang. Untuk mendapatkan limbah kulit udang sebagai bahan pembuatan kitosan sangatlah mudah dikarenakan minat masyarakat yang cukup tinggi dalam mengonsumsi udang. Hasil isolasi kitin dari kulit udang disintesis kembali menjadi kitosan dalam fase padat sebagai ekstraksi ion-logam berat (Murniati dan Mudasir, 2013).

Proses-proses yang digunakan untuk memperoleh senyawa kitosan yaitu deproteinisasi, dekalsifikasi, dekolorisasi dan deasetilasi. Proses deproteinisasi merupakan proses penghilangan protein yang terdapat pada limbah kulit udang. Ekstraksi menggunakan larutan NaOH dapat mencapai proses deproteinisasi secara optimum, kondisi optimum dapat menurunkan kadar nitrogen 6,86% yang mendekati nilai teoritisnya 6,9% dalam kitin murni. Konsentrasi basa, suhu dan juga spesies sumber dapat mempengaruhi efisiensi deproteinisasi. Protein akan diubah menjadi garam natrium proteanat yang larut dalam air pada proses deproteinisasi, (Murniati dan Mudasir, 2013).

Proses penghilangan senyawa anorganik yang terdapat pada limbah kulit udang disebut dengan proses dekalsifikasi, dimana senyawa anorganik tersebut terkandung sebanyak 40-50%. Proses dekalsifikasi dilakukan dengan menggunakan larutan HCl atau H₂SO₄ pada kondisi tertentu. Senyawa kalsium dalam larutan HCl memiliki keefektifan 10% lebih tinggi dari pada H₂SO₄.

Dekalsifikasi optimum dapat diperoleh dengan ekstraksi menggunakan HCl pada suhu kamar. Hal yang terpenting dalam tahap penghilangan mineral adalah jumlah asam yang digunakan, selain itu kondisi tersebut dapat menurunkan kadar abu kitin hingga 99,5%. Secara stoikiometrik, antara pelarut dengan padatan dapat dibuat berlebih atau samapelarutnya agar reaksinya berjalan sempurna (Purnawan, Apriliata, Kartini, dan Sugiharto, 2008). Untuk mengetahui kadar abu kitin dapat dilakukan dengan cara efisiensi dekalifikasi. Pada proses dekalifikasi, asam dapat terserap dan berpindah secara lambat dalam kisi – kisi kristal atau berasosiasi dengan residu protein dan asam amino bebas, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan (pemutusan rantai) selama pengeringan. Pencucian hingga pH netral atau dengan menambahkan larutan basa berkonsentrasi rendah dapat mencegah kerusakan yang terjadi.

Proses dekolorisasi dilakukan untuk menghilangkan pigmen (zat warna) yang terdapat pada limbah kulit udang. Zat warna karotenoid dalam kulit udang sekitar 15 mg/100 g dan zat warna lain yang teridentifikasi adalah astaksantin, astaksantin monoester, diester, astatin dan zeaksantin. Zat warna ini dapat dihilangkan dengan menggunakan larutan pemucat natrium hipoklorat (NaOCl) (Purnawan, Apriliata, Kartini, dan Sugiharto, 2008).

Sedangkan proses yang digunakan untuk menghilangkan gugus asetil yang terdapat pada kitin dengan medium basa pekat yaitu proses deasetilasi. Reaksi deasetilasi dapat dilakukan dengan larutan yang bersifat asam atau alkali. Reaksi deasetilasi dengan alkali lebih sering digunakan dibandingkan dengan asam hal ini dikarenakan ikatan glikosidik yang sangat rentan terhadap asam. Reaksi deasetilasi dilakukan dengan cara homogen atau heterogen (Dompeipen, 2017).

2.4 Adsorpsi

Suatu proses terjadinya pengumpulan suatu spesies pada batas muka padatan-fluida biasanya disebut dengan peristiwa adsorpsi. Adsorpsi terjadi akibat adanya gaya tarik menarik secara elektostatis. Gaya tarik menarik yang diperbesar dengan ikatan koordinasi hidrogen atau ikatan *van der Waals* merupakan salah satu penyebab peristiwa adsorpsi. Peristiwa adsorpsi fisik atau *van der Waals* terjadi apabila adsorbat dan permukaan adsorben berikatan dengan gaya *van der Waals*. Adsorpsi kimia terjadi apabila permukaan adsorben beraksi dengan molekul yang teradsorpsi secara kimia. Hal ini terjadi karena adanya ikatan kimia yang terbentuk dan terputus selama proses, sehingga panas reaksi kimianya memiliki nilai yang hampir sama dengan panas adsorpsinya. Tujuan dari proses adsorpsi ini ialah untuk meniadakan bau, warna dan rasa yang tidak dibutuhkan serta senyawa organik baik yang berbahaya maupun tidak dari suatu senyawa (Kaavessina, 2005).

2.4.1 Jenis-Jenis Adsorpsi

Adsorpsi dapat digolongkan dalam beberapa jenis, yaitu adsorpsi kimia dan fisika.

a. Adsorpsi kimia

Proses ini adalah proses penyerapan yang melibatkan proses kimia, dimana terjadinya pembentukan senyawa baru pada permukaan adsorben dengan cara pemutusan ikatan. Adsorpsi ini sering terjadi pada fase antara muka padatan dengan gas dan antara padatan dengan cairan. Pada adsorpsi ini jumlah zat yang teradsorpsi hanya satu jenis (Suriyanti, 2012).

b. Adsorpsi fisika

Proses penyerapan senyawa-senyawa yang terserap pada permukaan adsorben dengan membentuk ikatan yang lemah. Gaya *Van der Waals* terjadi apabila gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben lebih kecil dari pada gaya intermolekularnya, sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Panas yang menyertai adsorpsi fisika lebih panas dari adsorpsi kimia dengan kisaran sebesar 10 kJ/mol. Proses adsorpsi fisika tidak melibatkan energi aktivasi sehingga menyebabkan jumlah zat yang teradsorpsi semakin kecil dengan naiknya suhu dan adsorpsi ini biasanya terjadi pada temperatur yang rendah (Pitriani, 2010).

Terdapat beberapa kriteria dalam membedakan adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika diantaranya yaitu:

1. Adsorpsi fisika memiliki sifat yang reversibel sehingga memungkinkan terjadinya desorpsi pada temperatur yang sama.
2. Tidak membutuhkan tempat spesifik molekul yang teradsorpsi pada proses adsorpsi fisika, sedangkan adsorpsi kimia membutuhkan tempat yang spesifik.
3. Panas yang dihasilkan dari proses adsorpsi kimia lebih besar dari 80 kJ/mol, sedangkan adsorpsi fisika lebih rendah dari 40 kJ/mol,
4. Proses adsorpsi fisika paling banyak terjadi pada temperatur dibawah titik adsorbat (larutan), sedangkan proses adsorpsi kimia bisa terjadi pada temperature tinggi.

5. Proses adsorpsi kimia dipengaruhi oleh energi aktivasi, sedangkan adsorpsi fisika tidak (Kaavessina, 2005).

2.4.2 Isoterm Adsorpsi

Proses adsorpsi yang menggambarkan hubungan antara zat yang teradsorpsi oleh adsorben dengan tekanan atau konsentrasi pada keadaan kesetimbangan dengan temperatur tetap biasanya disebut dengan isoterm adsorpsi. Terdapat beberapa jenis isoterm, antara lain (Rahmayanti, 2007):

a. Isoterm Langmuir

Proses isoterm adsorpsi initerjadi saat terbentuk lapisan tunggal didasarkan pada asumsi bahwa kemampuan partikel tidak tergantung pada tempatnya atau tempat yang berdekatan. Persamaan isoterm Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut:

$$W = \frac{a \cdot b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan diatas dapat diturunkan secara linier menjadi:

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{a} C_e + \frac{1}{a \cdot b} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : W = Efektivitas adsorpsi (mg/g)

b = Konstanta Langmuir (mg/L)

Ce = Konsentrasi kesetimbangan (konsentrasi sisa)

a = Kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g) (Aini dan Wahyudi, 2018).

b. Isoterm Freundlich

Proses isoterm adsorpsi ini terjadi pada beberapa lapisan dan mempunyai ikatan yang tidak kuat, sehingga adsorpsi ini bisa digambarkan sebagai adsorpsi

fisik. Model adsorpsi ini dapat dilihat bahwa adsorben memiliki permukaan yang homogen sehingga dapat membentuk beberapa lapisan. Persamaan Isoterm Freundlich dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W = K C_e^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (3)$$

Untuk bentuk linier dari persamaan diatas dapat diubah dengan mengambil bentuk logaritmanya:

$$\text{Log } W = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e \dots \dots \dots (4)$$

Dimana, W = efektivitas adsorpsi (mg/g)

K = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g).

n = konstanta adsorpsi

C_e=konsentrasi zat terlarut dalam larutan setelah tercapai kesetimbangan adsorpsi (mg/L)(Handayani dan Sulistiyono, 2009).

2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut:

a. Jenis Adsorben

Adsorben yang baik untuk mengadsorpsi zat yang satu belum tentu baik untuk zat lain, sehingga dapat dikatakan bahwa tiap adsorben memiliki karakteristik sendiri.

b. Jenis adsorbat (zat yang diadsorpsi)

Zat yang bersifat basa akan lebih mudah diserap dengan adsorpsi asam, begitu pula sebaliknya karena basa dan asam akan saling tarik-menarik.

c. Konsentrasi zat adsorbat

Semakin besar *solute* yang teradsorpsi, maka semakin tinggi konsentrasi adsorbat.

d. Luas permukaan adsorben

Semakin besar kemampuan adsorben untuk menarik *solute* (adsorbat), maka semakin luas pula permukaan adsorbennya.

e. Tekanan dan suhu operasi

f. Daya larut *solvent* terhadap *solute*

Apabila daya larut *solvent* terhadap solut tinggi, maka proses adsorpsi akan mengalami gaya berlawanan dengan gaya tarik adsorben terhadap *solute*.

g. Jumlah *stage*

Apabila jumlah *stage* yang dihasilkan banyak, maka lebih besar pula jumlah *solute* yang teradsorpsi. Hal ini berbanding terbalik dengan operasi *single stage* (Putro dan ardhiany, 2010).

2.6.1 Adsorben

Adsorben merupakan zat yang berbentuk padat yang bisa menyerap partikel pada proses adsorpsi. Terdapat beberapa adsorben yang banyak digunakan salah satunya yaitu karbon aktif dan arang aktif. Zat yang diadsorpsi tergantung pada konsentrasi solut di sekitar solven, dengan berat dan luas permukaan tertentu dari adsorben. Semakin besar zat yang diadsorpsi, maka semakin tinggi pula konsentrasinya. Proses adsorpsi merupakan keadaan setimbang. Apabila kecepatan suatu zat dikurang atau ditambah maka akan terbentuk keadaan setimbang yang baru.

Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan adsorben yang baik dengan syarat, yaitu:

- a. Memiliki daya serap yang tinggi.
- b. Memiliki luas permukaan yang besar dan berbentuk padat.
- c. Tidak larut dalam adsorbat.
- d. Tidak mengalami reaksi kimia.
- e. Dapat dilakukan regenerasi kembali dengan mudah.
- f. Tidak berbahaya.
- g. Tidak menghasilkan residu berupa gas yang berbau.
- h. Harganya murah dan mudah didapat (Putro dan ardhiany, 2010).

2.5 Pencemaran logam

Pencemaran logam merupakan pencemaran yang berbahaya. Salah satu jenis zat pencemar lingkungan yang sangat banyak ditemukan dalam perairan yaitu logam berat (Siregar dan Murtini, 2008). Air memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan juga merupakan sumber daya alam yang sangat melimpah. Untuk melestarikannya, perlu dilakukan pengendalian pencemaran air dan pengelolaan kualitas air. Dilakukan pengendalian pencemaran air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air melalui pencegahan pencemaran air. Kualitas air yang diuji dan diukur berdasarkan metode dan parameter-parameter tertentu disebut dengan mutu air.

Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran air yaitu berupa perubahan yang tidak diinginkan seperti memiliki sifat biologis, fisis, maupun kimiawi. Sehingga kualitas air menurun serta dapat mempengaruhi makhluk hidup disekitarnya. Senyawa kimia biasanya sangat berbahaya bagi manusia dan organisme terutama

yang memiliki kandungan logam. Unsur yang memiliki massa jenis lebih besar dari 4 g/cm^3 biasanya disebut logam. Beberapa logam memiliki sifat toksik meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Hal ini disebabkan oleh terjadinya ikatan antara logam dengan senyawa organik, seperti enzim dan protein. Proses metabolisme akan terputus disebabkan oleh logam yang menghalang kerja enzim pada proses tersebut. Selain itu, logam juga memiliki sifat yang dapat terkumpul dalam tubuh dan tidak dapat dihancurkan oleh organisme, sehingga timbul permasalahan keracunan kronis (Cahyani, Azizah, dan Yulianto, 2010).

2.6 Logam berat Co

2.6.1 Karakteristik Logam Co

Logam kobalt adalah unsur kimia golongan logam transisi dengan berat atom sebesar $58,933 \text{ g/mol}$ yang memiliki nomor atom 27 dan lambang Co. Sifat fisika yang dimiliki oleh logam kobalt yaitu berbentuk padat, kapasitas panas $24,81 \text{ J/(mol } ^\circ\text{K)}$, titik didih $3200 \text{ } ^\circ\text{K}$, titik lebur $1768 \text{ } ^\circ\text{K}$, densitas $8,90 \text{ g/cm}^3$, dan panas penguapan 377 KJ/mol . Logam kobalt banyak dihasilkan dari limbah seperti kawat, perak, dan kertas. Logam kobalt biasanya didapatkan dari hasil samping produksi yang berkaitan dengan biji besi, timbal, tembaga, perak, dan nikel. Dalam perindustrian logam kobalt banyak diaplikasikan sebagai bahan campuran, misalnya pada pembuatan keramik, cat, alat pemotong atau penggiling, magnet, mesin pesawat, dan pewarna kaca. Logam ini merupakan logam transisi yang berada pada golongan VIII B. Berikut merupakan keberadaan logam kobalt dalam.



Gambar 2.3 Logam Berat Kobalt (Co) (<https://id.wikipedia.org/wiki/Kobalt>)

Bilangan oksidasi yang dimiliki logam kobalt yaitu +3 dan +2 sehingga sifatnya mudah larut ke dalam asam-asam mineral encer, tetapi logam kobalt pada bilangan oksidasi +2 ditemukan relatif secara stabil (Fa'izzah and H. Sugiyarto, 2016). Kobalt (III) dalam larutan air memiliki sifat oksidator. Logam kobalt dapat terurai dengan cepat disebabkan oleh logam Co (III) yang mengoksidasi air dengan cara membebaskan gas dioksigen, hal ini terjadi apabila logam tersebut berada dalam lingkungan asam (Fa'izzah and H. Sugiyarto, 2016).

2.6.2 Toksisitas Logam Co

Logam kobalt merupakan unsur yang dibutuhkan dalam reproduksi dan pertumbuhan pada makhluk hidup. Begitu juga dengan logam lainnya, (misalnya magnesium, seng, tembaga dan besi), enzim sangat membutuhkan logam kobalt sebagai koenzim yang digunakan untuk mengikat molekul substrat. Untuk menurunkan fungsi enzim bagi tubuh ion logam kobalt dapat menggantikan ion logam tertentu sebagai kofaktor dari suatu enzim (Darmono, 1995).

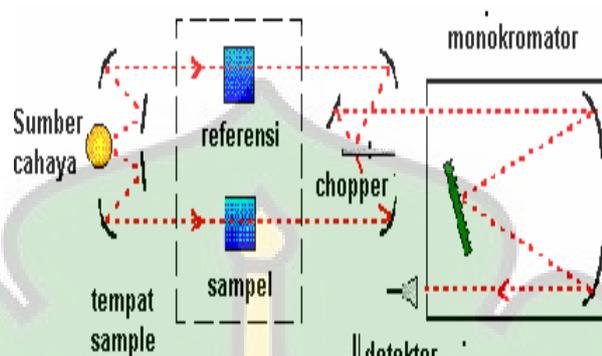
2.7 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada bilangan gelombang $13000-10\text{ cm}^{-1}$ atau daerah

panjang gelombang 0,75-1000 μm adalah spektroskopi *Infra Red* atau infra merah. Sinar yang dimiliki infra merah adalah sinar elektromagnetik dengan panjang gelombangnya kurang dari mikrogelombang dan lebih dari pada cahaya tampak, yaitu diantara 700 nm dan 1 mm. Daerah pertengahan merupakan daerah panjang gelombang yang digunakan spektroskopi infra merah, yaitu pada bilangan gelombang 4000-200 cm^{-1} atau pada panjang gelombang 2,5-50 μm . Daerah ini digunakan karena merupakan daerah khusus yang dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsional. Daerah tersebut disebut juga sebagai daerah sidik jari karena tiap senyawa organik memiliki adsorpsi yang unik pada daerah 4000-200 cm^{-1} . Daerah ini menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh vibrasi baik vibrasi regangan maupun bengkokan (Sastrohamidjojo 1992). Interaksi pada tingkat energi getaran (vibrasi) lah yang menjadi dasar dari alat spektroskopi infra merah. Radiasi gelombang elektromagnetik infra merah akan diadsorpsi oleh atom yang mengalami vibrasi (Bresnick, 2003).

Prinsip kerja inframerah yaitu cahaya yang berasal dari sumber dipecah dengan sistem cermin menjadi dua berkas cahaya, satu berkas cahaya digunakan untuk referensi dan lainnya digunakan untuk sampel. Setelah berkas cahaya melewati referensi dan sampel, kedua berkas cahaya tersebut digabung kembali dalam alat pemenggal (*chopper*, berupa cermin) kemudian secara bergantian diarahkan untuk masuk dan didifraksi oleh suatu kisi sehingga berkas cahaya terpecah menurut panjang gelombang. Beda intensitas antara kedua berkas cahaya tadi diukur oleh alat detektor dengan panjang gelombang tertentu, dan diteruskan ke alat perekam yang menghasilkan spektrum berupa grafik atau gambar

(Sari,2010). Berikut merupakan skema alat spektroskopi IR ini tersusun dari sumber cahaya cermin difraksi, kuvet rangkap, *chopper*, kisi dan detektor.



Gambar 2.4 Skema Alat Spektroskopi *Infra Red*(Dachriyanus, 2004)

Hasil spektrum analisis yang diperoleh merupakan gugus fungsional tertentu dari sampel yang di uji serta bentuk dari struktur kimia dan bentuk ikatan molekulnya. Oleh karena itu untuk pengujian secara kualitatif dan kuantitatif alat ini dapat digunakan (Suseno dan Sofjan, 2008). Terdapat beberapa gugus fungsi spesifik pada bilangan gelombang tertentu ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Gugus fungsi pada Bilangan Gelombang Tertentu

Gugus fungsi	Jenis senyawa	Daerah serapan (cm^{-1})
C – H	Alkana	3000 – 2850
C – H	Alkena	3100 – 3000
C – H	Alkana	3300
C – H	Aromatik	3150 – 3050
C = C	Alkena	1680 – 1600
C = C	Aromatik	1600 – 1475
C – O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1300 – 1000
C = O	Aldehida, keton, asam karboksilat, ester	1750 – 1700

O – H	Alkohol, fenol (monomer)	3650 – 3600
O – H	Alkohol, fenol (ikatan H)	3400 - 3200 (lebar)
O – H	Asam karboksilat	3400 – 2400 (lebar)
N – H	Amina	3500 – 1550
C – N	Amina	1350 – 1000
NO ₂	Nitro	1550 – 1350

Sumber : (Pavia, lampman dan kris, 2001).

Kelebihan utama analisis dengan menggunakan spektrofotometer dibandingkan dengan metode lain, yaitu:

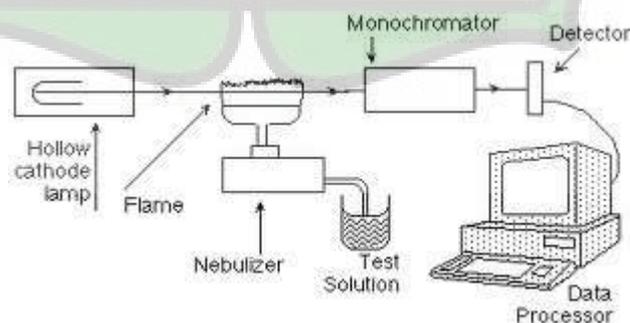
- Dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya dan analisis yang dilakukan lebih cepat.
- Spektroskopi FT-IR memiliki sensitifitas yang lebih besar, dikarenakan banyaknya radiasi yang masuk ke sistem detektor tanpa harus melalui celah.

2.8 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Suatu metode analisis untuk penentuan unsur-unsur pada logam dan metaloid dengan pengukuran berdasarkan pada penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas merupakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA) (Yuliasari, 2003). absorpsi atom pada suatu unsur yang dapat mengabsorpsi energi pada panjang gelombang tertentu merupakan dasar dari SSA. Dimanabanyaknya atom yang mengabsorpsiberbanding lurus dengan jumlah energi sinar yang diabsorpsi. Atom tersusun atas inti atom yang mengandung neutron berupa partikel netral dan proton bermuatan positif, dimana inti atom akandikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif dengan tingkat energi berbeda. Elektron yang berada paling luar akan tereksitasi dari keadaan dasar atau tingkat energi yang lebih rendah ke keadaan tereksitasi yang memiliki tingkat energi yang lebih tinggi, hal ini terjadi

apabila energi diabsorpsi oleh atom. Potensial eksitasi merupakan jumlah energy yang digunakan untuk memindahkan elektron ke tingkat energi tertentu. Elektron akan melepaskan energi sinar atau energi panas pada saat kembali ke keadaan dasar (Khopkar, 1990).

Prinsip kerja spektrofotometer serapan atom yaitu molekul-molekul sampel di dalam nyala api akan terurai menjadi atom-atom, elektron-elektronnya akan mengalami eksitasi apabila atom menyerap energi. Energi eksitasi ini diperoleh dari pancaran sumber sinar cahaya lampu, dimana selisih energi antara dua nivo sama dengan energi yang terserap. Garis resonansi disebut peralihan antara dua nivo energi yang melibatkan posisi dasar ke posisi eksitasi yang pertama. Atom yang terabsorpsi sangat membutuhkan garis resonansi, karena tiap-tiap elemen dalam sampel akan menyerap sinar dengan kawasan spektrum yang sempit dan jumlah jarak gelombang yang terbatas. Kemudian akan diperoleh data-data mengenai sampel dari spektrum yang didapat. Kuvet pada spektrofotometer serapan atom berfungsi sebagai nyala api gas pembakar molekul atau atom. Berikut merupakan komponen dari spektrofotometer serapan atom.



Gambar 2.5 Skema Alat Spektrofotometer Serapan Atom
(<https://gusnil45mind.wordpress.com>)

Kurva standar antara serapan dengan konsentrasi larutan standar dangat dibutuhkan dalam penggunaan spektroskopi serapan atom. Kemudian dilarutkan sampel yang telah diukur serapannya dan dapat ditentukan konsentrasinya. Unsur-unsur logam dapat dilakukan pengamatandengan cara nyala api akan mengemisikan sinar, sehingga pada alat sperktofotometer serapan atom ini banyak dilengkapi dengan alat interuptor sinar cahaya (*chopper*). Alat ini dipasang antara lampu dengan nyala api sehingga nyala api tersebut akan jatuh sehingga akan menghasilkan sinar lampu yang terputus-putus secara periodik. Sinar emisi dari nyala api ke detektor bertepatan dengan sinar cahaya. Unsur-unsur yang memiliki garis resonansi berada dibawah 500 nm adalah unsur yang dapat diselidiki dengan spektrofotometer serapan atom ialah (Darmono, 1995). Spektrofotometer serapan atom penggunaanya lebih berfokus pada analisis kuantitatif atom-atom logam, sehingga terdapat sekitar 70 jenis atom yang dapat dianalisa.

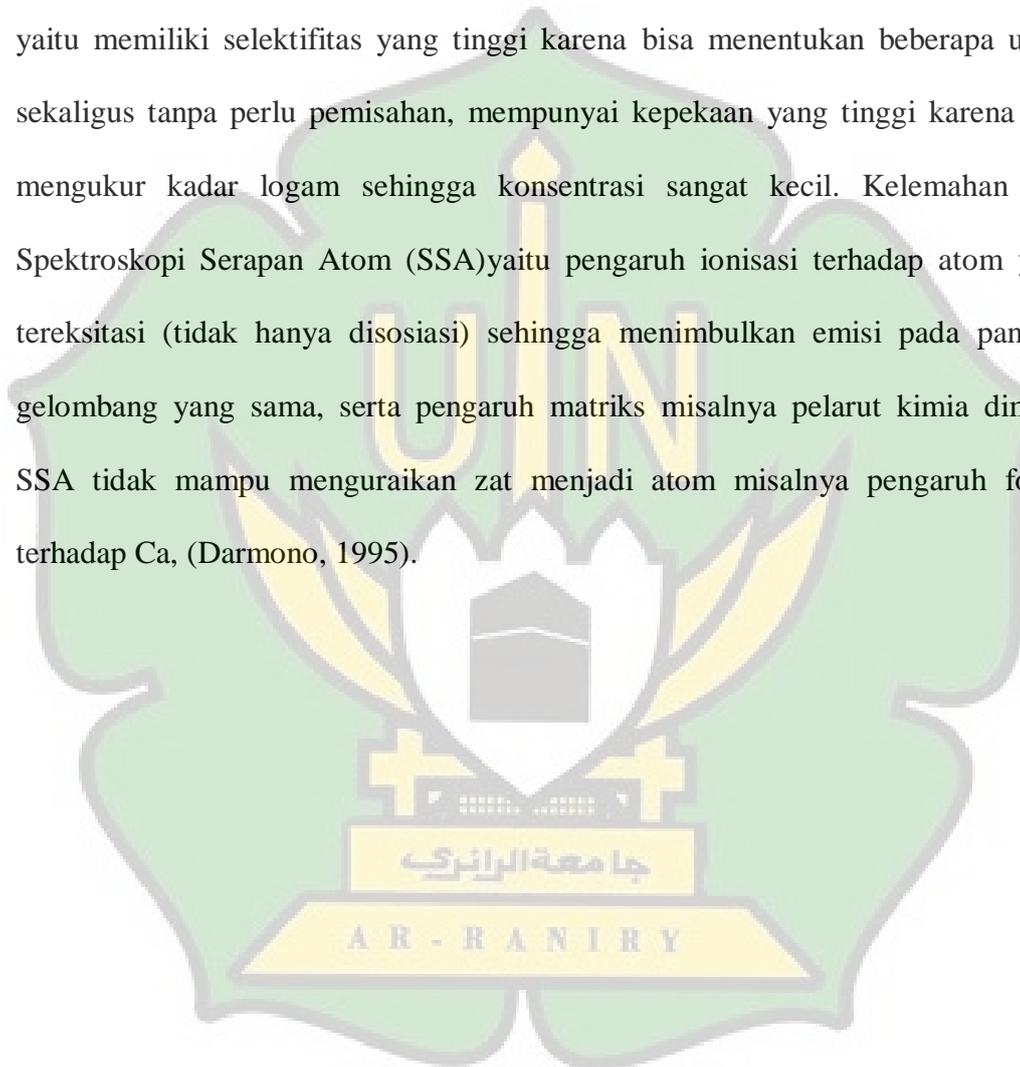
Tabel 2.3 Panjang Gelombang Serapan Maksimum Berbagai Atom Logam.

Atom	Panjang Gelombang (nm)
Ag	328,1
Ar	193,7
Au	142,8
B	249,7
Be	234,9
Ca	422,7
Co	240,7
Cr	357,9
Cu	324,7
Fe	248,3
Hg	253,7
Mg	285,2
Na	589,0
Ni	232,0
Pb	283,3
Pt	265,9
Sb	217,5

Se	296,0
Ti	364,6
Tl	276,8
U	351,4
Zn	215,8

Sumber : (Ewing G. W., 1975).

Terdapat beberapa keunggulan dari Spektroskopi Serapan Atom (SSA) yaitu memiliki selektifitas yang tinggi karena bisa menentukan beberapa unsur sekaligus tanpa perlu pemisahan, mempunyai kepekaan yang tinggi karena bisa mengukur kadar logam sehingga konsentrasi sangat kecil. Kelemahan dari Spektroskopi Serapan Atom (SSA) yaitu pengaruh ionisasi terhadap atom yang tereksitasi (tidak hanya disosiasi) sehingga menimbulkan emisi pada panjang gelombang yang sama, serta pengaruh matriks misalnya pelarut kimia dimana SSA tidak mampu menguraikan zat menjadi atom misalnya pengaruh fosfat terhadap Ca, (Darmono, 1995).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian uji persamaan Langmuir dan Freundlich pada penyerapan ion logam kobalt (II) oleh kitosan dari kulit udang windu (*Penaeus monodon*) dilaksanakan pada bulan Januari sampai bulan Juni 2019. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Karakteristik SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala.

3.2 Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada percobaan ini merupakan udang windu (*Penaeus monodon*) yang diambil di kawasan Lampulo, Banda Aceh. Sampel udang diambil berdasarkan teknik *purposive sampling*, dimana pengambilan sampel dilakukan atas dasar pertimbangan peneliti yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel yang akan diambil.

3.3 Alat dan Bahan

3.4.5 Alat Penelitian

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 stirrer*, sentrifugasi (merek Hettidz), FT-IR (merek Shimadzu type : IRPrestige 21) dan Spektrofotometri Serapan Atom (merek Shimadzu Typee AA-6300).

4.4.5 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah serbuk kulit udang windu, natrium hidroksida (NaOH 3,5%) Merck dan (NaOH 40%) Merck, akuades (H₂O) Merck, asam klorida (HCl 1N) Merck, aseton (C₃H₆O) Merck, natrium hipoklorit (NaOCl 0,3%) Merck dan kobalt klorida (CoCl₂) Merck.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.5 Preparasi Sampel Kulit Udang (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.

4.4.5 Pembuatan Kitin dan Kitosan

a. Deproteinisasi (Dompeipen, 2017)

Penghilangan protein 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.

b. Dekalsifikasi(Dompeipen, 2017)

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.

c. Dekolorisasi(Dompeipen, 2017)

Hasil dekalsifikasi dilarutkan dengan aseton hingga basah. Kemudian diaduk hingga rata dan didiamkan hingga kering. Setelah itu ditambahkan NaOCl 0,3% 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.

d. Deasetilasi (Kanti dkk, 2015)

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.

5.4.5 Penentuan Derajat Deasetilasi Kitosan, dengan Rumus:(Dompeipen, 2017)

$$DD = 100 - \left[\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \right] \times \frac{100}{1,33} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

A_{1655} = absorbansi pada bilangan gelombang 1655 cm^{-1}

A_{3450} = absorbansi pada bilangan gelombang 3450 cm^{-1}

1,33 = tetapan yang diperoleh dari perbandingan A_{1655}/A_{3450} untuk kitosan dengan asetilasi penuh .

3.4.4. Pembuatan Larutan Induk Logam Co(II) dari Senyawa CoCl_2 (Muzdaleni, 2011)

Untuk pembuatan larutan induk Co(II) dilakukan dengan cara melarutkan 2,20 gram CoCl_2 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.

3.4.5 Proses Penyerapan Ion Logam Co(II) dengan Kitosan

a. Pengaruh Massa Optimum Kitosan Terhadap Penyerapan Ion Logam Co (II) (Nurhayati dan 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 gram. Setelah itu, diaduk selama 20 menit dan didiamkan

selama 15 menit. Kemudian larutan disentrifuge dan dianalisis supernatant dengan menggunakan SSA untuk menentukan kadar logam.

b. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Ion Logam Co (II) dengan Kitosan (Nurhayati dan Pratiwi, 2016) dan (Pitriani, 2010).

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

3.4.6 Penentuan Efektivitas Adsorpsi, dengan Rumus: (Ayu, 2016)

$$W = \frac{(C_o - C_e) \times V}{W_a} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

W = Efektivitas adsorpsi (mg/g).

C_o = Konsentrasi awal (mg/L).

C_e = Konsentrasi sisa (mg/L).

W_a = Massa adsorben (gram).

V = Volume (L).

3.4.7 Penentuan Persamaan Langmuir, dengan Rumus: (Aini dan Wahyudi, 2018)

$$W = \frac{a \cdot b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \dots \dots \dots (7)$$

Persamaan diatas dapat diturunkan secara linier menjadi:

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{a} C_e + \frac{1}{a \cdot b} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana : W = Efektivitas adsorpsi (mg/g)

b = Konstanta Langmuir

C_e = Konsentrasi kesetimbangan (konsentrasi sisa)

a = Kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g)

3.4.8 Penentuan persamaan Freundlich, dengan rumus: (Handayani dan Sulistiyono, 2009)

$$w = K C_e^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (9)$$

Persamaan diatas dapat diturunkan secara linier menjadi:

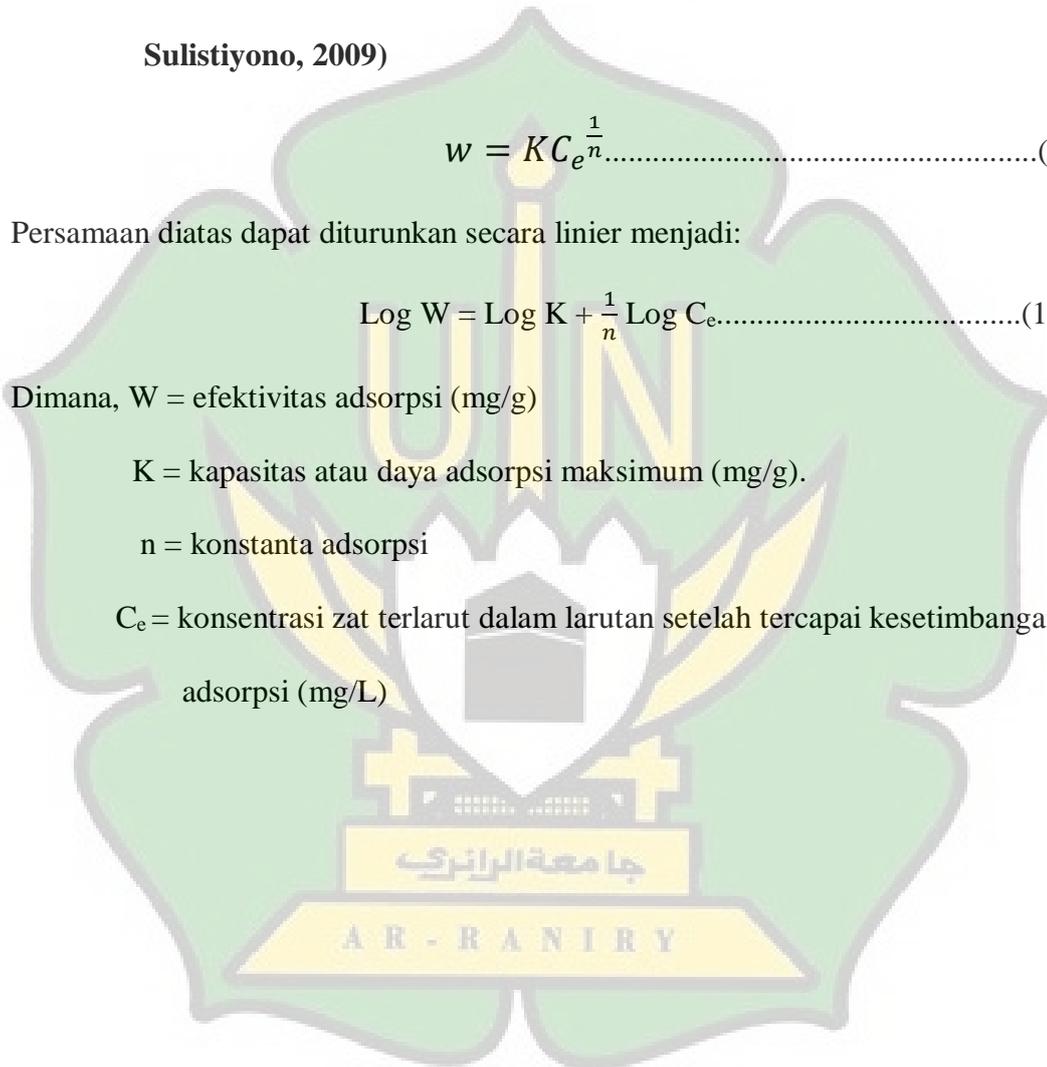
$$\text{Log } W = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e \dots \dots \dots (10)$$

Dimana, W = efektivitas adsorpsi (mg/g)

K = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g).

n = konstanta adsorpsi

C_e = konsentrasi zat terlarut dalam larutan setelah tercapai kesetimbangan adsorpsi (mg/L)



BAB IV

DATA HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengamatan

4.1.2 Tahap Proses Pembuatan Kitin dan Kitosan

Berdasarkan hasil dari proses pembuatan kitosan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Tahap Proses Pembuatan Kitin dan Kitosan

No.	Proses Pembuatan Kitosan	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Rendemen (%)
1.	Deproteinisasi	25	15,85	63,4
2.	Dekalsifikasi	15,85	10,87	68,58
3.	Dekolorisasi	10,87	7,64	70,28
4.	Deasetilasi	7,64	5,60	73,29

4.1.2 Karakterisasi Kitin dan Kitosan Menggunakan FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*).

Berdasarkan hasil serapan FTIR kitin didapatkan puncak-puncak umum yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Serapan FTIR Kitin dari Kulit Udang Windu Hasil Isolasi.

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

Berdasarkan hasil serapan FTIR kitosan diperoleh puncak-puncak umum yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Serapan FTIR Kitosan dari Kulit Udang Windu Hasil Isolasi.

Gugus Fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	
	Kitosan literatur (Gyliene dkk, 2003)	Kitosan hasil isolasi
OH	3450-3340	3448,72
NH(-NH ₂) <i>stretching</i>	3400	3448,72
CH (-CH ₃)	-	-
C-H alifatik	2886,81	2877,79
NH(R-NH ₂) <i>bending</i>	1596	1589,34
CN(-NHCOCH ₃)	-	-
CN <i>stretching</i>	1200-1020	1257,59
C=O	1650 (lemah)	1654,92
C-O(-C-O-C-) <i>stretching</i>	1082	1083,99
CH ₃	1419,5	1377,17

4.1.3 Penentuan Massa Optimum Adsorpsi Ion Logam Co (II) oleh Kitosan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penentuan massa optimum adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengaruh Massa Kitosan Terhadap Adsorpsi Ion Co (II) dengan Konsentrasi 4 ppm.

Massa Kitosan (gram)	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi Awal (C ₀) (mg/L)	Konsentrasi Sisa (C _e) (mg/L)	Efektivitas Adsorpsi (W) (mg/g)
0,1	15	4,3313	3,8657	0,1164
0,2	15	4,3313	3,2565	0,1343
0,3	15	4,3313	2,5745	0,1464
0,4	15	4,3313	1,6828	0,1655
0,5	15	4,3313	0,5875	0,1871

4.1.4 Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Ion Logam Co (II) oleh Kitosan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penentuan waktu kontak optimum adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.5 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Ion Logam Co (II) dengan Konsentrasi Awal 4 ppm.

Massa Kitosan (gram)	Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Awal (C ₀) (mg/L)	Konsentrasi Sisa (C _e) (mg/L)	Efektivitas Adsorpsi (W) (mg/g)
0,5	15	4,3313	0,5875	0,1871
0,5	20	4,3313	0,2764	0,2027
0,5	25	4,3313	0,0542	0,2138
0,5	30	4,3313	0,1653	0,2083

4.1.5 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Persamaan Langmuir dan Freundlich dari Data Hasil Variasi Massa Kitosan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan kapasitas adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich dari data hasil variasi massa kitosan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.6 Penentuan kapasitas adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich dari data hasil variasi massa kitosan.

C ₀ (ppm)	C _e (ppm)	W (mg/g)	C _e /W	Log W	Log C _e
4,3313	3,8657	0,1164	33,2104	-0,9340	0,5872
4,3313	3,2565	0,1343	24,2479	-0,8719	0,5127
4,3313	2,5745	0,1464	17,5853	-0,8344	0,4106
4,3313	1,6828	0,1655	10,1679	-0,7812	0,2260
4,3313	0,5875	0,1871	3,1400	-0,7279	-0,2309

4.1.6 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Persamaan Freundlich dan Langmuir dari Data Hasil Variasi Waktu Kontak.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan kapasitas adsorpsi persamaan Freundlich dan langmuir dari data hasil variasi waktu kontak dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.7 Penentuan kapasitas adsorpsi persamaan Freundlich dan Langmuir dari data hasil variasi waktu kontak.

C_0 (ppm)	C_e (ppm)	W (mg/g)	C_e/W	$\text{Log } W$	$\text{Log } C_e$
4,3313	0,5875	0,1871	3,1400	-0,7279	-0,2309
4,3313	0,2764	0,2027	1,3635	-0,6931	-0,5584
4,3313	0,0542	0,2138	0,2535	-0,6699	-1,2660
4,3313	0,1653	0,2083	0,7935	-0,6813	-0,7817

4.1.7 Penentuan Harga Konstanta Freundlich dan Langmuir Berdasarkan Data Hasil Variasi Massa Kitosan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan harga konstanta Freundlich dan Langmuir data hasil variasi massa kitosan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.8 Penentuan harga konstanta Freundlich dan Langmuir berdasarkan data hasil variasi massa kitosan.

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

Keterangan: a = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g).

b = konstanta langmuir.

k = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g).

n = konstanta adsorpsi.

4.1.8 Penentuan Harga Konstanta Freundlich dan Langmuir Berdasarkan Data Hasil Variasi Waktu Kontak.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan harga konstanta Freundlich dan Langmuir data hasil variasi waktu kontak dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.9 Penentuan harga konstanta Freundlich dan Langmuir berdasarkan data hasil variasi waktu kontak.

Isoterm	Konstanta	Harga
Langmuir	a	0,1834
	b	61,7283
Freundlich	k	5,3839
	n	18,6219

4.2 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kitosan dari kulit udang windu (*Panaeus monodon*) dalam mengadsorpsi ion logam Co (II). Metode pengambilan sampel dilakukan berdasarkan teknik *purposive sampling*, dimana dalam pengambilan sampel dilakukan dasar pertimbangan dari peneliti yang menganggap unsur-unsur yang diinginkan telah ada dalam kelompok anggota sampel yang diambil. Terdapat beberapa tahap dalam penelitian ini, antara lain: preparasi sampel, proses deproteinisasi, dekalsifikasi, dekolorisasi, deasetilasi, pembuatan kurva kalibrasi logam Co, dan penentuan adsorpsi ion logam Co (II) terhadap kulit udang *Panaeus monodon* sebagai adsorben dengan variasi massa dan waktu kontak.

4.2.1 Perparasi 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, dimana diperoleh berat setelah pencucian sebesar 200 gram namun setelah pengeringan diperoleh berat kulit udang sebesar 50,25 gram yang artinya bahwa kandungan air yang terdapat dalam kulit udang tersebut benar-benar hilang. 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. Selain itu fungsi dari pengecilan ukuran sampel juga untuk mempermudah proses adsorpsi karena salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi ialah luas permukaan, dimana semakin luas permukaan adsorben maka semakin besar pula kemampuannya untuk menarik solut (adsorbat). Dalam proses pengayakan 80 mesh diperoleh berat kulit udang sebesar 25,18 gram.

4.2.2 Tahap Proses Pembuatan Kitosan

Pada Tabel 4.1 Menunjukkan bahwa proses pembuatan kitosan dari cangkang kulit udang windu diperoleh dengan beberapa tahap yaitu tahap deproteinisasi, dekalsifikasi, dekolorisasi, dan deasetilasi.

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%. Menurut (Mahyudi, 2011), 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%.

Selain itu, digunakannya larutan NaOH sebagai penghilang protein karena lebih efektif dan ekonomis. Larutan basa dapat melarutkan protein yang terkandung dalam serbuk kulit udang sehingga protein yang terikat secara kovalen

pada gugus fungsi kitin akan terpisah. 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. Pada saat larutan NaOH direaksikan dengan kulit udang windu terbentuk sedikit gelembung dipermukaan larutan dan larutan jadi sedikit mengental dengan warna kemerahan. Larutan menjadi kental dikarenakan terdapatnya kandungan protein dari dalam kulit udang yang terlepas dan berikatan dengan ion Na^+ dalam larutan. Sedangkan dilakukannya pemanasan pada suhu 65°C selama 2 jam bertujuan agar larutan NaOH benar-benar bereaksi dengan serbuk kulit udang.

Pada proses ini dihasilkan gumpalan putih kemerahan dikarenakan Ion Na^+ dari NaOH akan mengikat ujung rantai protein yang bermuatan negatif. Penetralkan menggunakan akuades berfungsi untuk mengikat Na-proteanat yang nantinya akan larut dalam akuades. Sedangkan pengeringan pada suhu 60°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, Kaimudin, dan Dewa (2016) 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. Menurut (Mahyudin, 2011), kalsium karbonat (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 CO₂ 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.

Proses dekalsifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan HCl atau asam lain seperti H₂SO₄ pada konsentrasi tertentu. Dalam penelitian ini digunakan larutan HCl karena dilihat dari keefektifan HCl dalam melarutkan kalsium 10% lebih tinggi dari pada H₂SO₄. Mineral atau senyawa organik yang terdapat didalam kulit udang berkisar antara 40 sampai 50% dari berat bahan kering (Ayu, 2011). Sehingga jika dilihat dari tingginya kandungan mineral dalam kulit udang maka diperlukan penambahan HCl pada konsentrasi tinggi dan waktu perendaman yang lama. Akan tetapi apabila dilakukan dalam kondisi tersebut dikhawatirkan akan terjadi degradasi dari kitin yang terkandung dalam kulit udang, terutama yang disebabkan oleh terjadinya hidrolisis. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan HCl pada konsentrasi 1N dan lama perendaman selama 2 jam dengan asumsi bahwa konsentrasi dan waktu perendaman tersebut tidak cukup kuat untuk menimbulkan terjadinya hidrolisis.

Terjadinya kesetimbangan reaksi antara serbuk kulit udang dengan larutan HCl pada proses ini yaitu ditandai dengan menghilangnya gelembung-gelembung CO₂. Kemudian dilakukan penetralan sampel kulit udang menggunakan akuades dengan fungsi untuk menghilangkan mineral yang sudah terikat dengan HCl.

Pengeringan pada suhu 60°C selama 6 jam berfungsi untuk menghilangkan kadar air yang terdapat dalam serbuk kulit udang. Rendemen yang dihasilkan setelah proses dekalsifikasi adalah sebesar 68,58% dengan berat sampel 10,87 gram. Telah dilakukan penelitian oleh Agustina (2013) tentang pembuatan kitosan dari cangkang udang dan aplikasinya sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam Cu, dimana diperoleh rendemen sebesar 36,76% dengan berat awal 200 g.

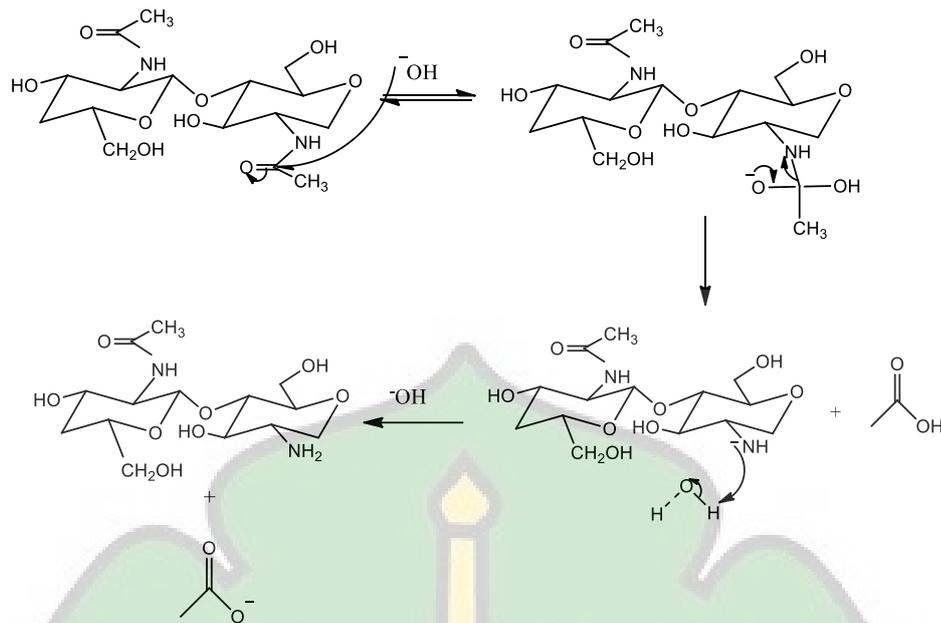
Tahap ketiga yaitu dekolorisasi merupakan tahap yang dilakukan untuk menghilangkan warna atau pigmen yang terdapat dalam sampel kulit udang. Pigmen warna yang terdapat pada serbuk kulit udang biasanya disebut *Crustacyani* yang merupakan senyawa lipoprotein (Ayu, 2011). Pada tahap proses dekolorisasi 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.

Proses dekolorisasi ini ditandai dengan perubahan warna pada serbuk kulit udang dari kecoklatan menjadi putih kecoklatan. Menurut Arif (2006), bahwa penambahan larutan NaOCl akan menyebabkan senyawa karotenoid yang terdapat pada kulit udang akan larut sehingga terjadinya perubahan warna. Penyaringan dan penetralan dengan menggunakan akuades berfungsi untuk menghilangkan zat warna dan pengotor yang telah bereaksi dengan larutan NaOCl. Proses pengeringan residu pada suhu 60°C selama 6 jam berfungsi untuk menghilangkan kadar air yang terdapat dalam serbuk 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. Telah dilakukan penelitian oleh Abdur Rahman Arif tentang potensi kulin deasetilasi dari *Bacillus Licheniformis* HSA3-1A untuk produksi kitosan dari limbah udang putih sebagai bahan pengawet bakso ikan dimana diperoleh berat sampel 39,08 gram dengan rendemen sebesar 39,08% dengan berat awal 47,51 gram.

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.

Proses deasetilasi dilakukan dengan basa kuat dan dalam kondisi panas akan menyebabkan 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 hidrolisis suatu amida oleh suatu basa. Kitin bertindak sebagai amida dan NaOH sebagai basanya. Mula-mula terjadi reaksi adisi nukleofilik, dimana gugus OH^- masuk ke dalam gugus NHCOCH_3 kemudian terjadi reaksi eliminasi gugus CH_3COOH sehingga dihasilkan suatu amina yaitu kitosan. Mekanisme pembentukan kitosan dari kitin dapat dilihat dari persamaan reaksi pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.1 Mekanisme Perubahan Kitin Menjadi Kitosan.
(Kaimudin dan Leounupun, 2016)

Gugus amino dan hidroksil yang terikat apabila dihubungkan dengan sifat-sifat kitin dan kitosan, dapat dijadikan salah satu penyebab kitin dan kitosan bisa berperan sebagai adsorben logam berat dimana keduanya memiliki reaktivitas kimia yang tinggi dan menyebabkan sifat polielektrolit kation sehingga dapat berperan sebagai penukar ion (*ion exchanger*) (Marganof, 2003). Berdasarkan deret kekuatan ligan dalam spektrokimia, gugus fungsi hidroksil terletak disebelah kiri gugus amina, sehingga gugus amina lebih kuat dibanding gugus hidroksil dalam mengadsorpsi (Agustina dan Kurniasih, 2013). Ini dapat diartikan bahwa pada proses adsorpsi ion logam lebih mudah berikatan dengan gugus amina dari pada gugus hidroksil. Kitin dan kitosan sama-sama memiliki atom N tetapi kitin kurang efisien digunakan untuk pengkelat, sebab gugus asetamida pada kitin merupakan ligan yang sangat lemah dibandingkan dengan kitosan yang memiliki gugus amina yang merupakan medan ligan kuat.

Untuk mendapatkan kitosan dengan derajat deasetilasi yang tinggi sangatlah sulit dikarenakan kitin secara alami berbentuk kristalin yang mengandung rantai-rantai polimer kitin yang berkerapatan sangat tinggi, yang satu sama lain terikat dengan ikatan hidrogen yang sangat kuat, sehingga menghalangi saat proses pembentukannya. Masih terdapatnya beberapa gugus asetil yang terikat pada beberapa gugus N kitosan disebabkan karena proses deasetilasi yang terjadi pada kitin tidak pernah selesai (Pitriani, 2010).

Rendemen yang dihasilkan dari proses deasetilasi yaitu sebesar 73,29% dengan berat sampel 5,60 gram. 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 infra merah (FTIR). Untuk menghitung derajat deasetilasi (DD) kitosan diperlukan hasil dari analisis kuantitatif spektrum FTIR yang didapatkan.

Derajat deasetilasi menunjukkan bahwa gugus asetil yang dapat dihilangkandari kitin sehingga dihasilkan kitosan. Semakin berkurang gugus asetil pada kitosan maka semakin kuat pula interaksi antar ion dan ikatan hidrogen dari kitosan. Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi FTIR yang diperoleh dari penelitian dapat memberikan informasi sejumlah pita serapan utama yang menunjukkan gugus-gugus fungsi dalam molekulnya.

Pada spektra FTIR dari kulit udang, muncul pita serapan pada bilangan gelombang $3448,27\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus -OH dan N-H yang saling tumpang tindih. Gugus N-H amida pada kitin muncul pada bilangan gelombang $3271,27\text{ cm}^{-1}$, pita serapan ini sama sekali tidak muncul pada spektra kitosan. Hal ini yang memperkuat bahwa telah terjadi pelepasan gugus asetil. Pita serapan pada panjang gelombang $2877,79\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya gugus C-H alifatik munculnya pita serapan pada bilangan gelombang $1654,92\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya gugus fungsi C=O yang juga masih terdapat pada kitosan. Dapat dibedakan gugus C=O kitin hasil sintesis dengan kitosan hasil sintesis, dimana pada kitin serapannya masih melebar sedangkan kitosan serapannya terlihat lebih tajam. Hal ini menandakan bahwa gugus asetamida banyak yang sudah berubah menjadi gugus amina.

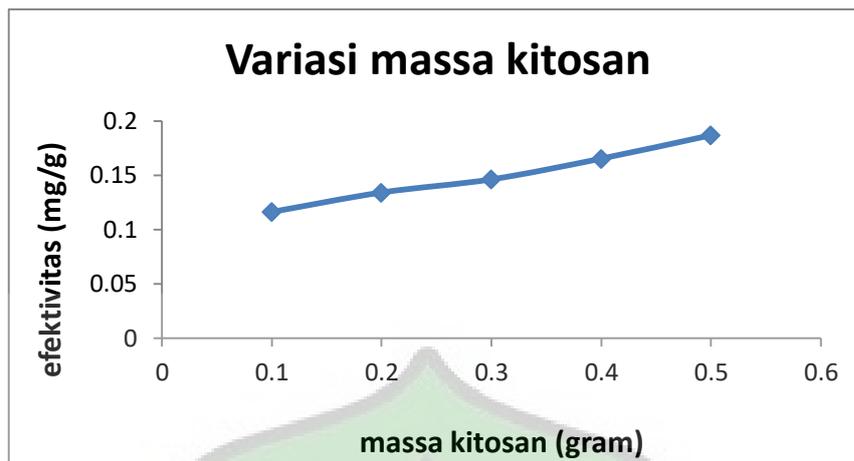
Pada proses deasetilasi terjadinya perubahan gugus asetilamino pada kitin menjadi gugus amino. Dapat ditandai dengan hilangnya atau berkurangnya serapan gugus C=O dari molekul pada spektrum FTIR (Pitriani, 2010). Dalam penelitian ini gugus C=O masih ada, sehingga hasil deasetilasi masih belum sempurna. Hal ini disebabkan karena kurang lamanya proses pemanasan dan suhu yang kurang tinggi, sehingga pemutusan gugus asetil kurang sempurna. Menurut

Rahayu dan Purnavita (2007) derajat deasetilasi untuk kitosan secara umum yaitu sekitar 60% dan sekitar 90-100% untuk kitosan yang mengalami deasetilasi penuh.

Pada bilangan gelombang $1589,34 \text{ cm}^{-1}$ muncul pita serapan gugus N-H. Terdapat gugus C-H pada bilangan gelombang $1419,61 \text{ cm}^{-1}$ pada kitin. Gugus C-N kitosan muncul pada pita serapan $1257,59 \text{ cm}^{-1}$ begitu juga dengan kitin. Serta gugus C-O pada bilangan gelombang $1083,99 \text{ cm}^{-1}$ untuk kitosan dan $1029,99 \text{ cm}^{-1}$ untuk kitin. Gugus metil yang terdapat pada kitin dan kitosan terdapat pada bilangan gelombang $1377,17 \text{ cm}^{-1}$. Hasil analisis serapan FTIR ini dapat disimpulkan bahwa kitin dan kitosan yang diperoleh dari hasil isolasi telah memenuhi standar, hal tersebut dapat dilihat dari perbandingan kitin dan kitosan literatur dengan kitin dan kitosan isolasi pada Tabel 4.3 dan 4.4.

4.2.3 Penentuan Massa Optimum Adsorpsi Ion Co (II) Oleh Kitosan.

Data yang diperoleh dari Tabel 4.5 Menunjukkan bahwa kemampuan kitosan dalam mengadsorpsi logam Co dengan variasi massa kitosan terlihat pada massa ke 0,5 gram dimana efektivitasnya yaitu 0,1871 mg/g. Kapasitas adsorpsi merupakan kemampuan suatu adsorben dalam menyerapa atau mengadsorpsi adsorbat. Penentuan kapasitas adsorpsi logam Co (II) oleh kitosan dari kulit udang windu dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hubungan antara variasi massa kitosan dan efektivitas adsorpsi (mg/g) kitosan terhadap logam Co.

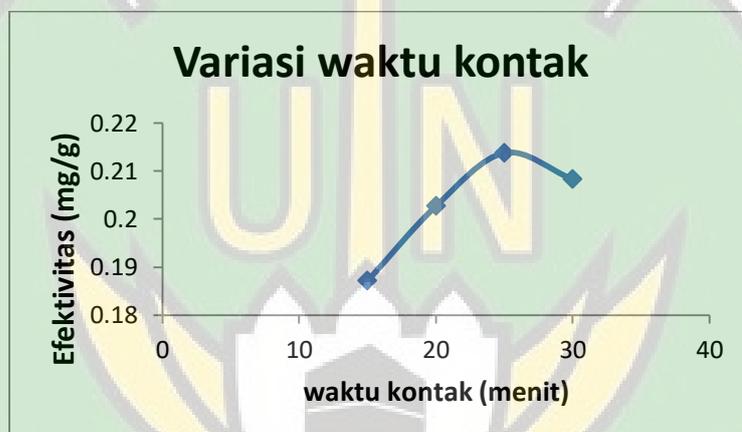
Efektivitas adsorpsi (W) yang diperoleh menunjukkan peningkatan seiring naiknya massa kitosan dimana dapat diartikan semakin banyak massa kitosan maka semakin banyak logam Co yang teradsorpsi oleh kitosan. Berdasarkan teori, jika dalam adsorpsi telah mencapai massa optimum maka selanjutnya tidak akan 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.

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

Data yang diperoleh dari Tabel 4.6 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 4.3.

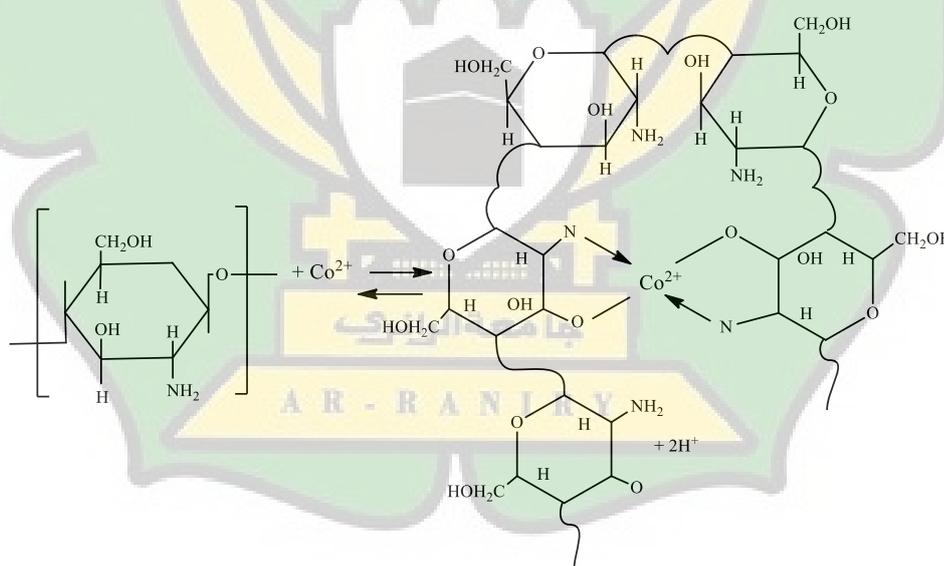


Gambar 4.3 Hubungan antara waktu kontak dan efektivitas adsorpsi (mg/g) kitosan terhadap logam Co dengan konsentrasi 4 ppm dan massa kitosan 0,5 gram.

Pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 tersebut dapat dilihat hubungan antara waktu kontak kitosan dengan persen adsorpsi. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada waktu kontak 20-25 menit persentasi adsorpsi meningkat namun ketika waktu 30 menit persentasi 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 4.4.

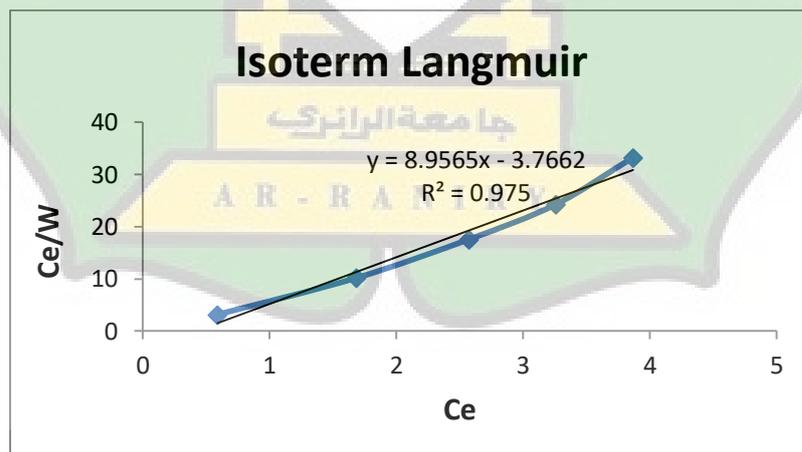


Gambar 4.4. Mekanisme reaksi penyerapan ion logam Co (II).

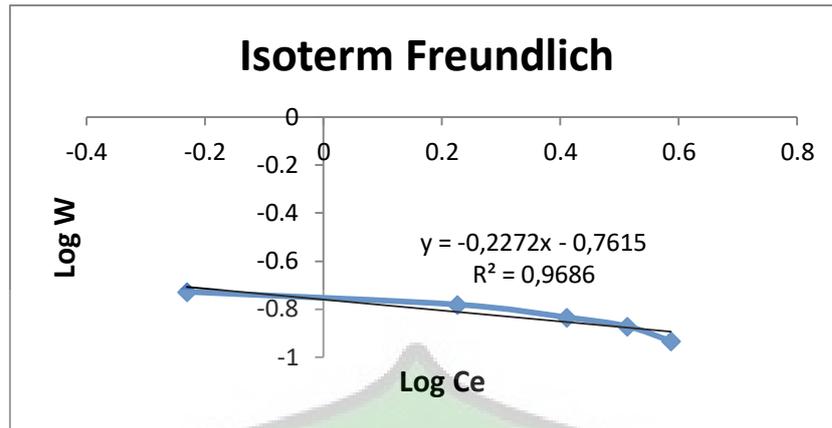
Reaksi pembentukan senyawa kompleks antara kitosan dengan ion logam, dimana kitosan berperan sebagai ligan dan ion logam sebagai ion pusat. Hal ini terjadi karena melimpahnya pasangan elektron bebas pada oksigen dan nitrogen

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 grafik 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 4.5.

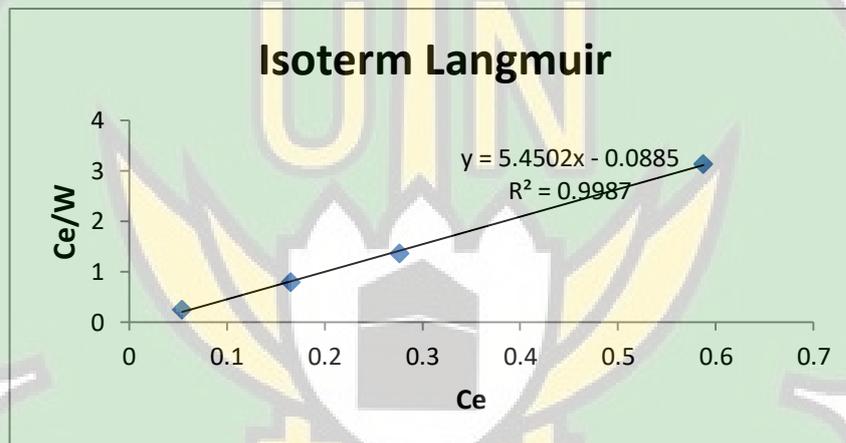


(a)

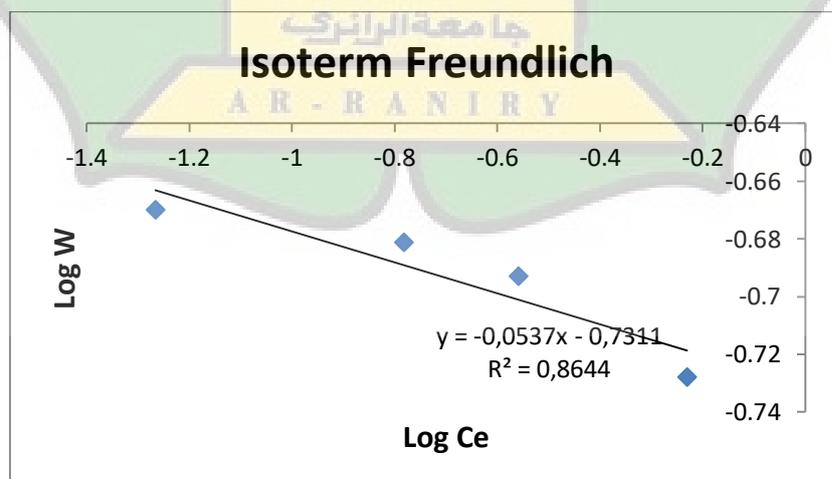


(b)

Gambar 4.5 (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 4.6 (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 , C_e/W , $\text{Log } C_e/W$ dan $\text{Log } C_e$ seperti pada Tabel 4.6 dan 4.7, serta dilakukan pemetaan grafik dengan memasukkan harga C_e/W dengan C_e untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memasukkan harga $\text{Log } W$ dengan $\text{Log } C_e$ untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Tanda negatif yang diperoleh dari Gambar 4.5(a) dan Gambar 4.6(a) dalam persamaan menunjukkan gradient kemiringan kurva ke kiri. Gambar 4.5 (a) dan 4.6 (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. Menurut Aini dan Wahyudi (2018), adsorpsi sangat kecil pada konsentrasi rendah namun adsorpsi akan meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi larutan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan 4.5 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 4.5 dan 4.6 terlihat bahwa persamaan

adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan memenuhi persamaan adsorpsi Langmuri 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 4.8 dan 4.9. 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 Ana 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.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses adsorpsi ion logam Co (II) oleh kitosan dari kulit udang windu memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich.
2. 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.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dalam penggunaan bahan dasar pembuatan kitosan selain udang.
2. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dalam memodifikasi kitosan karena dapat menambah kereaktifan gugus aktif pada kitosan sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi.
3. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variabel lain dan aplikasi kitosan selain adsorpsi logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiarto, T., Savitri, E., dan 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. *Prosedding Seminar Nasional Teknik Kimia*.
- Afos, F.T., Suyani, H., dan Deswati.(2014). Optimasi Penentuan Fe (III), Co (II) dan Cr (III) Secara Simultan Dengan Voltammetri Striping Adsorptif (AdSV) Menggunakan Kalkon Sebagai Pengompleks. *Jurnal Kimia Unand*, 3(4).
- Agustina,S., Swantara, I.M.D., dan Suartha, I.N. (2015). Isolasi Kitin, Karakterisasi dan Sintesis kitosan dari Kulit Udang. *Jurnal Kimia*, 9(2).
- Agustina, S., dan Kurniasih, Y. (2013). Pembuatan Kitosan Dari Cangkang Udang Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Cu. *Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III*.
- Andriana, Ana. (2009). Adsorpsi Ion Tembaga (II) dan Ion Kromium (III) Menggunakan Kitin Terfosforilasi dari Limbah Cangkang Ranjungan (*Portunes pelagicus*). *Seminar Tugas Akhir Jurusan Kimia FMIPA UNDIP*, 2(1).
- Arif, A.R., Ischaidar, dan Natsir, H. (2013). Isolasi Kitin dari Limbah Kulit Udang Putih (*Penaeus merguensis*) Secara Enzimatis. *Seminar Nasional 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.
- Bresnick, Stephen. (2003).**Inti Sari Kimia Organik**. Terjemah Hadian Kotong. (tt). Jakarta: Hipokrates.
- Cahyani, M.D., Azizah, R., dan Yulianto, B. (2012). Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *J. Mar. Res*, 1(2).
- Cahyaningrum, S.E., dan Amaria. (2005). Pemanfaatan Limbah Cangkang Udang *Penaeus monodon* Sebagai Adsorben Kadmium (II) Dalam Medium Air. *Indo. J. Chem*, 5(2).
- Dachriyanus. (2004).**Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi**. Sumatera Barat: LPTIK Universitas Andalas.

- Darmono.(1995). **Logam dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup**. Jakarta: UI Press.
- Dewa, R.M. (2012). Adsorpsi Fluidisasi Logam Cu (II) Menggunakan Kitosan Urea Dengan Penambahan Karboksimetil Selulosa (CMC) dan Glutaraldehyd. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi: Universitas Airlangga.
- Dompeipen, E.J., Kaimudin, M., dan Dewa, R.P. (2016). Isolasi Kitin dan Kitosan Dari Limbah Kulit Udang. *Kementrian Perindustrian* 92.
- Edwin, T., Ihsan, T., dan 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).
- Fa'izzah, M., dan Sugiyarto, K.H. (2016). Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Kobalt (II) dengan Ligan 1,10-Fenantrolin dan Anion Trifluorometanasulfonat. *Pendidikan Kimia*.
- Fajar, Mulyana. (2017). Penurunan Konsentrasi Logam Fe Menggunakan Komposit Karbon Aktif-Kitosan. Skripsi. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
- Gyliene, O., Razmute, I., Tarozaitė, R., dan Nivinskiene, O. (2003). ***Chemical Composition and Sorption Properties of Chitosan Produced from Fly Larva Shells***. Chemija: Vilnius.
- Harianingsih. (2010). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Kitosan Sebagai Bahan Pelapis (*Coater*) Pada Buah Strawberi. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hartati, F.K., Susanto, T., Rakhmadiono, S., dan Adi, S.L. (2001). Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Tahap Deproteinasi Menggunakan Enzim Protease Dalam Kitin dari Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*). *Biosain*, 2(1).
- Haryani, K., Hargono, dan Budiyati, C.S. (2007). Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang Untuk Mengadsorpsi logam Krom (Cr^{6+}) dan Tembaga (Cu). *Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP*, 11 (2).
- Handayani, M., dan Sulistiono, E. (2009). Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich padapenyerapan Limbah Chrom (Vi) Oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, 1(3).
- Hendri, John. (2008). Teknik Deproteinasi Kulit Rajungan (*Portunus pelagious*) Secara Enzimatik dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonasaeruginosa*. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Lampung: Universitas Lampung.

- Kaavessina, Mujtahid. (2005). Kesetimbangan Adsorpsi Logam (Pb) dengan Adsorben Kitin Secara *Batch*. *Jurusan Teknik Kimia. FT UNS* 1, 4(1).
- Kaimudin, M., dan Leounupun, M.F. (2016). Karakterisasi Kitosan dari Limbah Udang dengan Proses *Bleaching* dan Deasetilasi Yang Berbeda. *Kementrian Perindustrian*, 12(1).
- Kanti, M.K., Jahan, I.A., Masum, S.M., Islam, M.M., Hasan, S.M.M., Saha, B., dan Nur, H.P. (2015). Effektive Removal of Cromium Ions from Tannery Effluent using Chitosan-Alumina Composit. *International Research Journal of Pure &Applied Chemistry*, 10(3).
- Kamarati, Fathirizki, K.A., Ivanhoe, M.A., dan Sumaryono, M. (2018). Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) pada Air Sungai Santan *Heavy Metal Content Iron (Fe), Lead (Pb) and Manganese (Mn) In The Water Of The Santan River. Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4(1).
- Khabibi, Prasetyo, W., dan Setiyo, D. (2014). Adsorpsi Ion Logam Mg (II) Menggunakan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat. *Kimia Sains dan Aplikasi*, 17(2).
- Khairuni, M., Alfian, Z., dan 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).
- Khopkar. (1990). **Konsep Dasar Kimia Analitik**. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Lestari, I., dan Sanova, A. (2011). Penyerapan Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Kitosan Hasil Transformasi Kitin Dari Kulit Udang (*Penaeus sp*). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 13(1).
- Marganof. (2003). Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan. Tesis. IPB: Bogor.
- Murniati dan Mudasir, D. (2013). Isolasi Kitin dari Cangkang Kepiting Laut (*Portunus pelagicus linn*) Serta Pemanfaatannya Untuk Adsorpsi Fe dengan Pengompleks 1,10 Fenantrolin. *Program Studi Pendidikan Kimia FITK UIN Syarif Hidayatullah*, 3(1).
- Muzzarelli, R.A. (1996). *Chitosan-based Dietary Foods. Carbohydrate Polymers*, 29(4).
- 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 dan Pratiwi, D. (2016). Pengaruh Massa dan Wktu Pengadukan Kitosan

dalam Menurunkan Timbal dalam Air. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*.

- Nurdiani, Diana. (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, Pipit. (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.
- Pratiwi, Febriliani, D., Hidayat, D., dan Pratama, D.S. (2016). Tingkat Pencemaran Logam Kadmium (Cd) dan Kobalt (Co) Pada Sedimen Disekitar Pesisir Bandar Lampung *Metal Contamination Of Cadmium (Cd) and Cobalt (Co) Sedimen From Bandar Lampung Coastal. Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1).
- Pratiwi, Daniar Febriliani. (2016). Tingkat pencemaran Logam Kadmium (Cd) dan Kobalt (Co) pada Sedimen di Sekitaran Pesisir Bandar Lampung. Skripsi. Bandar Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Purbowati, P. (2016). Upaya Peningkatan Derajat Deasetilasi pada Kitosan Cangkang Kerang kampak (*Atrina pectinata*) Melalui Proses Deasetilasi Kitin Secara Bertahap. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Purnawan, C., Apriliata, N.H., Kartini, I., dan Sugiharto, E. (2008). Kajian Analisis Termal Kitin-Kitosan Cangkang Udang Menggunakan *Thermo Gravimetric Analysis dan Differential Thermal Analysis (TGA-DTA)*. *Sains dan Terapan Kimia*, 2(2).
- Putro, A.N.H., dan Ardhiyany, S.A. (2009). Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidrofobi. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Deponegoro.
- Rafly, S.M.(2016). Biosorpsi Logam timbal dengan menggunakan Khamir *Saccharomyces Cerevisiae* Termobilisasi Natrium Alginat. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi: UIN Alauddin Makassar.
- Rahayu, L.H., dan Purnavita, S. (2007). Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Akademi Kimia Industri St. Paulus*. Semarang.
- Rahmayanti, P.V. (2007). Optimasi pH dan Waktu Kontak Biosorpsi Zat Warna *Remazol Yellow* oleh Biomassa *Rhizopus Oryzae* Aktif dan Termobilisasi. Skripsi. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Riswanda, T., Rachmardiati, F., dan Kuntjoro, S. (2014). Pemanfaatan Udang Putih (*Lithopannaeus vannamei*) Sebagai Bioabsorben Logam Berat Timbal (Pb) pada daging Kerang Tahu si Muara Sungai Gunung Anyar. *Lentera Bio*, 3(3).

- Sari, Mayang. (2010). Identifikasi protein Menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sastrohamidjojo, Hadjono. (1992). **Spektroskopi Inframerah**. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Siregar, T., dan Murtini, J.T. (2008). Kandungan Logam Berat Pada Beberapa Lokasi Perairan Indonesia Pada Tahun 2001 Sampai Dengan 2005. *Squalen*, 3(1).
- Supriyantini, E., Yulianto, B., Ridlo, A., Sedjati, S., dan Nainggolan, A.C. (2018). Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1).
- Suprianto. (2012). Karakterisasi Kitin dan Kitosan Udang Swallo (*Metapenaeus monoceros*). *Akademia*, 16(2).
- Suriyati. (2012). Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Logam Kadmium (Cd) dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*). Skripsi. Makasar: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makasar.
- Suseno, J.E.K., dan Sofjan, F. (2008). Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Jurusan Fisika FMIPA UNDIP*, 11(1).
- Syahmani dan Sholahuddin, A. (2009). Interaksi Cd (II) dengan Kitin dan Kitosan Isolat Limbah Kulit Udang. *Jurnal*. Banjarmasin.
- Utami, M.R., Latifah, dan Widiarti, N. (2014). Sintesis Plastik *Biodegradable* dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan *Plasticizer* Gliserol. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 3(2).
- Wiyarsi, A dan Priyambodo, E. (2010). Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan logam Berat. *Jurnal Kimia*, 2(3).
- Yudhasasmita, S., dan Nugroho, A.P. (2017). Sintesis dan Aplikasi Nanopartikel Kitosan Sebagai Adsorben Cd dan Antibakteri Koliform. *Biogenesis*, 5(1).
- Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *JAI*, 2(1).
- Yuliana. (2015). Analisis Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon farb*) Teknologi Sederhana ke Teknologi Madya Ditinjau dari Segi Finansial. *Jurnal Galung Tropika*, 4(2) .
- Yuliasari, Lisa. (2003). **Studi Penentuan Logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Organ Tubuh Ayam Pedaging (Boiler) Secara Spektrofotometri Serapan Atom**. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema kerja

1.1. Preparasi Sampel Kulit Udang

Kulit udang

- Dipisahkan kulit udang dari dagingnya.
- Dicuci dengan air hingga bersih.
- Dikeringkan dibawah sinar matahari selama \pm 4 hari.
- Dihaluskan.
- Diayak dengan ayakan 80 mesh.

Serbuk kulit udang

1.2. Pembuatan Kitin dan Kitosan

1. Deproteinisasi

25 g serbuk kulit udang

- Ditambahkan dengan 250 mL NaOH 3,5%.
- Direaksikan pada suhu 65°C selama 2 jam hingga terbentuk gumpalan putih kemerahan.
- Disaring.
- Dicuci residu dengan akuades hingga netral.
- Dikeringkan pada suhu 60°C selama \pm 6 jam.

Serbuk hasil deproteinisasi

2. Dekalsifikasi

15,85 g serbuk hasil deproteinisasi

- Ditambahkan 240 mL HCl 1N.
- Diaduk selama 30 menit.
- Didekantasi hingga tidak ada gelembung lagi.
- Disaring.
- Dicuci residu dengan akuades hingga netral.
- Dikeringkan pada suhu 60°C selama \pm 6 jam.

Serbuk hasil dekalsifikasi

3. Dekolorisasi

10,87 g serbuk hasil dekalsifikasi

- Dilarutkan dengan aseton.
- Diaduk.
- Didiamkan hingga kering.
- Dilarutkan dengan NaOCl 0,3% hingga terendam.
- Diaduk larutan.
- Didiamkan selama 2 jam pada suhu 40°C.
- Disaring larutan.
- Dicuci residu dengan akuades hingga netral.
- Dikeringkan pada suhu 60°C selama \pm 3 jam.
- Dikarakterisasi dengan FTIR.

Serbuk kitin

4. Deasetilasi

7,64 g serbuk kitin

- Ditambahkan 115 mL NaOH 100%.
- Direaksikan pada suhu 80°C selama 1 jam.
- Disaring larutan.
- Dicuci residu dengan akuades hingga netral.
- Dikeringkan residu pada suhu 60°C hingga kering \pm 6 jam.
- Dikarakterisasi dengan FTIR.

5,60 serbuk kitosan

1.3. Pembuatan Larutan Induk Logam Co (II) dari Senyawa CoCl_2

1. Pembuatan larutan induk Co (II) 1000 ppm

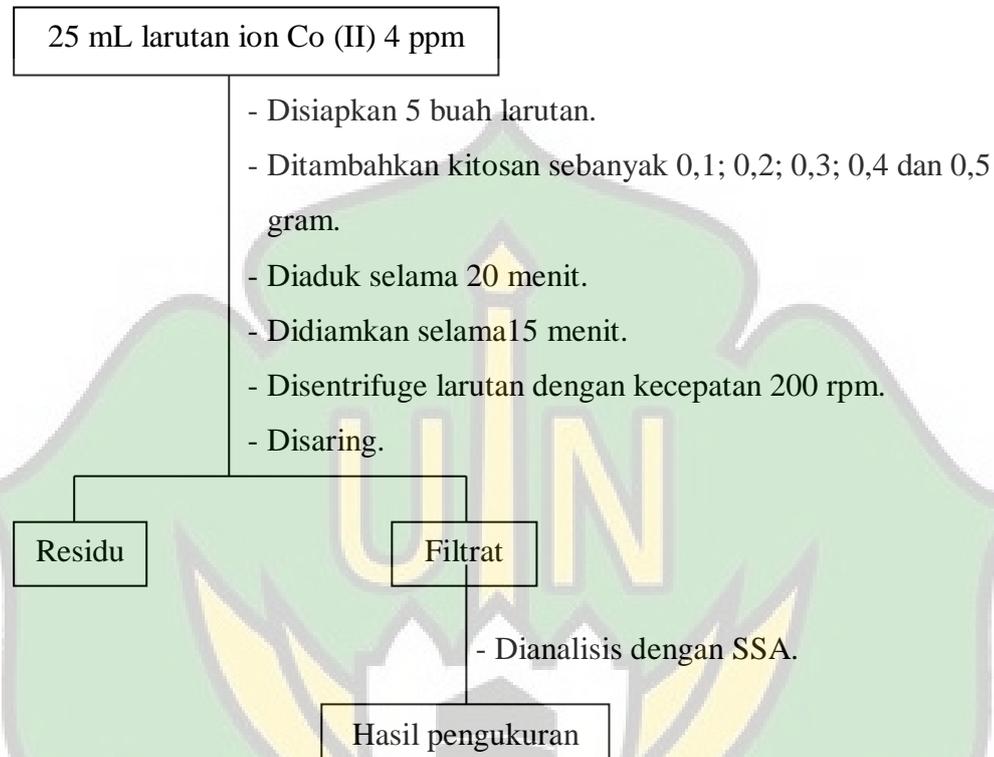
2,20 g CoCl_2

- Diencerkan dengan akuades dalam labu takar 1000 mL.
- Dibuat variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm sebanyak 100 mL dengan memipet masing-masing 10 mL larutan 1000 ppm.
- Diukur absorbansi dengan SSA.
- Ditentukan kurva kalibrasinya.

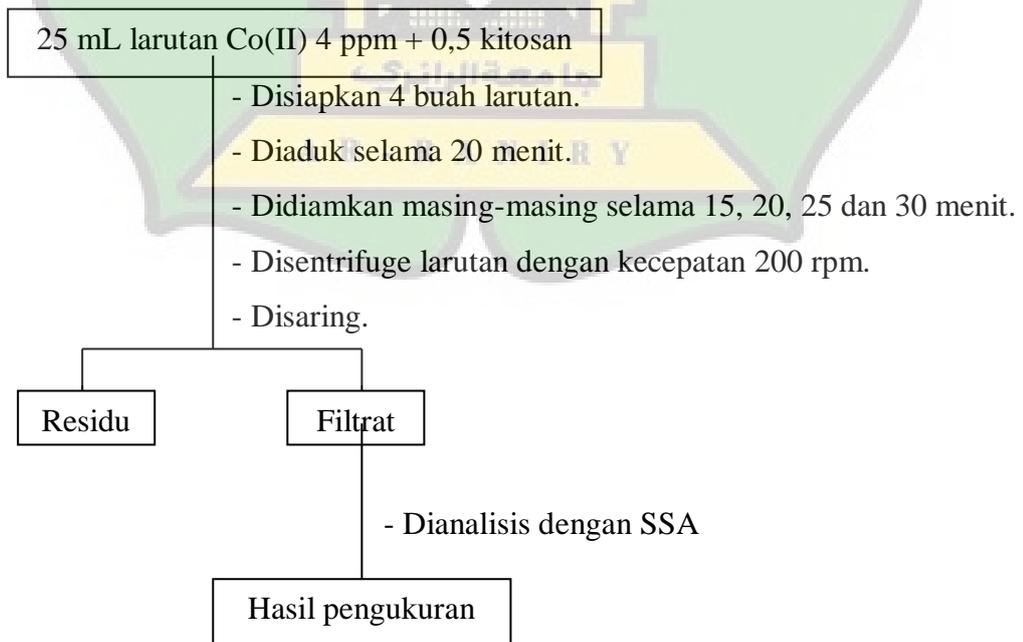
Hasil pengukuran

1.4. Proses Penyerapan Ion Logam Co (II) dengan Kitosan

1. Pengaruh massa optimum kitosan terhadap penyerapan ion logam Co (II).



2. Pengaruh variasi waktu kontak ion logam Co (II) dengan kitosan.



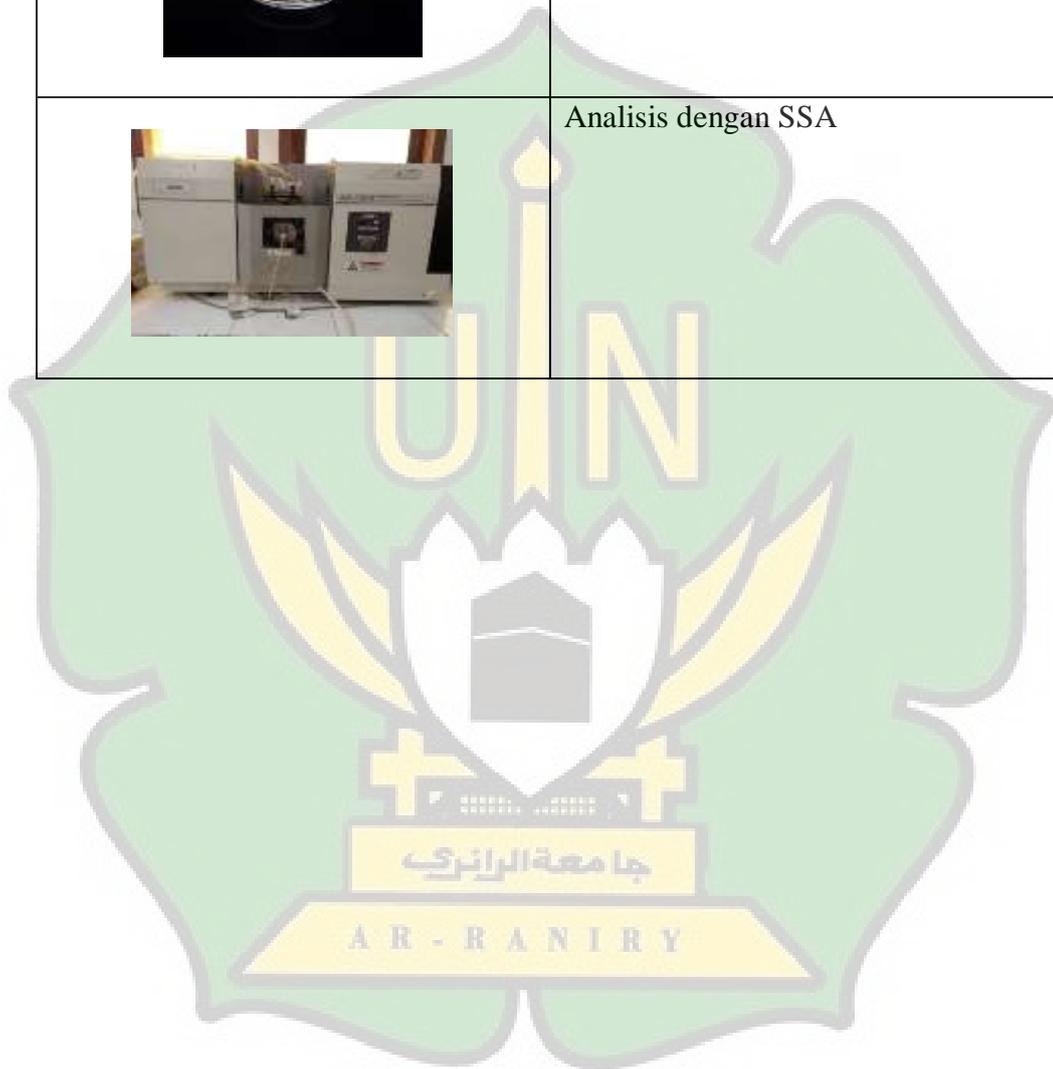
Lampiran 2. Dokumentasi penelitian

Gambar	Keterangan
	Udang windu
	Kulit udang windu
	Serbuk kulit udang 80 messh
	Proses pengeringan kulit udang
	Proses deproteinisasi

	Proses pengeringan residu
	Proses penyaringan dan pencucian residu
	Proses dekalsifikasi
	Proses dekolorisasi
	Proses deasetilasi

	Serbuk kitin dan kitosan
	Analisis dgn FTIR
	Proses pengadukan kitosan dengan ion logam Co (II)
	Proses pendiaman
	Proses sentrifugasi

	Proses penyaringan
	Analisis dengan SSA



Lampiran 3. Pembuatan larutan induk CoCl_2

1. Larutan CoCl_2 1000 ppm.

Diketahui:

$$Ar \text{ Co} = 58,933 \text{ g/mol}$$

$$Mr \text{ CoCl}_2 = 129,839 \text{ g/mol}$$

$$\text{Volume} = 1 \text{ liter}$$

Perhitungan:

$$\text{ppm} = \frac{Ar}{Mr} \times \frac{\text{mg}}{V}$$

$$1000 = \frac{58,933 \text{ g/mol}}{129,839 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{mg}}{1\text{L}}$$

$$\text{mg} = \frac{1000 \text{ ppm} \times 129,839 \text{ g/mol} \times 1\text{L}}{58,933 \text{ g/mol}}$$

$$\text{mg} = 2203,16 \text{ mg}$$

$$= 2,2031 \text{ g}$$

2. Larutan CoCl_2 100 ppm.

Larutan 1000 ppm \rightarrow 100 ppm dalam labu ukur 100 ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot 100 \text{ ppm}$$

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

3. Larutan CoCl_2 10 ppm.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot 10 \text{ ppm}$$

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

4. Larutan CoCl_2 8 ppm.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot 8 \text{ ppm}$$

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

5. Larutan CoCl_2 6 ppm.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot 6 \text{ ppm}$$

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

6. Larutan CoCl_2 4 ppm.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot 4 \text{ ppm}$$

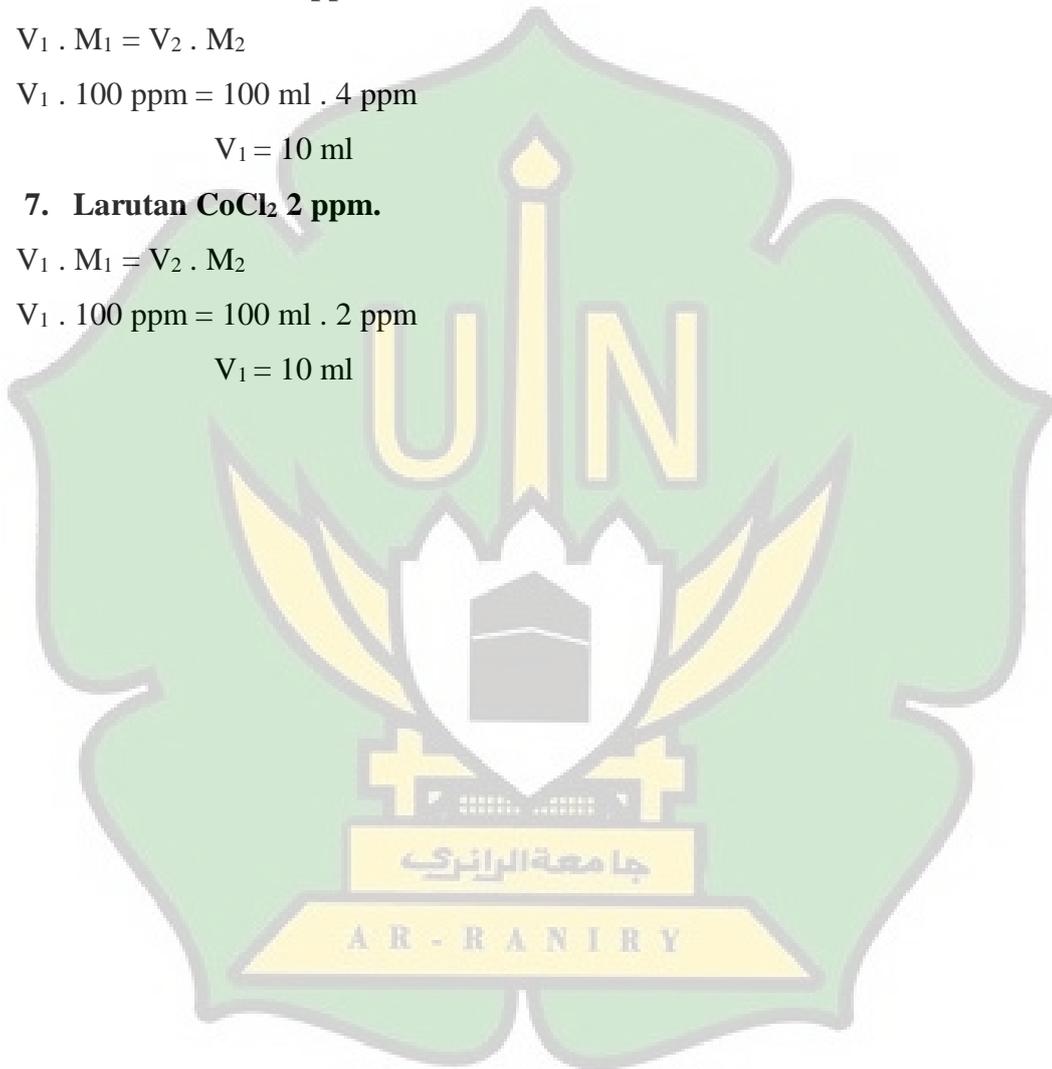
$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

7. Larutan CoCl_2 2 ppm.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot 2 \text{ ppm}$$

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



Lampiran 4. Nilai rendemen proses pembuatan kitosan.

No.	Proses Pembuatan Kitosan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
1.	Deproteinisasi	25	15,85	63,4
2.	Dekalsifikasi	15,85	10,87	68,58
3.	Dekolorisasi	10,87	7,64	70,28
4.	Deasetilasi	7,64	5,60	73,29

Perhitungan nilai persentase (%) rendemen adalah:

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{berat akhir sampel}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

1. Deproteinisasi

$$\begin{aligned} \% \text{ rendemen} &= \frac{15,85}{25} \times 100\% \\ &= 63,4\% \end{aligned}$$

2. Dekalsifikasi

$$\begin{aligned} \% \text{ rendemen} &= \frac{10,87}{15,85} \times 100\% \\ &= 68,58\% \end{aligned}$$

3. Dekolorisasi

$$\begin{aligned} \% \text{ rendemen} &= \frac{7,64}{10,87} \times 100\% \\ &= 70,28\% \end{aligned}$$

4. Deasetilasi

$$\begin{aligned} \% \text{ rendemen} &= \frac{5,60}{7,64} \times 100\% \\ &= 73,29\% \end{aligned}$$

Lampiran 5. Nilai derajat deasetilasi (DD) kitosan.

No.	A ₁₆₅₅	A ₃₄₅₀	%DD
1.	048987	160702	77,0828

Perhitungan nilai % derajat deasetilasi kitosan adalah:

$$\% \text{ derajat deasetilasi} = 100 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{100}{1,33} \right)$$

Keterangan:

% DD = persentase derajat deasetilasi

A₁₆₅₅ = absorbansi pada bilangan gelombang 1655 cm⁻¹

A₃₄₅₀ = absorbansi pada bilangan gelombang 3450 cm⁻¹

1,33 = tetapan yang diperoleh dari perbandingan A₁₆₅₅/A₃₄₅₀ untuk kitosan dengan asetilasi penuh.

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \% \text{ DD} &= 100 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{100}{1,33} \right) \\ &= 100 - \left(\frac{048987}{160702} \times \frac{100}{1,33} \right) \\ &= 100 - (0,3048 \times 75,1879) \\ &= 100 - (22,9172) \\ &= 77,0828\% \end{aligned}$$

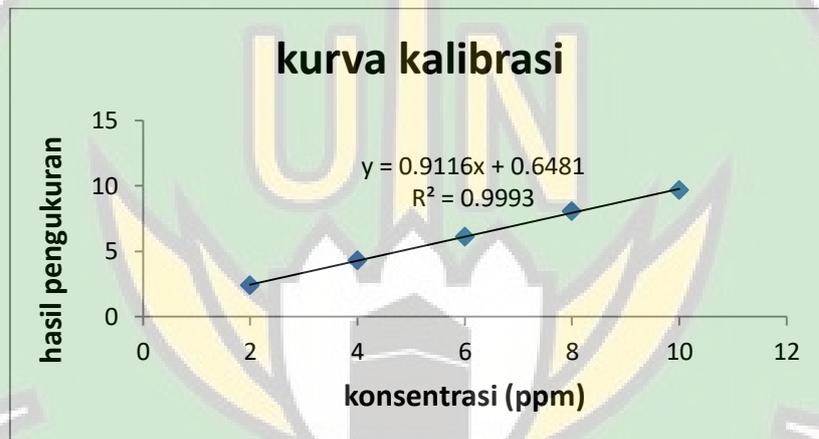
AR - RANIRY

Lampiran 6. Pembuatan kurva kalibrasi ion logam Co (II).

1. Hasil pengukuran kurva kalibrasi ion logam Co (II).

No.	Konsentrasi (ppm)	Hasil Analisa (ppm)
1.	2	2,4189
2.	4	4,3313
3.	6	6,1157
4.	8	8,0451
5.	10	9,6782

2. Grafik kurva kalibrasi larutan standar ion logam Co (II)



3. Perhitungan Absorptivitas.

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorptivitas (ppm ⁻¹ nm ⁻¹)
1.	2	1,7277
2.	4	1,5468
3.	6	1,4561
4.	8	1,4366
5.	10	1,3826

Perhitungan nilai absorptivitas adalah:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \qquad \epsilon = \frac{A}{b \cdot c}$$

Keterangan:

A = absorbansi larutan pada panjang gelombang yang dipilih

b = tebal nyala/lebar celah (nm)

c = konsentrasi (ppm)

ϵ = absorptivitas

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{a. } 2 \text{ ppm} \rightarrow \epsilon &= \frac{2,4189}{0,7 \text{ nm} \cdot 2 \text{ ppm}} \\ &= 1,7277 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } 4 \text{ ppm} \rightarrow \epsilon &= \frac{4,3313}{0,7 \text{ nm} \cdot 4 \text{ ppm}} \\ &= 1,5468 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } 6 \text{ ppm} \rightarrow \epsilon &= \frac{6,1157}{0,7 \text{ nm} \cdot 6 \text{ ppm}} \\ &= 1,4561 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } 8 \text{ ppm} \rightarrow \epsilon &= \frac{8,0451}{0,7 \text{ nm} \cdot 8 \text{ ppm}} \\ &= 1,4366 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } 10 \text{ ppm} \rightarrow \epsilon &= \frac{9,6782}{0,7 \text{ nm} \cdot 10 \text{ ppm}} \\ &= 1,3826 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah keseluruhan}}{\text{Banyak data}} = \frac{7,5498 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1}}{5} = 1,5099 \text{ ppm}^{-1}\text{nm}^{-1}$$

Jadi, yang mendekati nilai rata-rata yaitu 4 ppm.

Lampiran 7. Perhitungan jumlah ion logam Co (II) yang teradsorpsi pada variasi massa kitosan dalam konsentrasi 4 ppm.

1. Hasil pengukuran SSA variasi massa kitosan.

Massa Kitosan (gram)	Hasil Analisa (ppm)
0,1	3,8657
0,2	3,2565
0,3	2,5745
0,4	1,6828
0,5	0,5875

2. Perhitungan jumlah ion logam Co (II) yang teradsorpsi dalam konsentrasi 4 ppm.

Massa Kitosan (gram)	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi Awal (C ₀) (mg/L)	Konsentrasi Sisa (C _e) (mg/L)	Efektivitas Adsorpsi (W) (mg/g)
0,1	15	4,3313	3,8657	0,1164
0,2	15	4,3313	3,2565	0,1343
0,3	15	4,3313	2,5745	0,1464
0,4	15	4,3313	1,6828	0,1655
0,5	15	4,3313	0,5875	0,1871

Perhitungan nilai efektifitas adsorpsi adalah:

$$W = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{W_a}$$

Keterangan:

W = efektifitas adsorpsi (mg/g)

C₀ = konsentrasi awal (mg/L)

C_e = konsentrasi sisa (mg/L)

W_a = massa adsorben (g)

V = volume (L)

Perhitungan:

$$a. \quad W = \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 3,8657 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ gram}}$$

$$= \frac{(0,4656 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ gram}}$$

$$= 0,1164 \text{ mg/g}$$

b. $W = \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 3,2565 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,2 \text{ gram}}$

$$= \frac{(1,0748 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,2 \text{ gram}}$$

$$= 0,1343 \text{ mg/g}$$

c. $W = \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 2,5745 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,3 \text{ gram}}$

$$= \frac{(1,7568 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,3 \text{ gram}}$$

$$= 0,1464 \text{ mg/g}$$

d. $W = \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 1,6828 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,4 \text{ gram}}$

$$= \frac{(2,6485 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,4 \text{ gram}}$$

$$= 0,1655 \text{ mg/g}$$

e. $W = \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 0,5875 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}}$

$$= \frac{(3,7438 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}}$$

$$= 0,1871 \text{ mg/g}$$

Lampiran 8. Perhitungan kapasitas adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich.

1. Data hasil variasi massa kitosan untuk perhitungan kapasitas adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich.

C_0 (ppm)	C_e (ppm)	W (mg/g)	C_e/W	$\text{Log } W$	$\text{Log } C_e$
4,3313	3,8657	0,1164	33,2104	-0,9340	0,5872
4,3313	3,2565	0,1343	24,2479	-0,8719	0,5127
4,3313	2,5745	0,1464	17,5853	-0,8344	0,4106
4,3313	1,6828	0,1655	10,1679	-0,7812	0,2260
4,3313	0,5875	0,1871	3,1400	-0,7279	-0,2309

a. Persamaan Langmuir

Persamaan isoterm Langmuir diubah menjadi bentuk linier, menjadi:

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{a} C_e + \frac{1}{a \cdot b}$$

Keterangan:

W = efektivitas adsorpsi (mg/g)

b = konstanta Langmuir

C_e = konsentrasi sisa (mg/L)

a = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g)

Dilakukan pemetaan grafik menggunakan excel dengan memasukkan harga C_e/W versus C_e , sehingga didapatkan persamaan yang diperoleh dari grafik:

$$y = 8,9565x - 3,7662$$

$$R^2 = 0,975$$

Dimana,

$$\frac{C_e}{W} = y$$

$$\frac{1}{a \cdot b} = 3,7662$$

$$\frac{1}{a} C_e = 8,9565x$$

Perhitungan:

$\frac{1}{a}$ = kemiringan (slope)

$$\frac{1}{a} = 8,9565$$

$$a = \frac{1}{8,9565} = 0,1116 \text{ mg/g}$$

$$\frac{1}{a \cdot b} = \text{perpotongan (intersep)}$$

$$\frac{1}{a \cdot b} = 3,7662$$

$$b = \frac{1}{0,1116 \times 3,7662} = 2,3792$$

b. Persamaan Freundlich

Persamaan isoterm Freundlich diubah menjadi bentuk linier, menjadi:

$$\text{Log } W = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e$$

Keterangan:

W = efektivitas adsorpsi (mg/g)

n = konstanta adsorpsi

C_e = konsentrasi sisa (mg/L)

K = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g)

Dilakukan pemetaan grafik menggunakan excel dengan memasukkan harga Log W versus Log C_e, sehingga didapatkan persamaan yang diperoleh dari grafik:

$$y = -0,2272x - 0,7615$$

$$R^2 = 0,8686$$

Dimana,

$$\text{Log } W = y \qquad \text{Log } K = 0,7615 \qquad \frac{1}{n} \text{Log } C_e = 0,2272x$$

Perhitungan:

Log K = perpotongan (intersep)

Log K = 0,7615

K = inv.Log (0,7615)

K = 5,7743 mg/g

$\frac{1}{n}$ = kemiringan (slope)

$\frac{1}{n}$ = 0,2272

n = 4,4014



Lampiran 9. Perhitungan jumlah ion logam Co (II) yang teradsorpsi pada variasi waktu kontak kitosan dalam massa 0,5 gram.

1. Hasil pengukuran SSA variasi waktu kontak kitosan

Waktu Kontak (menit)	Hasil Analisa (ppm)
15	0,5875
20	0,2764
25	0,0542
30	0,1653

2. Perhitungan jumlah ion logam Co (II) yang teradsorpsi dalam konsentrasi 4 ppm.

Massa Kitosan (gram)	Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Awal (C ₀) (mg/L)	Konsentrasi Sisa (C _e) (mg/L)	Efektivitas Adsorpsi (W) (mg/g)
0,5	15	4,3313	0,5875	0,1871
0,5	20	4,3313	0,2764	0,2027
0,5	25	4,3313	0,0542	0,2138
0,5	30	4,3313	0,1653	0,2083

Perhitungan nilai efektivitas adsorpsi adalah:

$$W = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{W_a}$$

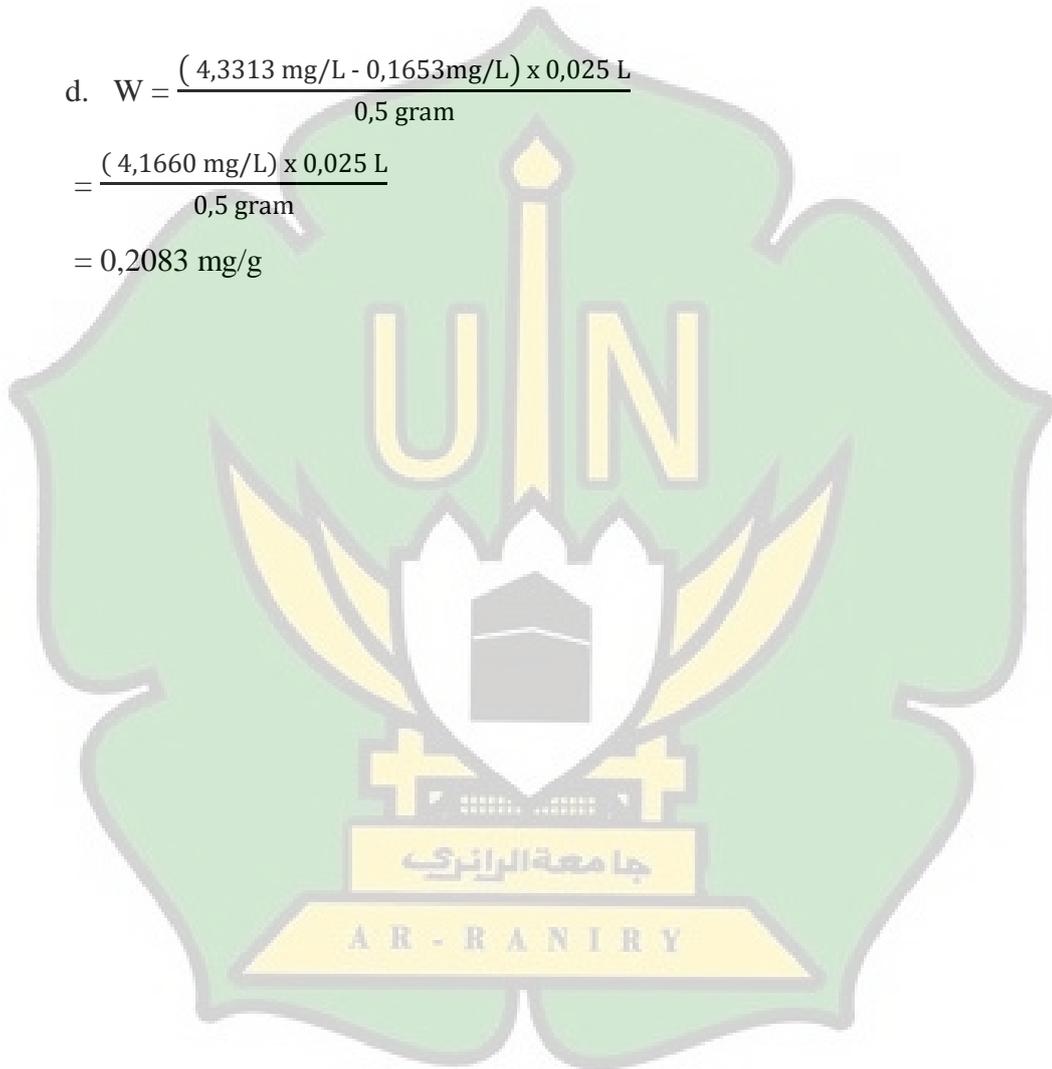
Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{a. } W &= \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 0,5875 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= \frac{(3,7438 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= 0,1871 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } W &= \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 0,2764 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= \frac{(4,0549 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= 0,2027 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } W &= \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 0,0542 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= \frac{(4,2771 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= 0,2138 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } W &= \frac{(4,3313 \text{ mg/L} - 0,1653 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= \frac{(4,1660 \text{ mg/L}) \times 0,025 \text{ L}}{0,5 \text{ gram}} \\ &= 0,2083 \text{ mg/g} \end{aligned}$$



Lampiran 10. Perhitungan kapasitas adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich.

1. Data hasil variasi waktu kontak kitosan untuk perhitungan kapasitas adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich.

C_0 (ppm)	C_e (ppm)	W (mg/g)	C_e/W	Log W	Log C_e
4,3313	0,5875	0,1871	3,1400	-0,7279	-0,2309
4,3313	0,2764	0,2027	1,3635	-0,6931	-0,5584
4,3313	0,0542	0,2138	0,2535	-0,6699	-1,2660
4,3313	0,1653	0,2083	0,7935	-0,6813	-0,7817

a. Persamaan Langmuir

Persamaan isoterm Langmuir diubah menjadi bentuk linier, menjadi:

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{a} C_e + \frac{1}{a \cdot b}$$

Keterangan:

W = efektivitas adsorpsi (mg/g)

b = konstanta Langmuir

C_e = konsentrasi sisa (mg/L)

a = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g)

Dilakukan pemetaan grafik menggunakan excel dengan memasukkan harga C_e/W versus C_e , sehingga didapatkan persamaan yang diperoleh dari grafik:

$$y = 5,4502x - 0,0885$$

$$R^2 = 0,9987$$

Dimana,

$$\frac{C_e}{W} = y \qquad \frac{1}{a \cdot b} = 0,0885 \qquad \frac{1}{a} C_e = 5,4502x$$

Perhitungan:

$\frac{1}{a}$ = kemiringan (slope)

$$\frac{1}{a} = 5,4502$$

$$a = \frac{1}{5,4502} = 0,1834 \text{ mg/g}$$

$$\frac{1}{a \cdot b} = \text{perpotongan (intersep)}$$

$$\frac{1}{a \cdot b} = 0,0885$$

$$b = \frac{1}{0,1834 \times 0,0885} = 61,7283$$

b. Persamaan Freundlich

Persamaan isoterm Freundlich diubah menjadi bentuk linier, menjadi:

$$\text{Log } W = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e$$

Keterangan:

W = efektivitas adsorpsi (mg/g)

n = konstanta adsorpsi

C_e = konsentrasi sisa (mg/L)

K = kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g)

Dilakukan pemetaan grafik menggunakan excel dengan memasukkan harga $\text{Log } W$ versus $\text{Log } C_e$, sehingga didapatkan persamaan yang diperoleh dari grafik:

$$y = -0,0537x - 0,7311$$

$$R^2 = 0,8644$$

Dimana,

$$\text{Log } W = y \quad \text{Log } K = 0,7311 \quad \frac{1}{n} \text{Log } C_e = 0,0537x$$

Perhitungan:

$\text{Log } K$ = perpotongan (intersep)

$\text{Log } K = 0,7311$

$K = \text{inv.} \text{Log} (0,7311)$

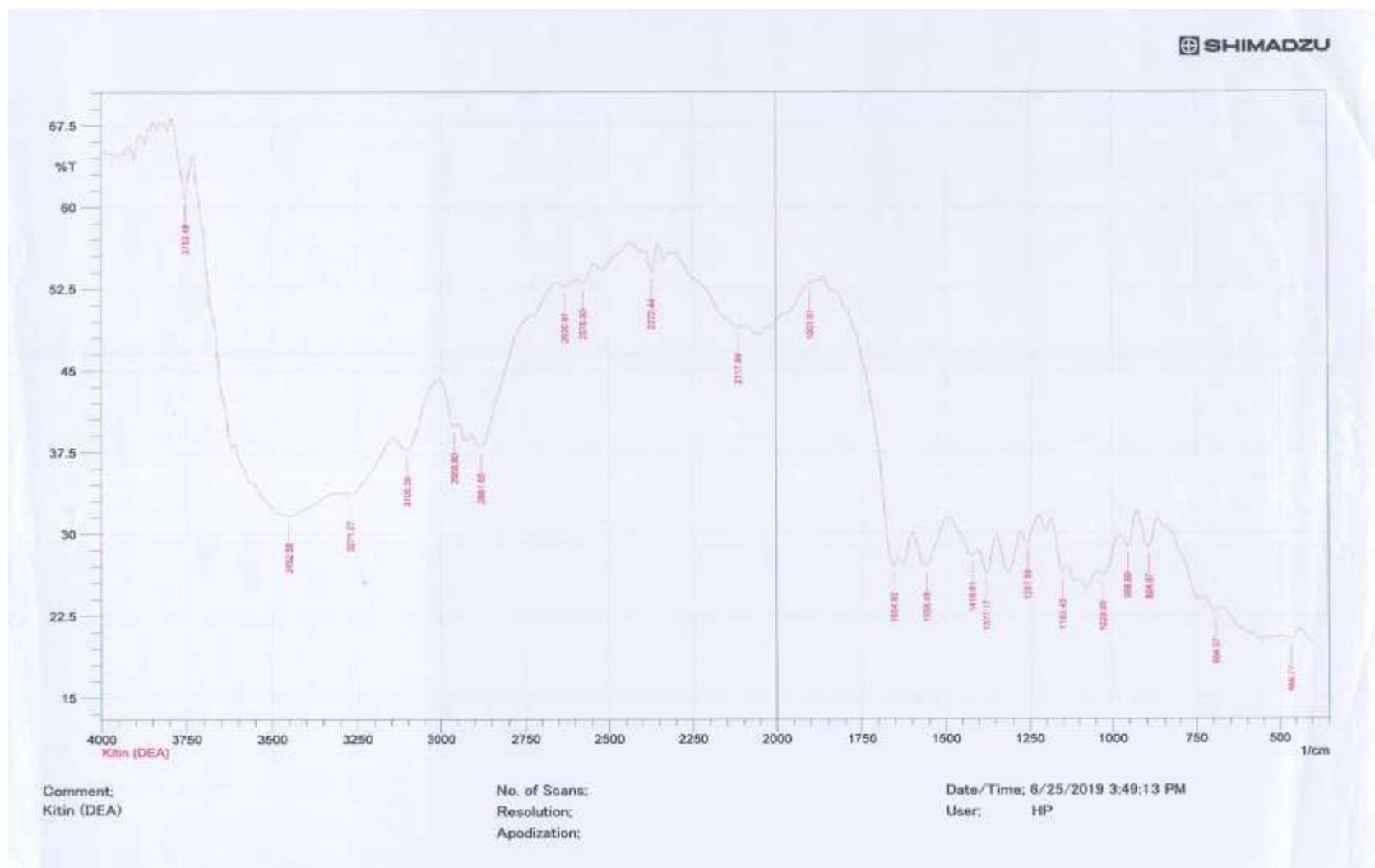
$K = 5,3839 \text{ mg/g}$

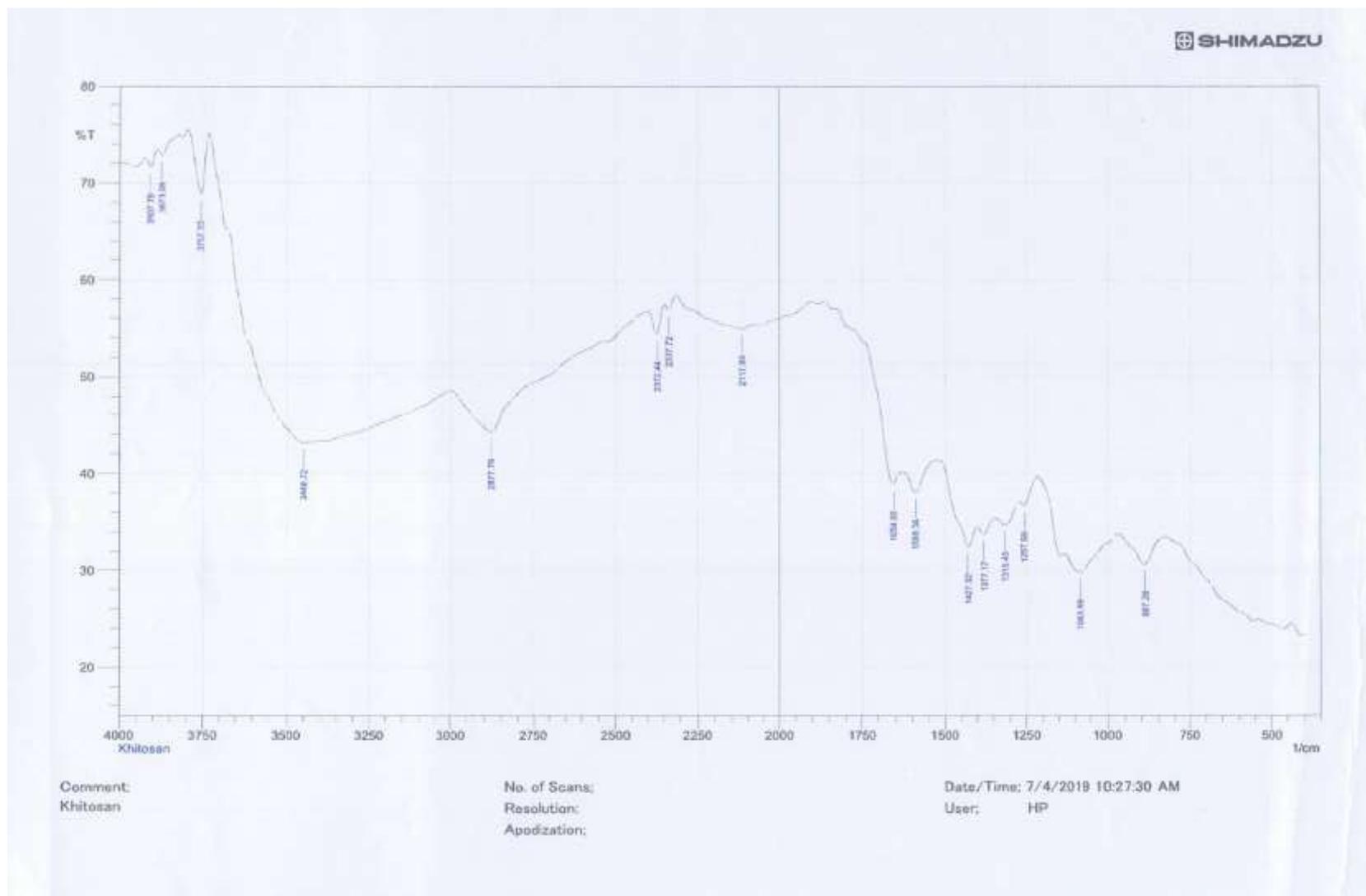
$\frac{1}{n}$ = kemiringan (slope)

$\frac{1}{n}$ = 0,0537

n = 18,6219









KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
 UNIT ANALISIS DAN KAJIAN KIMIA
 DARUSSALAM BANDA ACEH

DATA HASIL ANALISA

No : 084-B/UAAK/Kim/2018

Sampel ID : Larutan Co
 Permintaan : Dea Amanda
 Tanggal Penerimaan : 22 Juli 2019
 Tanggal Analisa : 23 Juli 2019
 Hasil Analisa :

No	Sampel ID	Unit	Hasil Analisa Kobalt (Co)	Metode Analisa
1	2 ppm	ppm	2,4189	AAS
2	4 ppm	ppm	4,3313	
3	6 ppm	ppm	6,1157	
4	8 ppm	ppm	8,0451	
5	10 ppm	ppm	9,6782	

Darussalam 24 Juli 2019
 Unit Analisis dan Kajian Kimia
 Kepala


 Dr. Saiful, M.Si
 Nip. 196909221994121001

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y



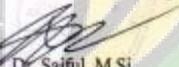
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
 UNIT ANALISIS DAN KAJIAN KIMIA
 DARUSSALAM BANDA ACEH

DATA HASIL ANALISA
 No : 084-B/UAAK/Kim/2018

Sampel ID : Larutan Co
 Permintaan : Dea Amanda
 Tanggal Penerimaan : 24 Juli 2019
 Tanggal Analisa : 26 Juli 2019
 Hasil Analisa :

No	Sampel ID	Unit	Hasil Analisa Kobalt (Co)	Metode Analisa
1	0,1	ppm	3,8657	AAS
2	0,2	ppm	3,2565	
3	0,3	ppm	2,5745	
4	0,4	ppm	1,6828	
5	0,5	ppm	0,5875	

Darussalam 26 Juli 2019
 Unit Analisis dan Kajian Kimia
 Kepala


 Dr. Saiful, M.Si
 Nip. 196909221994121001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
UNIT ANALISIS DAN KAJIAN KIMIA
 DARUSSALAM BANDA ACEH

DATA HASIL ANALISA
 No : 084-B/UAAK/Kim/2018

Sampel ID : Larutan Co
 Permintaan : Des Amanda
 Tanggal Penerimaan : 29 Juli 2019
 Tanggal Analisa : 31 Juli 2019
 Hasil Analisa :

No	Sampel ID	Unit	Hasil Analisa Kobalt (Co)	Metode Analisa
1	15'	ppm	0,5875	AAS
2	15	ppm	0,5875	
3	20	ppm	0,2764	
4	25	ppm	0,0542	
5	30	ppm	0,1653	

Darussalam 31 Juli 2019
 Unit Analisis dan Kajian Kimia
 Kepala


 Dr. Saiful, M.Si
 Nip. 196909221994121001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY